

전자파 (EMC, EMF) 표준화 동향보고서

2022. 12.



CONTENTS

머리말 발간사

전자파적합성(EMC) 표준화 동향

제1장 국제표준화 위원회	3
---------------------	---

제2장 A 소위원회 표준화 동향	6
-------------------------	---

김정환(교정기술원)

제3장 B 소위원회 표준화 동향	24
-------------------------	----

김강욱(광주과학기술원), 전양배(한국과학기술원), 안중선(LS Electric)

제4장 D 소위원회 표준화 동향	46
-------------------------	----

나완수(성균관대학교), 김원진(HCT)

제5장 F 소위원회 표준화 동향	76
-------------------------	----

성관영(한국화학융합시험연구원), 김대웅(S-Global)

제6장 H 소위원회 표준화 동향	108
-------------------------	-----

권종화(한국전자통신연구원)

제7장 I 소위원회 표준화 동향	133
-------------------------	-----

홍장희(CTK), 조성정(KCSS)

제8장 TC77 위원회 표준화 동향	148
---------------------------	-----

금홍식(한국전파진흥협회), 김희수(한국스마트헬스케어협회), 성관영(한국화학융합시험연구원)

CONTENTS

전자파인체보호(EMF) 표준화 동향

제1장 저주파수대역의 올바른 전자파 인체노출량 평가방법 219

이종일(국립전파연구원)

제2장 국내 전자파 인체안전 리스크 커뮤니케이션 활동 224

안재희, 안준오(미래전파공학연구소)

제3장 휴대기기 전자기장의 인체 노출량 연구 229

방진규(영산대학교)

제4장 100 GHz 대역 광센서 기반 전자파 인체노출량 측정 기술 연구

..... 235

주영준(이레테크)

제5장 자기공진방식 대형무선전력전송기기(전기자동차) 의 인체노출량 평가 연구

..... 241

안치형(한국기술교육대학교)

제6장 5G 전자파의 인체영향 245

이애경(한국전자통신연구원), 전자기장과 생체관계연구회 5G EMF 위원회(한국전자파학회)

제7장 5G 28 GHz 전자파의 피부세포 영향 258

임경민(이화여자대학교)

제8장 생활공간에 설치된 28GHz 대역 기지국의 전자파 인체노출량 측정방법 제안	261
--	-----

황태욱(한국방송통신전파진흥원)

제9장 제27차 WHO IAC(국제자문위원회) 회의	268
------------------------------------	-----

최형도(한국전자통신연구원), 백정기(충남대학교)

제10장 2022년 IEC TC106 (전자파인체보호위원회) 국제표준화 동향	274
---	-----

오택규(한국정보통신기술협회)

마무리 글

전자파(EMC, EMF) 표준화 동향

머리말

안녕하십니까.

과학기술정보통신부 국립전파연구원장입니다.

최근 디지털 대전환 시대로 접어들면서 5G, 6G, 위성인터넷 등 무선서비스와 전기·전자기기의 융합환경이 마련되고, 우리 사회의 에너지·교통·통신 등 중요한 국가 인프라 시설까지 디지털 환경으로 구축되고 있습니다. 이러한 추세 속에서, 더욱 고도화된 디지털 인프라에서 발생하는 전자파로 인한 인체영향 우려와 함께 기차재의 오동작에 따른 안전사고 사례가 나타나고 있어, 전자파 인체영향과 전자파적합성은 지속적으로 연구하고 해결해야 할 핵심적인 과제로서 사회적 관심이 증가하고 있는 분야입니다.

국립전파연구원은 정보통신산업이 비약적으로 성장하기 시작한 1989년 「전자파장해검정」이라는 이름으로 전자파적합성 제도 시행의 근거를 마련한 이후, 33년 동안 비의도적 전자파로부터 방송통신서비스 보호 및 기기 간 오동작을 방지하기 위한 연구를 수행하는 전문기관입니다. 또한, 전자파의 인체영향 분야에 대해서도 2000년 「전자파인체보호기준」 등 관련 근거를 전파법에 마련한 이후, 국민들이 전자파에 대한 걱정 없이 최신 제품을 이용할 수 있도록 전자파의 인체영향에 대한 연구를 이어오고 있습니다.

전자파적합성과 전자파인체영향 분야는 국제전기기술위원회(IEC)에서 관련 연구를 수행하고 이를 기반으로 국제표준을 개발하고 있습니다. 전 세계적으로 표준을 이용한 무역장벽이 높아지고 자국 산업을 보호하려는 추세에 따라, 주요국들의 국제 표준화를 주도하기 위한 경쟁은 날로 심화되고 있습니다. 이러한 상황에서, 국립전파연구원은 EMC기준전문위원회와 전자파인체보호위원회를 통해 관련 연구 수행 및 국내 산업계와의 협력을 강화하는 등 적극적인 국제표준화 대응 체계를 유지해왔습니다.

특히, 2022년도는 LTE, WLAN, 블루투스 등 휴대기기에서 다양한 통신방식이 동시에 사용될 때의 전자파 인체노출량 평가방법에 대해 연구를 하였으며, 이를 국제표준에 제안하기 위한 작업을 진행하였습니다. 아울러 IEC 국제표준에서 제시하고 있는 자기공진방식 무선전력전송기기의 전자파 인체노출량 평가방법에 대한 유효성을 검증하는 연구도 수행하였습니다. 또한 전자파적합성 분야에서는 CISPR 회의에서 18 GHz 이상 대역의 시험장 검증방법과 1 GHz 대역의 간소화된 안테나 교정방법(C-RTM)에 대한 연구결과를 발표하였으며, IEC SC77B에 광대역 방사 내성 시험방법을 신규 제안하여 관련 표준 개발 작업을 주도하고 있습니다.

앞으로도 국립전파연구원은 기술패권 경쟁시대와 디지털 대전환이라는 기술 흐름에 발맞춰 국민들이 안심할 수 있는 전자파 환경을 조성하고, 산업체의 경쟁력 강화를 위한 제도개선 등 동반자 역할을 수행할 수 있도록 노력하겠습니다.

이번에 발간되는 표준화 동향보고서는 IEC에서 논의되고 있는 주요 표준화 동향과 국내 연구에 대한 동향 등을 종합적으로 담았으며 이 보고서가 우리나라의 전자파인체안전과 전자파적합성 관련 기술 개발과 연구자료로 널리 활용되기를 기대하고, 보고서 발간을 위해 노력해주신 전자파인체보호위원회 및 EMC기준전문위원회 소속 위원님들과 관계자 여러분들께 감사의 말씀을 드립니다.

2022년 12월

과학기술정보통신부 국립전파연구원장 서 성 일

발간사

최근 4차 산업 발전이 가속화됨에 따라 개인의 일상생활은 물론 사회 전반에서 큰 변화가 일어나고 있습니다. 4차 산업 시대의 핵심 기술은 5G 기술과 함께 사물인터넷, 빅데이터, 스마트 홈, 스마트 팩토리, e-모빌리티, 커넥티드 자동차 등 새로운 ICT 기술과 나노 및 바이오 등 첨단기술을 생각할 수 있습니다. 이를 실현하기 위해서는 융합화, 고 집적화, 광대역화, 초고속화 및 고 집적화를 통한 소형화를 실현하기 위한 새로운 기술 개발이 필요하게 되었고, 이 기술들은 전자파 기술과 밀접하게 연관되어 있습니다.

EMC를 고려한 전자파 기술 측면에서 살펴보면 4차 산업 시대에는 새로운 전자파 관련 새로운 기술이 필요하고, 전자파를 이용하는 산업 및 서비스가 확산하여 전파환경은 더욱 복잡해지고 열악해지리라는 것을 예측할 수 있습니다. 이에 따라 전자파의 영향으로 기기 또는 시스템이 오동작할 가능성이 더욱 커질 것입니다. 따라서, 4차 산업 시대에서 복잡한 전자파 환경을 건전하게 조성하기 위해서는 각 기기로부터 발생하는 불요 전자파를 제한하고, 일정 수준의 외부 전자파 환경에서도 기기들이 안정적으로 동작하도록 관리를 해야 합니다. EMC 측면에서는 이러한 기술변화에 능동적으로 대처하고, 기기들의 적합성을 인증할 수 있는 기술기준을 개발하기 위한 표준화 활동이 중요합니다.

EMC 분야의 국제표준화는 국제전기기술위원회(IEC)와 국제무선장애특별위원회(CISPR) 회원국들의 전문가로 구성된 각 소위원회에서 전자파를 이용하는 산업의 확산과 신기술 분야의 EMC 문제에 대처하기 위한 EMC 표준을 제정/개정하고 있습니다. 국내의 EMC 표준화는 EMC 제도를 주관하는 과학기술정보통신부 국립전파연구원을 주축으로 이루어지고 있습니다. 1989년 EMC 제도를 도입하였으며, 1997년 산·학·연·관 전문가들로 구성된 EMC 기준전문위원회를 설립하여 국제적인 표준화 활동에 참여하고, 국내 전자파 관련 산업발전에 부응하고 새로운 기술에 적용할 수 있도록 기술기준 및 시험방법을 제·개정하는 작업을 통하여 표준화 활동을 하고 있습니다. 이러한 활동을 통하여 개발된 기술기준, 연구 결과 및 산업체 의견이 국제표준에 반영될 수 있도록 지속해서 노력하고 있으며, 관련 국제표준화 동향 및 최신 기술 정보를 EMC 관련 기관과 산업체에 보급하고 있습니다.

본 동향 보고서는 2022년도에 국내 EMC 기준전문위원회의 각 소위에서 수행한 EMC 관련 최신 국제표준화 자료를 수집·분석한 내용과, 국내의 표준화 활동을 정리한 것입니다. 본 EMC 동향 보고서는 관련 산업체 및 전문가들에게 EMC 표준 분야의 국제적 동향을 파악하도록 도움을 주고 실무적으로 유용하리라 생각합니다.

바쁘신 와중에도 조사·분석에 참여해주신 많은 전문가분들, 내용을 감수해주신 각 소위 위원장님들과 국립 전파연구원 관계관들의 노고에 감사드립니다.

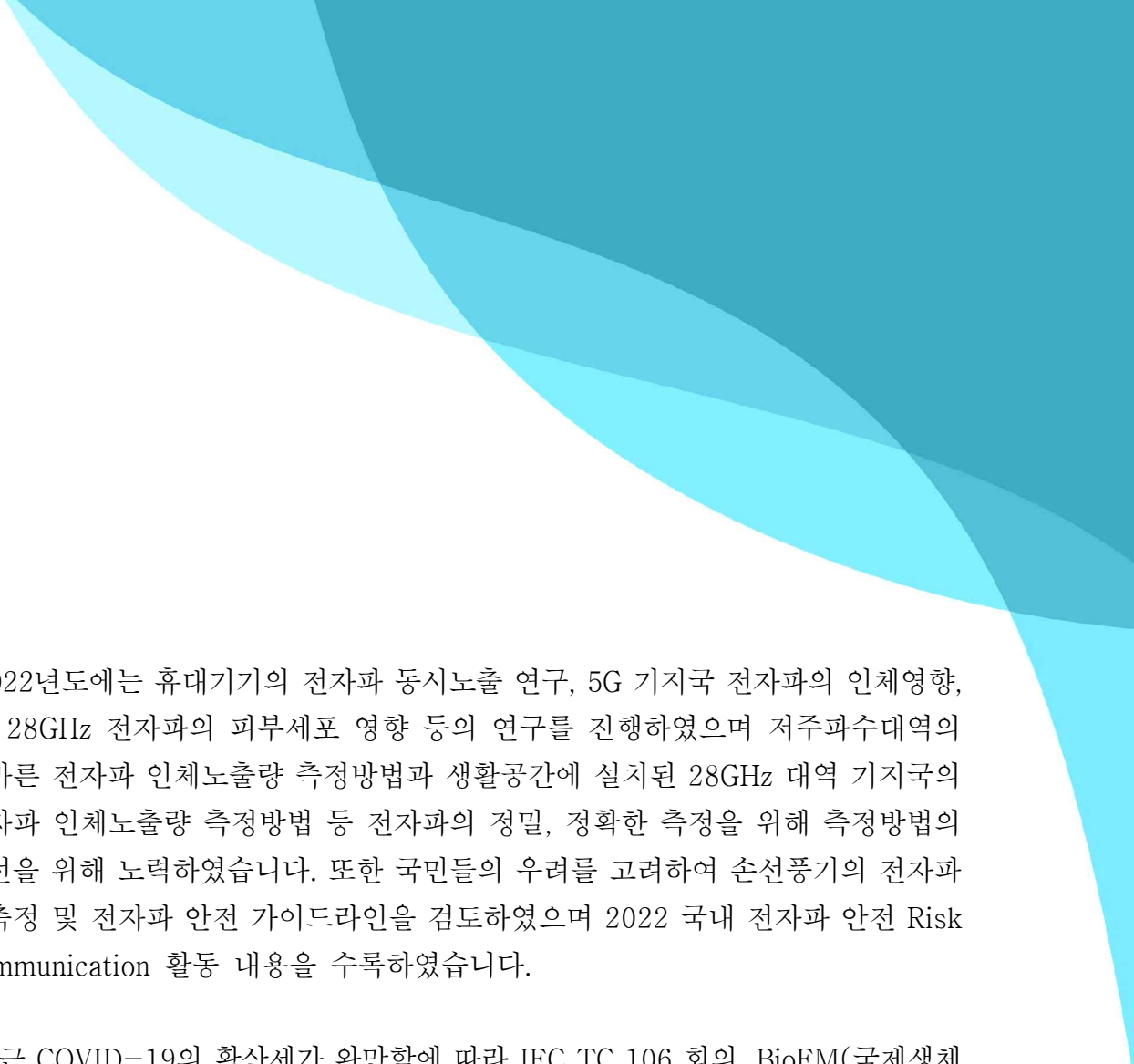
2022년 12월
EMC 기준전문위원회 위원장 박 병 권

발간사

정보통신 기술의 발달과 더불어 신기술 제품 개발에 따라 일상생활의 편리함이 늘어가는 반면 전자파 노출에 대한 우려도 증가하고 있습니다. 이에 전자파인체보호위원회는 이런 환경 속에서 국민들이 안심하고 생활할 수 있도록 과학적인 근거에 입각하여 전자파 관련 정책, 제도, 표준 마련을 위한 활동을 지원하고 있습니다. 또한 올바른 정보전달을 위해 끊임없이 소통하는 것이 전자파인체보호위원회의 주요한 역할이라 생각합니다.

전자파인체보호위원회는 전자파 인체영향과 관련된 IEC 국제표준화에 대응을 목적으로 '01년부터 「EMF 인체노출표준 위원회」로 시작하였습니다. 현재는 표준협력, 정책제도, EMF 측정지침, 생활속 전자파, 무선국, WPT-EV., 휴대기기, EMF 용어사전편찬 등 8개의 위원회로 편성되어 운영 중입니다. 전자파 인체보호 관련 정책·제도·기술기준을 마련하고 국민들이 안전한 전자파환경을 이용할 수 있도록 노력하고 있습니다.

본 동향보고서에서는 산·학·연·관의 전문가로 구성되어 있는 전자파인체보호위원회에서 IEC TC106 국제표준화 활동과 더불어 휴대전화, 기지국 등 무선통신기기, 생활가전, 무선전력전송 및 드론, 5G 등 신기술 관련 전자파 인체노출량 평가 표준 등을 개발과 현황을 기술하고 있습니다.



2022년도에는 휴대기기의 전자파 동시노출 연구, 5G 기지국 전자파의 인체영향, 5G 28GHz 전자파의 피부세포 영향 등의 연구를 진행하였으며 저주파수대역의 올바른 전자파 인체노출량 측정방법과 생활공간에 설치된 28GHz 대역 기지국의 전자파 인체노출량 측정방법 등 전자파의 정밀, 정확한 측정을 위해 측정방법의 개선을 위해 노력하였습니다. 또한 국민들의 우려를 고려하여 손선풍기의 전자파 재측정 및 전자파 안전 가이드라인을 검토하였으며 2022 국내 전자파 안전 Risk Communication 활동 내용을 수록하였습니다.

최근 COVID-19의 확산세가 완만함에 따라 IEC TC 106 회의, BioEM(국제생체전자과학회) 참석하여 국제기준 설립에 대한 국내의견 제시 및 전자파 인체영향 연구, 전자파 인체보호제도 정책제도의 동향을 파악하였습니다. 또한 국내 연구 현황 및 정책, 표준화와 관련된 주요 이슈가 잘 전달될 수 있도록 활동하였습니다.

본 표준화 동향 보고서가 국내 관련 산업의 발전과 국제경쟁력 확보에 도움이 될 수 있도록 지속적인 성원 부탁드립니다. 보고서를 집필해준 모든 분께 감사의 인사를 올립니다.

2022년 12월
전자파인체보호위원회 위원장 김 남

EMC(전자파적합성)

제1장 국제표준화 위원회

제2장 A 소위원회 표준화 동향

제3장 B 소위원회 표준화 동향

제4장 D 소위원회 표준화 동향

제5장 F 소위원회 표준화 동향

제6장 H 소위원회 표준화 동향

제7장 I 소위원회 표준화 동향

제8장 TC77 위원회 표준화 동향

제1장 국제표준화 위원회

제1절 CISPR 위원회 소개
제2절 2022년도 주요 회의결과

제1절 CISPR 위원회 소개

국제전기기술위원회(IEC¹⁾) 산하의 국제무선장해특별위원회(CISPR²⁾)는 기기로부터 발생하는 비의도적 전자파로부터 무선 서비스를 보호하고 전자파로부터 기기들이 내성을 갖도록 하는 전자파적합성(EMC) 관련 국제표준화를 추진하고 있다. 1934년 최초의 공식회의를 개최한 이래로 매년 표준 규격을 제정하기 위하여 정기적인 회의를 개최하고 있으며, 방송 통신 서비스 장애와 관련된 문제 해결을 위해 국제적인 협력을 도모하고 있다.

CISPR는 전자파장해(EMI) 측정·평가 관련 기본 규격(Basic standards)과 가전기기, 정보기기(ITE)/멀티미디어기기 등 특정 제품 및 제품군에 대한 표준(Product (family) standards)을 제정하고 관리하는 업무를 담당하고 있다. 우리나라를 비롯한 대부분 국가에서 EMC 기준으로 CISPR 표준을 준용하고 있어 CISPR는 전자파적합성 분야에서 가장 대표적이고 영향력 있는 국제기구로 자리매김하고 있다.

현재 CISPR는 산하에 6개의 소위원회(Sub-Committee)와 운영위원회(Steering Committee)로 구성되어 있다.

<표 1-1> IEC/CISPR 산하 소위원회 역할 및 담당 표준

CISPR A	[기본 규격] 전자파장해 측정 및 통계적 방법	CISPR 16-1-1~6 CISPR 16-2-1~4 CISPR/TR 16-3 CISPR/TR 16-4-1 CISPR 16-4-2
	각 제품 표준(product standards)과 제품군 표준(product family standards)에 기준이 되는 기본 측정 방법과 측정 장비 및 시설에 대한 규격을 논의하고 제·개정하는 위원회	CISPR/TR 16-4-3 CISPR/TR 16-4-5 CISPR 17 IEC 61000-4-22

1) International Electrotechnical Commission

2) (프) Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques

(영) International special committee on radio interference

<표 1-2> IEC/CISPR 산하 소위원회 역할 및 담당 표준

CISPR B	[제품규격] 산업용·과학용·의료용 고주파 이용기기, 가공전력선, 고저압기기 및 전기철도로부터의 방해	CISPR 11 CISPR/TR 18-1~3
	산업, 과학, 의료용(Industrial, Scientific and Medical) 고주파 이용기기, 전기철도 등에 대한 전자파 방해 기준을 논의하고 제·개정하는 위원회	CISPR/TR 28 CISPR 37
CISPR D	[제품규격] 자동차 및 내연엔진의 전기전자기기에 대한 전자파 방해	CISPR 12
	자동차 및 내연기관 내 기기의 전자파와 자동차에 설치된 수신기의 보호에 관한 전자파 방해 규격을 논의하고 제·개정하는 위원회	CISPR 25 CISPR 36
CISPR F	[제품규격] 가정용 공구, 조명기기 등 가전기기의 전자파 방해	CISPR 14-1 CISPR 14-2
	가정용 전기기기, 전동공구 및 조명기기로부터 발생하는 전자파 방해 허용기준 및 측정방법과 가전기기의 전자파 내성에 관한 규격을 논의하고 제·개정하는 위원회	CISPR 15 CISPR/TR 30-1~2
CISPR H	[일반규격] 무선서비스 보호를 위한 허용기준	C I S P R / T R 16-2-5 CISPR/TR 16-4-4
	무선서비스 보호를 위하여 다른 소위원회에서 제정한 기준의 검증 및 주거환경과 산업환경에 대한 일반 규격을 논의하고 제·개정하는 위원회	CISPR/TR 31 IEC 61000-6-3 IEC 61000-6-4 IEC 61000-6-8
CISPR I	[제품규격] 정보기술기기(ITE), 멀티미디어 및 방송 수신기에 대한 전자파적합성	CISPR/TR 29
	전파 통신용 수신기를 제외한 각종 방송 수신기, 정보기술기기(ITE), 멀티미디어 기기에 대한 전자파 방해 허용기준과 측정방법 및 전자파 내성에 관한 규격을 논의하고 제·개정하는 위원회	CISPR 32 CISPR 35

IEC/CISPR 산하 모든 소위원회는 담당하고 있는 프로젝트의 효율적인 수행과 진행 상황 점검을 위해 매년 CISPR 총회와 함께 소위별 전체 회의(Plenary meeting)와 작업반(Working Group) 회의를 1회 개최하며 일부 작업반 회의를 추가적으로 개최하고 있다.

또한, 새롭게 제안되어 추진되고 있는 일부 프로젝트들은 관련 전문가들의 작업을 위한 특별그룹(ad-hoc group)을 구성하거나 CISPR 내 소위원회 간은 물론 다른 IEC 산하 기술위원회(TC)와 공동 작업을 위하여 JTF(joint task force)나 JWG(joint working group)를 구성하여 표준화 활동을 수행하고 있다.

CISPR 의장은 스웨덴의 Ms Bettina Funk,

부의장은 중국의 Mr Junqi Zheng, 간사는 영국의 Mr Stephen Colclough, 보조간사는 영국의 Mr Mick Maghar가 담당하고 있다.

제2절 2022년도 주요 회의결과

2022년도 CISPR 소위별 회의는 대면회의로 10월 28일부터 11월 4일까지 진행되었고, CISPR 총회(plenary meeting)는 11월 4일 개최되었다.

스웨덴의 Ms Bettina Funk 의장이 주관한 총회의 주요 논의 내용은 다음과 같다.

① CISPR Scope 및 제품군 재분류 추진

- 기술의 발달에 따른 융복합 제품의 출시로 제품군별 분류가 모호해지고 있는 상황으로 기존의 분류 방식에 대한 변경 검토 추진
 - 현재 주요 제품군은 ISM기기/가전·조명/멀티미디어 군으로 나뉘어 있으나, 기술의 융복합에 따라 ISM 대역이 전 방위적으로 사용 증으로 세부 구분의 필요성이 대두됨
- (우리나라 대응) 산업체, 지정시험기관들과 협력하여 새로운 CISPR 제품군 분류체계를 분석하여 국제표준화 대응 필요

② CISPR 측정 주파수 범위 최대 40 GHz 까지 확장 검토

- 5G 이동통신의 WiFi 6E 등에서 발생하는 6 GHz 이상 대역의 EMC 표준 개발을 위하여 40 GHz까지 주파수 대역 확장 검토를 추진 중
 - 일본 NC에서는 ITU-R이 지정한 5G 이동통신 주파수 대역이 43.5 GHz를 포함하기 때문에 43.5 GHz 대역으로 확장할 것을 제안하였으며, CISPR에서는 고려 중
 - 기본 표준 담당 위원회(CISPR A)에서는 18~40 GHz 대역 측정장비, 시험장, 측정방법에 대한 작업반을 구성하여 추진
 - 무선통신 서비스 보호 위원회 CISPR H에서는 TR 16-4-4 표준에서 제시한 허용기준 산정모델을 사용하여 6~40 GHz 허용기준 개발 검토
- (우리나라 대응) 산업체, 지정시험기관들과 협력하여 6 GHz 이상 대역의 전자파를 측정·분석하여 표준화 대응 추진
 - 18 GHz 이상 대역 시험장 검증에 대한

기고를 추진하고 있으며, 6 GHz 이상 대역 EMC 표준 개정 시 측정방법 및 허용기준에 대한 대응 추진 필요

③ 로봇에 대한 전자파적합성 표준 개발

- CISPR 운영위원회에서는 각 분과별 개발해야 할 로봇의 목록을 정리하였으며, 분과별로 구분된 로봇에 대한 측정방법을 개발 추진하기로 함(CISPR/1412e/INF)
- IEC 위원들에게 로봇에 대한 EMC 표준이 포함되도록 가이드라인을 제공할 예정
- * 분과별 담당 : 산업용 로봇(CISPR B), 자동차용 로봇(CISPR D), Personal Service 로봇(CISPR F), 멀티미디어 기능의 교육 및 오락용 로봇 (CISPR I)
 - (CISPR 운영위원회) 로봇에 대한 EMC 표준을 분과별 Action Item으로 선정하여 배포하였으며, 분과별 차기 개정판에 로봇 관련 측정방법 및 허용기준이 개발될 예정
- (우리나라 대응) 산업체, 지정시험기관들과 협력하여 관련 규제 및 허용기준 제정을 위한 표준화 적극 대응 필요
 - 로봇의 경우 스마트공장 등 산업계에서 사용되고 있으므로 분과별 작업반을 구성하여 향후 개발될 시험방법 및 허용기준에 대한 적극 대응 필요

④ 설비에 대한 신속한 방출 점검 지침개발 논의

- 설비에 대해 빠르고 간단하게 전자파적합성 점검(Rapid emission check of installations) 방안에 대한 지침 개발 추진 중
 - `21년 총회에서 논의를 시작으로 이후

- 기술문서(TR) 작업을 시작하기 위해
JWG 구성을 요청함
- `22년 총회에서 CIS A/B/H 참여하는
JWG9(컨비너 Marthinsen) 결성되어
본격적인 논의가 시작될 예정
- o (우리나라 대응) 해당 분과별 작업반을
구성하여 우리나라 상황을 반영한
지침개발을 위하여 국제표준화 대응
필요

제2장

A 소위원회 표준화 동향

김정환
(교정기술원)

제1절 소위원회 개요
제2절 2022년도 주요 회의결과

▶ 제1절 소위원회 개요

CISPR A는 전자파장해 측정 및 통계적 처리방법(Radio-interference measurements and statistical methods) 소위원회(SC, Subcommittee)로, 전자파적합성(EMC) 평가를

위한 측정과 관련된 기본표준(basic standards)을 담당하는 IEC CISPR 산하 위원회이다. 각 제품 표준에 공통으로 적용되는 야외시험장을 비롯한 측정 시설 및 측정 장비에 대한 규격과 평가방법, 시험 항목별 측정방법, 측정의 재현성(reproducibility)과 반복성(repeatability)을 높이기 위한 측정불확도(measurement uncertainty)

<표 2-1> CISPR A 소위원회(Subcommittee) 구성

구분	역할
WG 1	EMC 측정기기 규격 (CISPR 16-1시리즈, CISPR 17 개정)
WG 2	EMC 관련 측정기술, 통계 처리방법 및 불확도 규격 (CISPR 16-2/-3/-4시리즈 개정)
JWG 5	SAC, FAR 대응시험장에서 중간크기 EUT 볼륨의 사용(CIS/H)
JWG A-SITE-VAL	시험장 검증법의 공동 작업반(CIS/D)
JWG9	설치물의 신속한 방출 검사 (CIS/B, CIS/H)
AHG 1	30 MHz 이하 시험장 및 안테나 교정
AHG 2	30 MHz 이하 측정방법 및 불확도
AHG 7	18 GHz ~ 40 GHz 대역 측정장비
AHG 8	18 GHz ~ 40 GHz 대역 측정법 및 불확도
JTF JTF-A/I	CISPR 32(I 소위 표준)와 16시리즈 사이의 측정장비 및 측정방법의 조정(alignment)을 위한 프로젝트 (CIS/I)
JTF REV	전자와 잔향실 기반의 측정·평가 기본규격(IEC 61000-4-21)에 대한 보완(SC77B)
JTF TEM	TME Waveguide 기반의 측정·평가 기본규격(IEC 61000-4-20)에 대한 보완(SC77B)
JMT MU	IEC 61000-1-6(Measurement uncertainty)의 공동 개정 작업반 (TC 77)
JAHG 6	EUT 케이블 배치 및 케이블 단말 (CIS/I, CIS/B, CIS/F, CIS/H)

등에 관한 내용을 다루고 있다.

CISPR A 소위원회의 구성과 임무는 다음과 같다.

CISPR A 의장(Chair)은 이탈리아의 Mr. Beniamino Gorini, 간사(Secretary)는 미국의 Mr. Nicholas Abbondante가 담당하고 있으며, WG 1의 컨비너(Convenor)는 핀란드의 Mr. Janne Nyman, 간사(Assistant Convenor)는 영국의 Martin Wiles, WG 2 컨비너는 독일의 Mr. Jens Medler, 간사는 호주의 Mr. Yu Ji(2022년 회의에서는 영국의 David Knight)가 담당하고 있다. 또한 AHG 1 컨비너는 오스트리아의 Alexander Kriz, AHG 2 컨비너는 독일의 Mr. Jens Medler가 담당하고 있다. 또한 18 GHz ~ 40 GHz 주파수 대역에서의 측정장비와 측정법 및 불확도를 다루기 위한 AHG7과 AHG8은 각각 중국의 Ms Qiongyu Ye와 Mr Beniamino Gorini가 컨비너를 담당하고 있다.

CISPR A는 각 제품군 표준에서 규정된 측정 기기 및 측정방법을 기본규격에 반영하기 위하여 해당 소위원회에 공동 작업반(JTF, Joint Task Forces)을 운영하고 있으며, JTF A/I 공동 컨비너는 이탈리아의 Beniamino Gorini와 미국의 Andrew Griffin이 담당하고 있다. JTF REV 공동 컨비너(co-convenor)는 네덜란드의 Dr. Ramiro Serra와 독일의 Dr. M. Magdowski가 수입하고 있다. JTF TEM의 경우 독일의 Dr. D. Hamann가 컨비너를 담당하고 있다. CISPR I와 연관되어 EUT 케이블 배치와 케이블 단말에 관한 연구를 수행하는 JAHG 6은 이탈리아의 Mr. Beniamino Gorini와 일본의 Mr. Kunihiro Osabe가 공동 컨비너를 수입하고 있으며 2022년 회의에서 참가하는 소위를 CISPR B, F, H로 확대하기로 결정하였다. 또한 TC 77과 CISPR A가 공동으로 참여하는 측정불확도 개정 작업반 JMT MU는 이탈리아 Mr Carlo Carobbi가, CISPR D와

시험장 검증법을 논의하는 공동작업반 JWG A-SITE-VAL은 미국의 Mr Craig Fanning가 컨비너를 맡고 있다. 2022년 회의에서 제안된 “Rapid emission check of installations”에 대하여 CIS/A, CIS/B, CIS/H 참여하는 JWG9(컨비너 노르웨이 Mr Roger Marthinsen)이 결성되어 본격적 논의가 시작될 계획이다.

이전에 활동하였던 몇 개의 공동작업반은 임무완수/활동중단 등으로 담당 소위원회의 요청과 CISPR S의 결정에 따라 해산되었다.

CISPR A 대응을 위해 국내 EMC 기준전문위원회 A 소위원회는 교정기술원(전 한국표준과학연구원)의 김정환 의장을 중심으로 충북대학교, 한국전자통신연구원, 위니아전자, 삼성전자, LG전자, 한국스마트헬스케어협회, 한국산업기술시험원, 한국화학융합시험연구원, 한국건설생활환경시험연구원, CTK, HCT, KCSS, 피앤이, 국립전파연구원, 한국정보통신기술협회, 한국전파진흥협회 등의 21명 전문가가 활동하고 있다.

현재, CISPR A에서 진행하는 프로젝트의 세부 내용은 표 2-2와 같다.

▶ 제2절 2022년도 주요 회의결과

1. 2022 CISPR A 총회

2022년 CISPR A소위 총회는 2022년 10월 28일부터 30일까지 미국 San Francisco에서 진행되었으며 각국의 대표 48명(70 % 참가율)이 참가하였다.

2022년 문서 활동은 아래의 표와 같이 총 12개의 프로젝트가 진행되고 있다.

Stage of Document	Number
Committee Drafts	2
Committee Draft for Vote (incl. DTR)	0
Final Draft International Standard	1
New Work Item Proposal or RR	3
Projects Dropped (to stage 0)	0
Pre-RR/NP stage	6
Total number of projects	12

<표 2-2> CISPR A에서 진행중인 프로젝트

번 호	프로젝트 번호	프로젝트명	관련문서
1	CISPR 16-1-1/AMD1/FRAG1 ED5	Amendment 1 - Fragment 1: 18-40 GHz Instrumentation 18 GHz ~40 GHz 계측	CIS/A/1381/CD
2	CISPR 16-1-1/AMD1/FRAG2 ED5	Amendment 1 - Fragment 2: Discontinuous Analyzers 불연속 분석기	CIS/A/1376/RR
3	CISPR 16-1-4 ED5	Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Antennas and test sites for radiated disturbance measurements 주전원선 단말에 대한 규격 도입	CIS/A/1369/CD
4	CISPR 16-1-4/AMD2 ED4	Amendment 2 - Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Antennas and test sites for radiated disturbance measurements 30 MHz 이하의 시험장 검증방법	CIS/A/1323/CDV
5	CISPR 16-1-5/AMD2/FRAG1 ED2	Amendment 2 - Fragment 1: 18-40 GHz Antenna calibration sites and reference sites 안테나 교정시험장 및 기준 시험장	CIS/A/1377/RR
6	CISPR 16-1-5/AMD2/FRAG2 ED2	Amendment 2 - Fragment 2: Calculable loop antennas 계산 가능 루프안테나	CIS/A/1377/RR
7	CISPR 16-1-6/AMD3/FRAG1 ED1	Amendment 3 - Fragment 1: 18-40 GHz EMC antenna calibration 18 GHz ~ 40 GHz EMC 안테나 교정	CIS/A/1378/RR
8	CISPR 16-1-6/AMD3/FRAG2 ED1	Amendment 3 - Fragment 2: Two homogenous antennas 두 동일 안테나법(Two-Antenna Method to CISPR 16-1-6)	CIS/A/1378/RR
9	CISPR 16-1-6/AMD3/FRAG3 ED1	Amendment 3 - Fragment 3: Calculable loop antennas 계산 가능 환상안테나	CIS/A/1378/RR
10	CISPR 16-1-6/AMD3/FRAG4 ED1	Amendment 3 - Fragment 4: NSA CISPR 16-1-6: Edition 1.1 2017-01 Update Figure C.10 and Table C.3	CIS/A/1378/RR
11	CISPR 16-1-6/AMD3/FRAG5 ED1	Amendment 3 - Fragment 5: C-SAM C-RTM(Compact Reference Transmit Antenna Method) Revision on items of three-antenna method and standard antenna method using the principle of Compact-Standard Antenna Method above 1 GHz	CIS/A/1378/RR
12	CISPR 16-2-3/AMD2 ED4	Amendment 2: Measurement method for radiated disturbance measurements below 30 MHz 30 MHz 이하 방사성방해 측정방법	CIS/A/1344/CDV

1) 2022 CIS/A 총회 주요 결정 및 변경 사항

- WG1, WG2, JTF A/I, JAHG6의 컨비너와 부컨비너가 재임명됨
- CIS/A 편집위원회에 대한 검토
- 아래의 프로젝트에 대하여 RR을 시작하기로 함.
 - CISPR 16-1-4 Ed. 5에 NSA 시험장검 증에 사용되는 광대역안테나의 보정인자와 관련 불확도 추가, 18 ~ 40 GHz 주파수 대역에서의 안테나와 시험장을 추가 (CISPR 16-1-4 Ed. 5의 FDIS에 대한 투표 후에 회람될 예정)
 - 전원선 단말의 사용 및 전원선 배치에 대한 지침 추가, 40 GHz까지의 측정법 및 LLAS법의 명확한 설명을 위한 CISPR 16-2-3의 개정
 - CIS/A/1317/DC에 따라 30 MHz이하와 40 GHz까지의 RE측정에 대한 MIU(계측불확도) 추가를 위한 CISPR 16-4-2의 개정
 - CISPR TR 16-3 SAC(반무향실) 과 FAR (완전무향실)의 비교평가와 wired network 포트에 대한 방출측정에 대한 이론적 근거 추가 등
- 일본 NC에서 RE측정 주파수를 43.5 GHz까지 확장할 것을 제안함
- JAHG6(CIS/A, CIS/I)에 CIS/H, CIS/F, CIS/B도 참여하도록 하기로 함
 - 임무 완수한 AHG4를 해산하기로 함
- JTF A/I의 명칭을 “On alignment of measurement instrumentation and methods between CISPR 32 and CISPR 16 series”로 변경하기로 함. 또한 AAN에 대하여 CISPR 32와 CISPR 16-1-2를 조정하는 업무도 일임됨
- JWG5 (A/H)가 종료됨

- ‘설치물의 신속 방출 점검’ 주제를 다루기 위하여 CIS/A, CIS/B, CIS/H가 참여하는 JWG9을 설립하기로 함
- CIS/A 문서에 대한 stability date 검토 및 변경 논의

2) 주파수 영역 확장에 대한 업무 진행사항

- CIS/A는 주파수 영역확장업무를 위하여 다음의 두 AHG를 설립함
 - AHG7: “Measurement instrumentation in 18 GHz-40 GHz range ”
 - AHG8: “Measurement method and uncertainty in 18 GHz-40 GHz range ”
- 18 ~ 40 GHz 대역 RE 측정에 대한 과제 진행사항
 - CISPR 16-1-1: Specification of test instrumentation(WG1/AHG7): A/1381/CD 회람
 - CISPR 16-1-4: Specification of test sites and antennas(WG1/AHG7): RR 출판, 1st CD 2023년 5월
 - CISPR 16-1-5: Site validation methods (WG1/AHG7): RR 출판, 1st CD 2023년 5월
 - CISPR 16-1-6: Antenna calibration methods(WG1/AHG7): RR 출판, 1st CD 2023년 5월
 - CISPR 16-2-3: Radiated measurement methods(WG2/AHG8): RR 출판 예정, 1st CD 2023년 11월
 - CISPR 16-4-2: Measurement uncertainties (WG2/AHG8): RR 출판 예정, 1st CD 2023년 11월

2019년 WRC-19에서 ITU-R이 지정한

37-43.5 GHz 주파수영역이 5G systems에 사용될 것이기에 5G 이동통신 network에서의 전자기 방해를 방지하기 위하여 현 40 GHz까지의 주파수 상한을 43.5 GHz까지로 확장할 것을 제안(JP NC)하여 CISPR에서는 이를 고려중에 있음

3) 새 업무 분야

2022년 논의된 새로운 업무 분야는 아래 표와 같음

Strategic Objectives 3-5 Years	Actions to support the strategic objectives	Target Date(s) to complete the actions
To align AAN specifications with latest edition of CISPR 32	CISPR/A Amend CISPR 16-1-2	2024
Use of two homogeneous antenna method	CISPR/A Amend CISPR 16-1-6	2025
Clarification of Large Loop Antenna method	CISPR/A Amend CISPR 16-2-3	2025
General revision of TR 16-3 to remove out of date parts	CISPR/A Amend CISPR 16-3	2025

4) Liaison requests

미국 EMC SC/C63과 CISPR 사이에 연락문서(liaison) 교환을 제안하였으며 US EMC SC/C63이 I-member로 CISPR에 참여할 것임

5) 다른 CISPR 소위원회, 다른 IEC 위원회/소위원회와의 협력 사항

- TC 77
 - JTF SC77B/SC-A “TEM 도파관 시험 방법”: IEC 61000-4-20 Ed. 3 출판으로 업무완수
 - JTF SC77B/SC-A “잔향실(REV) 시험 방법”: IEC 61000-4-21 Ed. 3 1st CD 준비 중
 - JTF TC77/SC-A “측정불확도 (Measurement uncertainty)”: IEC 61000-1-6 Ed. 2 1st CD 준비 중
- CISPR SC-B:
 - 30 MHz 이하에서의 측정(CIS/B/736/INF) 관련 주제: SC/A에서 답변완료 (CIS/A/1347/INF)
- CISPR SC-D:
 - JWG D/A (JWG “A-SITE-VAL”)
 - D 소위와의 공동작업반인 JWG A-SITE-VAL 은 30 MHz 이하에서의 방출에 대한 CISPR 36의 개발 및 CISPR 25의 1 GHz 이상에서의 방출시험에서 시험장 적합성평가에 대하여 계속하여 협력하고 있음
- CISPR SC-F:
 - 불연속 방해 측정기의 검증에 대한 명확화가 CISPR 16-1-1에 추가될 예정 (CIS/A/1371A/DC).
- CISPR SC-H:
 - 방사성 방해 시험에 잔향실 사용 관련 협력
 - CISPR 16-4-5 Amd 2 of ED1 출판
 - JWG A/H 해산됨
 - 중간 크기의 EUT 방사성 방출 시험
 - Project를 더 이상 진행하지 않음
 - JWG5 해산
- CISPR SC-I:
 - 주전원선 단말 및 케이블 배치
 - JAHG6이 케이블 단말과 케이블 배치 연구를 담당함
 - CISPR 16-1-4의 주전원선 단말 규격에 대한 CDV 준비 중
 - CISPR 16-2-3(케이블 단말의 사용 및 케이블 배치)의 1st CD가 2023년 중반 까지 회람될 예정
 - 계측 및 측정법에 대한 CISPR 32와 CISPR 16 series의 내용 조율

- JTF A/I가 CISPR 32에 있는 공통적인 시험 setup 및 요구사항을 식별하여 CISPR 16 series에 포함하는 업무 담당
- JTF A/I가 CISPR 32에 있는 불일치를 해결하기 위하여 1 GHz 이상에서의 측정법 및 시험장 검증방법을 평가하는 업무를 맡음

* 모든 CISPR 소위에, 30 MHz 이하의 방출 측정을 위한 계측과 시험방법 및 18 ~ 40 GHz 대역의 방사성 방출 측정을 위한 계측과 시험방법에 대한 프로젝트에서 협력할 것임

2. 2022년 CISPR WG1 회의

2022년 10월 29일 미국 San Francisco에서 CISPR A 소위 WG1회의가 개최됨

- 18 ~ 40 GHz 주파수대역 방사성방출 측정:
 - 측정수신기 관련 CISPR 16-1-1 작업의 PL이 Jens Medler로 변경됨
 - 미국 ETS-Lindgren의 Mr. Zhong Chen이 18 ~ 40 GHz 대역 시험장검증법인 CMF(Cylindrical Mode Filtering) SVSWR 측정법에 대한 발표와 토론이 있었음. 이 방법은 미국 ANSI C63.25.3에서 표준으로 추진하고 있는 방법으로 앞으로 기존 CISPR SVSWR법, ANSI C63.25.1의 TD-SVSWR방법과의 동등성 확보와 관련 시험장 검증 불확도가 이슈가 있음
 - 2023년 초에 CISPR 16-1-4 관련 논의를 위한 AHG7 virtual meeting이 예정됨
 - 또한 현재의 상한 주파수인 40 GHz를 43.5 GHz로 확장시키자는 제안이 있었으며 이는 CISPR에서 논의 결정될 예정
- CISPR 16-1-1 Ed. 5.0 개정: Table 14 Test pulses N. 2 & 3:
 - CISPR/A/1371a/DC에 대한 검토의견 논의
 - PL이 1st CD 작성(Nov 30 2022)
- CISPR 16-1-4 Amd.2 Ed. 4.0: Site validation < 30 MHz
 - 편집문제로 반려된 FDIS 재작성 후 회람예정
 - CA3(안테나 기준점에 대한 comment)는 CISPR 16-1-4의 새 RR의 3번째 fragment
- CISPR 16-1-4 Ed 5 VHF LISN Specifications: JAHG6에서 논의
- CISPR 16-1-5 and CISPR 16-1-6에 계산가능 루프안테나 내용 추가: 계산가능 루프안테나의 필요성에 대한 논의가 있었으며 PL가 계산가능 루프안테나를 CISPR 16표준에 포함시켜야 하는 당위성을 제공하기로 함
- A new concept of the standard antenna using two homogeneous antennas: 관련문서에 Note만 추가하기로 하였으며, PL가 추가할 내용이 있으면 명확한 Note를 준비하기로 함
- CISPR/A/1089/INF: US NC paper for discussion in Frankfurt - Additions to current revisions of standards related to measurement uncertainty calculations - 16-1-4: NSA, RSM, sVSWR:
 - Prepare RR for 16-1-4 Ed 5-f1 30-1000 MHz와 16-1-4 Ed 5-f2 18-40 GHz에 대한 RR준비(Meng, Ye)
 - David Knight가 1358/INF에 대한 JP-1&2 comment에 대한 feedback 제공(a wording for the biconical element)
 - PL(Meng Donglin)이 1st CD (16-1-6) 작성
- Proposal of Compact-Standard Antenna Method (C-SAM): PL(Nam Kim)이 2023년 5월까지 1st CD 작성
- A proposal for the measurement uncertainty calculation of current probe calibrations:

RRT reporting함, 2023년 5월까지 RRT(NPL to finish)최종보고서 발간

- Proposal for amendment of CISPR 16-1-6: Time Domain 안테나 교정법 제안으로 PL이 TD method in CISPR 16-1-6과 TD method in CISPR 16-1-5에 대하여 DC 작성하기로 함. VNA의 firmware 검증 등에 대한 논의가 있었음
- CISPR/I: Cable termination using VHF LISN:16-1-4(전원선 단말)에 대해서는 많은 논의가 진행되었으나 16-2-3(전원선 배치)에 대해서는 시작단계로 F1: termination devices와 F2: cable arrangement로 추진하기로 함
- Measurement of impedance of V-network: 진척사항이 없음. 프로젝트를 계속하기 함.
- Interpretation sheet to CISPR 16-1-1 Ed. 5.0: CISPR pulse generator로 측정수신기 교정 시 10 dB 감쇠기 사용 제안, 다음 CISPR 16-1-1 개정 때 논의하기로 함

3. 2022년 CIS/A WG2 회의

2022년 10월 28일 오후 2시부터 4시 반까지 CISPR SC/A의 WG2 회의가 San Francisco에서 열렸다. Assistant 컨비너인 호주의 Mr. Yu Ji가 참석하지 못하여 영국의 Mr. David Knight가 대신함

- Action item에 대한 검토를 추진함
 - 16-02 30 MHz 이하에서의 불확도: 이 주제는 FDIS로 진행중인 시험장 검증과 측정법과 관련된 것으로 회의후 Kriz와 Knight가 PL로 지정됨
 - 19-01 DC on measurement method 18-40 GHz 회의에서 논의
 - 19-04 DC on LLAS measurement method:

CISPR 16-2-3 Ed. 5에 추가하기로 결정됨.

- CISPR 16-2-3 Amd.2, Ed.4: 30 MHz 이하의 방사성방출 측정법

CDV문서가 통과되었으며 FDIS가 현재 IEC 편집위원회에 있으며, AHG2회의에서 반대표에서 제기된 이슈를 명확히하기 위해 검토의견을 검토함. 안테나의 급전점을 정의할 필요성을 정당화하기 위한 참고문헌이 추가되었음

- 18 GHz ~ 40 GHz 주파수대역에서의 방사성방출 측정 AHG8이 이 업무를 위해 설립되었으며 Mr Beniamino Gorini가 컨비너를 맡고 있음. 2022년 4월에 첫 번째 online 회의가 열림

18 GHz ~ 40 GHz에서의 RE 측정법에 대한 CISPR 16-2-3의 새 개정판(fragment 3)에 대한 RR을 회람하기로 함

주요 논의사항은 수신안테나의 빔폭과 측정거리에 따른 EUT volume 문제: 아직 요구되는 빔폭의 안테나가 없으며 이는 EUT의 높이에 관련된 height scan과는 별도로 이 문제가 해결되지 않으면 측정법을 수정할 필요가 있음

AHG8은 잔향실(RVC)을 사용하는 것을 고려할 수도 있으나, 방해전력을 전자기장 세기로 변환하여야 하는 문제가 있으며, SC/I에서는 이 잔향실법을 표준으로 하려고 하고 있음

Windowing법도 하나의 대안이 될 수 있으나 이 경우 시험장 검증을 어떻게 할 수 있는지가 문제임 미국의 EMCSC C63은 전통적 EMC 시험장, CATR, 잔향실 3가지 시험장을 검토하고 있음

큰 EUT에 대해서는 가까운 거리에서의 측정으로부터 원역장에서의 값을 결정해야하는 이슈가 있으며, 이러한 시험장 관련해서는 ANSI, 3GPP를 참고할 수 있으며 ANSI와 CISPR를 align하는 것도 좋을 수 있음

AHG7의 시험장 검증법은 AHG8의 측정법과 표준이 일치해야함

RVC에 관해서는 고주파에서의 벽면 전도도 문제, 동작 주파수범위 및 test volume 크기, 그리고 프로브를 이용한 RVC 교정할 때와 EUT 측정 시 반응속도에 의한 튜닝속도가 느려져 많은 시간이 소요되는 문제가 있음

CISPR 16-4-5는 RVC 전력에서 E-field 변환에 대하여 다루고 있으며, IEC 61000-4-21도 이에 대한 annex가 있으나 이는 EUT의 특성을 저주파로 가정한 것임

AHG8은 2023년 초에 모임을 갖고 일정 (timeline)에 대하여 합의할 예정

CISPR 16-4-2(fragment 3: 측정불확도) 새 개정에 대한 RR은 측정법이 먼저 정의되어야 하므로 다음 회의시에 AHG8에 부여될 예정

○ CISPR 16-4-2 Ed. 2.2 개정안

Mr Jens Medler가 PL로서 CISPR 16-4-2 Ed. 5에 추가할 CD text를 작성할 예정

이 CD는 새 개정이므로 문서 전체의 내용을 답을 것이며 각국 NC는 다른 이슈에 대해서도 검토의견을 반영할 수 있음

○ CISPR 16-2-1 Ed. 3.1 개정안

정보표 발행으로 더 이상의 개정계획 없음.

○ CISPR TR 16-3 Ed.4.0 개정안

두 fragment로 일반적 개정(fragment 1)에서는 다른 문서에서 언급된 내용을 16-3에서 삭제하고 CISPR 역사 부분을 개정할 것

두 번째는 CIS/A/1349/INF에 있는 내용을 CISPR TR 16-3 Ed. 4에 포함시킬 CD를 작성하며 이 text는 미래 기준으로 사용될 현재 관점의 정리가 되어야 함

○ CISPR 16-2-3 Ed.5.0 개정안

컨비너가 CISPR 16-2-3 새 개정을 위한 두

프로젝트의 일정을 보고할 RR을 작성하기로 함

Frag 1: 케이블 단말의 사용, Frag 2: 케이블 배치

○ IEC TC 77과의 협력 논의

* IEC 61000-4-20 Ed. 3.0 (TEM 도파관 시험방법) 2022년 2월 출판

* IEC 61000-4-21 Ed. 2.0 (잔향실 시험방법) 2011년 1월 출판됨. Ed. 3을 위한 작업이 진행중이며 1st CD가 아직 회람되지 않음

○ 다른 CISPR 위원회와의 협력

- CISPR 16-1-2, 16-2-1, 16-2-3 and 16-3를 update 하기 위한 SC/A와 SC/I JTF JTF A/I의 title을 'On alignment of measurement instrumentation and methods between CISPR 32 and CISPR 16 series'로 변경하기로 함

— 제안된 업무내용:

• CISPR 16-3: CISPR 32 Ed. 2.0 (clause G.2) 'wired network ports'를 위한 방출 측정과 절차에 대한 이론적 근거(rationale) 추가와 CISPR/I/479/DC 내용과 병합

• CISPR 16-2-1: CISPR 32 (Table D.2)의 'Host systems and modular EUT' 및 'Arrangement spacing, distances and tolerances' 내용 추가

• In CISPR 16-2-3: CISPR 32의 'Host systems and modular EUT', 및 'Arrangement spacing, distances and tolerances'의 내용과 측정거리/EUT 경계에 대한 요구사항 추가

CISPR 16-2-3을 위해 JTF에서는 최신 CISPR 32에 포함된 1 GHz 이상에서의 측정법에 대한 논의가 필요함. 일본 NC에서 CISPR 32의 AAN 내용을 추가하기 위해 CISPR 16-1-2도 업무에 포함시킬 것을 요청하였으며, JTF는 2022년 11월이나 12월에 회의 예정

— 방사성 방해 측정을 위한 케이블 배치와 단말:

회의 안건 6.5절 참조

- CISPR TR 16-4-5에 잔향실 내용을 포함하기 위한 SC/A와 SC/H의 JTF: TR 문서가 발행되었으며 WG2 member 들의 검토 및 시험법 사용을 권고함
- 기타업무
 - CISPR 16-2-3 (Ed.4) Clause 7.2 - LLAS 측정 방법: CISPR 16-2-3 Frag 4를 위한 CD 작성: LLAS 측정법의 변환기 인자에 대한 명확한 설명 추가 및 전류 프로브 교정에 관한 CISPR 16-1-4에 대한 참조오류 수정

4. CISPR A JAHG6 회의

2022년 10월 30일 미국 San Francisco에서 회의가 진행되었음

- Progress on the revision of CISPR 16 Publications: Mr Osabe 발표(SC/I)
 - Amendment of CISPR 16-1-4(전원선 단말): 그동안 여러 virtual 회의를 통하여 많은 논의가 진행되었으며, CISPR 16-1-4의 작성된 CDV를 Mr Simon의 comment와 함께 JHAG6 구성원의 검토를 위해 2022년 11월 말까지 회람하기로 함
 - Amendment of CISPR 16-2-3 (전원선 단말 사용과 전원선 배치): 1st CD 2023.11, 프로젝트 종료 2025.12
 - PL: Mr Osabe for f1(전원선 단말) (Shimasaki/Gorini 보조), Mr Gorini for f2(전원선 배치) (Osabe/Shimasaki 보조)
- Amendment of CISPR 16-2-3, fragment 1: cable terminations:
 - 1st draft CD 검토함. 2023년 2월말까지 1st CD를 작성하여 JAHG와 검토의견을 위해 4주간 공유예정

- Amendment of CISPR 16-2-3, fragmente2: cable arrangement for radiated emissions:
 - 적절한 케이블 배치를 결정하기 위한 계획을 논의함
- PL가 2023년 2월 말까지 케이블 배치에 대한 draft CD를 준비할 것. 테이블 거치형 EUT에 대하여는 CISPR 32와 ANSI C63에 있는 케이블 배치를 고려할 것. 바닥 거치형 EUT에 대하여는 수직 케이블의 EUT 함체로부터의 규정된 거리를 갖는 케이블 layout을 정의할 것
- 케이블의 접지면으로부터의 절연도 고려해야 하며, 주요 관심은 전원선임
- 일본 NC에서 “HiZ-Box”를 제안하였으나 이는 새로운 프로젝트가 될 것이며 우선 “HiZ-Box”가 CISPR 16-1-4에 포함되어야 함
- Request for coordination between CISPR/A, CISPR/I, and CISPR/H with regard to the use of common-mode absorbing devices (CMAD): Q문서 응답 보고
- 다음 회의 일정:영상회의
 - 2023년 1월: draft CDV of CISPR 16-1-4
 - 2023년 3월: CISPR 16-2-3 fragments

제3절 주요 표준화 동향 분석

가. 기본정보

분과	CIS A/WG1	프로젝트	CISPR 16-1-4/AMD1/FRAG2 ED4
현재 상태	DECFDIS	완료 시기	2023.06 출판
표준(안) 명칭 (영문)	Site validation below 30 MHz		
표준(안) 명칭 (국문)	30 MHz 이하의 시험장 검증방법		

나. 주요 내용

- CISPR 16-1-4에 30 MHz 이하의 주파수에서 사용되는 시험장의 유효성 검증방법 추가
- Ottawa CISPR/A 회의에서 논의된 바와 같음(CISPR/A/1061/RM 10.6.1 참조)
- 이 프로젝트는 9 kHz에서 30 MHz의 주파수 영역에서 시험장 검증을 위한 자료를 소개하며, 이 주파수 영역에서의 검증은 한 쌍의 루프안테나를 이용하며 정규화 시험장 감쇠량법(NSA)과 기준시험장법(RSM)을 사용함
- CISPR 16-2-3을 위한 별도의 프로젝트에서는 방사성 방해 측정절차가 소개될 것이며, 두 프로젝트는 시험 set-up과 측정거리 등에 대하여 긴밀히 조율될 것
- 측정거리 3 m와 5 m에서는 시험장 감쇠량이 이론 NSA의 ± 4 dB 이내에 있어야 하며, 10 m 측정거리에서는 이 ± 4 dB 요구를 만족시키지 못할 경우에는 이를 적합성시험

불확도 산정에 반영시키도록 요구함

- Hx, Hy, Hz 모든 set-up에 대하여 각각 반영하여야 하며, 국내 시험장에 대하여 어느 방향으로 대응할지가 관심사임
- 프로젝트 리더: 오스트리아의 A. Kriz
- CIS/A/1323/CDV에 대한 한국의견 KR-19에 대한 검토결과 참고 (향후 과제)
- “다음 세 가지 사항에 대한 추가 조사에 대해 KR NC가 CIS/A/1327/RVC에서 제공한 입사각으로 인한 부하 전류 변동에 대한 논의가 언급되었으며 향후 개정을 위해 고려됨

KR NC CIS/A/1327/RVC 의견:

1. 루프안테나 정의의 자유 공간 자기장 안테나 계수: 평면파 입사 방향(전기장 편파 w.r.t. 급전점 위치): 주석 끝에 있는 부록의 그래프 및 다이어그램 참조
2. 유한(실제) 급전 갭 폭(분석에서는 일반적으로 델타 갭이 사용됨) 영향
3. 수신 루프안테나의 균일한 자기장과 위상 차이가 있는 자기장의 효과

다. 추진 이력 및 계획

- 2018년 2월(CISPR/A/1249/RR)
- 2018년 2월(CISPR/A/1250/CD) 회람
- 2018년 9월(CISPR/A/1270/CC)
- 2018년 9월(CISPR/A/1270A/CC)
- 2018년 11월(CISPR/A/1270B/CC)
- 2019년 6월 2ndCD (CIS/A/1299/CD) 회람
- 2019년 9월 2ndCD 검토의견 (CIS/A/1307/CC) 회람, 2019년 10월 상하이 회의에서 검토
- CISPR 16-1-4/AMD2 ED4으로 변경됨
- 2020년 7월 10일 검토수정의견(CIS/A/

1307A/CC) 회람

- 2020년 9월 18일 CDV (CIS/A/1323/CDV) 회람 (2020년 12월 11일 마감예정)
- 2021년 11월 12일 RVC 회람 (CIS/A/1357/RVC), 89 %로 FDIS로 승인.
- 2021년 11월 12일 수정 RVC 회람 (CIS/A/1357A/RVC)

2. CISPR 16-1-4 ED5(주전원선 중단)

가. 기본정보

분과	CIS A/JAHG6	프로젝트	CISPR 16-1-4/ED5
현재 상태	ACDV	완료 시기	2023.12
표준(안) 명칭 (영문)	Antennas and test sites for radiated disturbance measurements		
표준(안) 명칭 (국문)	방사성 방해 측정 안테나 및 시험장		

나. 주요 내용

- 이 프로젝트는 CISPR 16-1-4 4.0판의 수정으로 시작되었지만 3차 수정이 허락되지 않아 5.0판으로 이전하였음
- JAHG6에서 수행한 Round Robin Test(RRT)결과를 기반으로 공통모드 흡수 기기(CMAD)에 대한 정의 3.1.7을 수정
- VHF-LISN에 대한 정의 3.1.30 추가
- RGP에 대한 약어 3.2 추가
- JAHG6에서 수행한 RRT 결과를 기반으로 CMAD에 대한 8.1항을 수정
 - CMAD 대신 VHF-LISN으로 EUT의 AC 주전원 선을 중단하는 것은 주 전원선이

시험 체적(예: 턴테이블 중앙)을 떠나는 지점에서 방사성 방해 측정의 반복성과 재현성을 향상시킴. 이것은 VHF-LISN이 EUT AC 주전원 케이블에 제어된 임피던스를 제공하기 때문임

- 주전원 케이블 중단 장치의 명세 추가
 - 평형형 VHF-LISN 요구사항 (Table 9)
 - 불평형형 VHF-LISN 요구사항 (Table 10)

다. 추진 이력 및 계획

- 2017년 1월 CISPR 16-1-4에 현재 JAHG6에서 논의 중인 새로운 주전원선 단말을 포함시키는 것에 대한 각 NC의 의견을 물음(CIS/A/1265/DC)
- 명확한 지지가 없었음(CIS/A/1294/INF)
- 2020년 10월 케이블 단말을 포함시키기 위한 CISPR16-1-4 Ed.4 (2019-01)의 개정에 대한 질의(CIS/A/1326/Q)
- CIS/A/1331/RQ
- 2020년 12월 주전원선 중단 규격 작업시작(CIS/A/1332/RR)
- 2020년 12월 1차 CD 회람(CIS/A/1333/CD)
- 2021년 9월 검토의견서 발간 (CIS/A/1352/CC)
- 2021년 10월 2차 CD 회람(CIS/A/1353/CD)
- 2022년 3월 검토의견서 발간 (CIS/A/1366/CC)
- 2022년 4월 3차 CD 회람 (CIS/A/1369/CD)
- 2022년 9월 검토의견서 발간 (CIS/A/1380/CC)

Table 9 - Specifications for the EUT port of the balanced VHF-LISN

Items at the EUT port	Frequency range	Values for specifications
Impedance magnitude of each port (Live-line and Neutral-line) to Reference Ground Plane (RGP)	30 MHz to 300 MHz	$50 \Omega \pm 20 \%$
Resistance R of PE port connected to RGP	30 MHz to 300 MHz	$R \leq 0.5 \Omega$
Reactance X of PE port connected to RGP	30 MHz to 300 MHz	$X \leq \omega L$ ($L = 50 \text{ nH}$) Ω
Impedance phase of each port	30 MHz to 108 MHz	$0 \pm 11.5^\circ$
	108 MHz to 300 MHz	$0 \pm 25^\circ$
Isolation ^a	30 MHz to 300 MHz	$\geq 40 \text{ dB}$

^a the isolation shall be measured using the procedure in 4.8.2 and Figure H.1 of CISPR 16-1-2:2014/AMD1:2017, except that V_2 shall be taken as the voltage at the EUT port of the VHF-LISN (the VHF-LISN does not have a receiver port).

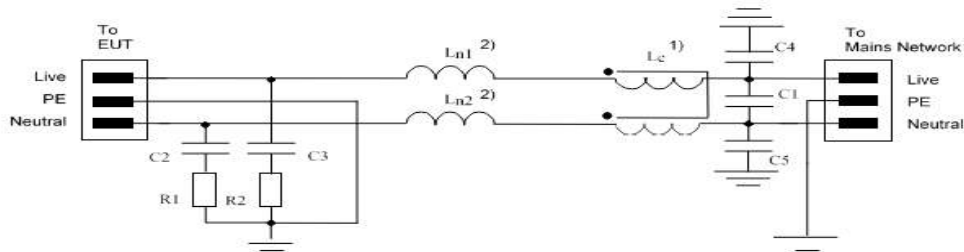
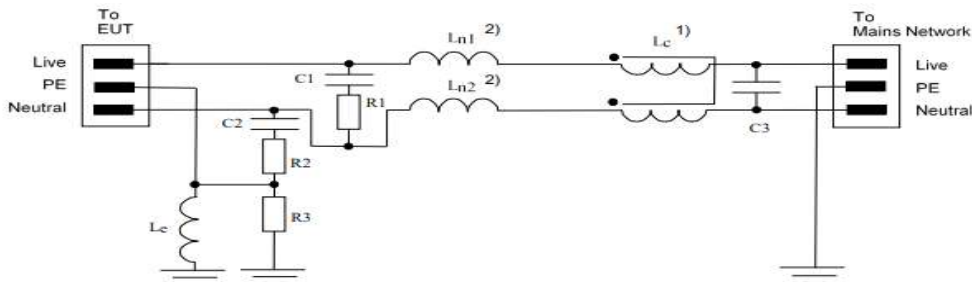


Table 10 - Specifications for the EUT port of the unbalanced VHF-LISN

Items at the EUT port		Frequency range	Values for specifications
Impedance magnitude	Live line to PE (with PE terminal bonded to RGP)	30 MHz to 300 MHz	$160 \Omega \pm 40 \%$
	Neutral line to PE (with PE terminal bonded to RGP)		$60 \Omega \pm 40 \%$
	PE line to RGP		$90 \Omega \pm 40 \%$
Impedance phase		30 MHz to 300 MHz	$0 \pm 40^\circ$
Isolation between any mains input terminal and any mains output terminal ^a		30 MHz to 300 MHz	$\geq 40 \text{ dB}$

^a Isolation shall be measured in a 50Ω environment as specified in clause 4.8.2 and Figure H.1 of CISPR 16-1-2: 2014/AMD1:2017, except that V_2 shall be taken as the voltage at the EUT port of the VHF-LISN (the VHF-LISN does not have a receiver port).



3. CISPR 16-1-6 Ed.1.0 Amd2

가. 기본정보

분과	CIS A/WG1	프로젝트	C I S P R 16-1-6 Ed.1.0 Amd2
현재 상태	PPUB 출판완료	완료 시기	2022.03
표준(안) 명칭 (영문)	EMC Antenna Calibration < 30 MHz		
표준(안) 명칭 (국문)	30 MHz이하 전자파적합성 안테나 교정		

나. 주요 내용

- CISPR 16-1-16 Ed. 1.0 (2014)에 있는 9 kHz ~ 30 MHz 주파수영역에서 사용되는 루프안테나 교정법에 3가지의 추가적인 루프안테나 교정법을 추가할 것을 제안함
 - 3-안테나법(Three-Antenna Method(TAM))
 - 전류 프로브를 사용하는 표준 전자기장법(Standard Field Method(SFM))에서 CPM (Current Probe Method)로 명칭 변경됨(A/1221/CD)
 - 송신 loop 안테나의 자기장 안테나 인자를 사용하는 표준
 - 안테나법(Standard Field Method(SFM))에서 Standard Antenna Method(SAM)으로 명칭 변경됨(A/1221/CD)
- 한국 NC에서는 앞의 방법(CPM)과 같은 원리의 방법으로 분류할 것을 제안함(5.2.4 Current Probe Method(CPM) and 5.2.5 Standard antenna method had better be categorized as Standard Antenna Method(SAM) with;
 - 1. loop current measurement using current probe (CPM in 5.2.4.),

- 2. Magnetic field antenna factor of the Tx antenna, though not necessarily having to be Tx, it could be Rx antenna.

(Standard antenna method in 5.2.5)

- 용어 변경제의 (2016 CISPR회의에서 원안으로 추진):“magnetic field antenna factor” to“magnetic antenna factor”
- NSA validation 절차에 사용될 한 쌍의 안테나를 위한‘Two antenna method (TWOAM)’가 추가됨

※ Seibersdorf Laboratories에서 개발된 방법으로 Dr. Kriz가 2016년 항저우회의에서 제안

- 한국 NC에서는 CISPR 16-1-6의 scope에서 벗어나는 문제 제기
- 한국 NC에서는 루프안테나의 feed gap (급전점)의 입사 평면파에 대한 상대적 위치에 따라 자기장 안테나 인자가 달라지는 현상에 대하여 comment하고 루프안테나 자기장 안테나 인자의 정의를 명확히 하고, 교정방법에 있어서도 이의 영향에 대하여 언급할 것을 제시함(2019.10.25.)

다. 추진 이력 및 계획

- CISPR 16-1-6 (EMC antenna calibration) 프로젝트가 시작된 CISPR/A/1117/INF를 따라서 CISPR 16-1-6:2014에 3가지의 추가적인 루프안테나 교정법이 제안됨 (A/1151/RR)
- 2016년 4월 1st CD문서(A/1157/CD) 회람, 9월 검토 확정(A/1185/CC)
- 2017년 3월 수정 검토확장(A/1185A/CC); 2017년 4월 30일까지 수정 문서(CD)를 회람
- 2017년 7월 2nd CD문서(A/1221/CD) 회람
- 2018년 1월 CIS/A/1245/CC

- 2018년 9월 3rd CD문서(CIS/A/1272/CD) 회람(2018. 12. 21.까지)
- 2019년 2월 검토결과 확정 (CIS/A/1288/CC)
- 2019년 8월 CDV (CIS/A/1300/CDV) 회람 (2019.10.25. 마감)
- 2020년 10월 16일 CIS/A/1300/CDV에 대한 투표결과 (CIS/A/1327/RVC) 회람. 100 % 찬성으로 FDIS으로 진행이 통과됨
- 한국 NC제안 : Further investigations should be on 1. Free-space magnetic field antenna factor of a loop antenna definition: Plane wave incident direction (E-field polarization w.r.t. feed point position): See the graph and diagram in the Annex at the end of comments, 2. Finite (real) feed gap width (In the analysis delta-gap is usually used.) effect, 3. Uniform H-field in the receive loop antenna vs phase difference in the H field effect. If necessary, the definition should be more precise and accordingly those contributions not yet taken into consideration should be included in the uncertainty evaluation. : These topics are noted and will be considered for future revisions.
- 2021년 11월 19일 FDIS 회람 (CIS/A/1362/FDIS), 2021.12.31. 투표종료 예정
- 2022년 1월 21일 FDIS 투표결과 발간 (CIS/A/1365/RVD)
- 2022년 3월 3일 출판 완료

4. CISPR 16-2-3 Ed. 4.0 AMD2

가. 기본정보

분과	CIS A/WG2	프로젝트	C I S P R 16-2-3 Ed. 4.0 AMD2
현재 상태	AFDIS	완료 시기	2023.06
표준(안) 명칭 (영문)	Measurement method for radiated disturbance measurements below 30 MHz		
표준(안) 명칭 (국문)	30 MHz 이하 방사성방해 측정방법		

나. 주요 내용

- 야외시험장이나 전자파반무향실에서 30 MHz ~ 1 GHz 에서 방사성방해 측정에 관한 CISPR 16-2-3 7.3항과 150 kHz ~ 30 MHz에서 플라스마 화면 TV의 방사성 방해 측정법 및 한계치에 대한 IEC/PAS 62825에 기반하여 CISPR 16-2-3을 위한 측정법을 만들
- 다음의 기술적 관점에 대하여 고려할 것임
 - 측정주파수: 9 kHz to 30 MHz
 - 시험장: OATS, SAC
 - 측정거리: 3 m, 10 m, 기타
 - 측정 안테나: 직경 60 cm 루프안테나 (CISPR 16-1-4 Clause 4.3.2)
 - 측정수신기 및 감지기: CISPR 16-1-1, QP
 - 측정안테나 높이 스캔: 없음
 - 높이 및 거리에 대한 루프안테나 기준점
 - 수신안테나 방향: X, Y, Z
 - EUT 회전: 360 도
 - 측정기준을 위한 EUT 경계면
 - 기타: 안테나와 수신기 사이의 케이블 등

다. 추진 이력 및 계획

- 2018년 2월 프로젝트 시작(A/1252/RR)
- 2018년 3월 CD 문서(A/1254/CD) 회람,
2018년 9월 검토 확정(A/1271/CC)
수정검토 확정(A/1271A/CC)
- 2018년 10월 부산회의에서 Z 방향 측정
포함하기로 하고, 30 m 측정거리 및 10 m
이상의 거리에서 측정할 경우 외삽법적용
여부에 대한 논의, 제시된 의견반영 2nd CD 준비
- 2018년 11월 수정 검토확정(A/1271B/CC)
- 2019년 2월 2nd CD (CIS/A/1289/CD) 회람
- 2019년 9월 검토의견 (CIS/A/1308/CC) 회람
- 2019년 10월 검토 수정확정 (CIS/A/1308A/CC)
 - * KR NC comment KR-10: 'Feed point of the
receive antenna shall be specified for each
antenna plane direction.'에 의거 2019년
상하이회의에서 2건의 발표가 있었으며,
'Definition (3.1.31 from 1299/CD) and
figure for the feed point position will be
added. It will require to use either one of
the two middle positions.'로 우리 의견이
반영됨. 국내에서도 추가 연구 및 입증 실험이
필요하여 추진예정
- 2021년 8월 13일 CDV 회람
(CIS/A/1344/CDV), 2021년 11월 5일
투표마감 (CC_CIS_A_1344_CDV :KR
NC일부의견 미전달)
- 2022년 4월 15일 CDV 투표결과 발간
(CIS/A/1368/RVC): 약 78 %로 승인되어
FDIS 준비중

6. 2022년 기타 검토 문서

1. CIS/A/1362(F)/FDIS: CISPR 16-1-6/AMD2
ED1: Amendment 2 – Specification for radio
disturbance and immunity measuring apparatus

and methods – Part 1-6: Radio disturbance and
immunity measuring apparatus – EMC antenna
calibration (2021.12.03. ~ 2021.12.31.)

2. CIS/A/1370/Q: Proposal on the future of
CIS/A&H-JWG5 "Use of medium-sized
EUT volumes at alternative test sites SAC
and FAR" (2022.06.03. ~ 2022.07.15.)
3. CIS/A/1371/DC: Proposal for the clarification
of CISPR 16-1-1 for the verification of
discontinuous analyzers (2022.06.24. ~
2022.08.05.)
4. CIS/A/1371A/DC: Revised proposal for the
clarification of CISPR 16-1-1 for the
verification of discontinuous analyzers
(2022.07.15. ~ 2022.08.26.)
5. CIS/A/1381/CD: CISPR 16-1-1/AMD1/FRAG1
ED5: Amendment 1 – Fragment 1: 18-40 GHz
Instrumentation (2022.09.23. ~ 2022.11.18.)

2022년 New projects

5. CISPR 16-1-1/AMD1/FRAG1 ED5

가. 기본정보

분과	CIS A/AHG7	프로 젝트	CISPR 16-1-1 AMD1 FRAG1 ED5
현재 상태	PCC	완료 시기	2025.03
표준(안) 명칭 (영문)	Amendment 1 – Fragment 1: 18-40 GHz Instrumentation		
표준(안) 명칭 (국문)	18 ~ 40 GHz 대역 계측		

나. 주요 내용

- o CISPR 16-1-1에 18 ~ 40 GHz 대역에서의 RE 계측에 사용되는 수신기의 사양을 추가하는 작업
- o PL이 중국의 Ms. Ye Qiongyu에서 독일의 Mr. Jens Medler로 변경됨
- o CISPR 16-1-1/AMD1 ED5에서 두 개의 fragment로 나누어짐

다. 추진 이력 및 계획

- o CIS/A/1347/Q (2021. 07. 16 ~ 2021. 08. 27), CIS/A/1364/RQ (2021.12.03): 작업반 구성(AHG7, AHG8)
- o 2022.9.15. RR(CIS/A/1376/RR) 발간
- o 2022.9.23. CD 회람(CIS/A/1381/CD): 2022.11.18. 의견수렴 마감

6. CISPR 16-1-1/AMD1/FRAG2 ED5

가. 기본정보

분과	CIS A/WG1	프로젝트	CISPR 16-1-1 AMD1 FRAG2 ED5
현재 상태	ACD	완료 시기	2025.03
표준(안) 명칭 (영문)	Amendment 1 - Fragment 2: Discontinuous Analyzers		
표준(안) 명칭 (국문)	불연속 분석기		

나. 주요 내용

- o 불연속 분석기의 검증에 대한 CISPR 16-1-1의 명확한 설명(clarification)을 위한 제안
- o PL Mr Franco Milan
- o CISPR 16-1-1/AMD1 ED5에서 두 개의 fragment로 나누어짐

다. 추진 이력 및 계획

- o CIS/A/1371/ADC회람 (2022.07.15.~2022.08.26)
- o CIS/A/1382/INF 발간
- o 2022.9.15. RR(CIS/A/1376/RR) 발간

7. CISPR 16-1-5/AMD2/FRAG1 ED2

가. 기본정보

분과	CIS A/AHG7	프로젝트	CISPR 16-1-5 AMD2 FRAG1 ED2
현재 상태	ACD	완료 시기	2025.09
표준(안) 명칭 (영문)	Amendment 2 - Fragment 1: 18-40 GHz Antenna calibration sites and reference sites		
표준(안) 명칭 (국문)	18-40 GHz 대역 안테나 교정 시험장 및 기준시험장		

나. 주요 내용

- o 18 ~ 40 GHz 대역에서의 안테나 교정 시험장 및 기준시험장 요건을 CISPR 16-1-5에 추가
- o PL이 중국의 Ms. Ye Qiongyu
- o CISPR 16-1-5/AMD2 ED2에서 두 개의 fragment로 나누어짐

다. 추진 이력 및 계획

- o CIS/A/1347/Q (2021. 07. 16 ~ 2021. 08. 27), CIS/A/1364/RQ (2021.12.03): 작업반 구성(AHG7, AHG8)
- o 2022.9.16. RR(CIS/A/1377/RR) 발간

8. CISPR 16-1-5/AMD2/FRAG2 ED2

가. 기본정보

분과	CIS A/WG1	프로젝트	CISPR 16-1-5 AMD2 FRAG2 ED2
현재 상태	ACD	완료 시기	2025.09
표준(안) 명칭 (영문)	Amendment 2 - Fragment 2: Calculable loop antennas		
표준(안) 명칭 (국문)	계산가능 환상 안테나		

나. 주요 내용

- o CISPR 16-1-5에 계산가능한 환상안테나 내용 추가 제안
- o PL이 중국의 Liu Xiao
- o CISPR 16-1-5/AMD2 ED2에서 두 개의 fragment로 나누어짐

다. 추진 이력 및 계획

- o CIS/A/1342/DC (2021. 04. 30 ~ 2021. 06. 11), CIS/A/1361/INF(2021.11.12.)
- o 2022.9.16. RR(CIS/A/1377/RR) 발간

9. CISPR 16-1-6/AMD3/FRAG1 ED1

가. 기본정보

분과	CIS A/ahG7	프로젝트	CISPR 16-1-6 AMD3 FRAG1 ED1
현재 상태	ACD	완료 시기	2025.09
표준(안) 명칭 (영문)	Amendment 3 - Fragment 1: 18-40 GHz EMC antenna calibration		
표준(안) 명칭 (국문)	18 - 40 GHz 대역 EMC 안테나 교정법		

나. 주요 내용

- o CISPR 16-1-6에 18 ~ 40 GHz 대역에서의 안테나 교정법 추가
- o PL이 중국의 Ms. Ye Qiongyu
- o CISPR 16-1-6/AMD3 ED1에서 5개의 fragment로 나누어짐

다. 추진 이력 및 계획

- o CIS/A/1347/Q (2021. 07. 16 ~ 2021. 08. 27), CIS/A/1364/RQ (2021.12.03): 작업반 구성(AHG7, AHG8)
- o 2022.9.16. RR(CIS/A/1378/RR) 발간

10. CISPR 16-1-6/AMD3/FRAG2 ED1

가. 기본정보

분과	CIS A/WG1	프로젝트	CISPR 16-1-6 AMD3 FRAG2 ED1
현재 상태	ACD	완료 시기	2025.09
표준(안) 명칭 (영문)	Amendment 3 - Fragment 2: Two homogenous antennas		
표준(안) 명칭 (국문)	두 동일 안테나법		

나. 주요 내용

- o CISPR 16-1-6에 두 개의 동일한 안테나 교정법 추가
- o PL이 일본의 Katsumi Fujii
- o CISPR 16-1-6/AMD3 ED1에서 5개의 fragment로 나누어짐

다. 추진 이력 및 계획

- o CIS/A/1375/INF
- o 2022.9.16. RR(CIS/A/1378/RR) 발간

11. CISPR 16-1-6/AMD3/FRAG3 ED1

가. 기본정보

분과	CIS A/WG1	프로젝트	CISPR 16-1-6 AMD3 FRAG3 ED1
현재 상태	ACD	완료 시기	2025.09
표준(안) 명칭 (영문)	Amendment 3 - Fragment 3: Calculable loop antennas		
표준(안) 명칭 (국문)	계산가능 환상안테나		

나. 주요 내용

- o CISPR 16-1-6에 계산가능 환상안테나 내용 추가
- o PL이 중국의 Liu Xiao
- o CISPR 16-1-6/AMD3 ED1에서 5개의 fragment로 나누어짐

다. 추진 이력 및 계획

- o CIS/A/1360/INF
- o 2022.9.16. RR(CIS/A/1378/RR) 발간

12. CISPR 16-1-6/AMD3/FRAG4 ED1

가. 기본정보

분과	CIS A/WG1	프로젝트	CISPR 16-1-6 AMD3 FRAG1 ED1
현재 상태	ACD	완료 시기	2025.09
표준(안) 명칭 (영문)	Amendment 3 - Fragment 4: NSA		
표준(안) 명칭 (국문)	정규화 시험장 감쇠량		

나. 주요 내용

- o CISPR 16-1-6에 정규화 시험장 감쇠량(NSA) 내용 (NSA에 사용하는 바이코니컬 안테나 정보 update)
“CISPR 16-1-6: Edition 1.1 2017-01 Update Figure C.10 and Table C.3”
- o PL이 중국의 Donglin Meng
- o CISPR 16-1-6/AMD3 ED1에서 5개의 fragment로 나누어짐

다. 추진 이력 및 계획

- o CIS/A/1358/INF, CISPR/A/1339DC
“CISPR 16-1-6: Edition 1.1 2017-01 Update Figure C.10 and Table C.3”
- o 2022.9.16. RR(CIS/A/1378/RR) 발간

13. CISPR 16-1-6/AMD3/FRAG5 ED1

가. 기본정보

분과	CIS A/WG1	프로젝트	CISPR 16-1-6 AMD3 FRAG1 ED1
현재 상태	ACD	완료 시기	2025.09
표준(안) 명칭 (영문)	Amendment 3 – Fragment 5: C-SAM		
표준(안) 명칭 (국문)	컴팩트 표준 안테나법		

나. 주요 내용

- o CISPR 16-1-6에 C-RIM 관련 개정내용 추가
- o PL이 한국의 Nam Kim
- o CISPR 16-1-6/AMD3 ED1에서 5개의 fragment로 나누어짐

다. 추진 이력 및 계획

- o CIS/A/1359/INF
- o 2022.9.16. RR(CIS/A/1378/RR) 발간

제3장

김강욱(광주과학기술원) 전양배(한국과학기술원)
안중선(LS Electric)

B 소위원회 표준화 동향

제1절 소위원회 개요
제2절 2022년도 주요 회의결과
제3절 주요 표준화 동향 분석

제1절 소위원회 개요

CISPR B는 산업·과학·의료용 전자파 발생기기, 대전력 산업용 전기설비 및 고전압(Interference relating to industrial, scientific and medical radio-frequency apparatus, to other heavy industrial equipment, to overhead power lines, to high voltage equipment and to electric traction) 관련 소위원회로 기기, 전기철도에 대한 전자파장해, 산업/과학/의료(ISM)용으로 이용되는 전파응용 장비, 기타 산업용 중장비, 가공 전력선, 고전압 장비, 전기철도 등에서 발생하는 혼신 문제에 대하여 논의한다. 특히, 비통신용의 ISM 장비, 고출력 반도체 조절 소자 등의 장비들로부터 발생하는 전자파에 대한 방출 허용기준과 측정 방법의 규정 및 개정에 관한 프로젝트를 수행한다.

CISPR B 소위원회의 구성과 임무는 다음과 같다.

<표 3-1> CISPR B 소위원회(Subcommittee) 구성

구분	역할
WG1	산업·과학·의료용(ISM) 전자파 발생 기기에 대한 전자파장해 연구 (CISPR 11 개정)
WG2	가공 전력선, 고전압 장비와 전기철도와 관련 전자파장해 연구 (CISPR 18시리즈 개정)

구분	역할
WG7	ISM 기기 - 현장(In situ) 측정 및 대형/대전력 기기의 측정
AHG3	반도체 전력 변환기(SPC)
AHG4	무선 전력 전송(WPT)

CISPR B의 의장은 독일의 Dr. Bernd Jäkel, 간사는 일본의 Mr. Hirokazu Tokuda, 부간사는 일본의 Mr. Satoru Ozaki가 담당하고 있으며, WG1의 컨비너는 영국의 Mr. Steve Hayes, 간사는 독일의 Dr. Bernd Jäkel, WG2의 컨비너는 한국의 안희성, 간사는 일본의 Mr. Kunihiro Kawasaki, WG7의 컨비너는 한국의 전양배와 중국의 Ms. Ye Qiongyu이 공동으로 맡고 있으며, AHG3의 컨비너는 일본의 Mr. Yasutoshi Yoshioka, AHG4의 컨비너는 일본의 Mr. Fumito Kubota가 수임하고 있다.

CISPR B의 동향을 연구하고 대응하는 한국의 EMC 기준전문위원회 B 소위원회는 광주과학기술원 김강욱 의장을 중심으로 대림대학교, KAIST, 드웰링, 한국철도기술연구원, 한국자동차연구원, 삼성전

자, LS Electric, LG전자, 현대로템, ICR, HCT, 이엔알, KCTL, 한국기계전기전자시험연구원, 한국화학융합시험연구원, 한국산업기술시험원, 국립전파연구원, 한국정보통신기술협회, 한국전파진흥협회 등 20명의 전문가가 활동하고 있다. CISPR B에서 현재 진행하는 프로젝트의 세부 내용은 아래와 같다.

<표 3-2> CISPR B 최근 진행 중인 프로젝트

번호	프로젝트 번호	프로젝트명	진행단계 (관련문서)
1	CISPR 11 ED7	산업, 과학, 의료용(ISM) 기기 — 무선 주파수 방해 특성 — 허용기준 및 측정방법 FRAG1 ~ FRAG7으로 분할하여 프로젝트 진행 후 통합함 1) CISPR 11 FRAG1 ED7 무선전력전송(WPT) 한계치 및 측정방법 2) CISPR 11 FRAG2 ED7 용어정의, 부속서 및 기타 3) CISPR 11 FRAG3 ED7 WPTAAD(WPT at a distance) 기기의 무선 빔 요구사항 4) CISPR 11 FRAG4 ED7 로봇 측정 요구사항 5) CISPR 11 FRAG5 ED7 유선 네트워크 포트 요구사항 6) CISPR 11 FRAG6 ED7 1 GHz 초과 대역의 복사성 방출 요구사항 7) CISPR 11 FRAG7 ED7 무선 주파수 구동 제품 요구사항 ※ WPT(FRAG1) 및 WPTAAD(FRAG3) 합의 실패에 따라, 두 건을 제외하여 CDV로 진행하며, CDV 통과 후 기술적인 변경이 없는 경우 IS 표준 발행 예정임	FDIS 부결 (CIS/B/809/RVD)
2	CISPR 37 ED1	ISM 기기에 대한 현장(In situ) 측정 및 규정된 시험장 (Defined sites)의 측정 방법과 허용기준	CD 진행 (CIS/B/783/CD) (CIS/B/792A/CC)

제2절 2022년도 주요 회의결과

CISPR B 소위원회 회의는 COVID-19 영향으로 화상회의로 각 WGs 및 AHGs 별 개별 진행되었으며, 10월에 미국 샌프란시스코에서 진행된 CISPR 총회 기간에 WG1/2/7은 대면회의로 진행되었다.

- ① 전기자동차 무선전력전송 국제표준 개발
- o 전기자동차 무선전력전송에 이용할 전자파적합성 허용기준, 측정방법 등에 대한 국제표준을 개발하고 있음
 - 9 kHz ~ 30 MHz 대역 방사성 방해 위원회 3차 표준안(3rd CDV)이 2019년 12월까지 회람되고 2020년 4월까지 CDV 진행되었으나 다시 부결되었으며, 2020년 6월 CIS/B/AHG4 회의에서 핵심적인

내용을 기준으로 5개 fragment로 나누어 개별로 CDV를 진행하자는 제안을 Convener가 하였으며, 2020년 9월 17일 화상회의에서 이에 대해 Future approach 방안으로 채택함

- 관련 회의는 2021년 1월 7일~8일, 4월 20일~21일, 10월 12일~13일 총 3차례에 걸쳐 화상으로 진행하기로 함
- 2022년 5월 CDV가 발행되어 가결되었으나, 통합본 FDIS가 9월에 부결 처리됨

- o 무선전력전송 주파수는 20 kHz, 60 kHz, 85 kHz, 148.5 kHz(전기/전자기기에 한정) 대역을 이용하나 CISPR/B에서는 ITU-R SM.2110-1의 권고주파수를 수용하지 않고, 19~25 kHz, 79~90 kHz만 반영하며 55~57 kHz, 63~65 kHz 대역은 Table A의 Footnote에만 반영하기로 함
- o 산업용은 22 kW급 이상과 이하, 가정용은 1

- kW 이하, 7.7 kW 이하, 7.7 kW 초과로 구분하여 150 kHz 이하와 초과대역 전기장의 세기를 규정
- 종전 위원회 투표안과 차이점은 가정용(B급)의 경우 148.5 kHz 대역이 삭제되었으며, 7.7 kW 초과는 85 kHz 대역에 대한 기준만 규정하고 그 외 주파수는 7.7 kW 이하와 같이 규정
 - 산업용 150 kHz ~ 30 MHz 대역의 전기장의 세기 기준은 24.5 ~ 3 dBμA/m (10 m 측정거리)로 규정
 - 가정용 150 kHz ~ 30 MHz 대역의 전기장의 세기 기준은 CISPR 16-4-4(전파 간섭 확률 분포를 고려한 모델링)에서 계산한 기준 (28.52 ~ -10.76 dBμA/m)과 현행 CISPR 11의 2종 B급 기준(14.5 ~ -7 dBμA/m) 등이 제안됨
 - 종전 위원회 투표안에 포함되어 있지 않은 30 MHz 이하 대역 전도성 방해 기준과 측정방법이 포함되어 있음
 - 무선전력전송 인버터와 부하단(코일)의 전도성 방해 기준 검토
 - 기기별 임피던스가 상이하여 일정한 측정방법을 마련할 수 없으며, 방사성 방해로 전자파를 측정하므로 필요성이 없다는 의견을 수용함
 - WPT EV의 방출허용기준 및 셋업에 대한 합의 실패에 따라, AHG4에서는 CISPR에 TC69의 IEC 61980과 같이 제품 규격에서 이미 관련 내용이 논의 중인 경우 처리 방법을 문의할 예정이며, 각국 NC에는 향후 진행 방향에 대해 Q 문서를 회람하여 의견수렴 예정임
- ② CISPR 11 ED7 개정 논의
- 2016년 6월 CISPR 11 개정을 위한 검토보고서(CIS/B/661/RR) 회람 이후, 2019년 10월 상해 총회시 CISPR 11 개정하기로 하였으며, 이후 다수의 논의 주제 문제로 7개의 fragments (f1~f7)로 분할하여 개정 작업 진행하였고, 각 개별 CDV 가결 이후, FDIS 통합 문서가 발행되었으나, WPT 및 WPTAAD 합의 실패에 따라, 9월에 FDIS가 부결되었음
 - f1: Requirements for air-gap wireless power transfer (WPT)
 - 관련문서: B/663/CD, B/671/CC, B/678/CD, B/686/CC, B/687/CDV, B/699A/RVC, B/710/CD, B/717A/CC, B/737/CDV, B/747/RVC, B/749/CD, B/762/CC, B/763/CDV, B/788/RVC
 - f2: general maintenance issues, as for example revision of definitions and annexes
 - 관련문서: B/739/CD, B/757/CC, B/761/CD, B/772/CC, B/777/CDV, B/794/RVC
 - f3: requirements for radio beam wireless power transfer(WPT-AAD)equipment
 - 관련문서: B/740/CD, B/750/CC, B/778/CDV, B/799/RVC
 - f4: requirements when performing emission measurements on robots
 - 관련문서: B/741/CD, B/751/CC, B/754/CD, B/768/CC, B/779/CDV, B/798/RVC
 - f5: requirements for wired network ports
 - 관련문서: B/742/CD, B/753/CC, B/758/CD, B/771/CC, B/780/CDV
 - f6: requirements for Group 1 equipment in the frequency range above 1 GHz
 - 관련문서: B/743/CD, B/755/CC, B/759/CD, B/769/CC, B/781/CDV

- f7: requirements for radio enabled products
 - 관련문서: B/744/CD, B/756/CC, B/760/CD, B/770/CC, B/782/CDV
 - ED7 통합하였으나, FDIS 부결 (관련문서: B/802/FDIS, B/809/RVD)
 - 올해 주요 회의로는 10월 31일 ~ 11월 3일에 진행된 CISPR B 소위원회 회의가 진행되었음
- ③ CISPR 11 Annex H 통계적 평가법 논의
- CISPR 11 Ed6.2의 Annex H에 명기되어 있던 통계적 평가방법을 삭제하기로 결정하였으나, 해당 내용의 기술정보 제공의 필요성에 공감하여, IEC 홈페이지의 CIS/B 게시판에 지침서 형태로 문서를 제공하기로 함
 - 추가적으로 CIS/A와 협의하여, CISPR TR 16-4-3에 관련정보를 추가하도록 요청할 예정임. 이후에는 CIS/B 게시판에 통계적 평가법 지침서는 삭제할 예정임
- ④ 현장 측정방법에 대한 표준화 추진 논의
- 대형 의료기기, 산업용 전력설비 등 시험실에서 측정이 어려운 기기에 대한 방사성 방해, 전도성 방해 등의 현장측정방법 마련을 추진
 - WG (Working Group) 7로 통합하여 우리나라와 중국이 공동의장을 맡아 진행하고 있음
 - 현장시험방법을 규정 시험장(Defined site)과 실제 제품이 설치된 상태에서 시험하는 방법(In-situ)으로 세분화하고 각각의 세부 시험방법 마련을 추진
 - 규정 시험장(Defined site)에서는 전도성 방해와 방사성 방해 측정을 추진
 - 설치된 상태(In-situ)에서는 방사성 방해 위주로 측정을 추진하나 방사성 방해의 신뢰도를 확보하지 못하는 경우 전도성 방해로도 측정할 수 있도록 추진하고 있음
 - 규정 시험장 (Defined site)의 시험결과는 형식시험으로 인정하지만, 설치된 상태 (In-situ)의 시험결과 인정 여부에 대해 논의
 - 대상기기를 대형 대전력 이동형으로 구분하고 각각의 유형에 대한 세부 시험방법을 규정하기로 하였음
 - 우리나라는 현장측정에서 전도성 방해를 측정하는 방법이 필요함을 기고하였음
 - 2020년 7월 8일 화상회의에서 전도성 방해 기준 및 시험방법 적용을 WD에 반영
 - 2022년 9월 투표를 거쳐 규정 시험장(Defined site) 측정 방법과 In-situ measurement (현장 측정) 방법을 분리함
 - 주요 쟁점에 대한 TF(Task Force) 설립함. TF1(Leader: Mr. Yasutoshi Yoshioka)은 규정 시험장(Defined site) 측정 방법이 분리되어 추후 논의하기로 하였으며, TF2(Leader: Mr. Kevin Herrling)는 Class B의 Group 2 허용기준에 대해 상호 협의하였고, 2023년 6월 차기 바르셀로나 회의에서 결과 발표 후 종료하기로 함, TF3(Leader: Mr. Kimihiro Tajima)는 2023년 4월에 화상회의로 개최하기로 함
- ⑤ WG2(CISPR TR 18 시리즈) 개정 논의
- WG2에서는 개정 진행 주제로, CISPR/TR 18-1(RI Lateral Profiles for 1 000 kV OHTL) 및 CISPR/TR 18-2(Measurement condition) 2건이 있으며, 올해는 COVID-19의 영향으로 회의 진행을 하지 못하였으며, 향후 Smart Grid의 CISPR Guidance 및 상호운용성(Interoperability)

이슈 등을 논의할 예정임

⑥ CISPR B 표준 안정화 기간

아래와 같이 안정화 기간(Stability date)이 검토되고 수정되었음

- CISPR 11 Ed 6.2: 2022 ⇒ 2023
- CISPR TR 18-1: 2024 ⇒ 2025
- CISPR TR 18-2: 2024 ⇒ 2025
- CISPR TR 18-3: 2024 ⇒ 2025
- CISPR TR 28: 2023 ⇒ 2024
(CISPR TR 28의 내용이 CISPR 11로 이전될 경우, 해당 표준 폐기 될 수 있음)

⑦ Rapid emission check on installations

- 기기별로 시험실에서 적합성평가를 받은 이후, 한 장소에서 다양한 기기들이 함께 사용됨으로 인한 장애 발생 이슈와, 실제 설치 환경에서의 부적절한 방법으로 운영되는 기기/시스템에 대한 우려, 기기의 손상 및 노후/경화에 따른 변경으로 설치 환경에서의 방출량 확인을 위한 ‘Rapid emission check on installations’가 논의됨
- CISPR B 총회에서, Q문서를 통해 각국의 의견을 수렴하기로 함

제3절 주요 표준화 동향 분석

1. CISPR 11: WPT 요구사항

가. 기본정보

- WPT(Wireless Power Transfer)
요구사항에 대해 FRAG1으로 나뉘어
‘Industrial, scientific and medical

equipment-Radio-frequency disturbance
characteristic-Limits and methods of
measurement-Requirements for air-gap
wireless power transfer (WPT)’ 제목으로
분할 진행됨

나. 주요 내용

- WPT 기기에 대한 방출 허용기준 및 측정방법 정립을 목적으로 작업이 진행되었으나, CIS/ B/737/CDV도 2020년 9월에 부결되었고, 737/CDV 문서 내용을 FRAG1 내부에서 다시 5개의 세부 Fragment로 나누어, Fragment 1(a) (Limits and methods of measurement - Requirements for air-gap wireless power transfer (WPT))에 대한 내용을 CIS/B/763/CDV로 통과시켰으나, ED7의 통합본 FDIS(CIS/B/802/FDIS)가 부결됨

다. 추진 이력 및 계획

- 2013년 12월 캐나다 총회에서 일본 제안으로 WPT를 CISPR 11에 반영하기로 한 이후, 주파수 및 허용기준에 대한 각국의 의견 대립으로 2018년 2월 CIS/B/687/CDV가 부결되었음. 수정 보완된 CIS/B/737/CDV 또한 2020년 9월 최종 부결됨에 따라 CISPR 11 ED7의 개정 내용을 5개의 Fragments로 구분하여 개정 추진하기로 함
- 2021년 11월 17일 개최된 CISPR/B 총회(화상회의)에서 CIS/B/763/CDV 결정함.
- 2022년 9월 회람된 FDIS에 대한 각국 NC의 투표 결과, 부결 처리됨(CIS/B/809/RVD)

- 2022년 11월 2일 CISPR B 총회에서, WPT EV(FRAG1) 및 WPTAAD(FRAG3)를 제외하여 CDV를 진행하는 것을 결정하였고, WPT EV에 대한 향후 진행 방향은 Q 문서를 회람하여 각국의 의견수렴을 받을 예정임

2. CISPR 11: 용어정의 및 기타사항

가. 기본정보

- CISPR 11 전체의 용어정의, 부속서 및 기타 전반적인 사항에 대한 내용으로, 'Miscellaneous, definitions and annexes' 제목으로 FRAG3로 분할 진행됨

나. 주요 내용

- ① 개요: CISPR 11 ED7 개정 일반 사항
 - CISPR 11의 개정 필요성에 따라, 2019년 중국 상해 CISPR 총회 시 각국의 의견수렴을 거쳐 논의할 사항을 7개의 소주제로 분할하여 진행하기로 하였으며, Fragment 2는 Miscellaneous, definitions and annexes 내용으로 용어정의, 부속서 및 기타 나머지 개정 내용을 다룸
- ② 용어 정의
 - 'small equipment under test(small EUT)' 용어 정의 변경. CISPR 16-2-3: 2019에서 3 m 측정 거리에 대한 체적 사용을 위해 용어 정의 변경함. 'equipment under test, either positioned on a table top or standing on the floor, which, including its cables, fits in a cylindrical volume of 1.5 m in diameter and 1.5 m height (as measured from the floor), 탁상 설치용 또는

바닥설치용으로, 케이블을 포함하여 직경 1.5 m 및 바닥으로부터 1.5 m 높이인 원통 체적에 적합한 EUT'

- 'associated equipment(AE)' 용어 정의 추가. apparatus that is not part of the system under test, but needed to help exercise the EUT, 시험 대상 시스템의 일부는 아니지만, EUT 동작에 도움이 필요한 보조기기'
- 'fundamental frequency(fundamental ISM frequency) 용어 추가. 'frequency on which the ISM equipment operates, ISM 기기 동작에 사용되는 주파수'

③ 허용 기준

- Table 3 (class A group 1기기의 d.c. 전원포트 전도 방해 허용 기준)에서 정격 용량 20 kVA 초과에서 75 kVA 이하, 75 kVA 초과 기기에 대한 허용기준 적용 시 주석 추가 '전압 허용기준 또는 전류 허용기준을 적용함'

④ 측정 요구사항

- 의사 DC 회로망(DC-AN): 저압 DC 전원 포트의 방해 전압측정을 위해 기존 CISPR 11 ED 6.2에서 제시하던 Annex I 내용을 삭제하고, CISPR 16-1-2: 2014 + AMD1: 2017의 150 Ω 의사 전원 델타 회로망을 적용하는 것으로 명기함 [DC-AN을 CISPR 11에서 먼저 제시하여 적용하였으며, 측정법에 대한 기본규격(Basic standards)인 CISPR 16-시리즈에서 해당 측정설비 및 방법을 채택함에 따라, CISPR 11의 Annex I를 삭제하는 것임. 함께 제시되었던 부대칭 모드(Unsymmetrical

Mode: DM) 방해 전압 측정법(Method A)은 삭제되고, 공통모드 및 차동모드 방해 전압 측정법(Method B)만 유지됨]

- 30 MHz 이하 대역의 루프안테나 사용: 루프안테나의 설치에서 접지면으로부터 루프안테나의 중앙 높이가 1.3 m가 되도록 명기 [기존에는 루프안테나의 가장 낮은 지점의 위치를 1 m로 명기하였으며, 일반적인 루프안테나 직경이 60 cm임을 감안하여 동일한 내용이나, 루프안테나 크기가 달라지는 경우, 측정값이 상이해지는 것을 감안하여 높이 통일함]

- 보조기기 배치: 보조기기가 시험 체적에 들어오지 않는 경우, 측정에서 제외되거나 시험 환경으로부터 감결합 되어야 함. 보조기기로 연결되는 케이블이 시험 체적 밖으로 확장될 수 없는 경우, 보조기기는 EUT 구성 주변의 허원(Imaginary circle)내에 위치해야 함

- CMAD 사용: 공통모드 흡수장치는 전도 방출 측정에 사용하지 않음을 명시

- 전도 방해 측정: 바닥 설치용 기기에 대해서는 방사 측정에 사용된 구성과 동일한 조건으로 OATS(야외시험장) 또는 SAC(반무반사실)에서 시험하고, 기준 접지 평면 위 또는 주변에서 측정하도록 하였으며, 차폐룸에서 차폐룸 바닥 또는 벽면을 기준 접지 평면으로 사용하도록 함

- FAR 측정: 완무반사실에서 30 MHz ~ 1 GHz 대역 측정시, 3 m 측정거리는 'small EUT'에 대해서만 적용 가능함을 명기

⑤ 부속서

- Annex B: 스펙트럼 분석기 사용의 주의사항을 설명한 Annex B

(Informative)를 삭제함, 해당 내용은 이미 CISPR 16-1-1 및 CISPR 16-2-1에 설명되어 있음

- Annex C: 무선 송신기의 신호 발생에서 전자파 복사 방해의 측정과 관련된 규정을 명기한 Annex C에서, 공식 적용에서 복사 방출 측정 결과가 대수(logarithmic) 단위로 표현되더라도, 공식 적용 시 선형(linearly) 값으로 전환되어야 함을 명시

- Annex D: 30 MHz ~ 300 MHz 대역의 산업 무선 주파수 기기로부터의 방해 전파에 대해 설명한 Annex D(Informative)를 삭제함, 해당 내용은 오래전의 기술내용이며, 산업/과학/의료기기에 대해 특별한 사항이 아니므로 삭제함

- Annex E: 특정 지역의 무선 서비스 보호를 위한 CISPR 권고사항(Informative)에 대해, 안전 관련 무선 서비스에 할당된 주파수 대역을 설명한 Annex F를 이동시켜 Table E.2를 추가함(Project 25, TETRA1, IDRA, DIMRS, TETRAPOL, EDACS, FHMA, CDMA-PAMR, GoTa, Air-Ground-Air operation(AGA)) 특정 미약 무선 서비스 보호를 위한 권고사항에 대해, Annex G의 내용을 Table E.3로 이동하며, Amateur Radio Services 주파수 대역을 2 300 ~ 2 450 MHz로 수정하고, Radio Astronomy 6 650 ~ 6 675.2 MHz를 신규 추가함 [Annex F 및 Annex G는 삭제]

- Annex H: CISPR 표준 요구사항에 대한 양산(series produced) 기기의 통계적 평가를 설명한 부속서 H 삭제 [IEC 61000-6-3 및 6-4의 삭제와 동일하게,

제품군 규격인 CISPR 11에서 해당 내용이 명기된 것이 부적절하다는 의견으로, 각국 투표를 진행하여 삭제하기로 결정하였으며, 2021.11.8.~11.19 기간의 CISPR 총회에서 관련 내용을 지침서 형태로 IEC EMC 웹페이지에 게시하기로 결정함]

- Annex I: 반도체 전력 변환기의 직류 전원 포트에 대한 방해 전압 평가에 사용되는 의사 회로망(AN)에 대해 설명한 부속서 I 삭제 [관련 정보는 CISPR 16-1-2 및 CISPR 16-2-3에 있으며, CISPR 11 8.2항 참조]

다. 추진 이력 및 계획

- 2016년 6월 CISPR 11 개정을 위한 검토보고서(CIS/B/661/RR) 회람
- 2019년 10월 상해 총회 시 CISPR 11 개정하기로 하였으며, 이후 다수의 논의 주제 문제로 ED7으로 진행하기로 하였으며, 개별 fragments(f1~f7)로 분할하여 개정 작업 진행
- 2021년 10월: CIS/B/777/CDV 문서 발행
- 2021년 1월 20일 ~ 22일, WG1 화상 회의
- 2021년 5월 10일 ~ 12일, WG1 화상 회의
- 2021년 6월 17일 ~ 18일, WG1 화상 회의
- 2022년 2월, WG1 화상 회의 진행
- 2022년 9월 회람된 FDIS에 대한 각국 NC의 투표 결과, 부결 처리됨(CIS/B/809/RVD)
- 2022년 11월 2일 CISPR B 총회에서, WPT EV(FRAG1) 및 WPTAAD(FRAG3)를 제외하여 CDV를 진행하는 것을 결정하였고, WPT EV에 대한 향후 진행 방향은 Q 문서를 회람하여 각국의 의견수렴을 받을 예정임

- FRAG2/4/5/6/7을 CDV로 통합하여 회람 및 투표 예정이며, 변경 사항이 없을 경우 FDIS 단계를 거치지 않고, 바로 IS 국제표준으로 발행 예정임

3. CISPR 11: WPTAAD 요구사항

가. 기본정보

- WPTAAD(WPT at a distance) 기기의 무선 빔 요구사항에 대한 내용으로, 'Requirements for radio beam wireless power transfer (WPTAAD) equipment' 제목으로 FRAG 3로 분할하여 진행됨

나. 주요 내용

① 개요

- Fragment 3는 Requirements for radio beam wireless power transfer (WPTAAD) equipment 내용으로 일정 거리에서 무선전력전송을 하는 기기에 대한 내용을 다룸

② 용어 정의

- 'Radio beam wireless power transfer (RBWPT) 용어 정의 추가, 'the transfer of electrical energy from a power source to an electrical load via electromagnetic waves, 전자파를 통해 전원으로로부터 전기적 부하로 전기적 에너지를 전달하는 것' (비고 추가: RBWPT는 한 곳에서 RF 에너지를 생산하지만(예: WPT 소스 장치), 이 에너지는 다른 곳에서 사용됨(예: WPT 클라이언트 장치))

③ 측정 요구사항

- RBWPT 기기의 세부 시험 요구사항을 명기함. 일반 측정 절차는 CISPR 16-2-3을 참고하며, WPT 소스 장치는 최대 전력에서 시험모드로 동작하고 설치되어야 함. WPT 소스 장치의 측정 배치는 일반적인 설치 조건으로 턴테이블의 수직축 중심에 놓여야 하고 WPT 클라이언트 장치는 제조자의 최악 시험배치 조건으로 동작/배치/설치되어야 하며, 턴테이블에 위치해야 함. 측정은 안테나의 수직/수평 방향 모두 측정되어야 하고 또한 EUT와 함께 턴테이블은 완전히 회전해야 함

④ 부속서

- Annex A: 기기 분류의 예로 'inductive or radio beam wireless power transfer'를 'Wireless power transfer/charging equipment'로 대체함

다. 추진 이력 및 계획

- 2016년 6월 CISPR 11을 개정을 위한 검토보고서(CIS/B/661/RR) 회람
- 2019년 10월 상해 총회시 CISPR 11 개정하기로 하였으며, 이후 다수의 논의 주제 문제로 ED7으로 진행하기로 하였으며, 개별 fragments(f1~f7)로 분할하여 개정 작업 진행
- 2021년 10월: CIS/B/778/CDV 문서 발행
- 2021년 1월 20일 ~ 22일, WG1 화상 회의
- 2021년 5월 10일 ~ 12일, WG1 화상 회의
- 2021년 6월 17일 ~ 18일, WG1 화상 회의
- 2022년 2월, WG1 화상 회의 진행
- 2022년 9월 회람된 FDIS에 대한 각국 NC의

투표 결과, 부결 처리됨(CIS/B/809/RVD)

- 2022년 11월 2일 CISPR B 총회에서, WPT EV(FRAG1) 및 WPTAAD(FRAG3)를 제외하여 CDV를 진행하는 것을 결정하였고, WPTAAD에 대해서는 RBWPT(Radio Beam WPT) 정보를 포함한 INF 문서를 회람하여 전반적인 내용 검토 후, 향후 별도 개정판으로 진행 예정임

4. CISPR 11: 로봇 측정 요구사항

가. 기본정보

- 로봇 측정 요구사항에 대한 내용으로, 'Requirements for measurements of robots' 제목으로 FRAG4로 분할하여 진행됨

나. 주요 내용

① 개요

- Fragment 4는 Requirements for measurements of robots 내용으로 로봇의 EMI 측정 시 요구사항에 대한 내용을 다룸

② 적용 범위

- 적용 범위에 로봇 관련 내용 추가. 산업/과학/의료용의 로봇이 CISPR 11의 범위에 포함됨을 분명히 하고, 그 예로, 용접 로봇, 스프레이 로봇, 조작 로봇, 공정 로봇, 조립 로봇, 의료 로봇, 교육 및 실험 로봇을 명기함. 반면, 비행 로봇, 가정용 도움 로봇, 장난감 로봇, 오락 로봇은 다른 CISPR 규격의 적용 범위임을 설명 로봇, 오락 로봇은 CISPR 11에서 제외함

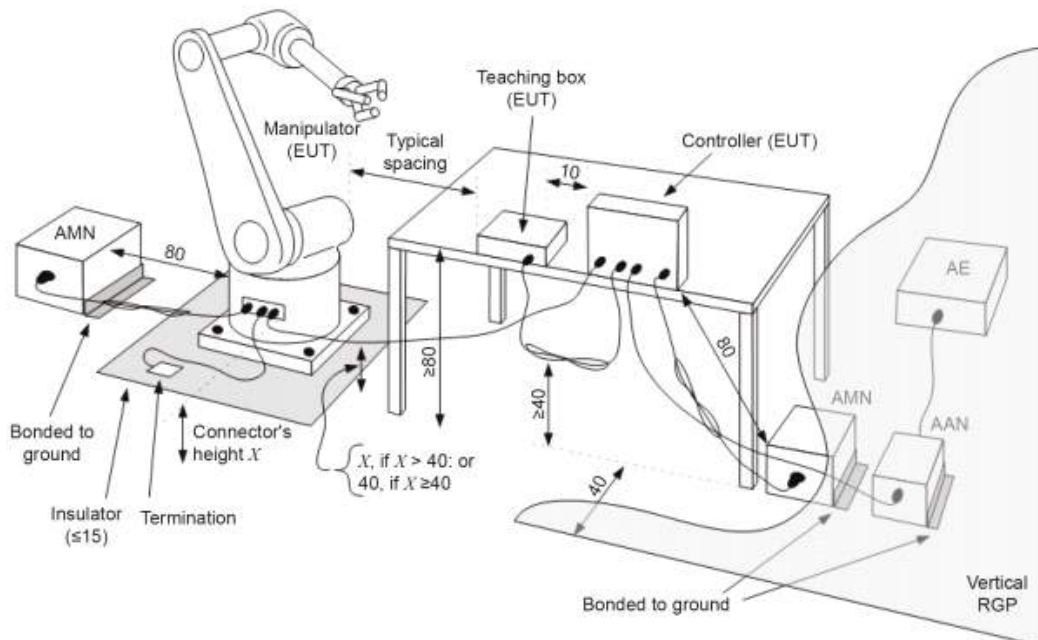
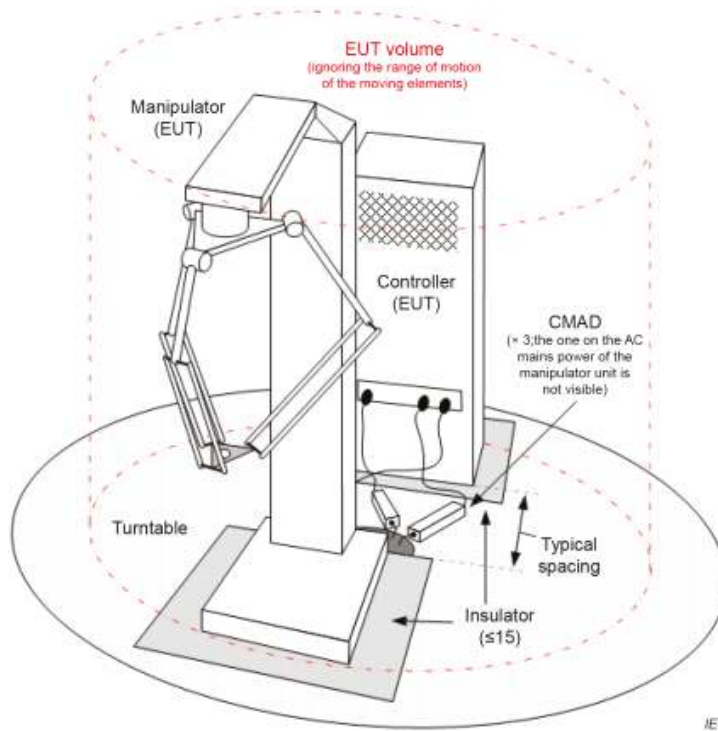
③ 용어 정의

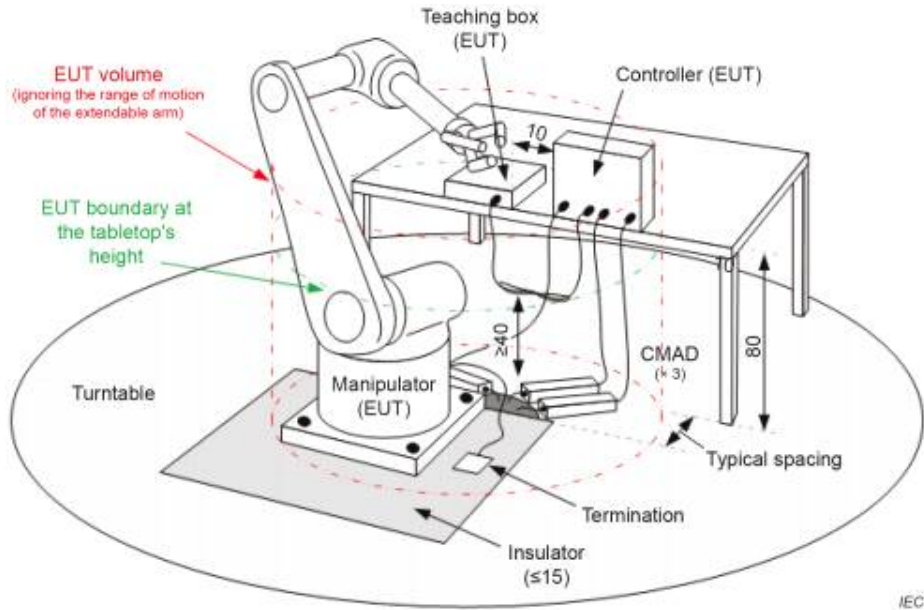
- 로봇 용어 추가함. ‘robot: actuated mechanism programmable in two or more axes with a degree of autonomy, moving within its environment, to perform intended tasks, 의도한 임무를 수행하기 위해, 그 환경 내에서 움직이며, 자율 각도의 두 개 이상의 축으로 프로그램 할 수 있는 작동 매커니즘’
- 산업 로봇 용어 추가함. ‘industrial robot: automatically controlled, reprogrammable, multipurpose manipulator, programmable in three or more axes, which can be either fixed in place or mobile for use in industrial automation applications, 산업 자동화 응용에 사용되기 위해, 자동제어, 재프로그램 가능, 다목적 조작기, 3축 이상으로 프로그램 가능, 고정 또는 이동용으로 사용할 수 있는 로봇’
- 의료 로봇 용어 추가 함. ‘medical robot: robot intended to be used as medical electrical equipment or medical electrical system, 의료용 전기 기기 및 시스템으로 사용되도록 한 로봇’
- 정격 부하 용어 추가 함. ‘rated load: maximum load that can be applied to the mechanical interface or mobile platform in normal operating conditions without degradation of any performance specification, 성능 사양의 저감 없이, 일반 동작 조건에서 기구적인 인터페이스 또는 이동 플랫폼에 적용될 수 있는 최대 부하’

④ 측정 요구사항

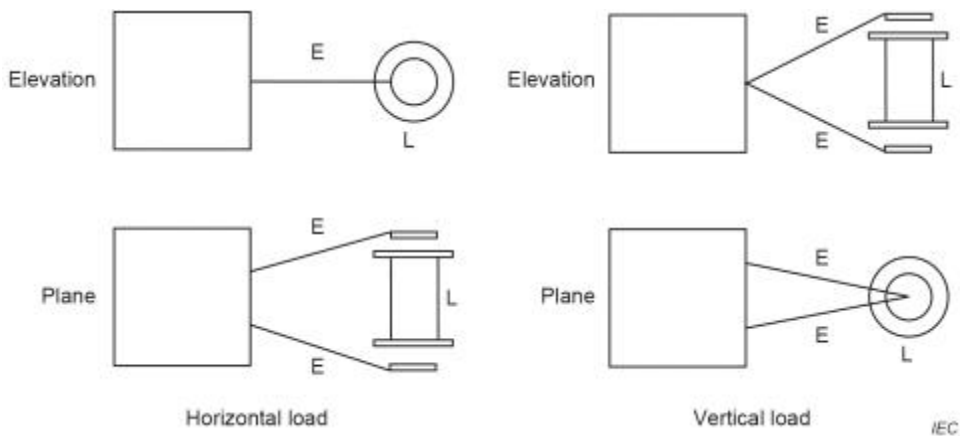
- 복사 방출 측정 시, EUT 경계는 로봇의 모든 고정부의 풋프린트 및 연결되는 EUT 케이블을 모두 둘러싼 가장 작은 원형이 되어야 하며, 정상 동작에서 움직이는 로봇의 모든 부분은 무시함. 그 예로 그림 3-1 설명. 하지만, 로봇 동작 동안 EUT 경계 바깥의 동작 팔/구성으로 인해 방출량이 한계치 만족을 못한 경우, 조사를 통해 로봇의 동작 팔/구성의 특정 부위로부터 한계 거리에 측정 안테나를 재위치 하여 방출 측정 재실시하고 해당 재측정 결과 및 조사 내용을 시험성적서에 명기하도록 함
- EUT의 배치에서 로봇의 이동부는 시험 동안 정상 동작으로 자유롭게 움직일 수 있음
- 고정 로봇의 경우, 모든 경우에 설치 지침서를 준수하여야 하며, 안정된 로봇 동작을 확신할 수 있도록, 로봇은 견고하게 고정되고 절연을 유지하거나 전용 접지점에 접지 연결하는 등의 설치 지침서에 설명된 조건을 충족하여 전기조건을 충족해야 함
- 이동 로봇은 요구되는 높이에 따라 접지 평면으로부터 절연되지 되어야 하며, 측정이 방사성인지, VCP 기준을 가진 전도성인지, VCP가 없는 전도성인지 여부에 따라 또한 바닥설치용인지 탁상설치용 EUT 여부에 따라 15 cm, 40 cm, 80 cm 높이로 EUT를 지지함
- 셋업 방법으로 바닥 설치용 로봇에 대해, 그림 3-2 및 3-3에 설명되어 있으며, 바닥설치용 및 탁상/벽면 설치용으로 구성된 로봇의 셋업 예로 그림 3-4 및 3-5에 설명하였고, 용량성 타입의

의료기기 및 모의 부하에 대한 배치를
그림 3-6에 설명 하였음





[그림 3-5] 조립(바닥/탁상설치) 로봇 시스템의 방사성 방해 측정을 위한 일반적인 시험배치



[그림 3-6] 용량성 타입의 의료기기 및 모의 부하에 대한 배치

⑤ EUT(로봇)의 부하 조건

- 사용설명서에 따라, 의도된 동작의 대표 정상 사용상태의 부하조건 및 동작 모드에서 시험이 이루어져야 함
- 로봇의 적합성평가는 고정형 로봇은 표 3-3에 명기된 동작모드로, 이동형 로봇은

표 3-4의 동작모드로 시험해야 하며, 각 동작모드는 개별적으로 시험되어야함. 방출 한계치와 관련하여 최대 방출 레벨을 산출하는 동작모드 결정 시 엔지니어링 분석(로봇의 특성 및 설계의 측정/분석을 모두 포함)을 해야

하며, 최종 측정은 그때의 모드에서 시험되어야 함

- 시험 대상 로봇의 특정 설계, 구조 및 기능에 기반하여, 다른 동작 모드가 상당한 양의 방출을 생성하는 경우, 그 다른 동작 모드를 표 3-3 및 3-4에 언급된 모드에 추가하여 시험 평가 되어야 함

다. 추진 이력 및 계획

- 2016년 6월 CISPR 11을 개정을 위한 검토보고서(CIS/B/661/RR) 회람
- 2019년 10월 상해 총회 시 CISPR 11 개정하기로 하였으며, 이후 다수의 논의 주제 문제로 ED7으로 진행하기로 하였으며, 개별 fragments(f1~f7)로 분할하여 개정 작업 진행
- 2021년 10월: CIS/B/779/CDV 문서 발행

- 2021년 1월 20일 ~ 22일, WG1 화상 회의
- 2021년 5월 10일 ~ 12일, WG1 화상 회의
- 2021년 6월 17일 ~ 18일, WG1 화상 회의
- 2022년 2월, WG1 화상 회의 진행
- 2022년 9월 회람된 FDIS에 대한 각국 NC의 투표 결과, 부결 처리됨(CIS/B/809/RVD)
- 2022년 11월 2일 CISPR B 총회에서, WPT EV(FRAG1) 및 WPTAAD(FRAG3)를 제외하여 CDV를 진행하는 것을 결정하였고, WPT EV에 대한 향후 진행 방향은 Q 문서를 회람하여 각국의 의견 수렴을 받을 예정임
- FRAG2/4/5/6/7을 CDV로 통합하여 회람 및 투표 예정이며, 변경사항이 없을 경우 FDIS 단계를 거치지 않고, 바로 IS 국제표준으로 발행 예정임

<표 3-3> 고정형 로봇의 동작 모드

Operation mode	Description
mode 1	The robot is powered on but in its idle mode of operation (static state).
mode 2	Normal operation mode at rated load, rated speed, defined maximum pose and trajectory (e.g. cube location which refers to 6.8 of ISO 9283:1998).
mode 3	Similar to mode 2, but with all corresponding parameters (e.g., load) set at approximately the middle of their specified range.

<표 3-4> 이동형 로봇의 동작 모드

Operation mode	Description
mode 1 ^a	Battery charging mode: the battery charging level is less than or equal to 20 % at the beginning of the test and remains less than 80 % for the entire duration of the test; the robot is in charging mode, with its main function(s) idle.
mode 2 ^a	Normal operation mode at rated load and at rated speed. If the robot cannot operate at the same time at its rated load and rated speed, these two modes shall be evaluated in turn.
mode 3 ^a	Similar to mode 2, but with all corresponding parameters (e.g., load) set at approximately the middle of their specified range.
^a If the robot can be placed in both its normal mode of operation and in battery charging mode at the same time, then both mode 1 and mode 2 (or mode 1 and mode 3) may be evaluated for compliance with the limits through a single test, with the EUT connected to AC mains power. The test report shall specify how the EUT was placed in both operating modes for the test.	

5. CISPR 11:유선 네트워크 요구사항

가. 기본정보

- 유선 네트워크 포트에 대한 방출 요구사항으로 'Requirements for wired network ports' 제목으로 FRAG5로 분할하여 진행됨

나. 주요 내용

① 개요

- Fragment 5는 Requirements for wired network ports 내용으로 기존 CISPR 11 ED. 6.2 표준에서는 유선 통신 포트에 대한 별도의 전도 방출 기준을 적용하지 않았으나, CISPR 32의 내용을 반영하여 CISPR 11 ED7에 허용기준을 추가 예정임

② 용어 정의

- 유선 네트워크 포트 'wired network port: port for the connection of a communication device / system intended to be interconnected to widely dispersed systems by direct connection to a single-user or multi-user network, 단일 사용자 또는 다중 사용자 네트워크에 직접 연결되어 광범위하게 분산된 시스템 상호간에 연결되도록 의도된 통신 연결 포트' 용어 정의를 CISPR 32:2015의 내용으로 추가함
- 음성, 데이터, 신호 전달 네트워크를 통한 통신. CATV, PSTN, ISDN, xDSL, LAN을 포함한 네트워크. 차폐/비차폐 케이블을 포함할 수 있으며, 통신 사양 일부로 AC/DC 전원 신호를 전달할 수 있음

- 시험 대상 시스템의 구성품 상호 연결을 목적으로 한 포트(예: RS-232, RS-485, IEC 61158 적용범위의 필드 버스, IEEE 1284 병렬 프린터, USB, IEEE 1394 화재 선로, 최대 선로 길이 등 기능 사양 내에 사용되는 포트 등)는 유선 네트워크 포트로 고려되지 않음. 많은 제품 규격에서 'telecommunication 또는 network port'로 정의됨

③ 허용 기준

- 150 kHz ~ 30 MHz 대역에 대한 유선 네트워크 포트의 전도 방출 허용기준을 제시함. CISPR 32와 동일. 표 3-5 참조
- 전류 및 전압 방해 허용기준은 비대칭 의사 회로망(Asymmetric Artificial Network, AAN) 사용에서 도출된 값이며, 시험 대상 유선 네트워크 포트의 150 Ω 공통모드 임피던스 값을 가짐
- 전압 및/또는 전류 허용기준 적용은 사용되는 측정 절차에 따라 다름. CISPR 32:2015/AMD1:2019 Table C.1 참조
- 그룹 2기기를 시험장에서 측정 시 동일 허용기준을 적용함

④ 측정 요구사항

- 상호접속케이블의 구성에 대해, 유선 네트워크 포트에 대한 전도 방출 측정 수행 시, EUT의 구성은 CISPR 32:2015/AMD1:2019를 따르도록 함

<표 3-5> 시험장에서 측정하는 그룹1 기기의 전도 방해 허용기준(유선 네트워크 포트)

Frequency range MHz	Class A				Class B			
	Voltage		Current		Voltage		Current	
	QP	AV	QP	AV	QP	AV	QP	AV
	dB(μV)	dB(μV)	dB(μA)	dB(μA)	dB(μV)	dB(μV)	dB(μA)	dB(μA)
0,15 to 0,5	97 to 87	84 to 74	53 to 43	40 to 30	84 to 74	74 to 64	40 to 30	30 to 20
0,5 to 30	87	74	43	30	74	64	30	20

In the frequency range from 0,15 MHz to 0,5 MHz the limits in this table decrease linearly with the logarithm of frequency.

Excluding measurement uncertainty, all other elements within CISPR 32 shall be applied, including but not limited to the selection of measurement procedures, test configuration, cable characteristics and ancillary equipment (current probe, capacitive voltage probe and/or artificial network).

NOTE 1 The voltage and current disturbance limits are based on a common mode impedance of 150 Ω for the wired network port under test.

NOTE 2 The application of the voltage and/or current disturbance limits is dependent on the port type and on the measurement procedure used; see Table C.1 of CISPR 32:2015/AMD1:2019.

다. 추진 이력 및 계획

- 2016년 6월 CISPR 11 개정을 위한 검토보고서(CIS/B/661/RR) 회람
- 2019년 10월 상해 총회시 CISPR 11을 개정하기로 하였으며, 이후 다수의 논의 주제 문제로 ED7으로 진행하기로 하였으며, 개별 fragments(f1~f7)로 분할하여 개정 작업 진행
- 2021년 10월: CIS/B/780/CDV 문서 발행
- 2021년 1월 20일 ~ 22일, WG1 화상 회의
- 2021년 5월 10일 ~ 12일, WG1 화상 회의
- 2021년 6월 17일 ~ 18일, WG1 화상 회의
- 2022년 2월, WG1 화상 회의 진행
- 2022년 9월 회람된 FDIS에 대한 각국 NC의 투표 결과, 부결 처리됨(CIS/B/809/RVD)

- 2022년 11월 2일 CISPR B 총회에서, WPT EV(FRAG1) 및 WPTAAD(FRAG3)를 제외하여 CDV를 진행하는 것을 결정하였고, WPT EV에 대한 향후 진행 방향은 Q 문서를 회람하여 각국의 의견 수렴을 받을 예정임
- FRAG2/4/5/6/7을 CDV로 통합하여 회람 및 투표 예정이며, 변경사항이 없을 경우 FDIS 단계를 가지지 않고, 바로 IS 국제표준으로 발행 예정임

6. CISPR 11: 1 GHz 이상 대역의 방사성 방해

가. 기본정보

- 1 GHz 이상 대역의 방사성 방해 요구사항에 대한 내용으로, 'Requirements for radiated emissions above 1 GHz' 제목으로 FRAG6로 분할하여 진행됨

나. 주요 내용

① 개요

- Fragment 6는 Requirements for radiated emissions above 1 GHz 내용으로 기존 CISPR 11 ED. 6.2 표준에서는 Group 2 기기에 대해서만 1 GHz ~ 18 GHz 대역의 복사 방해 허용기준을 명기하였으나, Group 1기기에 대해서도 CISPR 32와 동일한 허용 기준을 추가 예정임

② 용어 정의

- 'highest internal frequency, highest fundamental frequency generated or used within the EUT, or the highest frequency at which it operates, EUT 내에서 사용되거나 발생하는 최고 기본 주파수 또는 EUT를 동작시키는 최고 주파수' 용어 추가

③ 허용 기준

- 1 ~ 6 GHz 대역의 복사 방해 허용기준을 추가함. 주파수 영역은 1 GHz ~ 18 GHz로 설명하고, 현재 6 ~ 18 GHz 대역은 별도의 허용기준을 요구하지 않음
- CISPR 32와 동일하게, 내부 최고 주파수에 따라 측정 최고 주파수를 결정. 내부 최고 주파수를 모르는 경우 6 GHz까지 측정 주파수 범위가 6 GHz를 초과하는 경우의 허용기준은 별도 명기 없음. 적용 주파수 범위 기준은 표 3-6 참조
- Group 1의 Class A 및 Class B 기기에 대한 1 GHz ~ 6 GHz 대역의 복사 방해 허용기준은 표 3-7 참조. 측정은 두 종류의 검파기를 모두 사용하여야 하며, 정의된 검파기 대신 첨두 검파기 결과 값이 사용될 수 있음
- 1 GHz 초과 대역의 방출 측정 시, 고압 정전

<표 3-6> 복사 측정이 요구되는 최고 주파수

Highest internal frequency F_x	Highest measured frequency
$F_x \leq 108 \text{ MHz}$	1 GHz
$108 \text{ MHz} < F_x \leq 500 \text{ MHz}$	2 GHz
$500 \text{ MHz} < F_x \leq 1 \text{ GHz}$	5 GHz
$F_x > 1 \text{ GHz}$	$5 \times F_x$ up to a maximum of 6 GHz
NOTE F_x is defined in 3.1.19.	

<표 3-7> 시험장에서 측정되는 그룹 1 기기에 대한 복사 방해 허용기준

Frequency range GHz	Limits for a measurement distance of 3 m dB(μV/m)			
	Class A		Class B	
	Peak	Average	Peak	Average
1 to 3	76	56	70	50
3 to 6	80	60	74	54
At the transitional frequency, the more stringent limit shall apply.				

- 1 GHz 이상 대역 방사성 방해 측정시, 고전압 사고와 같이 아크 및 스파크에 의해 생성된 방해에는 침투치 검파기 허용기준을 적용하지 않음. 장치가 정전기를 생성하는 서브시스템을 제어하거나 포함하고 있을 때 또는 인덕터의 전류를 제어하는 기구적인 스위치를 제어하거나 포함하고 있을 때 해당 방해가 발생하게 되며, 이러한 아크 및 스파크로부터의 방해에는 평균치 검파기 허용기준을 적용하고 그 외 다른 방해는 침투 및 평균치 허용기준을 모두 적용함
- 3.1.17항에 정의된 EUT의 크기 기준을 고려하여 3 m 또는 10 m 거리에서 측정을 할 수 있으며, 기준거리와 다른 경우 다음 공식에 따라 허용기준을 반영함
 - ④ 측정 요구사항
- 1 GHz 초과 대역 측정을 위해, CISPR 16-1-1에 정의된 스펙트럼 분석기 또는 측정 수신기가 사용되어야 함
- 1 ~ 18 GHz 대역에 대해, CISPR 16-1-4에 명기된 안테나가 사용되어야 함.
- 수신안테나에 대해, 명시된 검파기로 적용되는 허용기준 아래로 최소 6 dB 이상 EUT의 방출을 감지할 수 있을 정도로 충분히 민감한 측정 시스템을 사용하여 10 m 측정을 적용할 수도 있음(1 GHz 초과대역의 측정은 기준거리가 3 m임)
- SAC 및 OATS는 추가적인 전파흡수체가 요구 될 수 있음

다. 추진 이력 및 계획

- 2016년 6월 CISPR 11 개정을 위한 검토보고서(CIS/B/661/RR) 회람
- 2019년 10월 상해 총회 시 CISPR 11을 개정

하기로 하였으며, 이후 다수의 논의 주제 문제로 ED7으로 진행하기로 하였으며, 개별 fragments(f1~f7)로 분할하여 개정 작업 진행

- 2021년 10월: CIS/B/781/CDV 문서 발행
- 2021년 1월 20일 ~ 22일, WG1 화상 회의
- 2021년 5월 10일 ~ 12일, WG1 화상 회의
- 2021년 6월 17일 ~ 18일, WG1 화상 회의
- 2022년 2월, WG1 화상 회의 진행
- 2022년 9월 회람된 FDIS에 대한 각국 NC의 투표 결과, 부결 처리됨(CIS/B/809/RVD)
- 2022년 11월 2일 CISPR B 총회에서, WPT EV(FRAG1) 및 WPTAAD(FRAG3)를 제외하여 CDV를 진행하는 것을 결정하였고, WPT EV에 대한 향후 진행 방향은 Q 문서를 회람하여 각국의 의견 수렴을 받을 예정임
- FRAG2/4/5/6/7을 CDV로 통합하여 회람 및 투표 예정이며, 변경사항이 없을 경우 FDIS 단계를 거치지 않고, 바로 IS 국제표준으로 발행 예정임

7. CISPR 11: 무선 주파수 구동 제품 요구사항

가. 기본정보

- 무선 주파수 구동 제품 요구사항에 대한 내용으로, 'Requirements for radio enabled products' 제목으로 FRAG7으로 분할하여 진행됨

나. 주요 내용

① 개요

- Fragment 7은 Requirements for radio enabled products 내용으로 무선통신 기능을 포함한 제품의 세부 요구사항을

<표 3-8> 시험장에서 측정되는 그룹 1 및 그룹 2 기기에 대한 전압/전류 방해 허용기준(안테나 포트)

Frequency range MHz	Class A		Class B	
	Limits dB(μV)	Limits dB(μA)	Limits dB(μV)	Limits dB(μA)
	Detector	Detector	Detector	Detector
0,15 to 0,5	97 to 87 Quasi-peak	53 to 43 Quasi-peak	84 to 74 Quasi-peak	40 to 30 Quasi-peak
	84 to 74 Average	40 to 30 Average	74 to 64 Average	30 to 20 Average
0,5 to 30	87 Quasi-peak	43 Quasi-peak	74 Quasi-peak	30 Quasi-peak
	74 Average	30 Average	64 Average	20 Average
Limitations and restrictions: The application of the voltage and/or current limits is dependent on the measurement procedure used. Refer to CISPR 32:2015 and CISPR 32:2015/AMD1:2019, Table C.1 for applicability. Excluding measurement uncertainty, all other elements within CISPR 32 shall be followed, including but not limited to selection of test method, test configuration, cable characteristics. NOTE The voltage and current disturbance limits in this table consider the fact that the antenna port under test is presented with a common mode impedance of 150 Ω. Thus, the two limits are interrelated by: $V - I = 20 \log_{10} (150 \Omega) = 44 \text{ dB}\Omega$, where V and I are in logarithmic units (i.e. dBμV and dBμA, respectively).				

명기함(제목/용어 변경됨: Requirements for equipment with radio functionality)

② 용어 정의

- ‘equipment with radio functionality’: non-radio equipment (host equipment) including one or more radio devices or plug-in radio modules that can use host control function(s) and/or power supply’, 무선 기능이 있는 기기: 호스트의 제어 기능 및/또는 전원 공급을 사용할 수 있는 하나 이상의 무선 장치 또는 플러그인 무선 모듈을 포함하는 비무선기기 (호스트)
(비고 내장된 무선기기의 사용은 원격제어용(외장기가 호스트가 될 수 있으며 또는 그 반대로도 가능) 또는 외장 기기와 데이터 교환용으로 사용될 수 있음)

- ‘radio device: assembly consisting of one or more radio transmitters and/or receivers, capable to function on a stand-alone basis with or without additional accessories, 무선 장치: 추가적인 액세서리와 함께 또는 없이 독립형으로 기능을 수행할 수 있는 한 개 이상의 송/수신기로 구성된 조립품
- ‘radio module: assembly consisting of one or more radio transmitters and/or receivers, intended to be incorporated in a host equipment’, 무선 모듈: 호스트 기기와 결합되도록 의도된 한 개 이상의 송/수신기로 구성된 조립품
- ‘radio transmitter’: device producing

radio-frequency energy intended to be radiated by an antenna for the purpose of radiocommunication, 무선 송신기: 무선통신 목적으로 안테나에 의해 무선 주파수 에너지가 생성되어 방사되도록 의도된 장치

③ 허용 기준

- 무선 기능이 있는 기기는 Annex X의 추가 요구사항을 적용함 (표 3-8)

④ 측정 요구사항

- 무선 기능이 있는 기기는 Annex X의 추가 요구사항을 적용함

⑤ 부속서 X (무선 기능이 있는 기기에 대한 추가적인 요구사항)

- 방출 시험 시 EUT의 구성에 대해 구체적으로 명기. 비무선 기능의 경우, EUT의 구성은 7.5항에 명기된 요구사항을 따라야 함. 무선 기능은 EUT의 일반 동작조건으로 구성되어야 함. 구성 내용은 선정 이유를 포함하여 시험성적서에 함께 기록되어야 함

(비고: 무선 기능의 송신 모드는 사용된 무선 기술에 적용되는 무선 법규를 준수해야 하며, 측정 수신기의 포화를 방지하기 위해, 측정 체인의 무선 송신 주파수 억제 필터를 포함하여 적절한 대책을 강구해야 함)

- 복사 방출 시험 시, 무선 기능이 있는 EUT는 6.2.2항, 6.3.2항 또는 6.4.2항에 따라 대기 모드 또는 수신 모드에서 평가되어야 함. 대체 방법으로, EUT는 송신 모드의 무선 기능으로 평가될 수 있음, 이때 6.2.2항,

6.3.2항 또는 6.4.2항의 방출 한계치를 충족하지 못하는 경우, EUT의 무선 주파수에서 발생됨을 설명하고, 해당 내용은 무시함. 1 GHz 이상 대역 방사성 방해 허용기준 적용 시, EUT의 내부 최고 주파수 결정에 무선 기기의 주파수(무선 장치, 무선 모듈, 무선 부품/회로)를 고려해야 함

- 전도 방출 시험 시, EUT는 6.2.1항, 6.3.1항, 6.4.1항 또는 표 X.1에 따라 무선 기능을 대기 모드 또는 수신 모드로 평가되어야 함. 대체 방법으로 EUT는 송신 모드의 무선 기능으로 평가될 수 있으며, 이때 방출 한계치를 충족하지 못하는 경우, EUT의 무선 주파수에서 발생됨을 설명하고, 해당 내용은 무시함.

EUT가 3 m 초과 길이의 동축 케이블을 통하여 외부 안테나에 연결되는 포트가 있는 경우, Table X.1의 Class A 또는 Class B의 요구사항을 적용함. CISPR 32에 명기된 측정절차(Table A.11, A.12, C.4.1.6) 중 하나를 적용함

다. 추진 이력 및 계획

- 2016년 6월 CISPR 11 개정을 위한 검토보고서(CIS/B/661/RR) 회람
- 2019년 10월 상해 총회 시 CISPR 11을 개정하기로 하였으며, 이후 다수의 논의 주제 문제로 ED7으로 진행하기로 하였으며, 개별 fragments(f1~f7)로 분할하여 개정 작업 진행
- 2021년 10월: CIS/B/782/CDV 문서 발행
- 2021년 1월 20일 ~ 22일, WG1 화상 회의
- 2021년 5월 10일 ~ 12일, WG1 화상 회의
- 2021년 6월 17일 ~ 18일, WG1 화상 회의

- 2022년 2월, WG1 화상 회의 진행
- 2022년 9월 회람된 FDIS에 대한 각국 NC의 투표 결과, 부결 처리됨(CIS/B/809/RVD)
- 2022년 11월 2일 CISPR B 총회에서, WPT EV(FRAG1) 및 WPTAAD(FRAG3)를 제외하여 CDV를 진행하는 것을 결정하였고, WPT EV에 대한 향후 진행 방향은 Q 문서를 회람하여 각국의 의견 수렴을 받을 예정임
- FRAG2/4/5/6/7을 CDV로 통합하여 회람 및 투표 예정이며, 변경사항이 없을 경우 FDIS 단계를 거치지 않고, 바로 IS 국제표준으로 발행 예정

8. CISPR 37 ED1

가. 기본정보

분과	CIS B/WG7	프로젝트 명 /표준번호	CISPR 37 ED1
현재 상태	CD	완료 시기	2022.12
표준(안) 명칭 (영문)	Limits and methods for measurements in situ and at defined sites		
표준(안) 명칭 (국문)	현장 측정 및 규정된 시험장에서의 측정을 위한 측정 방법 및 허용기준		

나. 주요 내용

- ① *In-situ* measurement (현장 측정) 방법 개선
- (배경 1) 우리나라는 2015년 신시내티 회의에서 대출력 무선전력전송 기기의 전자파 측정 방법을 AHG4에 기고하여 CD 문서의 Annex로 추가할 것을 제안하였으나, AHG4 Convener인 Dr. Fumito Kubota가 일방적으로 별도의 CD 문서로 진행한다고 결정하여 2016년 항저우 회의에서 중국의 의료기기와 함께 별도의 AHG를 만들기로 합의함

- (배경 2) 2016년 항저우 회의에서 중국이 대형 의료기기(MRI, CT 등)에 대한 현장 측정에 있어 기존의 기준으로 측정하기 어려운 실측 환경이 너무나 많아 이를 개선할 것을 제안함. 또한, CISPR는 현재 *In-situ* measurement (현장 측정) 시 형식 승인을 인정하지 않는데 이는 제조사에 너무 많은 인증 비용을 발생시켜 산업 보급 확산에 큰 지장을 주므로 이를 개선하는 것도 필요함을 주장
- (배경 3) 2017년 블라디보스토크 회의에서 중국의 대형 의료기기 (MRI, CT 등)와 우리나라의 대전력 무선전력전송 기기에 대한 각각의 AHG5와 AHG6가 구성되었으나, 상호 간에 연계성이 매우 높으므로 둘을 합쳐 하나의 WG (Working Group)으로 만들기로 만장일치로 합의하여 2018년 부산 회의에서 의결됨

※ CIS/B/783/CD

- 대용량 및 대전력 기기의 용어 정의
- *In situ* measurement를 Type Approval 하기 위해 제안된 「Defined Site」 용어 정의
- 「Defined Site」 구성 방법에 대한 논의
 - 규정 시험장(Defined site) 허용 범위
 - 규정 시험장(Defined site)의 구성 범위
- *In situ* measurement에서는 CE Test를 하지 않는데 이에 대한 개선 방안 논의
- 2021년 7월 화상회의에서 「Large size/ High power에 대한 정의에 너무 많은 의견이 개진되어 대안으로 「Limits and methods for measurements in situ and at defined sites」로 대체하기로 함

② 규정 시험장(Defined site) 측정 방법과 *In-situ* measurement (현장 측정) 방법 분리

- 2021년 11월 CISPR 783 1st CD문서를 회람했으나 회람 결과를 검토하는 과정에서 「규정 시험장(Defined site)」에 대한 반대 의견이 너무 많아, 2022년 4월 회의에서 「규정 시험장(Defined site)」의 측정 방법과 「설치된 상태(In-situ)」의 측정 방법을 나누자는 제안에 대해 투표를 하여 2022년 9월 최종적으로 분리하기로 함

※ 본 투표에 대해 우리나라는 “나누는 것에 반대” 의견 제출
19개 국가 중 반대 2표, 가결 1표로 “나누는 것”으로 승인됨

③ 주요 쟁점에 대한 TF(Task Force) 설립

- 2021년 2월에 TF1(Leader: Mr. Yasutoshi Yoshioka)을 두어 「규정 시험장(Defined site)」에 대한 정의와 측정 방법을 집중적으로 논의하였으나 2022년 4월 「규정 시험장(Defined site)」을 별도로 분리하기로 하여 논의 중단
- 2022년 4월 TF2(Leader: Mr. Kevin Herrling)를 두어 「Researching for missing limit (적절하지 않은 허용기준 연구)」를 수행하며 3차례의 회의를 했고, Class B의 Group 2 허용기준의 초과에 대해 논의하고 있음
- 2022년 8월 TF3(Leader: Mr. Kimihiro Tajima)를 두어 「The pre-scan measurement (사전 스캔 측정)」방법에 대해 논의하며, 2022년 11월 2일에 첫 회의를 개최하였음

다. 추진 이력 및 계획

① CISPR/B/WG7(ISM 기기 - 현장 측정 방법과 대용량/대출력 기기의 측정 방법)

- 2017년 10월 러시아 블라디보스토크

회의에서 우리나라의 의견과 중국의 의견을 받아들여 *In-situ* measurement (현장 측정) (AHG5), 대형·대전력 기기 측정방법 (AHG6)로 나누어 구성하기로 함

- 2018년 10월 우리나라 부산회의에서 두 AHGs가 공통점이 너무 많으므로 굳이 2개의 AHGs를 가져가지 말고 하나의 WG (Working Group) 7으로 통합하여 우리나라와 중국이 공동의장을 맡아 진행
- 2024년 12월까지의 임기를 두기로 함

② 규정 시험장(Defined site) 측정 방법과 *In-situ* measurement (현장 측정) 방법 분리

- 2022년 9월 투표를 거쳐 규정 시험장(Defined site) 측정 방법과 *In-situ* measurement (현장 측정) 방법을 분리함
- 차기 회의는 2023년 6월에 바르셀로나에서 개최 예정

③ 주요 쟁점에 대한 TF(Task Force) 설립

- TF1(Leader: Mr. Yasutoshi Yoshioka)은 규정 시험장(Defined site) 측정 방법이 분리되어 추후 논의하기로 함
- TF2(Leader: Mr. Kevin Herrling)는 Class B의 Group 2 허용기준에 대해 상호 협의했으므로 2023년 6월 차기 바르셀로나 회의에서 결과 발표 후 Close 하기로 함
- TF3(Leader: Mr. Kimihiro Tajima)는 2023년 4월에 화상회의로 개최하기로 함

제4장

나원수(성균관대학
교) 김원진(HCT)

D 소위원회 표준화 동향

제1절 소위원회 개요

제2절 2022년도 주요 회의결과

제3절 주요 표준화 동향분석

▶ 제1절 소위원회 개요

IEC CISPR 산하 D 소위원회는 길이 15 m 미만의 내연기관, 전기 모터 또는 이들 조합으로 구동되는 자체 추진 장비 및 내연 기관 구동장치, 전기자동차의 전기·전자 장비 그리고 모든 자동차용 전기·전자 부품에서 발생하는 전자파 방출의 측정방법과 허용기준을 다루고 있는 소위원회이다. 적용 범위는 도로의 차량, 보트 및 내연기관이 장착된 모든 장비/기계를 포함하되, 철도/트램/전기 트롤리 버스 등의 트랙션 시스템, 길이 15 m를 초과하는 보트 및 로봇 청소기는 제외한다. 이와 더불어, 자동차 및 전장품의 전자파 내성과 관련된 국제표준은 ISO TC22 SC32 WG3에서 담당하고 있으며, 적용의 범위는 CISPR D 소위원회와 동일하다.

D 소위원회 산하에는, 도로나 야외의 건물에서 사용되는 수신기를 보호하기 위한 기준 및 시험방법을 다루는 작업반인 WG1과, 자동차에 직접 장착되거나 및 인접 차량의 수신기를 보호하기 위한 기준 및 시험방법을 다루는 작업반인 WG2가 있다. WG1은 30 MHz 이상의 전기장 방출성능에 대한 국제표준 제·개정을 담당하고 있으며 산하에는 30 MHz 이하의 자기장 방출성능 검증방법을 제정하는 TF LF를 두고 있다. WG2는 기존 12 V/24 V 부품 및 시스템과

더불어 48 V 마일드 하이브리드 부품 및 시스템, 전기차 및 하이브리드 자동차의 고전압 구성부품과 전기차에 탑재되는 충전 장치의 검증 방법에 대한 표준을 담당하고 있다. 또한, CISPR A 소위원회와 함께 전장품 및 차량용 챔버의 검증방법에 관한 논의를 하는 공동 작업반(JWG)을 운영하고 있다.

ISO TC22 SC32 WG3에서는 차량 레벨의 내성(ISO 11451 시리즈), 부품 레벨의 내성(ISO 11452 시리즈), 부품 레벨의 과도성능(ISO 7637 시리즈) 및 차량/부품 레벨의 정전기 내성(ISO 10605) 등의 국제표준 20여 종을 담당하고 있다.

<표 4-1> CISPR D 소위원회(Subcommittee) 구성

구분	역할
D 소위원회	자동차를 포함한 내연기관 및 전기 모터로 구동하는 자체 추진 장치 및 전기·전자 장비 및 부품에 대한 전자파 장해
WG1	도로 또는 야외의 건물에서 사용되는 수신기 보호 (CISPR 12 및 CISPR 36)
WG2	자동차 탑재 및 인접 자동차의 수신기 보호 (CISPR 25)
JWG A-SITE-VALL	자동차용 시험장에 대한 시험장 검증기준 수립 (CISPR 12 / 25 / 36)
ISO TC22 SC32 WG3	자동차 및 자동차 부품에 대한 전자파 내성 (ISO 11451 시리즈, ISO 11452 시리즈)

‘22년 10월 회의를 통해 CISPR D 의장이었던 영국의 Mr. Mike Beetlestone이 은퇴하고, 미국의 Mr. Craig Fanning이 신임 의장으로 선출되어 ‘28년 10월까지 의장을 맡게 되었으며, 간사는 독일의 Mr. Holger Hirsch가 계속 담당하고 있다. CISPR D WG1의 컨비너 역시 영국의 Mr. Mike Beetlestone이 은퇴하고, 영국의 Mr. Mark Emery가 신임 컨비너로 선출되었으며, CISPR D WG2는 미국의 Mr. Craig Fanning이 계속하여 담당하고 있다. ISO TC22 SC32 WG3의 컨비너는 프랑스의 Mr. Ariel Lecca가 은퇴하고, 프랑스의 Mr. Remy Perrot이 신임 컨비너로 선출되었다.

그리고, IEC CISPR D 및 ISO TC22 SC32 WG3의 국제표준에 대한 한국의 대응은 EMC 전문위원회 D 소위원회(간사: 한국정보통신기술협회)가 담당하고 있으며, D 소위원회는 성균관대학교 나완수 의장과 국립전파연구원, 르노코리아자동차, HL만도, 부산테크노파크, 에스엘, 에이치시티, LG전자, 자동차안전연구원, 한국자동차연구원, 한국전파진흥협회, 한국지엠, 현대모비스, 현대자동차 등(가, 나, 다 순) 자동차 관련 기관에서 선정된 전문위원으로 구성되어 활동하고 있다.

제2절 2022년도 주요 회의 결과

CISPR D분과 국제회의는 ISO TC22 SC32 WG3 회의와 함께 8개월 주기로 소집되는데, ‘22년 상반기에는 코로나19로 인해 CISPR D 회의와 ISO TC22 SC32 WG3 회의가 분리되어 온라인 회의로 진행되었다. ISO TC22 SC32 WG3는 1월 10일부터 14일, 4월 4일부터 8일까지 2차례 온라인 회의가 진행되었으며, CISPR D 회의는 4월 25일부터 29일까지 1차례 온라인 회의를 진행하였다.

‘22년 하반기에는 IEC CISPR 총회와 일정에 맞추어 CISPR D, ISO TC22 SC32 WG3 회의가 미국 텍사스 오스틴에서 대면회의로 진행되었으며, ISO TC22 SC32 WG3 회의는 10월 17일부터 21일까지 5일간 진행하였고, CISPR D 회의는 10월 24일에서 27일까지 진행하였다.

독일, 미국, 프랑스, 영국, 일본, 중국, 한국 등 11개국 약 40여 명의 전문가들이 참석하였다. 현재 자동차 전자파 적합성 국제 표준의 제·개정



[그림 4-1] ‘22년 미국 오스틴 회의 참가자 및 신·구임 의장과 컨비너

현황은 그림 4-2와 같이 총 24개 표준 중 CISPR D의 2개 표준, ISO TC 22 SC32 WG3의 10개 표준이 개정 진행 중이다.

CISPR D WG1 회의에서는 CISPR 12 7판 개정 안전인 전기차의 전자파 장애 시험 시 충전 모드 조건의 허용 기준 강화에 대한 국가 질의서 결과(N605)를 리뷰하였고, 허용 기준 개발 TF 구성 및 향후 계획에 대한 논의가 있었고, 실차 시험장 검증 기준 수립에 대한 TF 활동 보고 등 현재 ISO 11451-1/ISO11452-1” 5th CD를 위한 WD 문서(N598)가 작성되었으며, 전기차 충전모드 허용 기준 개발 TF 활동 결과를 반영하여 5th CD 문서를 업데이트할 예정이다. CISPR 36은 침투치 검파기를 이용한 사전 스캔에 대한 순서도의 추가, EV(Electric Vehicle)/RESS(Rechargeable Energy Storage System)/HV(High Voltage) 등의 용어 정의 수정 및 추가, Annex B 불확도 내용

수정 등이 반영된 AMD1의 FDIS 문서(N603) 검토 작업이 완료되어 연내 발행될 예정이다.

자동차 부품의 전자파 방출을 담당하는 CISPR D WG2 회의에서는 ‘21년 발행된 CISPR 25 5판의 후속 개정 작업을 준비하고 있다. 5판의 양이 방대하여 세부 파트로 분리하는 것을 검토 중이며, CISPR 평균치 검파기의 최소 측정시간의 증대에 대한 기술 리뷰(N432), AN의 VDF(Voltage Division Factor) 측정과 적용에 대한 부속서 제정 및 본문 추가에 대한 기술 리뷰(N433)가 있었다.

ISO TC22 SC32 WG3 회의에서는 ISO 표준 제·개정 현황과 제·개정 로드맵을 리뷰하고, 개발 일정 점검 및 수정을 진행하였다. 부품 전자파 내성 - 공통(ISO 11452-1) 5판은 CD 문서(N3131) 및 CD 코멘트(N3156) 검토를 완료하여 DIS 투표를 진행하기로 하였으며, 차량 전자파 내성 - 휴대용 송수신기기(ISO 11451-3) 4판 역시 CD 문서(N3133) 및 CD(N3149) 코멘트

주관 분과	표준 번호	표준 내용	진행 현황
IEC CISPR/D WG1	CISPR 12	차량 전자파 장애 측정 (30 MHz 이상)	7판 개정 중 (CD)
	CISPR 36	차량 전자파 장애 측정 (30 MHz 이하)	AMD 1 개정 중 (FDIS)
IEC CISPR/D WG2	CISPR 25	차량 수신기 장애 및 부품 전도/방사	5판 발행 ('21.12)
ISO TC22 SC32 WG3	ISO11451-1	공통내용	5판 개정 중 (WD)
	ISO11451-2	외부 안테나, 차량 전자파 내성	5판 개정 중 (WD)
	ISO11451-3	송수신기, 차량 전자파 내성	4판 개정 중 (CD)
	ISO11451-4	차량 하네스 전자파 내성	4판 개정 중 (FDIS)
	ISO11451-5	간향실, 차량 전자파 내성	1판 제정 중 (DIS)
	ISO11452-1	공통 내용	5판 개정 중 (CD)
	ISO11452-2	외부 안테나, 부품 전자파 내성	- (3판)
	ISO11452-3	TEM Cell, 부품 전자파 내성	3판 (4판 개정 취소)
	ISO11452-4	부품 하네스 전자파 내성	- (5판)
	ISO11452-5	Stripline, 부품 전자파 내성	- (2판)
	ISO11452-7	RF 직접 주입, 부품 전자파 내성	2판 Amd. 유지
	ISO11452-8	자기장 부품 전자파 내성	3판 개정 중 (DIS)
	ISO11452-9	휴대용 송수신기, 부품 전자파 내성	2판 발행 ('21.10)
	ISO11452-10	가청주파수 부품 전도 내성	- (1판)
	ISO11452-11	간향실 부품 전자파 내성	2판 개정 중 (WD)
	ISO7637-1	공통내용	4판 개정 중 (DIS)
	ISO7637-2	부품 전원선 과도성능	3판 (4판 개정 취소)
	ISO7637-3	부품 신호선 과도성능	3판 (4판 개정 취소)
	ISO7637-4	부품 고전압선 과도성능	- (1판)
	ISO7637-5	정의 및 펄스 검증	- (1판)
	ISO10605	차량/부품 정전기 내성	3판 개정 중 (DIS)

[그림 4-2] CISPR D 및 ISO TC22 SC32 WG3 표준 제·개정 현황

검토를 완료하여 DIS 투표 진행을 결정하였다. 차량/부품 정전기 내성(ISO 10605) 3판은 DIS 문서(N3134) 및 DIS 코멘트(N3166) 검토를 완료하여 FDIS 투표 진행하기로 하였으며, 차량 전자파 내성 - 잔향실(ISO 11451-5) 1판은 DIS 문서(N3127)와 DIS 코멘트(N3158) 검토를 완료하여 FDIS 단계 없이 바로 IS 추진을 결정하였다. 부품 전자파 내성 - 자기장(ISO 11452-8) 3판은 DIS 문서(N3128) 및 DIS 코멘트(N3143) 논의 결과 기술적 변경사항이 발생하여 2nd DIS를 추진하기로 결정했으며, 차량 전자파 내성 - 공통(ISO 11451-1) 5판은 ISO 11452-1 CD 문서(N3131)의 논의사항을 반영하여 WD 문서(N3137) 검토를 마친 후, CD 단계를 건너뛰고 DIS 투표를 진행하기로 하였다. 차량 전자파 내성 - 외부 안테나(ISO 11451-2) 5판은 프로젝트 리더가 WD 문서(N3141)를 리뷰하고, 전문가 간 논의 결과를 반영하여 CD 투표를 진행하기로 하였으며, 부품 전자파 내성 - 잔향실(ISO 11452-11) 2판과 차량 전자파 내성 - 잔향실(ISO 11451-5) 1판은 DIS 문서(N3127)와 하모나이즈 한 WD 문서(N3139)를 리뷰하고, CD 투표를 진행하기로 하였다. C2X 통신에 대한 EMC 가이드인 ISO/TR 17716은 1st WD 문서(N3126)를 리뷰 하였으며, 각 국 전문가 의견을 수렴하여 2nd WD 문서를 업데이트하기로 하였으며, '25년 5월까지 총 36개월 기간 동안 신규 제정할 계획이다. EMC 기능 안전에 대한 가이드인 ISO/TR 7964 역시 1st WD 문서를 리뷰 후 2nd WD 문서로 업데이트하기로 결정했으며, 개발 기간을 24개월에서 36개월로 변경하여 '24년 4월까지 제정 완료하기로 하였다.

차기 회의는 '23년 6월 5일부터 15일까지 스페인에서 대면회의로 진행될 예정이며, CISPR 12 전기차 충전 모드의 허용기준 개발을 위한 TF 회의가 '22년 12월 13일을 비롯하여 한 달에 한

번씩 온라인 회의가 개최될 예정이다.

'22년 회의에서 논의된 주요 기술적인 내용은 다음과 같다.

① CISPR 12 전기차 충전모드 허용기준 검토 현황

○ 추진 배경

- CISPR 12 FDIS 투표 부결('18.10월) : 스위스, 독일, 이스라엘, 스웨덴, IARU는 내연기관의 침투/준침투간 환산계수 20 dB를 전기자동차에 동일 적용하는 것은 부당하다는 의견을 피력함

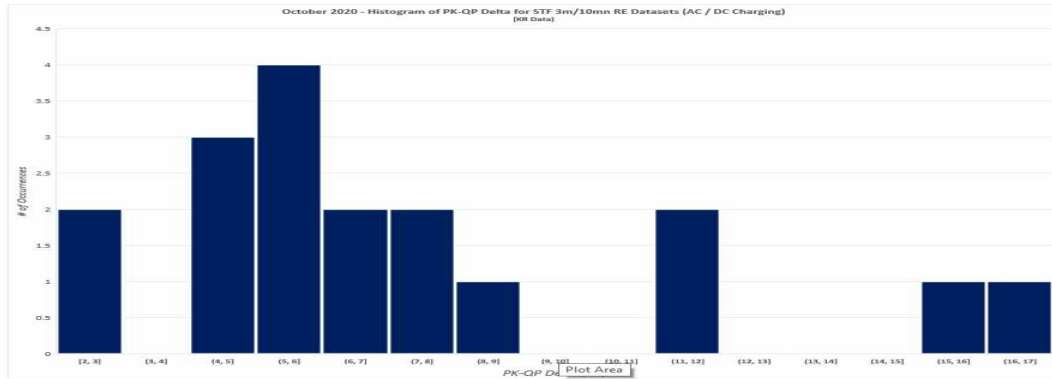
- STF 구성('19.5월) : WG1은 STF(한국 포함 8개국, STF 리더: 영국)를 구성하여, 전기차의 구동 조건, 충전 조건의 측정 결과를 분석하여 대응하기로 결정함. STF는 STF 활동 보고서(N539, N552)를 배포
STF는 '20년 11월부터 '21년 3월까지 추가 활동을 추진하여 전기차 주행 모드와 충전 모드에 대한 침투-준침투 측정 결과에 대한 차이를 분석하여 히스토그램으로 나타내었으며, 완화계수에 대한 검토 결과를 보고(N552)

○ STF 보고내용 1차(N539)

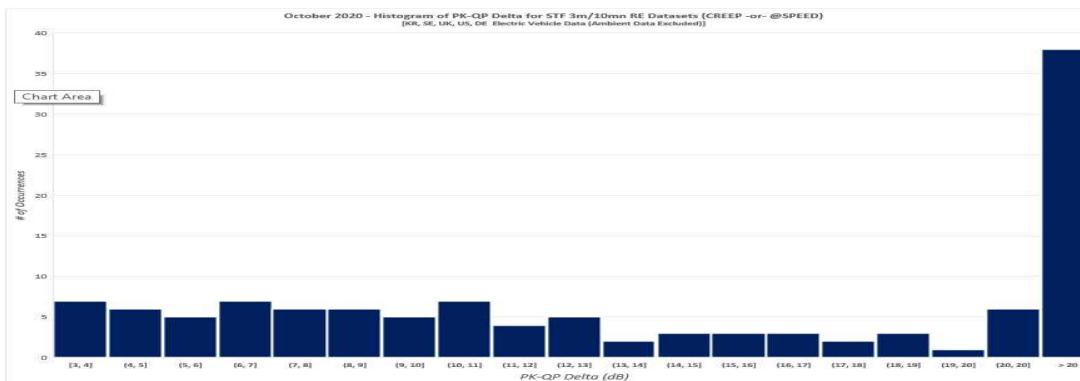
- STF의 대다수는 충전하는 동안 주거환경에 오랜 시간 정지해 있기 때문에 충전 조건에서 간섭 가능성이 크므로, AC, DC 충전 조건에서 더 많은 데이터 확보 및 연구를 통해 침투 허용 기준의 사용을 제한하는 것에 동의
- STF 전문가들은 주행 모드에서 침투-준침투 측정 결과 분석을 통해 완화계수 강화의 필요성을 미동의함

○ STF 보고내용 2차(N552)

- STF는 '21년 3월 회의에서 2차 활동 결과를 보고하며, 전기차 충전 조건에 대해 4개국 21개 차량의 데이터를 분석하여 히스토그램으로 표현한



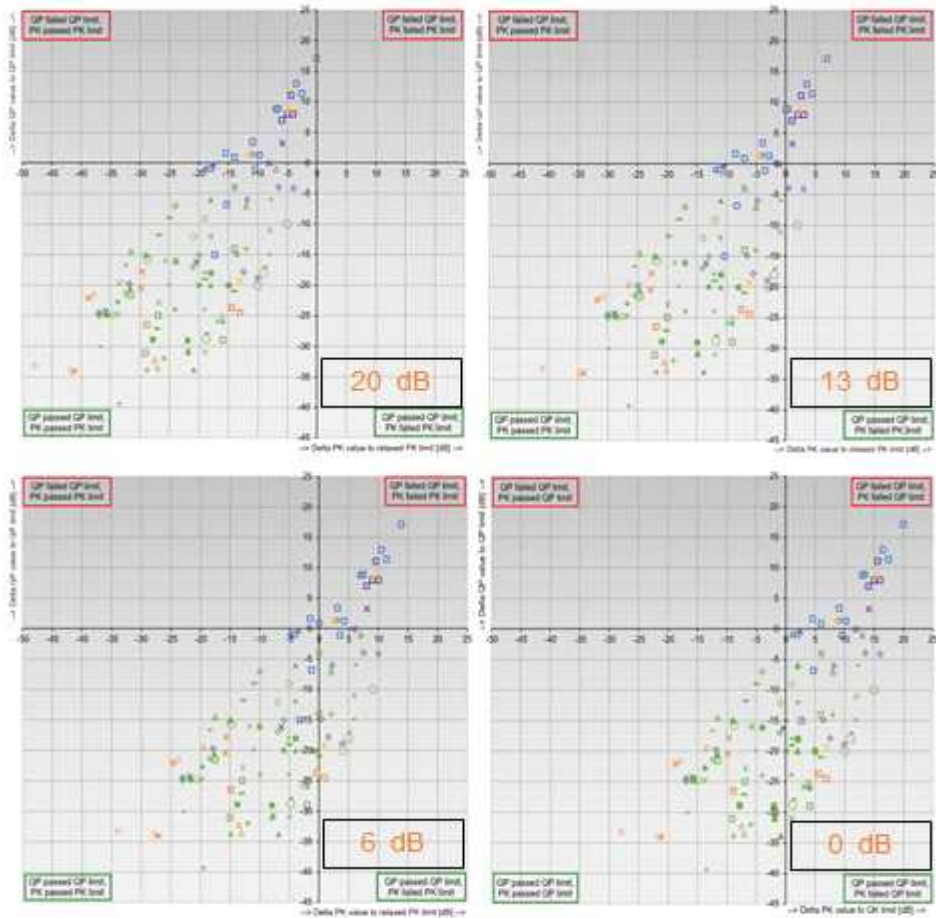
[그림 4-3] 전기차 충전 조건(AC, DC)에서 침두-준침두 측정 결과 분석 히스토그램



[그림 4-4] 전기차 주행 조건(20 - 50 km/h or Creep)에서 침두-준침두 측정 결과 분석 히스토그램

- 결과 침두-준침두 측정 결과의 차이는 3~10 dB가 가장 많으므로 완화계수 20 dB는 적절하지 않은 것으로 결론을 도출함. 그러나 완화계수 10 dB 또는 6 dB 변경에 대한 합의는 없었음
- 5개국 27개 차량의 전기차 주행 조건(20 - 50 km/h or Creep mode)에서의 침두-준침두 전자파 장애 측정 결과를 분석한 히스토그램을 통해 20 dB 이상의 차이가 지배적으로 전기차가 내연기관 차량보다 라디오 주파수에 더 영향을 줄 수 있다는 데이터는 없었다고 보고
 - STF는 전기차 주행 조건은 침두-준침두 완화계수를 변경없이 유지하는 것을, AC, DC 충전 조건에 대해서는 6 dB에서 10 dB로 완화계수를 강화하는 것을 제안

- 전기차 주행/충전 조건에 대한 독일 제안(N566)
 - Horst Behnke(독일 법제처)는 STF의 데이터 분석이 침두-준침두 전자파 장애 측정 결과 간 차이만 분석되었으며, 준침두 허용 기준과 비교하여 분석하지 않았기 때문에 오해의 소지가 있다고 지적
 - 전기차 충전 조건에서 침두-준침두 전자파 장애 측정 결과가 침두-준침두 허용 기준을 만족하는지에 대한 분석을 사분위 그래프로 표현하는 분석 기법을 사용하여 침두-준침두 완화계수가 현재 20 dB일 때와 0 dB, 6 dB, 13 dB일 때와 비교하여 적합한 완화계수를 제안
 - 완화계수가 20 dB일 때 침두 허용기준은



[그림 4-5] 전기차 충전 조건(AC, DC) 침두-준침두 측정 결과와 침두-준침두 허용기준 만족 여부 분석 그래프

만족하지만 준침두 허용기준을 불만족하는 사례가 많으므로 현재 완화계수 20 dB는 적합하지 않다고 주장했으며, 준침두 허용기준을 모두 만족하기 위해서는 최소 6 dB 이내의 완화계수를 사용해야 한다고 제안(사분위 그래프에서 2사분위 영역에 데이터가 없어야 적합한 완화계수로 판단)

○ Q-document 리뷰(N605)

- '22년 4월 온라인 회의에서 전기차 주행 및 충전 조건의 허용 기준에 대한 합의가 이루어지지 않자 허용 기준 개발 방향에 대한

국가 질의서를 작성하여 5월에 회람하여 7월까지 국가 의견을 접수하였다.

- 질의서 내용은 다음과 같다.

- ① option 1 : CD 단계를 유지하며, WG1에서 계속 허용 기준 검토 진행
- ② option 2 : CD 단계를 유지하며, CISPR H와 같이 허용 기준 검토 진행
- ③ option 3 : 금번 개정을 중단하고, CISPR 12를 세부 파트로 나누어 새로운 개정 시작
- ④ option 4 : 개정 작업 중단

- '22년 10월 오스틴 회의에서 국가 의견

P-Member	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4
Australia			yes	
Belgium	yes	abstain	no	no
Canada	no	yes	yes	no
China	no	yes	yes	no
Denmark	no	yes	abstain	no
Finland	no	yes	no	no
France	no	no	abstain	yes
Germany	yes	no	no	no
Italy	yes	no	no	no
Japan	yes	no	yes	no
Korea, Republic of	abstain	yes	no	no
Netherlands	yes	yes	no	no
Norway	no	yes	no	no
Russian Federation	no	no	yes	no
Sweden	no	yes	no	no
Switzerland	no	no	yes	abstain
United Kingdom	no	yes	yes	no
United States of America	yes	no	no	yes

[그림 4-6] 전기차 허용 기준 개발에 대한 국가 질의서 접수 결과

- 접수 결과를 리뷰한 결과, WG1에서 허용 기준 검토를 계속하자는 안건(option 1)은 2년 간 의견 수렴이 되지 않은 상황에서 더 이상 진전이 없을 것이라는 판단에 찬성 7, 반대 11표로 반대하는 국가 다수
- 허용기준 검토를 담당하고 있는 CISPR H와 같이 전기차 허용 기준을 개발하자는 안건(option 2)은 찬성 10, 반대 8표로 찬성하는 국가가 많았으나 CISPR H와 공동 개발을 하게 되면 준첨두치(Quasi-Peak) 허용기준만 허용할 가능성이 크기 때문에 미국, 독일, 프랑스, 일본 등 주요 자동차 제조사가 있는 국가들은 반대한 것으로 추정
 - CISPR 12를 세부 파트로 나누어 새로 개정 작업을 시작하자는 안건(option 3)은 option 1과 같이 전기차 허용 기준 개발이 원활하게 진행되지 않을 것이라는 판단에 찬성 8, 반대 10표로 반대하는 국가들이

더 많았으며, 개정 중단 안건(option 4)는 찬성 3, 반대 15표로 대부분의 국가 반대 의견

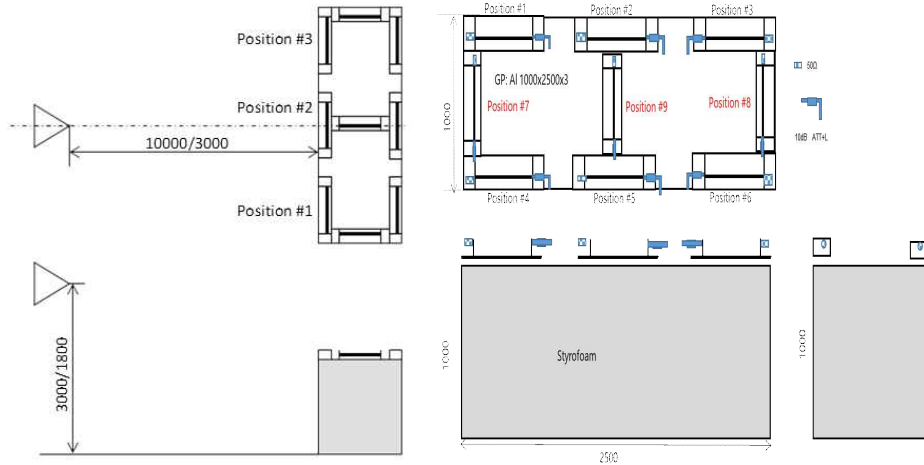
- '22년 10월 회의에서 국가 질의서 결과(N605) 리뷰 후 추가 논의 결과 전기차 주행 조건의 첨두치-준첨두치 간 완화계수를 기존 20 dB에서 13 dB로 강화하는 것에 찬성하였으며, 전기차 충전 조건의 허용 기준은 WG1 내에 TF를 구성하여 추가 데이터 측정 및 분석을 통하여 도출하는 것으로 결정

○ 향후 계획

- 1차 TF 회의는 '22년 12월 13일 온라인으로 진행되며, 한국은 전기차 충전 조건의 전자파 방사 방출 데이터를 분석하여 TF 회의 대응 예정

② CISPR 12 시험장 검증방법 검토 현황

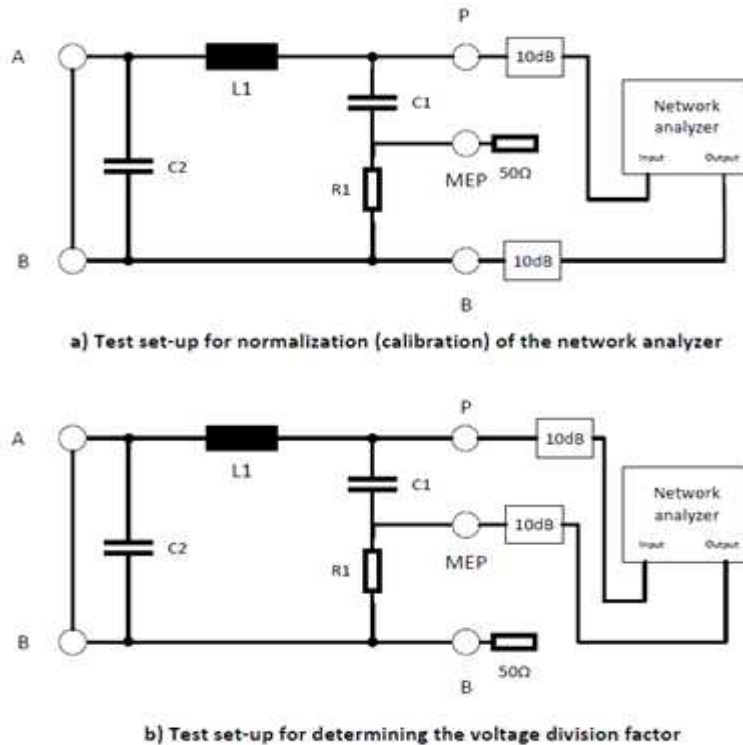
- 추진 배경
 - CISPR 12에 사용되는 시험장에 대한



[그림 4-7] 룡 와이어 안테나를 이용한 차량 시험장 검증 셋업

- 검증방법의 부재로 신규 수립 필요성 제기
- STF 구성('19.5월) : WG1은 TF(한국 포함 8개국, 리더 : 미국)를 구성하여, 시험장 검증 방법을 수립하기로 결정
- o STF 보고내용
 - 시험장 검증 셋업 제안 : CISPR 12 차량 전자파 장애 측정방법과 유사한 검증셋업을 검토중으로 차량 대신 룡 와이어 안테나를 송출 안테나로 사용하여 시험장 감쇠량을 측정하는 방식
 - 기존 시험장은 OTS를 기준으로 하고, OATS 및 ALSE의 상관관계를 분석하는 것으로 추진
 - '20년 오스틴 회의에서 STF 활동 보고(N540)를 한 후 OTS, OATS, ALSE 모든 시험장에서 시험장 검증할 수 있는 방법을 검토하는 것을 목표로 '20년 11월부터 매월 온라인 STF 회의 진행(N549)
 - STF는 '21년 10월 시험장 검증에 대한 Informative annex 초안을 제안(N584)

- STF는 '22년 4월 모든 차량 시험장을 만족할 수 있는 시험장 검증 방법을 계속하여 검토 중으로 보고(N599)
- STF는 '22년 10월 시험장 검증 Informative annex(N584)를 업데이트한 문서(N67rev1)를 리뷰하였으며, 현재 스웨덴, 미국, 독일, 한국의 시험장 검증을 하였고, 내년 초까지 미국, 영국, 프랑스의 추가 시험장 검증 데이터를 분석할 예정
- o 시험장 검증기준 부속서 주요 내용
 - CISPR 25 시험장 검증에 사용되는 룡 와이어 안테나를 송출 안테나로 사용
 - 송출 안테나의 위치는 1 m 위에 떠 있는 1 m x 2.5 m 접지면(이 접지면은 바닥 그라운드에 접지되지 않고 1 m 위에 떠 있음)에 고정하여 총 9개 위치하여 10 m 또는 3 m 떨어진 수신 안테나에서 시험장 감쇠량을 측정함 (1 m x 2.5 m 접지면은 차량을 모사하고, 송출 안테나로 사용되는 룡 와이어 안테나는 차량의 와이어 하네스를 모사)



[그림 4-8] AN 전압 분할 계수의 측정 방법 제안(N433)

- 시험장 검증의 판정은 CISPR 25와 같이 시뮬레이션 기준 값과 측정 결과를 비교하여 90% 이상 허용 오차 ± 6 dB 이내일 것을 요구사항으로 검토 중
 - 일본은 OTS, OATS, ALSE 시험장 및 그라운드 재질에 따른 시험장 검증 결과를 리뷰함
- ③ CISPR 25 전도 방출 시험 시 AN의 VDF(전압 분할 계수) 적용 검토
- 검토 배경
 - 전도 방출 시험 시 AN의 VDF 사용이 강제되어야 하나 CISPR 25는 명확하지 않음
 - 일부 제조사는 허용 기준에 이미 VDF를

반영하였기 때문에 중복 적용하지 않을 것을 명시

- '22년 10월 오스틴 회의에서 독일은 AN VDF의 적용을 본문에 규정하고 VDF 측정에 대한 신규 부속서 추가를 제안(N433)
- CISPR 3판에는 6.2.3 절 본문에 VDF 적용을 하지 않을 것을 명시하였으며, 4판에서는 이 문구가 삭제되고 CISPR 16-1-2: 2014에 언급된 VDF 특성을 사용할 수 있다는 주석을 추가하였으며, 5판 역시 4판과 동일하여 VDF 적용이 강제 사항 아님
- 본문 6.3.4절에 VDF의 사용에 대한 강제 문구를 추가할 것과 부속서 E에 VDF 측정

방법 추가를 제안하여 전문가 만장일치로
6판 차기 개정에 추가하기로 결정

착수하였으며, 주요 개정 내용은 다음과
같음

① 차량 4면의 전자파 내성 시험

<표 4-2> 자동차 전자파 적합성 국제표준 및 법규 제개정 동향

표준 및 법규	내용
ISO 11451-1 차량 전자파 내성 - 공통	- 주파수 확대 및 변조 추가
ISO 11451-2 차량 전자파 내성 - 외부 안테나	- 전기차 AC/DC/WPT 충전 조건 - 차량 여러 방향 시험 시 Calibration 방법 - 2 GHz 이상 4-프로브 Calibration - 차량 길이 및 안테나 빔폭을 고려한 시험 - 다중 협대역 신호 내성 - 자율주행 내성 시험 - 전계 균일도
ISO 11451-5 차량 전자파 내성 - 잔향실	- 차량 잔향실 내성 시험 방법 신규 제정
ISO 11452-1 부품 전자파 내성 - 공통	- 주파수 확대 및 변조 추가
ECE Reg.10	- 전자파 장해 협대역 측정 대체법(RFI) 삭제 - 부품 스트립라인 내성 시험방법 삭제 - 자율주행 정의 및 자율주행기능 검증 요구사항 추가 - 부품 잔향실 내성 시험방법 추가 - 전자파 내성 시험 주파수 6 GHz 확장 - e-Call 기능 검증 요구사항 추가

- ④ ISO 11451-2 차량 전자파 내성(외부
안테나) 개정 현황
- 추진 배경 및 이력
 - ISO 및 ECE Reg.10 개정 동향 : 자율주행
기능 및 전기차 충전의 검증 강화
 - ISO 11451-2 '21년 6월 5판 개정 작업

- ② 전기차 충전 및 자율주행 기능의 전자파
내성 검증 조건 추가(ECE Reg.10 Rev.07
예정)

- ③ C2X 주파수(6 GHz)까지 시험 주파수
확장 검토(ECE Reg.10 Rev.07 예정)

- 자율주행 기능의 전자파 내성(ALSE) 검증

<표 4-3> 자율주행 기능 Radiated immunity

시험 방법	내용
Indoor radiated immunity test	전방 차량, 차선, 통신 안테나(GPS) 등을 시험장에 구현하여 ADAS 내성 시험 레이다, 카메라, 제동, 차선인식 등 대부분의 ADAS 기능을 활성화하여 저속 에서 가속/감속 등 전자파 내성 시험 가능 자동주차, 차선 유지 등 조향에 대한 시험은 다이노모 위에서 불가능
Outdoor BCI immunity test	ECE Reg.10에서 허용하는 시험 방법 시험 주파수 : 20 MHz ~ 2,000 MHz 자동주차 등 고급 ADAS 기능 검증에 적용 가능

- | | |
|--|---------------------------------|
| | 여러 위치의 시스템 시험을 위해 다중 분배기/프로브 필요 |
|--|---------------------------------|
- 방법(N2958)
- 중국은 '22년 4월 온라인 회의에서 차량 전자파 내성 시험 - 외부 안테나 방법에서 자율주행 기능을 검증하기 위한 시험 방법을 제안하였으며, ISO 11451-2가 아닌 별도의 신규 TR로 제정 작업을 시작하기로 결정
- 전계 균일도(Field Uniformity) 요구 사양 추가(N2959)
- 중국은 '22년 4월 온라인 회의에서 차량 전자파 내성 시험 - 외부 안테나 시험장의 전계 균일도에 대한 요구사항을 제안하였으며, WD 문서(N3141)에 포함하기로 결정
 - 기존의 Reference point calibration 시 ADAS 센서의 주요 장착 위치인 차량 전면 범퍼에 대한 전계 균일도 조사 결과 3 ~ 4 dB 편차 발생
 - Reference point에서 2 m/ 2.5 m/4 m 전방에 대한 전계 균일도 사양을 제안하여 WD 문서에 포함되었으며 CD 단계에서 논의하기로 결정
 - ① 1 GHz 이하 : 90 % 이상의 주파수에 대해 전계 균일도 ± 4 dB 이내
 - ② 1 GHz 이상 : 전계 균일도 ± 3 dB 이내
- 차량 여러 방향 시험을 고려한 Reference point 및 4-프로브 calibration

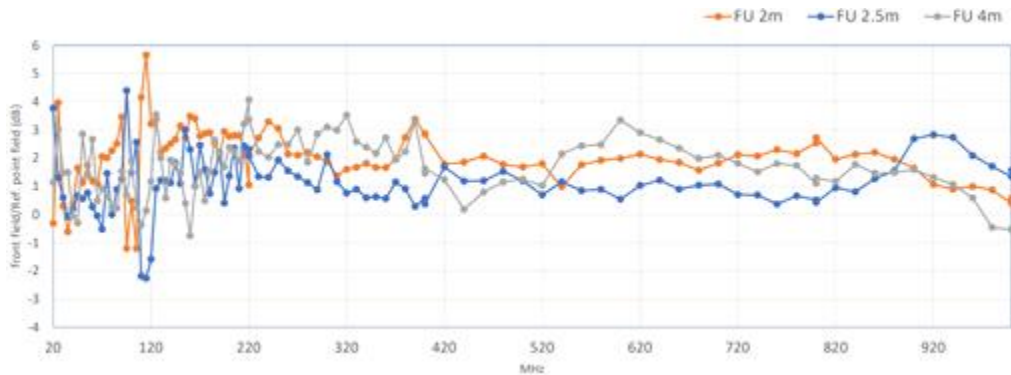


a) Indoor immunity test for the ADAS

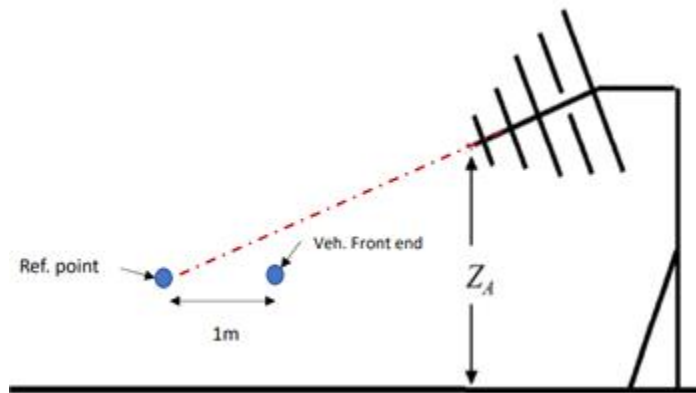


b) Outdoor BCI immunity test for the ADAS

[그림 4-9] ADAS 전자파 내성 시험 방법 제안(N2958)



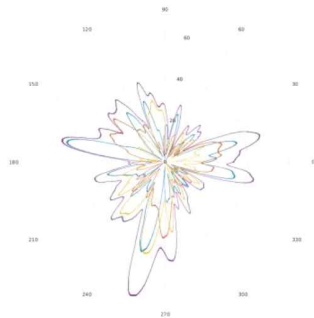
a) 차량 전방 전계 균일도 조사 결과



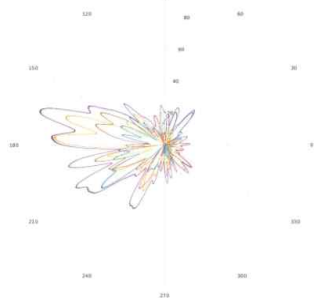
b) 전계 균일도 요구 사양 - 기준점에서 차량 전방 1 m 위치

[그림 4-10] 차량 전방(ADAS 센서 위치) 전계 균일도 요구 사양 제안(N2959)

- 독일은 '22년 4월 온라인 회의에서 전계 calibration 기준점과 2 GHz 이상 대역에서 4-프로브 calibration의 사용을 제안하였으며, WD 문서(N3141)에 포함하기로 결정
- 차량 내부에 필드 프로브를 위치하고, 턴 테이블에서 차량을 회전하면서 내성 시험 시 전계 분포를 조사한 결과 차량 내부 위치 별 전계 균일도 편차가 크기 때문에 시험 방향 별 calibration 기준점 구분 필요
- 2 GHz 이상 기준점에서 35 ~ 154 cm 높이의 전계(평균치) 조사 결과 4-프로브 calibration의 산포가 더 작으므로 2 GHz 이상 주파수도 4-프로브 calibration 할 것을 제안
- o 다중 협대역 신호 내성 시험 신규 부속서(N3075, N3098)
- ISO 11451-5 차량 전자파 내성 잔향실법 등 전자파 내성 시험 시간 단축을 위한 시험방법 검토 필요성 대두되어 '22년 4월 온라인 회의에서 한국은 IEC



a) 1 GHz에서 전계 분포(실내)

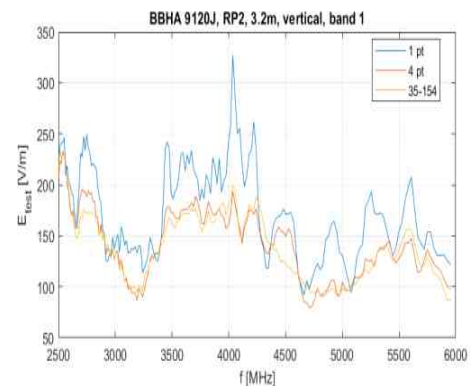
b) 1 GHz에서 전계 분포(트럭)
[그림 4-11] 시험 방향 별 전계 분포 조사(N3099)

61000-4-3의 다중 협대역 신호 내성 시험(Multiple signals testing)과 차량에 적용 시 발생할 수 있는 상호변조(Intermodulation) 조사 결과를 리뷰(N3075, N3098)하고, 자동차 전자파 내성 시험에 적합한 신규 부속서를 제안하여 WD 문서(N3141)에 포함하기로 결정

- IEC 61000-4-3 4판(2020)에 Multiple signals testing 신규 부속서가 추가되어, 한 사이클 동안 여러 신호 시험 시 발생하는 상호변조의 발생 원리 및 증폭기의 선형성 검증, 하모닉스 및 다중 신호 내성 시험에 의한 EUT 성능 판정 절차에 대한 정보를 제공함

<표 4-4> 내성 시험 방향 별 Reference point 제안(N3099)

구분	제안 1	제안 2	제안 3
차 량 정면	Reference point	Reference point	Reference point
차 량 후면	Reference point	Reference point	후방 차측 뒤 0.2 m
차 량 좌/우	Reference point	턴 테이블 중심	턴 테이블 중심



[그림 4-12] 기준점에서 1-프로브 vs. 4-프로브 전계 분포 조사(N3099)

- 차량 전자파 내성(외부 안테나)에 다중 협대역 신호 시험 방법 적용 시 증폭기의 포화/비포화 조건에서 발생하는 상호변조 전기장 세기를 조사하여 상호변조에 대한 허용기준과 차량 전자파 내성 시험에 적합한 신규 부속서를 제안
- 한국은 CD 투표(~'23년 4월)에서 상호변조 전기장 세기 검증 방법 및 부속서 업데이트를 기고할 예정이며, ISO 11451-1(차량 전자파 내성 - 공통) DIS 투표(~'23년 4월)에서 상호변조 정의 및 허용 기준(전 주파수 12 dBc)에 대한 국가 의견을 제출하여 '23년 6월 스페인 회의에서 논의 예정

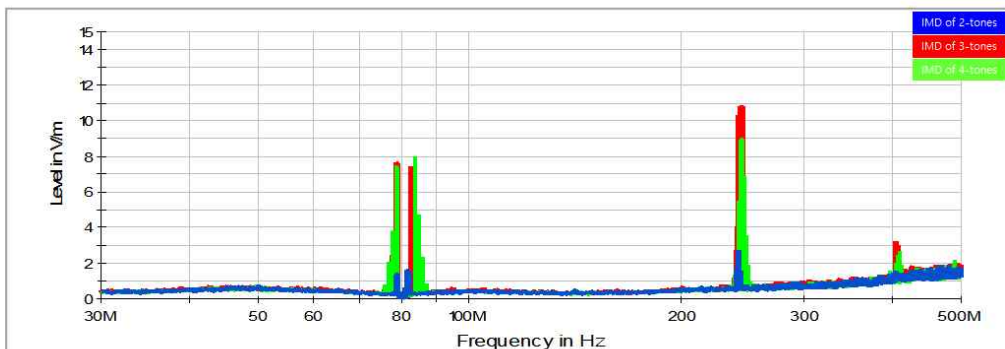
⑤ ISO 11452-1 및 ISO 11452-2 전자파 내성

변조 방식의 변경

- '22년 오스틴 회의에서 논의된 ISO 11452-1 5판 개정에서 독일은 기고문(N3150)을 통해 디지털 통신 및 레이더 펄스의 변조 방식 조사 결과를 리뷰하고, 이에 적합한 신규 변조 방식을 제안하여, PM1이 삭제되고, 신규 변조 PM3가 추가됨. 기고문의 주요 내용은 다음과 같다.
- 2G 통신은 GMSK(Gaussian Mean Shift Keying) 변조 방식으로 4.16 ms(217 Hz)의 프레임 길이와 577 us의 슬롯 길이를 가지고 있으므로 현재 사용하고 있는 PM1 방식과 일치
- 3G 통신은 W-CDMA, TD-CDMA 변조 방식으로 10 ms의 프레임 길이, 677 us 또는 577 us의 슬롯 길이를 가지고 있으므로 듀티 50 %의 1,000 Hz 펄스 변조 또는 대역폭 5 MHz의 AWG가 적합
- 4G LTE 통신은 DC-FDMA, OFDMA 변조 방식으로 다운 링크의 프레임 길이는 10 ms,

서브 프레임의 길이는 1 ms, 슬롯 길이는 0.5 ms로 3G와 마찬가지로 듀티 50 %의 1,000 Hz 펄스 변조 또는 대역폭 5 MHz의 AWG가 적합

- 5G NR은 QPSK/QAM/BPSK 변조 방식으로 다운 링크의 프레임 길이는 10 ms, 서브 프레임의 길이는 1 ms, 슬롯 길이는 1 ms에서 62.5 us로 듀티 50 %의 1,000 Hz 펄스 변조 또는 대역폭 100 MHz의 AWG가 적합
- IEEE 802.11 a/b/g/n/ac/ad/ax WLAN은 QAM 변조 방식으로 듀티 50 %의 1,000 Hz 펄스 변조 또는 802.11n에 대하여 대역폭 20 MHz의 AWG, 802.11 ac/ax에 대하여 대역폭 160 MHz의 AWG가 적합
- Bluetooth는 GFSK, DQPSK, FHSS 등 1,600 Hz의 주파수 호핑 방식으로 듀티 50 %의 1,600 Hz 펄스 변조가 적합
- 레이더 펄스 대역 L-band(1,200 ~ 1,400 MHz)는 Ton 3 us, 주기 3.333 ms로 PM2와 일치하나 더 이상 사용하지 않는



[그림 4-13] 다중 협대역 신호 내성 시험 시 증폭기 포화에 의해 발생하는 상호변조(N3075)

서비스업.

<표 4-5> 전자파 내성 변조 방식의 변경

구분	기존	변경
PM1	800 MHz ~ 1.2 GHz 1.4 ~ 2.7 GHz	삭제
PM2	1.2 ~ 1.4 GHz 2.7 ~ 18 GHz	2.7 ~ 3.1 GHz
PM3	—	380 MHz ~ 18 GHz

⑥ 관련 표준 및 법규 리아중

○ ISO/TC 69

- Mr. Tsukahara는 전기차 충전 장치 표준을 담당하는 TC 69 현황을 리뷰(N609)
- 온보드 충전 장치 EMC 표준인 IEC 61851-21-1은 현재 2판 CD 단계 진행중이며, IEC 61000-4-13(하모닉스 내성), IEC

61000-4-19(차동 모드 전도 내성), IEC 61000-4-11(16 A 이하 Voltage dip), IEC 61000-4-34(16 A 이상 Voltage dip)을 따르는 것을 검토 중

- 온보드 충전 장치의 충전 전류 조건을 정격의 80 %로 하는 것과 75 kVA 이상의 DC CPT 포트 전도 방출 허용 기준에 대한 이슈가 있음

○ CISPR/B

- Mr. Tsukahara는 CISPR/B CISPR 11 WPT 표준 진행 현황을 리뷰(N610)
- CISPR 11 개정 작업은 7개의 주제로 분리하여 작업 후 CDV 가결

- ① WPT EV 시스템 공통/셋업/동작모드
- ② 용어 정의 등
- ③ Radio beam WPT 요구사항
- ④ 다양한 형태의 로봇에 대한 요구사항
- ⑤ 전도 방출 허용기준
- ⑥ 1 GHz 이상 그룹 1 기기에 대한 요구사항

Modulation Proposal for ISO 11451-1 (Reference Document: N3137 - 1 st WD for ISO 11451-1)		Modulation Proposal for ISO 11452-1 (Reference Document: N3131 - ISO 11452-1 for CD)	
Modulation	Frequency range	Modulation	Frequency range
CW	10 kHz - 18 GHz	CW	15 Hz - 18 GHz
AM (1kHz, 80%)	10 kHz - 800 MHz	AM (1kHz, 80%)	10 kHz - 800 MHz
PM Type 1:	800 MHz - 1.2 GHz 1.4 GHz - 2.7 GHz NOTE: Depending on national frequency allocations, PM Type 1 may also be used starting at 380 MHz.	PM Type 1:	800 MHz - 1.2 GHz 1.4 GHz - 2.7 GHz NOTE: Depending on national frequency allocations, PM Type 1 may also be used starting at 380 MHz.
PM Type 2:	1.2 GHz - 1.4 GHz 2.7 GHz - 2.9 3.1 GHz	PM Type 2:	1.2 GHz - 1.4 GHz 2.7 GHz - 2.9 3.1 GHz
PM Type 3:	452 MHz - 18 GHz	PM Type 3:	452 MHz - 18 GHz

[그림 4-14] 3G/4G/5G 통신 및 레이더 펄스에 적합한 신규 변조 방식의 제안(N3150)

- ⑦ 무선이 가능한 제품에 대한 요구사항
 - 7개의 아이템이 병합된 FDIS에 WPT 30 MHz 이하 허용 기준이 포함되지 않은 것을 사유로 부결되어 Adhoc 그룹에서 허용 기준 논의 예정
 - ECE R.10 Rev.07
 - Mr. Ariel Lecca는 자동차 및 전장품의 유럽 전자파 적합성 법규 ECE R.10 개정 현황에 대해 리뷰
 - Rev.07에 반영이 확정된 사항으로는 전자파 내성 시험 주파수를 6 GHz 까지 확장, Long vehicle 정의 추가, ADAS/AVAS/e-Call 내성 검증에 대한 부속서 추가가 있으며, 차량의 정전기 내성, 저주파 자기장 방사 방출, 20 MHz 이하의 전자파 내성 시험 등 논의 예정
 - '22년 10월에 Informal document를 논의하고, '23년 4월에 Formal document 제안 예정
- ⑦ TR 17716 C2X에 관한 EMC 기술 보고서 진행 현황
 - '20년 3월 오스틴 회의에서 C2X에 대한 EMC TR을 한국과 중국이 공동 프로젝트 리더를 맡아 신규 제정하기로 함. '21년 10월 온라인 회의에서 TR NWIP 초안 리뷰를 진행하고 전문가들의 의견을 수렴
 - NWIP 초안(N3034)에는 C2X(DSRC-IEEE 802.11p), C-V2X(Cellular/PC5), GNSS 등 차량에서 사용되는 C2X/V2X 통신에 대한 전자파 내성 시험 시 부품과 차량에서 고려해야 할 기술적인 내용과 EMC 검증 시 권고하는 셋업 및 시험 시나리오에 대해 기술되어 있음
 - 전문가들은 시험 셋업에 대한 내용은 TR에서 제외되어야 하며, C2X에 대한 EMC 고려 필요성을 좀 더 강조할 필요가 있다고 언급하였으며, '22년 4월 회의까지 WD 초안을 리뷰하기로 결정
 - '22년 4월 온라인 회의에서 컨비너는 한국, 중국 2명의 프로젝트 리더와 함께 NWIP 업데이트 문서(N3105)를 리뷰하였고, SC32에 TR 런칭을 제안하기로 결정
 - SC32에서 ISO/TR 17716으로 신규 제정하는 것으로 결정되었으며, '22년 10월 오스틴 회의에서 한국 프로젝트 리더는 1st WD 문서(N3171)를 리뷰하였으며, 주요내용은 다음과 같다
 - V2X 정의, 적용현황, 관련 법규 및 규격 현황, V2X EMC 사례 소개
 - 부품 및 실차 V2X RI 시험 소개 : 통신의 연결, 모니터링 파라미터 및 모니터링 결과의 판단, V2X 시나리오 등
 - 통신별 RF 사양 및 환경 소개 : 주파수, 변조, 수신강도 등
 - 23년 4월까지 2nd WD 문서 업데이트 하여 6월 스페인 회의에서 리뷰 예정

▶ 제3절 주요 표준화 동향 분석

1. CISPR 12 Ed.7

가. 기본정보

분과	CIS D/WG1	프로젝트 명 표준번호 (선택)	CISPR 12 Ed.7
현재 상태	CD (‘22.11)	완료 시기	2023.11
표준(안) 명칭 (영문)	Vehicles, boats and internal combustion engines - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement for the protection of off-board receivers		
표준(안) 명칭 (국문)	자동차, 보트와 내연 기관 - 무선 방해 특성 - 차량외부 수신기의 보호를 위한 한계 및 측정 방법		

나. 주요 내용

- 자동차, 보트 및 내연기관 등에 의해 주거환경에서 30 MHz에서 1,000 MHz의 주파수 범위에서 사용되는 방송 수신기를 보호할 수 있도록 허용 기준을 제공하는 것을 목적으로 하며, CISPR 12 Ed.7은 2009년에 개정된 Ed.6.1의 개정 작업 결과로서 표준에서 명시하고 있는 표현의 개선 외에 다음과 같은 변경사항이 적용됨
- 전기차(EV) 및 플러그인 하이브리드차(PHEV)의 충전 조건 시험 셋업 추가
- 차량에 대한 안테나 기준위치 재정의
- 형식 승인 및 제품 감시를 다루는 문구 (부속서 F) 삭제
- 측정 장비의 불확도에 대한 부속서 추가 (부속서 H 및 부속서 I)

- 충전 조건에 사용되는 네트워크를 기술하는 부속서 추가 (부속서 G)
- 이 표준에 적용되는 차량, 보트 및 장치를 3개 그룹으로 분류하고 각각에 해당하는 허용 기준 적용
- '22년 4월에 진행된 온라인 회의의 주요 내용은 다음과 같다.
- 5th CD 문서(CIS/D/482/CD) 회람 결과, 코멘트(CIS/D/WG1/N597)가 작성되어 이에 대해 논의함
- [캐나다] “불완전한 차량(Incomplete vehicles)” 문구를 “불완전한 차량/보트/장치(Incomplete vehicles/boats/devices)”로 대체하는 것을 제안하여 만장일치 가결되었고, “불완전”에 대한 정확한 의미에 대한 주석을 추가하기로 결정
- [스위스] 3.1.10 주석의 “보조 연소 엔진(Auxiliary combustion engine)”과 3.1.13 주석 2의 “발전기(Electric power generator)”의 차이점이 모호하고, 보조 연소 엔진에 하이브리드 자동차가 포함될 수도 있으므로 3.1.10 주석 삭제
- [스위스, 캐나다] 3.1.21 “플러그인 하이브리드 자동차”를 삭제하고, 3.1.13 “하이브리드 전기 자동차”로 대체하고, 하위 정의로 “병렬 하이브리드 추진”과 “직렬 하이브리드 추진”을 추가하기로 결정
- [스위스, 캐나다] “Traction battery” 정의를 REESS로 대체하는 것을 제안하였으나 유지하기로 결정
- [스위스] “차량(Vehicle)”의 구분에

대해서 “기기(Device)”와 같이 “대형 차량”과 “소형 차량”으로 구분하고, “소형 차량”에 대해서는 IEC 61000-6-3의 시험 방법과 허용 기준을 적용할 것을 제안했지만 부결됨

- [미국] 차량 시험장에서 대부분 프리 앰프를 사용하지 않으므로 강제 문구 수정하기로 결정
- [미국] 전기차 주행 조건 측정 시 침투치 검파기의 스캔 시간을 100 ms/MHz에서 1 s/MHz로 늘리는 것을 제안했으나 측정 시간이 길어지는 것에 대한 우려로 부결되었으며, CISPR 25에 있는 측정 시간에 대한 문구를 추가하기로 결정
- [미국] “자유 공간 안테나 인자(Free-space antenna factor)” 용어를 “자유 공간에 가까운 안테나 인자(Near free-space antenna factor)”로 변경하는 것을 제안 [캐나다] ANSI C63.5에서 “자유 공간에 가까운 안테나 팩터”는 Log-periodic 안테나와 Hybrid 안테나에 대해 적용되지만, 바이코니컬 안테나 및 다이폴 안테나에 대해서는 해당되지 않음을 설명 [WG1] 미국의 제안에 동의하지 않는 것으로 결정했으며, 미국은 구체적인 제안을 준비하기로 결정
- [전기차 허용 기준에 대한 국가 질의서] 전기차 허용 기준에 대한 전문가 의견이 일치하지 않기 때문에 향후 작업에 대한 국가 질의서(CIS/D/WG1/N600)를 작성. 질의서 내용은 ① 7판의 개정 작업을 중단하고 6판을 유지, ② 프로젝트 종료 후 시험 방법, 허용 기준 등 세부

파트로 나누어 병렬 프로젝트를 새로 시작, ③ 허용 기준에 대한 합의가 이루어지지 않으므로 CISPR 16-4-4 통계 방법에 근거한 허용 기준(전기차 주행 조건은 침투-준침투 완화계수 9.5 dB, 전기차 충전 조건은 3.5 dB)의 도출 등으로 작성될 예정

- '22년 10월 오스틴에서 진행된 대면 회의의 주요 내용은 다음과 같다.
- [Q 문서 회람 결과 리뷰] WG1은 전기차 침투-준침투 허용 기준의 완화 계수에 대한 각 국가 전문가 의견이 일치하지 않아 CISPR 12 7판 개정 방향에 대한 국가 질의서(CIS/D/484/Q)를 회람하고 그 결과를 리뷰함. ① WG1에서 계속 CD 작업을 진행하는 안건에는 P멤버 반대가 4표가 많아 부결되었고, ② CISPR/H와 같이 허용 기준을 검토하여 CD 작업을 계속하는 안건은 P멤버 찬성이 2표가 많아 가결되었으며, ③ CISPR 12를 세부 파트로 분리하여 다시 개정 작업을 시작하는 안건은 P멤버 반대가 2표가 많아 부결되었으며, ④ 7판 개정 작업을 중단하는 안건은 반대 12표로 부결됨
- [전기차 허용 기준 검토 방향 논의 결과] Q 문서 회람 결과 리뷰 후 전문가들은 국가 투표 결과에서 확실한 다수 의견을 찾기 어려웠다는데 공감하고, 전기차 허용 기준 검토 방향에 대한 논의를 진행하였으며 주요 내용은 다음과 같음. ① 전기차 주행 조건에 대한 허용 기준은 최신 CD 문서를 기반으로 검토 ② CISPR/D에서 먼저 허용 기준을 검토한 후 CISPR/H와 공동으로 검토하기로 결정 ③ 전기차 주행 조건의

첨두치 허용 기준은 준첨두치 허용 기준 + 13 dB로 결정, 전기차 충전 조건의 허용 기준은 TF를 구성하여 검토하기로 함. TF는 7개국 12명 전문가로 구성되었으며, 한국은 현대차, 에이치시티 3명의 전문가가 참석하기로 결정

- [차량 시험장 검증 STF] Mr. Fanning은 STF 보고서(CIS/D/WG1/N606)를 통해 지속적으로 OTS, OATS, ALSE의 시험장 검증 데이터를 수집하고 있으며, 추후 미국, 스페인, 프랑스의 데이터를 더 수집하여 분석할 예정이라고 리뷰. 시험장 검증 부속서(CIS/D/WG1/N607) 회람 완료

다. 추진 이력 및 계획

- '07년에 6판이 발간되고 '09년 CISPR 12 부속서를 개정한 6.1판이 발간된 후 '14년 5월 7판을 개정하기로 결정(D/399/DC, D/404/INF, D/422/RM, D/415/RR). 주요 개정사항은 전기차 및 하이브리드차의 충전 모드를 반영하는 것임.
- 1st CD문서(CIS/D/417/CD)는 '14년 5월에, 2nd CD문서(CIS/D/427/CD)는 '15년 11월에 진행되었으며, 3rd CD(CIS/D/428A/CC)는 '16년 5월에 승인
- '18년 4월부터 CDV 회람결과(CIS/D/444/RVC), P멤버 72.2 % 찬성(기준 : 66.7 % 이상), 전체 20.8 % 반대(기준 25 % 이하)로 가결
- '18년 10월부터 11월까지 FDIS(CIS/D/449/FDIS)를 회람하였으며, 12월 회람 결과(CIS/D/454/RVD) P 멤버 60.0 % 찬성(기준 : 66.7 % 이상), 전체 33.3 % 반대(기준 25 % 이하)로 부결

- '19년 2월 15일부터 4월 12일까지 CISPR 12 Ed.7의 후속처리 방안에 대한 문의(CIS/D/458/Q) 결과, CD단계에서부터 재검토하는 것으로 의결(CIS/D459/RQ)
- '19년 5월 바르셀로나 회의 및 '20년 3월 오스틴 회의에서, FDIS 문서를 보완하여, '20년 6월 신규 3rd CD(CIS/D/467/CD)를 회람하고, '20년 10월까지 국가 코멘트(D/468/CC) 접수함
- '21년 3월, 5월 온라인 회의에서 CD 문서를 보완하여 '21년 7월부터 9월까지 4th CD(CIS/D/474/CD)를 회람
- 4th CD에 대한 국가 코멘트를 '21년 11월 온라인 회의에서 검토하고, '21년 12월부터 '22년 3월까지 5th CD(CIS/D/482/CD)를 회람
- '22년 4월 온라인 회의에서 5th CD 코멘트(CIS/D/485/CC)를 검토하고, 7판 CD 개정 작업 방향에 대한 국가 질의서(CIS/D/484/Q)를 검토하여 '22년 5월부터 7월까지 회람하여 국가 의견 접수
- '22년 10월 오스틴 회의에서 국가 질의서 결과 리뷰 후 전기차 충전 허용 기준 TF 구성하였으며, 차기 회의는 '23년 5월 스페인에서 진행될 예정

2. CISPR 25 Ed.5

가. 기본정보

분과	CIS D/WG2	프로젝트 명 표준번호 (선택)	CISPR 25 Ed.5
현재 상태	IS	완료 시기	2021.12
표준(안) 명칭 (영문)	Vehicles, boats and internal combustion engines - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurements for the protection of on-board receivers		
표준(안) 명칭 (국문)	자동차, 보트와 내연 기관 - 무선 방해 특성 - 차량 내부 수신기의 보호를 위한 한계 및 측정 방법		

나. 주요 내용

- '16년 10월 Ed.4 개정 직후부터 Amd.1을 추진하였으나 변경범위가 확장되어 '18년 10월 부산 회의에서 Ed.5로 변경되었고, 3년간의 개정 작업 끝에 '21년 12월에 발행되었으며, 주요 변경내용은 다음과 같다.
 - 신규 주파수 밴드 추가
 - 디지털 방송 및 모바일 서비스에 대한 허용 기준 및 리시버 설정값 정의 추가
 - 부속서 F의 TEM cell 시험방법 삭제
 - 측정불확도 부속서 추가
 - Ed.4의 전반적인 개정 등
- '21년 10월 온라인 회의에서 FDIS 검토 완료 후 방대한(p.372) 5판을 5~6개 세부 파트로 분리하여 6판 개정 작업하는 것을 결정
 - Part 1: General (Clause 4.5.6, Annex A/E/G/H/I)
 - Part 2: Measurement of emission received by an antenna on the same

vehicle(Claude 5, Annex B/C/D)

- Part 3: Measurement of components and modules: Conducted emission (Clause 6.1 ~ 6.4)
- Part 4: Part 4 : Measurement of components and modules: Radiated emission (Clause 6.1, 6.2, 6.5)
- Part 5 or 1: Uncertainty (Annex J/K/L/M)
- Part 6 or 5: Shielded HV systems
- '22년 4월 온라인 회의에서 Ed.5의 명백한 기술적 오류와 오타 등에 대해 논의하여 Corrigendum 발행하는 것을 검토
 - [프랑스] 측정 시간과 분해능에 대한 수식을 CISPR 16-2-1과 동일하게 수정
 - [독일] Table 9의 허용 기준 오기에 대한 수정(57 → 47)
 - [일본] Table F.1 내 DABIII 주파수가 동일하지 않은 것을 일치시킴
- '22년 10월 회의 주요 내용은 다음과 같다.
 - 6판 개정 작업에서 5판을 공통/차량/부품 3개 파트로 분리하기로 결정하였고, 미국 전문가들이 초안 작업 진행 예정
 - [일본] 6판을 공통/차량/부품 단위의 3개 파트로 나누고, Part 3 부품 파트를 LV/HV 구동 전압 기준으로 나누는 Plan A와 CE/RE 등 시험 방법을 기준으로 나누는 Plan B 중 하나를 결정하여 개정할 것을 제안(N428)
 - [프랑스] Part 3를 구동전압으로 구분하는 것 보다 시험방법으로 구분하는 Plan B가 더 적합

[미국] Part 3에서 공통내용을 다시 추가하는 것 보다 Part 1 공통내용에 포함하는 것이 더 적합

- [독일] 전도 방출 측정 시 AN의 VDF(전압 분할 계수)를 적용할 것과 VDF를 측정하는 부속서 E를 제안(N433)하였으며, 전문가 만장일치로 채택

- [독일] CISPR AV 검파기 사용 시 CISPR 16-1-1에 정의된 최소 측정 시간이 의심스러우며, 간헐적이거나 비정상적인 협대역 교란을 측정하기 위해서는 최소 측정 시간을 1초 이상으로 해야 함을 본문 Table 2에 주석으로 추가할 것을 제안(N434)

[프랑스] CISPR 16-1-1의 측정 시간 정의가 다소 불분명함

[미국] CISPR/A 전문가 Mr. Medler가 Table 2 최소 측정 시간은 정확하다는 것을 확인함

[컨비너] 이에 대한 논의는 차기 회의에서 계속 검토될 예정

기로 논의하고, '19년 2월에 검토 보고서를 제출(CIS/D/456/RR)

- '19년 2월 CISPR 25 Ed.5의 CD 문서(CIS/D/457/CD)를 발간하여 5월까지 검토 의견을 수렴(CIS/D/460/CC)
- '20년 8월 CISPR 25 Ed.5의 CD 문서(CIS/D/466/CDV)를 발간하여 10월까지 검토 의견을 수렴
- '20년 8월부터 CDV 문서(D/466/CDV)가 회람되어 '20년 11월 온라인 회의, '21년 3월, 5월 온라인 회의를 통해 문서 검토를 완료하고 FDIS 문서 초안을 작성
- '21년 10월 FDIS 문서(D/477/FDIS)를 검토하고, 투표(D/480/RVD) 완료하여, '21년 12월 16일에 5판 발행 완료 후 6판 개정 방향에 대해 논의
- '22년 4월 온라인 회의를 통해 5판 기술적 오류 및 오타를 수정하여 코리겐덤(D/N425)을 발행하기로 함
- '22년 10월 오스틴 회의에서 6판을 3개의 파트로 분리하기로 하였으며, 미국 전문가들이 초안 작업을 진행하기로 하였으며, 차기 회의는 '23년 6월 스페인에서 진행될 예정

다. 추진 이력 및 계획

- '16년 10월 CISPR 25 4판이 발행되었고 '17년 10월 코리겐덤 1이 발행되었으나, 디지털 방송 및 모바일 서비스 대역 및 허용 기준 추가, FDIS 단계에서 접수된 기술제안, 등을 포함한 Amd.1를 진행기로 '18년 1월에 국가 별 의견요청(D/441/DC)하였으며, '18년 4월 의견 수렴(D/442/INF)하여 진행하기로 결정
- AMD의 변경범위가 확장되어 '18년 10월 부산 회의에서 Ed.5로 변경하여 진행하

3. CISPR 36 Amd.1

가. 기본정보

분과	CIS D/WG1	프로젝트 명 표준번호 (선택)	CISPR 36 Amd.1
현재 상태	CDV (‘22.10)	완료 시기	2022.12
표준(안) 명칭 (영문)	Vehicles, boats and internal combustion engines - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurements of radiated field below 30 MHz		
표준(안) 명칭 (국문)	자동차, 보트와 내연 기관 - 무선 방해 특성 - 30MHz 이하 주파수 대역에서 전자파 방사 자기장 허용기준 및 측정방법		

나. 주요 내용

- 중국법규 GB/T 18387-2008의 기술적 보완을 위해 CISPR 36 제정 착수하였으며, 1판의 주요 내용은 다음과 같다.
 - 40 km/h로 주행하는 고전압 구동시스템에서 발생하는 저주파(150 kHz ~ 30 MHz) 자기장 규제
 - 루프 안테나의 동축 및 동면 방향에 대한 측정 (안테나 높이: 1.3 m)
 - 측정거리 3m에서 차량의 전/후/좌/우 4면의 자기장 최대값(Peak) 측정
- Amd.1의 주요 내용은 다음과 같다.
 - EV 용어 정의 수정
 - RESS, HV 용어 정의 추가
 - 침투치 검파기를 이용한 사전 스캔 플로우 차트 추가 및 침투치 검파기 파라미터 추가
 - 측정 불확도 Informative로 변경
- ‘22년 4월 온라인 회의에서 프로젝트 리더 Don Seyerle는 CD 코멘트 반영 및 편집을 완료하여 ‘22년 7월까지 CDV 문서(CIS/D/483/CDV)를 회람하였으며, ‘22년 10월 오스틴 회의에서 FDIS 없이

바로 발행하기로 결정

다. 추진 이력 및 계획

- ‘12년 10월 프랑스의 30 MHz 이하 복사장의 기준과 측정방법에 대한 표준화 작업(D/402/NP)을 제안하였으며, ‘13년 3월 CISPR 36 프로젝트가 승인됨(D/406/RVN)
- ‘20년 3월 오스틴 회의에서 FDIS 단계를 거치지 않고 ‘20년 7월 1판 발행하였으며, 수정사항은 Amd. 1으로 대응하기로 결정
- ‘21년 3월 온라인 회의에서 Amd.1 작업을 결정(CIS/D/471/RQ)하였으며, ‘21년 7월까지 1st CD 문서(CIS/D/473/CD)를 회람
- ‘21년 12월 온라인 회의에서 Amd.1 CD 코멘트(CIS/D/WG1/N574)를 논의하여 CDV 진행하기로 결정
- ‘22년 5월부터 7월까지 CDV 문서(CIS/D/483/CDV)가 회람되어 ‘22년 10월 오스틴 회의에서 FDIS를 거치지 않고 바로 발행하기로 결정하여 ‘22년 12월에 발행 예정

4. ISO 11451-1 Ed.5

가. 기본정보

분과	ISO TC22/ SC32/WG3	프로젝트 명 표준번호 (선택)	ISO 11451-1 Ed.5
현재 상태	WD	완료 시기	2025.03
표준(안) 명칭 (영문)	Road vehicles - Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy - Part 1: General principles and terminology		
표준(안) 명칭 (국문)	자동차 - 협대역 방사성 전자기 에너지에서 발생하는 전기적 외란에 대한 차량 평가 방법 - 공통 내용		

나. 주요 내용

- ISO 11451 시리즈 자동차 전자파 내성 시험 방법에 대한 공통 내용으로 ISO 11451-5 차량 잔향실 내성 1판 제정 내용 반영, CISPR 5판 및 CISPR 12 7판 CD에 업데이트 된 AN 기술적 내용 일치, ISO 11452-1 일치화 등을 목표로 5판 개정이 시작됨
- '22년 4월 온라인 회의에서 프로젝트 리더 Mr. Remy Perrot(프랑스)는 WD 문서에 포함할 아이템(N3073)을 리뷰하였으며, 주요 내용은 다음과 같다.
 - 레이더 펄스 및 4G/5G 디지털 통신 변조 방식 추가
 - 멀티플 시그널 테스트
 - AN 기술적 업데이트
 - 측정 불확도 업데이트
 - 광대역 신호 발생에 대한 내용 추가
- '22년 10월 오스틴 회의에서 1st WD 문서(N3037)을 리뷰하였고, 먼저 논의된 ISO 11452-1 CD 문서(N3145) 및 코멘트(N3156) 검토 결과를 동일하게 반영 후 CD 단계 없이 바로 DIS 투표 진행하기로 결정

다. 추진 이력 및 계획

- '20년 11월 온라인 회의에서 5판 개정하는

것을 논의하여 Mr. Remy Perrot(프랑스)을 프로젝트 리더로 선정하여 '21년 6월 NP 승인

- '22년 4월 온라인 회의에서 WD 문서에 포함할 아이템(N3073)을 검토
- '22년 10 오스틴 회의에서 1st WD 문서(N3037) 리뷰 및 ISO 11452-1 CD 문서(N3145) 및 코멘트(N3156) 논의 결과를 동일하게 반영 후 CD 단계를 생략하고 DIS 투표 진행하기로 결정

5. ISO 11451-3 Ed. 4.0

가. 기본정보

분과	ISO TC22/ SC32/WG3	프로젝트 명 표준번호 (선택)	ISO 11451-3 Ed. 4.0
현재 상태	CD	완료 시기	2024.06
표준(안) 명칭 (영문)	Road vehicles - Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy - Part 3: On-board transmitter simulation		
표준(안) 명칭 (국문)	자동차 - 협대역 방사성 전자기 에너지에서 발생하는 전기적 외란에 대한 차량 평가 방법 - 차량 탑재 송신기기		

나. 주요 내용

- 차량 내/외부에 탑재될 수 있는 무선 송신기기 의한 1.8 MHz부터 6 GHz까지 전자파 내성 시험 방법 및 절차를 규정하며, '21년 10월에 발행된 ISO 11452-9 2판과 하모나이즈하는 작업이 진행
 - ISO 11452-9 2판과 일치화
 - CW/AM/PM 변조 방식 별 파워 측정 센서 사양 업데이트
 - 30 MHz 이하 외부 장착 무선 송신기기

- 시험 위치 변경(후면 범퍼 only)
- 상용 휴대용 송신기기를 이용한 시험 위치의 변경(차량 외부만 적용하고, 차량 내부 시험은 미적용)
- '22년 4월 온라인 회의에서 2nd WD 문서(N3106) 리뷰 후 CD 투표 진행하기로 결정
- 30 MHz 이하에서 차량 외부에 장착하여 사용하는 안테나에 대한 외부 시험 방법과
- 차량 내부에 사용되는 휴대용 송신기기에 대한 내부 시험 방법으로 구분
- '22년 8월 CD 투표 결과 찬성 10표, 조건부 찬성 5건으로 가결되었으며, 10월 오스틴 회의에서 CD 코멘트(N3165) 논의 후 DIS 투표 진행하기로 결정
- 평균치 전력 센서 정의 추가
- ISO 11452-9 2판과 주파수 일치 (5.85 GHz를 6 GHz로 확장)
- 동축 케이블 어셈블리(커넥터, 스위치 포함)의 전송 손실 요구 사양을 4 dB에서 6 dB로 완화하였으나, VSWR 요구 사양을 1.1에서 1.4로 완화하는 것은 부결되었으며, 차기 회의에서 허용 가능 범위 제안 예정
- ISO 11451-1 5판에 개정하기로 결정된 변조 방식의 업데이트(3G, 4G, 5G, WLAN, Bluetooth 통신에 대해 1,000 Hz, 50 % duty 변조 적용)

다. 추진 이력 및 계획

- '21년 6월 NP 승인
- '22년 4월 온라인 회의에서 2차 WD 검토

완료하여 CD 투표 진행하기로 결정

- '22년 8월까지 CD 문서(N3133) 회람 및 국가 의견 접수하여 10월 오스틴 회의에서 CD 코멘트(N3165) 논의 후 DIS 투표 진행하기로 결정

6. ISO 11451-5 Ed. 1.0

가. 기본정보

분과	ISO TC22/ SC32/WG3	프로젝트 명 표준번호 (선택)	ISO 11451-5 Ed. 1.0
현재 상태	DIS	완료 시기	2023.03
표준(안) 명칭 (영문)	Road vehicles - Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy - Part 5: Reverberation Chamber		
표준(안) 명칭 (국문)	자동차 - 협대역 방사성 전자기 에너지에서 발생하는 전기적 외란에 대한 차량 평가 방법 - 잔향실 방법		

나. 주요 내용

- OVRS(Off-vehicle Radiation Source) 인가 각도에 한계가 있는 (특히, 고주파에서) 기존 ALSE 방법을 효율적으로 개선하고, 이와 관련된 기존 표준(IEC 61000-4-21 및 ISO 11452-11)의 교정 절차, 작업 공간의 정의 등을 보완하기 위해 신규 제정을 추진
- 잔향실 방법의 주요 기술항목으로는
 - Fast stirring technic
 - VIRC (Vibrating Intrinsic Reverberation Chamber) method
 - Fast field multi-probe measurements
 - New substitution method

- New closed loop method
- Direct illumination method 등이 있음
- '22년 4월 온라인 회의에서 2nd CD 코멘트(N3110) 검토를 완료 후 DIS 투표 진행하기로 결정하였으며, 주요 내용은 다음과 같다.
 - 전기차 충전 조건에서 케이블 셋업 요구 사양 수정
 - WPT 셋업 시 차량 서포트 블록을 비금속 재질로 변경
- '22년 10월 온라인 회의에서 DIS 코멘트(N3158) 검토를 완료 후 바로 발행하기로 결정하였으며, 주요 내용은 다음과 같다.
 - 최소 이격 거리 조건(LUF의 $\lambda/4$) 추가
 - 챔버 특성 및 사용된 시험 방법 시험 성적서 정보에 추가하도록 수정

다. 추진 이력 및 계획

- '18년 10월 부산 회의에서 독일은 NP 설명 후 12월에 NP 등록 후 '19년 3월에 NP 승인
- '19년 5월 바르셀로나 회의에서 초안 작성을 위해 WG3는 독일, 일본, 미국 등 작업반을 결성하여 '20년 3월 오스틴 회의에서 WD 초안 문서(N2861)와 기술문서(N2832, N2833, N2873, N2888, N2889)의 리뷰를 진행하였으며, Working volume, 저주파 확장, 시험장 로딩 이펙트, 시험 레벨 제어 등에 대한 기술적인 사항을 논의하였고, '20년 9월 WD 문서를 회람하여 국가 의견 접수 완료
- '21년 3월 온라인 회의에서 WD 문서에 대한 5개국 코멘트(N2966) 논의를 진행하였고, '21년 7월부터 9월까지 CD 문서(N3012)를 회람하여 국가 코멘트(N3041) 접수

- '22년 4월까지 2nd CD 투표 결과 찬성 8표, 조건부 찬성 5표로 가결되었으며, 2nd CD 코멘트(N3110) 접수
- '22년 4월 온라인 회의에서 2nd CD 코멘트 논의 후 DIS 투표 진행하기로 결정
- '22년 9월까지 DIS 문서(N3157) 투표 결과 찬성 15표 만장일치로 승인
- '22년 10월 오스틴 회의에서 DIS 코멘트(N3158) 논의 후 FDIS 단계 생략하고 바로 발행하기로 결정

7. ISO 11452-1 Ed.5

가. 기본정보

분과	ISO TC22/ SC32/WG3	프로젝트 명 표준번호 (선택)	ISO 11452-1 Ed.5
현재 상태	CD	완료 시기	2024.06
표준(안) 명칭 (영문)	Road vehicles - Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy - Part 1: General principles and terminology		
표준(안) 명칭 (국문)	부품 - 협대역 방사성 전자기 에너지에서 발생하는 전기적 외란에 대한 부품 평가 방법 - 공통 내용		

나. 주요 내용

- ISO 11452 시리즈 부품 전자파 내성 시험 방법에 대한 공통 내용으로 ISO 11452-9 휴대용 송신기기 전자파 내성의 개정 내용인 광대역 신호의 발생에 대한 신규 부속서, AN에 대한 부속서의 기술적 업데이트, 11452 시리즈 부품 시험 방법의 주파수 업데이트, 신규 변조 방법의 추가 등을 반영을 목표로 5판 개정이 시작됨

- '22년 4월 온라인 회의에서 1st WD 문서 리뷰 및 검토 완료 후 CD 투표 진행하기로 하였으며, 주요 내용은 다음과 같다.
 - ISO 11452-4, ISO 11452-9 개정 내용 반영
 - AN에 대한 부속서 B, CISPR 12 7판 CD 문서와 일치
 - ISO 11452-9 2판에 업데이트 된 광대역 신호 발생에 대한 신규 부속서 추가
 - 측정 불확도 부속서 업데이트
- '22년 10월 오스틴 회의에서 CD 코멘트(N3156) 논의를 완료하여 DIS 투표를 진행하기로 결정하였으며, CD 단계 주요 내용은 다음과 같다.
 - HV-AN에 대한 정의 추가
 - TEM-Cell 주파수 범위 노트 추가
 - ISO 11452-9 시험장소 ALSE 추가
 - AN에 대한 부속서 B 기술적 업데이트
 - 장비의 불확도 부속서 변경
 - 광대역 신호(AWG 포함)의 발생에 대한 신규 부속서 추가
 - 디지털 통신을 반영한 신규 변조 추가(PM3) 및 삭제(PM1)
 - 레이더 펄스 대역(1.2 ~ 1.4 GHz)의 변조 방식을 PM2에서 PM3 변경(2.7 ~ 3.1 GHz 레이더 펄스 대역은 PM2 유지)
 - AM 변조의 허용 오차 추가 부결

다. 추진 이력 및 계획

- '20년 11월 온라인 회의에서 5판 개정하는 것을 논의하여 Mr. Martin Aidam(독일)을 프로젝트 리더로 선정하여 '21년 6월 NP 승인
- '22년 4월 온라인 회의에서 1st WD

문서(N3100)을 리뷰하고, 차량 전자파 내성 공통 내용인 ISO 11451-1도 하모나이즈 하는 것에 동의하고, CD 단계 진행하기로 결정

- '22년 5월부터 7월까지 CD 문서(N3145)를 회람하여 CD 투표를 진행하였고, '22년 10월 오스틴 회의에서 CD 코멘트(N3156) 논의 후 DIS 투표 진행하기로 결정

8. ISO 11452-8 Ed. 3.0

가. 기본정보

분과	ISO TC22/ SC32/WG3	프로젝트 명 표준번호 (선택)	ISO 11452-8 3.0
현재 상태	DIS	완료 시기	2023.05
표준(안) 명칭 (영문)	Road vehicles - Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy - Part 8: Immunity to magnetic fields		
표준(안) 명칭 (국문)	협대역 방사성 전자기 에너지에서 발생하는 전기적 외란에 대한 부품 평가 방법 - 자기장 내성		

나. 주요 내용

- 모든 차량 부품에 대해 차량 내부/외부 자기장에 의한 내성 시험 방법 및 절차를 규정한다. ISO 11452-8 3판은 '15년 6월에 개정된 2판의 개정 작업 결과로서 다음과 같은 변경사항이 적용됨
 - Qi-charging 대응을 위해 150 kHz에서 205 kHz 주파수 확장
 - 주파수 확장에 따른 라디에이팅 루프 사양의 변경

- 라디에이팅 루프 시험 방법의 절차가 Verification에서 Calibration으로 변경
- '22년 4월 온라인 회의에서 CD 투표 결과(N3112)를 리뷰하고, CD 코멘트(N3115) 검토를 완료하여 DIS 투표를 진행하기로 결정하였으며 주요 결과는 다음과 같다.
- 모바일 폰 충전 주파수 대역 PM 변조 삭제
- MIL STD 461 최신 규격 적용(Ver.G)
- 최소 내성 인가 시간 2 s에서 1 s 변경
- 상한 주파수 205 kHz에서 150 kHz로 환원하는 제안 부결
- '22년 10월 온라인 회의에서 DIS 투표 결과(N3168)를 리뷰하고, DIS 코멘트(N3170) 검토 완료함. 기술적 변경이 있어서 2nd DIS 투표를 진행하기로 결정하였으며 주요 결과는 다음과 같다.
- [일본] 헬름홀츠 코일 시험 방법의 Verification 절차를 Calibration으로 변경할 것을 제안 [WG3] 전문가 논의 결과 헬름홀츠 코일 시험 방법의 Verification 절차는 유지하되, 라디에이팅 루프 시험 방법의 Verification 절차를 Calibration 절차로 변경
- 시험 주파수를 150 kHz에서 205 kHz로 확장함에 따라 150 kHz까지 적용 가능한 MIL STD 461G의 라디에이팅 루프에 대한 사양 및 수식을 삭제하고, 205 kHz까지 사용 가능한 상용 라디에이팅 루프를 사용하도록 변경

다. 추진 이력 및 계획

- '21년 6월 NP 승인

- '22년 1월 온라인 회의에서 프로젝트 리더 Peng Peng(중국)은 1st WD 문서(N3031)을 리뷰하였으며 CD 투표 진행하기로 결정
- '22년 4월까지 CD 문서(N3093)을 회람하여 '22년 4월 온라인 회의에서 CD 코멘트(N3115) 검토 완료하여 DIS 투표 진행 결정
- '22년 10월까지 DIS 문서(N3143) 회람하여 '22년 10월 온라인 회의에서 DIS 코멘트(N3170) 검토 완료하였으나, 기술적 변경이 발생하여 2nd DIS 투표를 다시 진행하기로 결정

9. ISO 111452-11 Ed. 2.0

가. 기본정보

분과	ISO TC22/ SC32/WG3	프로젝트 명 표준번호 (선택)	ISO 11452-11 Ed. 2.0
현재 상태	WD	완료 시기	2025.06
표준(안) 명칭 (영문)	Road vehicles - Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy - Part 11: Reverberation chamber		
표준(안) 명칭 (국문)	협대역 방사성 전자기 에너지에서 발생하는 전기적 외란에 대한 부품 평가 방법 - 잔향실		

나. 주요 내용

- 부품의 잔향실 내성 시험 방법 및 절차를 규정한다. ISO 11452-11 2판은 '10년 9월에 개정된 1판의 개정 작업 결과로서 다음과 같은 변경사항이 적용됨
- Stirred mode와 TLS 방법의 업데이트
- 전기차 고전압 부품 시험 셋업 및

HV-AN, AMN, AAN 추가

- 부속서 B 챔버 특성, 부속서 C 챔버 로딩에 대한 내용 본문 이동
- ISO 11451-5 차량 잔향실 내성 개정 내용과 하모나이즈
- o '22년 4월 온라인 회의에서 프로젝트 리더를 Mr. Mathias Stroh(독일)로 선정하고 36개월 간 개정 작업을 진행하기로 결정
- o '22년 10월 오스틴 회의에서 프로젝트 리더 Mr. Mathias Stroh(독일)은 1st WD 문서(N3139)를 검토하였으며, 주요 내용은 다음과 같다.
- ISO 11451-5 1판 차량 잔향실 전자파 내성 DIS문서 개정 내용 C/O
- ISO 11452-2 3판 부품 ALSE 전자파 내성 개정 내용 C/O
- ISO 11452-9 2판 부품 휴대용 송신기기 전자파 내성 개정 내용 C/O

다. 추진 이력 및 계획

- o '22년 6월 NP 승인
- o '20년 10월 오스틴 회의에서 1st WD 문서(N3139) 리뷰 후 CD 투표 진행하기로 결정

10. ISO 10605 Ed. 3.0

가. 기본정보

분과	ISO TC22/ SC32/WG3	프로젝트 명 표준번호 (선택)	ISO 10605 Ed. 3.0
현재 상태	DIS	완료 시기	2023.04
표준(안) 명칭 (영문)	Road vehicles - Test methods for electrical disturbances from electrostatic discharge		
표준(안) 명칭 (국문)	자동차 - 정전기에 대한 간섭 시험 방법		

나. 주요 내용

- o 차량/부품의 정전기 내성 시험법의 3차 개정이 '19년 9월에 착수하여 현재 2nd CD 문서(N3011) 검토 중이며, 주요 변경 사항은 다음과 같다.
- 부속서에 있던 Field coupling plane 시험법의 본문 이동
- ESD 제너레이터의 셋업 위치 변경 (바닥 → 기준접지면)
- ESD 시험 자동화에 대한 부속서 추가
- 측정 불확도에 대한 부속서 추가
- 부속서 H(1 Ω/10 pF ESD 모델) 삭제
- o '22년 4월 온라인 회의에서는 2nd CD 문서에 대한 독일 코멘트(N3076) 및 부속서 H 삭제에 대한 독일 제안(N3076)을 논의하였고, 주요 내용은 다음과 같다.
- [독일] Annex H(1 Ω/10 pF ESD 모델)의 근거를 찾을 수 없으며, 케이블 방전 이벤트(CDE)나 충전된 보드 이벤트(CBE) 역시 1 Ω/10 pF 모델보다 큰 전하와 정전용량을 가지기 때문에 TLP로 시험하는 것이 더 나음. 1 Ω/10 pF ESD 모델이 가능한 상용 장비를 찾을 수 없으며, ESD 파형에 대한 측정 데이터가 없음. [WG3] 독일 전문가 의견은 개정 버전에 Annex H가 포함될 수 없다는 의견이므로, DIS 투표에서 다시 코멘트 제안하여 논의하는 것으로 결정
- o '22년 10월 오스틴 회의에서 DIS 투표 결과(N3153)를 리뷰 후 DIS 코멘트(N3166) 논의를 완료 후 FDIS 투표 진행하기로 결정하였으며 주요 내용은 다음과 같다.

- 블리더 저항에 대한 설명 문구 추가($1\text{ M}\Omega \pm 20\%$ 저항을 가진 접지된 방전 저항)
- 큰 DUT의 경우 접지면 확장을 할 수 있도록 본문에 문구 추가(매우 큰 DUT의 경우 접지면 확장을 사용하여 접지면의 치수, 모양을 조정할 수 있음. 기존 접지면과 확장 접지면 사이의 DC 저항은 $2.5\text{ m}\Omega$ 이하)
- Annex H($1\text{ }\Omega/10\text{ pF}$ ESD 모델) 삭제
- ESD방전 리턴 케이블과 접지면 최소 이격 거리 50 mm 이상, 고전압 미터 대신 오실로스코프와 고전압 프로브 사용 등의 코멘트는 부결됨

회의에서 DIS 코멘트(N3154) 논의 후 FDIS 투표 진행하기로 결정

다. 추진 이력 및 계획

- '19년 3월 NP 착수하여 '19년 9월 NP 승인
- '20년 3월 오스틴 회의에서 WD 문서(N2797) 코멘트(N2817, N2849, N2865)에 대해 논의하여 '20년 10월 2nd WD 문서(N2923) 작업이 진행됨
- '21년 3월 온라인 회의에서 WD 문서 검토 완료 후 4월 1st CD 문서(N2972)가 회람되어 6월까지 투표(N2982)가 완료됨.
- '21년 6월 온라인 회의를 통해 2nd CD를 진행하기로 하여 9월까지 2nd CD 문서(N3011) 회람하여 투표(N3019)를 진행하고 코멘트(N3039, N3040) 접수
- '21년 10월 온라인 회의부터 2nd CD 문서에 대한 코멘트 논의하여, '22년 1월 온라인 추가 회의 및 '22년 4월 대면 회의까지 2nd CD 검토 완료
- '22년 9월까지 DIS 문서(N3134) 회람 및 DIS 투표 진행하였고, '22년 10월 온라인

11. ISO/TR 7964

가. 기본정보

분과	ISO TC22/ SC32/WG3	프로젝트 명 표준번호 (선택)	ISO/TR 7964 Ed. 1.0
현재 상태	WD	완료 시기	2025.01
표준(안) 명칭 (영문)	Road vehicles - Future directions for vehicle EMC validation - Adapting to emerging complex systems and safety considerations (including functional safety and SOTIF)		
표준(안) 명칭 (국문)	자동차 - 차량의 EMC 검증에 대한 향후 방향 - 복잡한 시스템 및 안전 고려사항 (기능안전 및 SOTIF 포함)		

나. 주요 내용

- 기능 안전, SOTIF 등을 고려한 차량의 EMC 검증 방향에 대한 기술 보고서로 다음의 내용이 적용될 예정
 - EMC 보중에 대한 잠재적 영향 및 향후 영향성 평가
 - 관련 표준의 동향 및 다른 산업 분야의 사례
 - ADAS 기능의 전자파 내성 및 전장품의 전자파 기능 안전
 - 위험 관리 및 시험 계획
- '22년 4월 온라인 회의에서 프로젝트 리더 Mr. Mark Emery(영국)은 개정 방향 초안 문서(N3047)를 통해 관련 표준 동향, 다른 산업 분야 사례 분석, EMC 보중에 대한 잠재적인 영향을 등을 포함할 것으로 리뷰함
- '22년 10월 오스틴 회의에서 1st WD 문서(N3152) 리뷰 및 논의 진행
 - [프로젝트 리더] 자동차 EMC 보중, ADAS 전자파 내성 및 전장품의 기능

안전, 전자파 내성 시험의 동향, 위험 관리와 시험 계획 등에 대해 리뷰

- [프랑스] 국가 의견서(N3173)을 통해 1st WD 문서에 대한 의견 제시. (현재 차량의 전자파 승인 방법이 문제가 있을 수 있다는 내용의 삭제, ADAS 기능 사례에 대한 부속서 추가 등)
- [WG3] 대부분의 전문가들은 프랑스 의견에 동의했으며, 실제 사례와 새로운 시험 방법론의 포함, EMC와 ISO 26262 간의 상세한 내용 추가 등의 의견을 제안

다. 추진 이력 및 계획

- '21년 4월 NP 승인
- '20년 4월 온라인 회의에서 개정 방향 초안(N3047) 리뷰하고, 개정 기간을 9개월 연장하기로 결정
- '20년 10월 오스틴 회의에서 1st WD 문서(N3152) 리뷰 후 차기 회의 전까지 다른 전문가들 의견을 수렴하여 업데이트하기로 결정

12. ISO/TR 17716

가. 기본정보

분과	ISO TC22/ SC32/WG3	프로젝트 명 표준번호 (선택)	ISO/TR 17716 Ed. 1.0
현재 상태	WD	완료 시기	2025.05
표준(안) 명칭 (영문)	Road vehicles - Electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy - Radiated immunity for V2X		
표준(안) 명칭 (국문)	자동차 - 협대역 방사성 전자기 에너지에 의한 전기적 간섭 - V2X 방사 내성		

나. 주요 내용

- 한국과 중국이 공동으로 차량에 적용되는 C-V2X, DSRC 등 V2X 통신의 전자파 내성 시험을 위한 기술 보고서를 신규 제정하며, 다음의 내용을 포함할 예정
 - V2X 정의, 적용 현황, 관련 법규 및 규격
 - V2X 통신의 EMC 간섭 사례
 - 부품/차량의 V2X 전자파 내성 시험 시 고려해야 할 통신의 연결, 모니터링, V2X 시나리오, 모니터링 결과의 검증 등을 소개
 - 통신 별 RF 사양 미 환경 소개(주파수, 변조, 수신강도 등)
- '22년 4월 온라인 회의에서 프로젝트 리더 Mr. Hyok Lee(한국)과 Mr. Guokai Jiang(중국)은 NP 문서를 리뷰하였고, SC32 NP 승인을 진행하기로 결정
- '22년 10월 오스틴 회의에서 1st WD 문서(N3105)를 리뷰하였고, 주요 내용은 다음과 같다.
 - V2X 전장품의 방사 내성 소개
 - V2X 통신의 모니터링과 결과의 판단
 - 차량 V2X에 대한 방사 내성 소개

다. 추진 이력 및 계획

- '22년 4월 온라인 회의에서 C2X EMC에 대한 기술 보고서 NP를 제출하여, '22년 5월 NP 승인
- '22년 10월 오스틴 회의에서 1st WD 문서(N3105)를 리뷰하고, '23년 6월 스페인 회의 전까지 업데이트 문서를 제출 예정

제5장 F 소위원회 표준화 동향

성관영
(한국화학융합시험연
구원)
김대웅(S-Global)

제1절 소위원회 개요
제2절 2022년도 주요 회의결과
제3절 주요 표준화 동향분석

▶ 제1절 소위원회 개요

CISPR F 소위원회는 가정용 및 유사한 목적의 전기모터 구동 및 전열기기, 조명 기기, 저전력 반도체 제어 장치 및 유사한 기기로부터 전자파 방해와 내성에 대한 허용기준 및 특정 측정 방법의 국제 제품군 표준화를 담당하고 있는 IEC CISPR 산하의 소위원회이고, CISPR F 소위원회의 회원국은 P-멤버 18 개국 및 O-멤버 25개국이다. CISPR F 소위원회의 구성과 임무는 다음 표 5-1과 같다.

CISPR F의 의장은 독일의 Dr. Stephan Marcus Georg Jacob Klos(독일, Chairman), 간사는 호주의 Ms. Suba Ananth이 담당하고 있으며, WG 1 컨비너는 영국의 Mr. Fabio Scalon, 간사는 중국의 Mr. Richard Hughes, WG 2 컨비너는 영국의 Mr. Peter Archer 및 간사는 네덜란드의 Ms. Konika Banerjee이 담당하고 있다. 참고로 Ms. Konika Banerjee는 CISPR F WG2의 보조 컨비너 및 전문가로서 적극적으로 기여한 점에 주목하고 높이 평가하여 CISPR F 소위원회는 Ms. Konika Banerjee를 CISPR F WG2의 보조 컨비너로 3년 더 재임명하는

것을 승인하였다. CISPR F의 표준화에 대응하는 우리나라의 EMC 기준전문위원회 F 소위원회는 한국화학융합시험연구원 성관영 의장과 한국광기술원 계양전기, 위나전자, 삼성전자, LG전자, 한국조명공업협동조합, 한국전등기구 LED산업협동조합, AI스마트 광응복합협동조합, 한국전파진흥협회 시험인증원, HCT, CTK, KCTL, 한국기계전기전자시험연구원, 한국산업기술시험원, 한국 ICT 조명 연구원, 국립 전 파 연구원, 한국정보통신기술협회, 한국전파진흥협회 등 27 여명이 활동하고 있다.

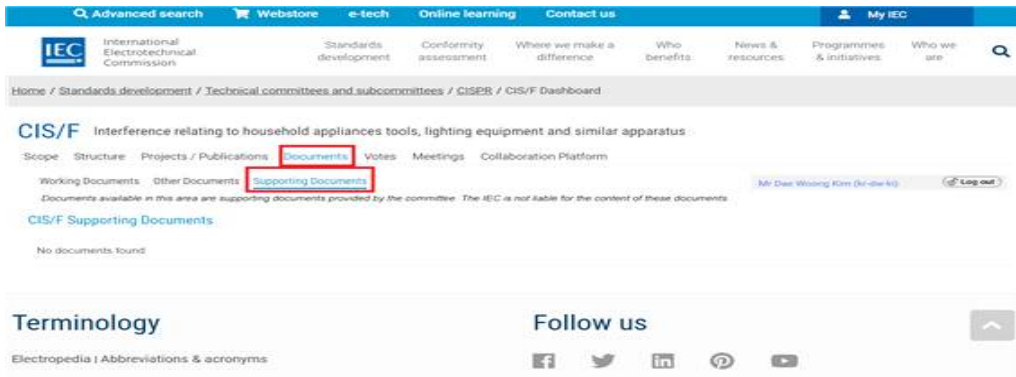
▶ 제2절 2022년도 주요 회의결과

CISPR F 소위원회 회의는 2022년 10월 31일 Plenary회의를 시작으로 11월 3일 CISPR F WG2 소위원회를 마지막으로 펜데믹 이후 2년만에 대면 회의로 개최되었으며 우리나라를 비롯한 호주, 미국, 캐나다, 일본, 독일, 네덜란드, 노르웨이, 핀란드, 이탈리아 등 P-멤버 14 개국의 39명의 전문가들이 참석하여 개정 일정과 향후 진행 예정인 프로젝트를 중심으로 논의를 진행하였다.

1. CISPR F 소위원회 프로젝트 현황 및 2022 Plenary 회의 주요 결정사항

CISPR F 소위원회에서 결정된 사항과 현재 진행 중인 프로젝트를 요약하면 아래와 같다.
2022 F Plenary 회의에서는 CIS/F/820/RQ

영국은 CISPR 16-4-3에 부속서를 포함하도록 CISPR A 소위원회에 요청할 것을 제안하였고 CIS/A 간사는 CISPR 16-4-3에 부록을 포함하면 CISPR 14-1 및 CISPR 15 사용자가 이러한 포함을 알지 못할 수 있으므로 혼란을 초래할 수 있으며 별도의 문서를 구입해야 한다고 말하였다. 결정



[그림 5-1] CISPR F소위원회의 각 표준별 개정 현황

<표 5-1> CISPR F 소위원회 구성

구성	주요 임무	의장단
F 소위원회	가정용 전기기기, 전동공구 및 조명기기 등에 대한 전자파 방해 및 내성 표준화	Chair: Dr. Stephan KloStephan Kloska(독일, Chairman)a(DE) Vice-Chair: Mr Fabio Scaloni(GB) Secretary: Ms. Suba Ananth(AU) Assistant Secretary: Ms. Petra Heilmann Hansen(AU)
WG 1	전기모터와 접촉 장치를 포함하는 가정용 전기기기	Convenor: Mr. Fabio Scaloni(GB) Secretary Convenor: Mr. Zeng Bo (CN)
WG 2	조명기기	Convenor: Mr. Peter Archer (GB) Secretary Convenor: Ms. Konika Banerjee(NL)

(참고 CIS/F/819A/Q) 에 따라 CISPR 14-1 및 CISPR 15에서 각 국가별 설문 결과에 따라 CISPR 14-1 및 CISPR 15에서 통계 부록을 삭제하기로 결정 하였다. CISPR 15의 Annex E 삭제는 이미 CISPR 15 Amendment 1 CD의 일부에 포함되어 있다. 독일은 이 정보를 IEC CIS/F 웹페이지의 지침 문서로 유지하자고 제안했고 한국은 사용자가 무료로 사용할 수 있는 지침 문서로 게시하자는 제안을 지지하였습니다. 참고로

사항으로는 CISPR F 소위원회는 CISPR 14-1:2020의 부록 D 및 CISPR 15:2018의 부록 E의 내용을 IEC 웹페이지 내에 지침 문서로 게시하고 CISPR F 대시보드에서 무료로 액세스할 수 있도록 승인하였다.

가정용 전자레인지들 CISPR 11에서 CISPR 14-1 으로 이전하는 프로젝트(CIS/F/813/INF)는 F는 CISPR B 소위원회가 승인하는 경우 가정용 및 상업용

오븐을 CISPR 14-1로 인수하는 데 동의하였고 CISPR B 소위원회는 본회의가 끝난 후 각 국가별 NC에 가정용 및 상업용 전자레인지의 CISPR 14-1로 이전하는 것을 승인하는지 묻는 질문서를 발행할 것으로 예상된다. 단 산업용 전자레인지는 여전히 CISPR 11에 남게 된다.

표준은 현상 기반이 아닌 제품 기반으로서 CISPR F 소위원회는 가정용 제품에 대한 표준을 다루고 있음을 명확히 했다. 그래서 전자레인지는 CISPR 14-1에 더 적합하다는 의도는 동일한 텍스트를 CISPR 11에서 CISPR 14-1로 옮기는 것이다. 독일 대표는 두 표준 사용자의 혼란을 피하기 위해서 가정용 및 상업용 전자레인지가 CISPR 14-1로 이전되면 CISPR 11 범위에 대한 사소한 업데이트가 필요할 수 있다고 지적했다. 노르웨이는 유럽 내에서 채택 문제가 있을 것이기 때문에 가정용 및 상업용 전자레인지를 CISPR 14-1로 이전 하는 것에 대해 우려를 표명하였고 위원회에서는 유럽 문제가 국제 표준에 영향을 미치지 않아야 한다는 것이 명확히 하였다. 이에 대한 결정으로 CISPR F 소위원회는 CISPR B 소위원회가 동의하는 경우 가정용 및 상업용 전자레인지를 CIS/B에서 CIS/F 범위로 이전하도록 승인하였다.

이번 22년 Plenary회의에서는 펜데믹 기간을 고려하여 CISPR 14-1:2020 Ed 7.1 CISPR 14-2:2020 Ed 3.1에 대해 개정 일자는 2023년에서 2024년으로 변경하도록 승인하였고 CISPR 15:2018 Ed 9.1 은 현재 개정 일자를 재확인하였고 TR 30-1:2012 Ed 1.1, CISPR TR 30-2:2012 Ed 1.1 의 개정 일자를 2023년에서 2025년으로 변경하도록 승인하였다. 결정된 개정에 대한 전체 정리 현황은 표 5-1에서 보는 바와 같다.

○ CISPR 14-1의 표준 개정 작업 Item

- CISPR 14-1:2020 Ed 7.0에 대한 개정안 1의 예비 작업에 대한 설문지 (CIS/F/825/Q, CIS/F/831/RQ)에서 CISPR 14-1의 유지 관리에 해결해야 할 116 개의 이슈가 12 개의 대항목으로 분할하여 더 잘 처리할 수 있다고 발표하였고 CISPR F 소위원회는 CISPR 14-1의 유지 항목을 이를 CISPR 14-1:2020에 대한 개정안 1의 예비 작업 항목으로 등록하였다.

- 12 개의 대 항목은 아래와 같다.

- ① 무선 기능 포함 제품들
- ② 30 MHz 미만 주파수의 자체측정
- ③ DC 전원 입력 공급 장치
- ④ 기타 기술적 내용 추가
- ⑤ 적용 범위 명확화
- ⑥ 전자레인지 표준 이동
- ⑦ 상업용 대형 기기의 적용 기준 명확화
- ⑧ 참조 표준 최신화
- ⑨ 정의 추가 및 명확화
- ⑩ 표준 전체 문구 수정
- ⑪ 표준 내용 명확화 및 개선
- ⑫ FAR 챔버에서 대형기기 방사 방해 측정법

- CISPR/F/WG 1은 예비 초안 문서에서 유지 관리를 위해 식별된 항목을 통합하고 준비가 되면 각 국가별 피드백을 위해 검토 보고서(RR) 및 초안을 준비하고 이 문서에는 CIS/F/831/RQ에서 각 국가별 이견에 대한 결정 사항이 포함되어야 한다.

○ CISPR 14-2의 표준 개정 작업 Item

- CISPR 14-2:2020 Ed 3.0에 대한 개정안 1의 예비 작업에 대한 설문지(CIS/F/826/Q, CIS/F/832/RQ)를 각 국가별 NC에서 받은 Comment를 통해

- CISPR 14-2의 유지 관리에 해결해야 할 23 개의 이슈를 5개의 대항목으로 CISPR 14-2의 개정을 시작하고 프로젝트를 예비 작업 항목으로 등록하기로 결정 하였다. CISPR/F/WG1은 예비 초안 문서에서 유지 관리를 위해 식별된 23 가지 항목을 통합하고 준비가 되면 각 국가별 NC의 피드백을 위해 검토 보고서(RR) 및 초안을 준비하는 임무를 받았고 문서에는 CIS/F/832/RQ에서 각 국가별 NC가 확인하고 회람한 내용이 포함되어야 한다.
- 차기 버전의 CISPR 14-2 규격의 초안을 위해 5 개의 대 항목은 아래와 같다.
 - ① 무선 기능 포함 제품들
 - ② DC 전원 입력 공급 장치
 - ③ 기타 기술적 내용 추가
 - ④ 표준 전체 문구 수정
 - ⑤ 표준 내용 명확화 및 개선
 - CISPR 15 / AMD 1 ED9 프로젝트 주요내용(현재 CD 단계 완료)
 - 관련 문서: CIS/F/829/CC, CIS/F/821/CD, CIS/F/803/CC, CIS/F/801/CD, CIS/F/800/RR, CIS/F/766/RQ
 - 지금까지 총 2번의 CD가 발행되었고 2번째 CD는 2022-09-02까지 각 국가별 의견 회신을 받았다. CIS/F/821/CD에 대해 받은 의견은 WG2 회의에서 해결 방안을 만들고 이에 대한 의결 사항인 CIS/F/829/CC에서 각 NC의 의견을 고려하여 CIS/F/821/CD를 기반으로 CDV를 준비하는 임무를 받았다.
 - CISPR 15 Amd 1의 전류 프로브 시험 방법 방법 개선

- 관련 문서: CIS/F/833/INF, CIS/F/823/DC

현 개정안 1 CDV에 현재 프로브 테스트 방법에 대해 제안된 개선 사항을 포함할지 또는 다음 개정안으로 옮길지 논의되었고 이 문제를 CIS/A 또는 다른 소위원회와 논의해야 하는지 질문을 받았으나 기본 표준에 포함시키기 위해 텍스트를 CIS/A에 전달하기 전에 CISPR 15 내에서 문제를 해결하는 것으로 논의가 되었다. CISPR/F/WG2는 CIS/F/823/DC에 배포된 기술 내용에 대한 추가 조사 및 검토를 하고 WG2에서 해당 주제가 개정안에 포함 될 만큼 성숙하다는 합의가 있는 경우 WG2는 이를 개정안 1의 CDV에 포함할 예정이다. 그러나 WG2에서 합의가 이루어지지 않으면 내용은 다음 유지 관리, 즉 개정안 2에 반영이 될 예정이다.

○ CISPR TR 30-1의 현황

조명 기술이 더 이상 발전하지 않음에 따라 추가 표준 개발이 필요하지 않고 안정화 날짜를 2025년까지 연장하는 것이 제안되어 안전이 통과되었다.

○ CISPR TR 30-2의 현황

일부 고압 램프/등기구는 여전히 시장에 존재하며 LED를 사용할 수 없는 곳에서 제조된다는 점이 고려되어 안정화 날짜를 2025년까지 연장할 것을 제안되어 안전이 통과되었다.

○ CISPR TR 30-3의 예비 작업 상태

초안은 검토 및 피드백을 위해 WG 2 내에서 회람되었고 검토가 완료되면 초안을 CIS/F에 회람할 것으로 예상되었고 CISPR F 소위원회는 작업 프로그램에서 CISPR TR 30-3에 대한 예비

작업 항목을 등록하도록 승인되었다. CIS/F/WG 2는 초안이 완성되면 질문서와 함께 CISPR TR 30-3의 새 초안을 각 국가별 회람할 예정이다.

○ 향후 대응방안

- CISPR 14-1 Ed. 7.0 Amd1 버전에 주요 프로젝트에 대한 사전 검토 필요

① GHz 대한 가정용 기기의 방사 방해에 대해 사전 검토하여 CISPR 14-1 차기 버전의 선 대응 필요.

② FAR 챔버의 방사 노이즈 측정시 (1 GHz 이하, 1 GHz 이상) 냉장고 같은 대형 기기를 시험가능 여부에 대해 확인하고 대응이 필요함.

③ 에어컨 업계에서는 일본에서 제안한 전류 프루브 측정 방법에 대해 재측정하여 신규 제안 규격에 문제가 없는지 검토가 필요함

- CISPR 14-2 Ed. 3.0 Amd1 버전에 주요 프로젝트에 대한 사전 검토 필요, 16 A 이상 기기의 순간 정전 시험인 KS C IEC 61000-4-34 가능 시험 기기의 국내 보유여부 파악 및 필요시 지정 시험기관 사전 보유 권고 필요

- 조명 업계의 CISPR 15 Ed 9.1 에 대한 사전 검토 후 CDV Draft 문서 작성시 (23년 1분기 예상) 자국 의견 반영 필요

- 전류 프루브를 이용한 측정 방법에 따른 자국 조명 산업의 전류 프루브 및 전압 프루브의 사용 현황 조사와 전류 프루브의 반복성과 재현성 현황을 파악해 일본과 독일의 제안 사항에 대한 대응 필요

<표 5-1> CISPR F소위원회의 각 표준별 개정 현황

표준번호	발행일자	개정 일정	개정 팀	비고
CISPR 14-1:2020 ED7	2020-09-07	2024	WG1	2023년에서 2024년으로 변경
CISPR 14-2:2020 ED3	2020-08-31	2024	WG1	
CISPR 15:2018 ED9	2018-05-15	2024	WG2	CISPR 15/AMD1 ED9 (CDV 단계)
CISPR TR 30-1:2012 ED1	2012-08-24	2025	WG2	2023년에서 2025년으로 변경
CISPR TR 30-2:2012 ED1	2012-08-24	2025	WG2	

2. 2022년 프로젝트 주요 내용 요약

1) CISPR 14-1 및 CISPR 14-2 진행 예정인 프로젝트

○ 가정용 기기, 전동공구 및 이와 유사한 기기의 전자파 방출 표준 CISPR 14-1 ED7.0과 내성 표준 CISPR 14-2 ED3.0은 모두 2020년도에 새로운 버전이 발행 되어 코로나 펜데믹으로 인한 21년 프로젝트를 진행하지 못해 22년 현재까지 공식적으로 진행 중인 프로젝트는 없으며 향후 Amendment 1 개정 프로젝트에 포함될 중요 안전을 사전 검토하는 단계임

○ CISPR/F WG1 작업반에서 향후 계획 중인 프로젝트는 다음 표 5-2와 같음

2) CISPR 15 표준에서 진행 중인 프로젝트

○ 조명기기의 전자파 방출 표준 CISPR 15 ED9.0은 2018년에 새로운 버전이 발행 되어 운용 중에 있으며 현재 진행 중인 프로젝트는 Amendment 1 개정하기 위해 2번째 CD 문서를 발간하였고 각 국가별 Comment를

<표 5-2> CISPR F소위원회의 WG1 주요 프로젝트 및 항목 수

대항목	소항목 수	대상 표준	주요 담당 위원
무선 기능 포함 제품들	2	CISPR 14-1 Ed. 7.0 개정	FS, ZB, SK, DWK, YM, HY
30 MHz 미만 주파수의 자체측정	4		FS, ZB, SK, FD, TK, DWK
DC 전원 입력 공급 장치	4		FS, ZB, DWK
기타 기술적 내용 추가	17		FS, ZB, SK, FD, DWK, YM, HY
적용 범위 명확화	1		FS, ZB, SK, FD, TK
전자레인지 표준 이동	2		ZB, FD, TK, DWK, HY
상업용 대형 기기의 적용 기준 명확화	1		FS, ZB, SK, TK, DWK, YM, HY
참조 표준 최신화	4		FS
정의 추가 및 명확화	3		FS, ZB
표준 전체 문구 수정	18		FS
표준 내용 명확화 및 개선	23	FS, ZB, FD, DWK, HY	
FAR 챔버에서 대형기기 방사 방해 측정법	1	FS, ZB, SK, TK, DWK	
무선 기능 포함 제품들	2	CISPR 14-2 Ed. 3.0 개정	FS, ZB, DWK
DC 전원 입력 공급 장치	2		FS, ZB, DWK
기타 기술적 내용 추가	4		FS, ZB, DWK, FD, YM
표준 전체 문구 수정	4		FS
표준 내용 명확화 및 개선	5		FS, ZB, YM
FS: Fabio Scaloni(영국), ZB: Zeng Bo (중국), SK: Stephan Kloska(독일), TK: Tilo Koots(독일) DWK: DAE WOONG KIM(한국), YM: Maekawa Yasunori(일본) HY: Hiroharu Yamashita(일본)			

받아 WG2 의 의견을 반영한 CC 문서 작성을 완료하여 CDV 문서를 준비하는 단계임

- 2021-03-19 첫 번째 CD문서(CIS/F/801/CD)가 발행 되었고 각국 NC의 회람과 코멘트 사항 검토 결과를 2021-07-16 CC문서(CIS/F/803A/CC)가 발행 되었고, 2022-09-02 2번째 CD문서를 발간하였고 검토결과에 대한 문서 CD 문서 작업 중임
- 두번째 CD문서(CIS/F/821/CD)의 주요 개정 사항
 - ELV 램프의 전원 공급 장치 인터페이스 이외의 로컬 유선 포트의 전 도 방해 측정을 위한 전압 프로브 방법 제거. 전류 프로브로 대체

- 1 ~ 6 GHz 주파수 범위에서 외함 포트의 방사 방해에 대한 한계 및 측정 방법의 도입
- 유선 네트워크 포트의 인터페이스에 연결된 케이블의 시험 방법
- 대형 피시험기기의 전도 방해에 대한 측정 방법 명확화
- 통계적 방법에 관한 부속서 E의 제거
- CIS/F/801/CD 문서에 대한 각 국가별 의견 반영
- CISPR/F WG2 작업반에서 향후 계획 중인 프로젝트는 다음 표 5.3과 같음

<표 5-3> CISPR F소위원회의 WG2프로젝트 진행 현황

전략적 목표 3-5년	전략적 목표를 지원하기 위한 조치	완료 시기	현재 상태	비고
무선 지원 제품 시험	CISPR 15 Ed. 9.0 개정	2023	2nd CD 완료	CIS/F/821/CD 2nd CD문서 검토 완료 및 CDV 문서 준비 예정
정보 부록에서 모든 유사 규제 문구 삭제(예: 80-80 규칙)	CISPR 15 Ed. 9.0 개정	2023		
전압 프로브 방법을 삭제하고 VP/CP/CVP 시험방법을 CISPR 16과 정렬	CISPR 15 Ed. 9.0 개정	2023		
기본표준 CISPR 16에 지정된 설정 및 시험으로 방법 조정	CISPR 15 Ed. 9.0 개정	2023		
30 MHz 이하 LLAS 및 60 cm 루프 안테나 시험방법 도입	CISPR 15 Ed. 9.0 개정	2023		
조명기기 모듈(드라이버)의 방출시험을 위한 기준 설정(호스트 방식) 개발	CISPR TR 30-3 개발	2023	진행 중	초안 작성 완료

제3절 주요 표준화 동향분석

1. CISPR 14-1:2020 Ed.7.0 의 Amendment 1 프로젝트

가. 기본정보

분과	CIS F/ WG1	프로젝트 명 표준번호 (선택)	CISPR 14-1/AMD1
현재 상태	프로젝터 Setup 단계	완료 시기	2024
표준(안) 명칭 (영문)	CISPR 14-1 (Electromagnetic Compatibility - Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus - Part 1: Emission)		
표준(안) 명칭 (국문)	CISPR 14-1 (전자파적합성 - 가정용기기, 전동공구 및 유사기기의 요구사항 - Part 1: 전자파 장애)		

나. 주요내용

- 호주에서는 잡음 전력 시험에 대해서 삭제하자고 하였고, 이와 비슷한 내용으로 스위스에서는 모터에서 나오는 잡음이 300MHz이상 주파수에서 이슈가 있을 수 있다고 하였고 CISPR F WG1 위원회에서는 호주, 스위스에서 이슈된 각 제품과 모터에 대한 자세한 내용을 추가 요청하였고 향후 추가 내용이 오면 재협의 하기로 하였음
- 확률통계의 평가 방법이 Annex D 에 대해 독일에서는 Shall을 빼자고 했지만 규격 본문에서 빼는 것은 찬성을 하지만 관련 내용에 대해서는 변경을 하지 않고 확률통계를 기존 규격에 별도로 분리하여 가이드 문서로 만드는 내용에 대한 소개 내용을 추가하여 각각 CISPR 14-1,

CISPR 15 의 내용을 각각 발췌하여 IEC 웹사이트에 각각 올리기로 하였고 김대웅 위원, Frank Deter 위원(독일), Fabio Scalon 위원(영국, Convenor), Stephan Kloska(독일, Chairman), Tilo Koots 위원(독일 H Chairman)가 프로젝트를 진행하기로 하였음

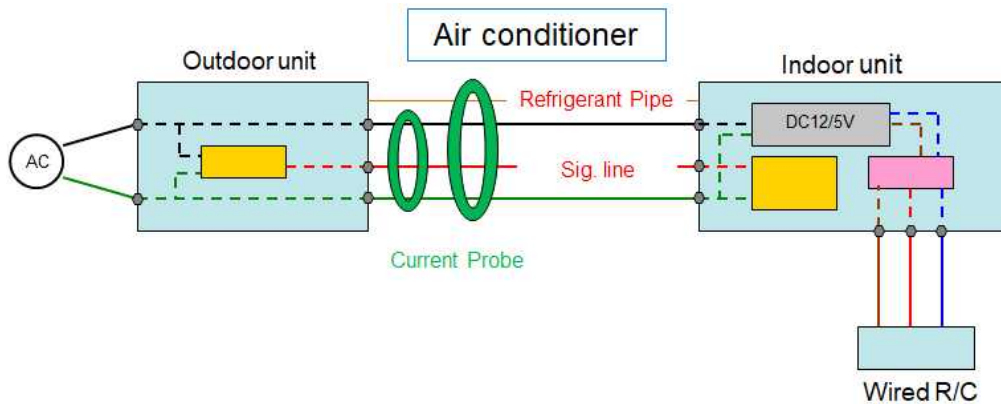
- o 자기장 측정에 대해 10 m 거리에서 대해서 측정 결과과 Conversion Factor 를 고려하더라도 3 m 거리의 측정 결과와 상관관계가 없이 틀려 진다고 하고 Tilo Koots 위원(독일 H Chairman) 씨는 10 m 측정을 없애자고 함. CISPR F WG1에서는 10 m 측정 거리는 1.6 M 이상 크기의 제품에 대해 필요하다고 하고 이슈를 제기하였고 향후 추가 협의하기로 하였고 준비 위원은 Frank Deter 위원(독일), Tilo Koots 위원(독일 H Chairman), Fabio Scalon 씨 (영국, Convenor), Stephan Kloska(독일, Chairman) 김대웅 위원이하기로 하였음
- o 한국에서 제안한 DC Mains powered Equipment 와 DC 전원 공급장치에 대해 진행하기로 하였고 Fabio Scalon 위원 (영국, Convenor), Zhen Bo 위원(중국), 김대웅 위원이 진행하기로 하였음
- o 일본 다이킨의 Maekawa Yasunori 씨가 IEC 61000-6-8 에 있는 상업용 제품에 대한 규격을 CISPR 14-1 에 추가하자고 제안하였고 전문가 제품이고 전문가가 설치해야 되는 제품에 한해서 CISPR 14-1 에 IEC 61000-6-8 내용을 추가 또는 CISPR 14-1 에서 상업용 제품은 제거하는 것으로 내부 검토를 진행하여 DC 문서를 제공하는 것으로 하고 Maekawa Yasunori 위원, Fabio Scalon 위원 (영국, Convenor), Tilo Koots 위원(독일 H Chairman), 김대웅 위원, Stephan Kloska 위원 (독일, Chairman)가 멤버로 참석을 할 예정임
- o CISPR 에서 정의한 로봇에 대해서 (관련 문서 : CISPR/1421/INF) 어떤 로봇이 CISPR F WG1에 해당하는지 SCOPE 을 다시 정하기로 하고 해당 내용에 Fabio Scalon 위원, 김대웅 위원이 관련 내용을 정리할 예정임

<표 5-4> CISPR F소위원회의 관련된 로봇의 종류

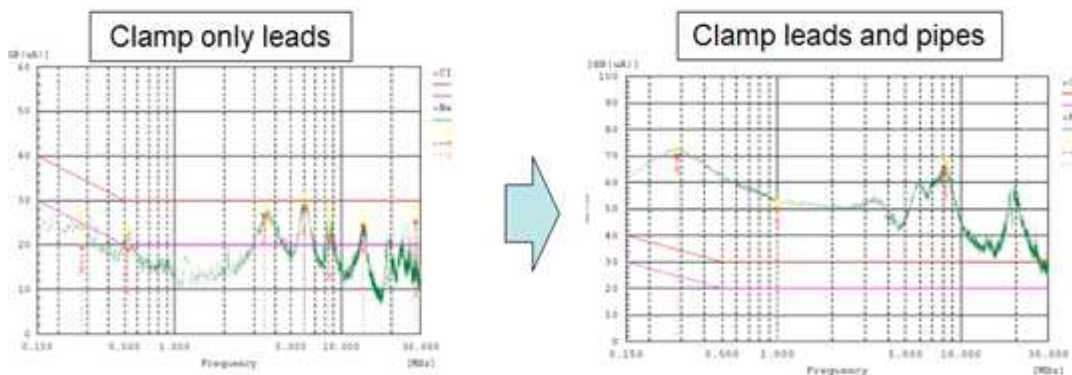
Personal service robot	Domestic helper robot	Domestic helper robots, such as household cleaning robots are already in CISPR14-1, but immunity requirements are not given in CISPR14-2.
Personal service robot	Personal safety robots or intelligent housekeeper	Personal safety robots or intelligent housekeeper is similar as a mobile web camera, in fact it sometimes integrated with the clean robots. So, it is suggested it is in the field of CISPR/F

o 일본 다이킨의 YM씨는 전류프루브 측정 방법에 있어 에어컨에서 실내기와 실외기 사이의 냉매관과 전원선 또는 신호선을 같이 클램핑하는 것과 전원선 또는 신호선만 클램핑하는 것과의 데이터가 상이하여 이에 대한 명확한 시험 방법을 정하자고 제안을 하였고 향후 자세한 시험 결과를 정리하여 최종 제안하기로 하였고 Maekawa Yasunori 위원과 김대웅 위원이 협업하기로 하였음

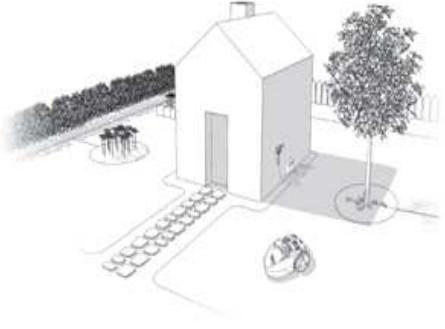
o 중국에서는 잔디깎기 로봇의 경계선 Wire에 대해서 시험방법을 명확히 하여야 한다고 제안하였고 그림 5-6에서 그림 5-9는 제안에 따른 각 시험 방법에 시험 배치 사진과 결과를 보여줌, 제안의 결과는 시험에 사용된 잔디깎기 로봇의 각 경계선 설치 방법 및 시험 결과 100 KHz ~148.5 KHz를 사용한다면 ETSI규격을 적용하는 Wire는 분리하는 아이디어를 제안하고 중국의 Zengbo 위원에게 추가 자료를 요청하는 것으로 하였음



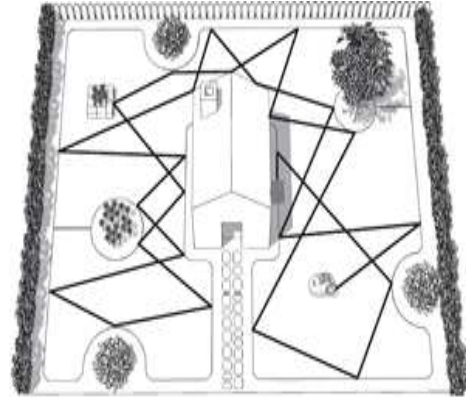
[그림 5-2] 에어컨 제품의 전류 프루브 측정 개념도



[그림 5-3] 전원선과 신호선만 클램핑한 경우와 냉매관과 같이 클램핑 하는 경우의 차이



[그림 5-4] 로봇 잔디깎기의 경계선 신호선의 예시



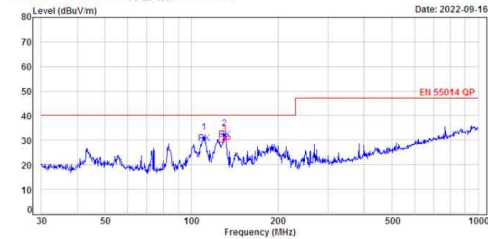
[그림 5-5] 잔디깎기 로봇의 경계선에 대한 동작 패턴



(a) 시험 배치 사진

Site No. : NO.1 Shielding Enclosure EUT : 边界线腾空
Dis./Ant. : 3m VULB 9160(30-1GHz) 20210301/N :
Env./Ins. : Power :
Limit : EN 55014 QP Mode :
Engineer : Memo1 :

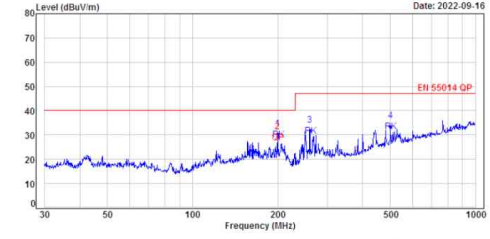
Date: 12 File: E:2022-9月宝时得 9.16.EM8 (19)



Freq MHz	Reading dBuV	C.F dB	Result dBuV/m	Limit dBuV/m	Margin dB	Height cm	Angle deg	Polarity	Remark
1 110.57	17.50	13.45	30.95	40.00	9.05	-----	-----	Vertical	Peak
2 130.38	17.57	14.74	32.31	40.00	7.69	-----	-----	Vertical	Peak
3 130.38	15.57	14.74	30.31	40.00	9.69	-----	-----	Vertical	QP

Site No. : NO.1 Shielding Enclosure EUT : 边界线腾空
Dis./Ant. : 3m VULB 9160(30-1GHz) 20210301/N :
Env./Ins. : Power :
Limit : EN 55014 QP Mode :
Engineer : Memo1 :

Date: 13 File: E:2022-9月宝时得 9.16.EM8 (19)



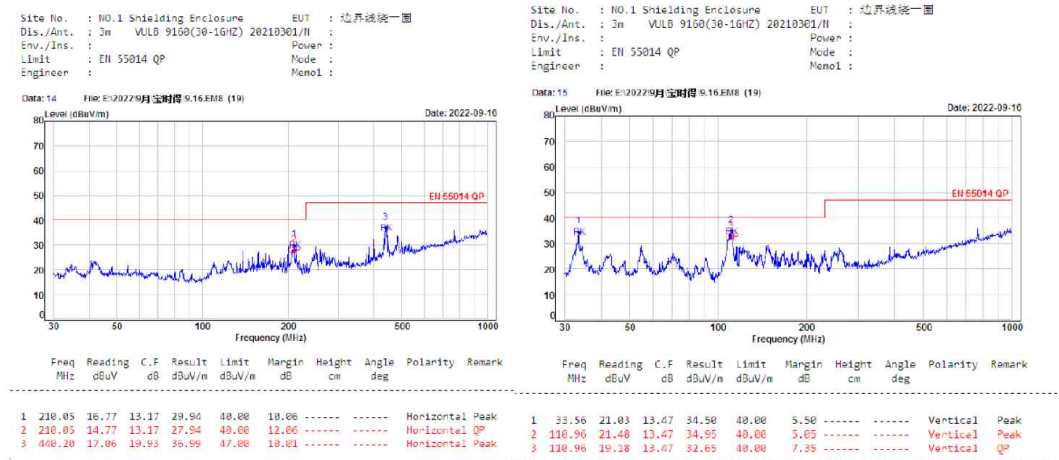
Freq MHz	Reading dBuV	C.F dB	Result dBuV/m	Limit dBuV/m	Margin dB	Height cm	Angle deg	Polarity	Remark
1 199.99	17.23	13.85	30.28	40.00	9.72	-----	-----	Horizontal	Peak
2 199.99	16.13	13.85	29.18	40.00	10.82	-----	-----	Horizontal	QP
3 260.14	16.48	15.39	31.87	47.00	15.13	-----	-----	Horizontal	Peak
4 501.18	12.00	21.46	33.46	47.00	13.54	-----	-----	Horizontal	Peak

(b) 측정결과

[그림 5-6] 경계선을 충전기 바닥판에 둘레 길이(약 2m)와 같은 길이로 바닥면에 설치



(a) 시험 배치 사진

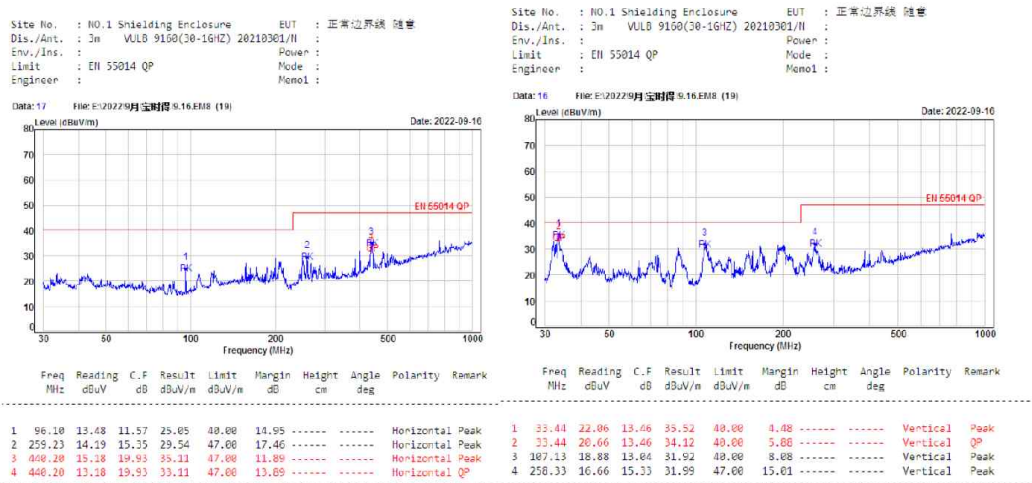


(b) 측정결과

[그림 5-7] 경계선을 직경 2m 턴테이블의 경계에 정상 길이 약 6m로 지면에 설치

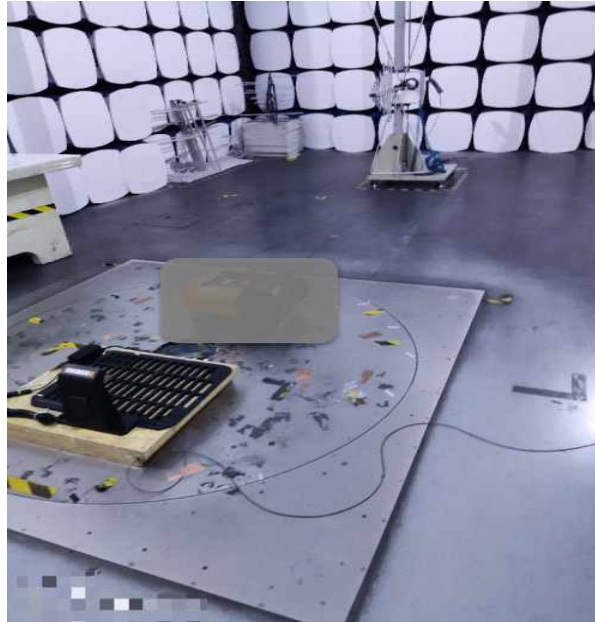


(a) 시험 배치 사진

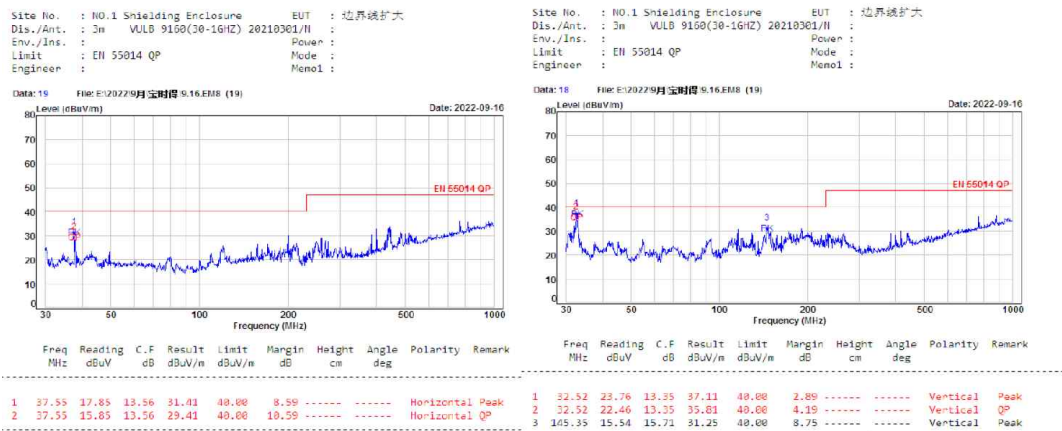


(b) 측정결과

[그림 5-8] 경계선을 턴테이블 주명에 보통 6m 정도의 길이로 바닥면에 임의로 설치



(a) 시험 배치 사진



(b) 측정결과

[그림 5-9] 경계선을 챔버의 시험 체적 주위에 배열된 약 15미터 연장 길이로 바닥면에 설치

<표5-5> 4가지 경계선 설치에 따른 시험 결과>

NO.	경계선 신호선 배치 방법	방향	주파수 [MHz]	마진 [dB]	비고
1	2 m 길이로 충전기 바닥	수평	199.99	10.82	충전기 바닥판 둘레
		수직	130.38	9.69	
2	6 m 길이로 접지면 위에	수평	210.05	12.06	2 m 직경 턴테이블 외경에 배치
		수직	110.96	7.35	
3	6 m 길이로 접지면 위에	수평	440.2	13.89	2 m 직경의 턴테이블에 무작위 배치
		수직	33.44	5.88	
4	15 m 길이 연장한 후 접지면 위에	수평	32.52	4.19	챔버의 시험 체적 주위에 배치
		수직	37.55	10.59	

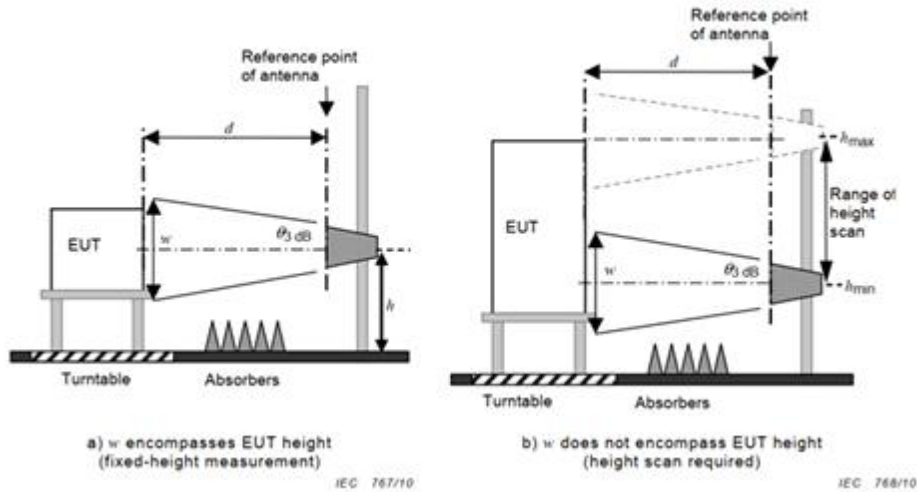
o 상기 시험 결과 자료를 근거로 중국에서는 아래와 같이 제안을 하였음

- ① A.8.11.4의 두 번째 단락 뒤에 잔디 깎기 로봇의 테스트 설정을 명확히 하기 위해 아래와 같은 문장을 추가하자고 함
 - 유도 루프 시스템이 장착된 전기 로봇 잔디 깎는 기계의 경우 경계선은 직경 2미터의 원으로 설정
 - 4.3.3.3의 한계는 로봇 잔디 깎기의 작업 영역을 정의하는 데 사용되는 경계선 연결 단자에는 적용하지 않음
 - 참고) 로봇 잔디 깎는 기계의 전자 경계선에 대한 방사 요구 사항 및 테스트 방법은 ETSI 표준(ETSI EN 303 447 V1.3.1)을 참조.

- ② 참조 조항에 참조 표준 추가

ETSI EN 303 447 v1.3.1(2022-07), 단거리 장치(SRD); 무선 스펙트럼에 대한 액세스를 위한 통일된 표준; 100 Hz ~ 148.5 kHz의 주파수 범위 내에서 작동하는 로봇 깎는 기계용 유도 루프 시스템

- o CISPR 16-2-3/AMD1 ED4:2019에서는 3m 거리에서 직경 1.5m 미만, 높이 1.5m 미만의 소형 장비만 측정할 수 있다는 요구 사항이 도입되었고 이 요구 사항은 CISPR 14-1 Ed. 7.0 의 5.3.4.1의 텍스트에 따라 CISPR 14-1 장비에도 적용됨. 그러나 매우 일반적으로 예를 들어 냉장고, 냉동고 및 이 둘의 조합은 높이가 최대 2m여서 특정 추가 조건에서 3m 거리에서도 그러한 기기를 측정할 수 있어야 함. 독일 위원인 Ms. Nikola 는 대형기기에 대해서는 3 m 측정이 맞지 않다고 하였음, 이슈는 대형 냉장고도 80 cm 테이블 위에 설치하여야 되는 이슈와 3 m 측정 가능한 피시험기 사이즈가 초과하는 제품에 대한 이슈가 있을 수 있음. 따라서 상기 이슈를 해결하기 위해 FAR 챔버에서 대형 기기에 대한 방사노이즈 측정 방법을 개정에 포함하기로 하였고, Fabio Scalon 씨 (영국, Convenor), Stephan Kloska(독일, Chairman), Frank Deter 위원(독일), 김대웅 위원, Tilo Koots 위원(독일 H Chairman) 위원이 진행하기로 하였음



[그림 5-10] FAR 챔버에서 피시험기기의 두가지 카테고리의 높이 스캔 방법

다. 추진 이력 및 계획

- CISPR 14-1 Ed. 7.0 이 2020년 발간된 이후에 코로나로 인해 총 4차 ('21년 12월 9일 2월 24일)에 걸쳐 비대면 회의가 개최되었고, 개정을 위한 총 116개의 Item을 수집 및 선정에 합의하였고, 합의 결과는 각 국가별 NC에 회람된 설문지에 요약되어 있음(CIS/F/825/Q, 2022-09-16 마감).
- 2022년 11월 1일부터 2일간 미국 샌프란시스코에서 대면 회의가 열렸고, 각 국가별 회신 결과를 토대로 각 Item 별 담당위원 선정 및 12개의 대항목으로 분류를 하였음
- 2023년 차기 WG1 회의까지 표준 개발 일정을 계획하고 12개의 대항목별 각각 Draft 문서를 작성하기로 하였음

2. CISPR 14-2:2020 Ed.3.0 의 Amendment 1 프로젝트

가. 기본정보

분과	CIS F/ WG1	프로젝트 명 표준번호 (선택)	CISPR 14-2/AMD1
현재 상태	프로젝터 Setup 단계	완료 시기	2024
표준(안) 명칭 (영문)	CISPR 14-2 (Electromagnetic Compatibility - Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus - Part 2: Immunity - Product family standard)		
표준(안) 명칭 (국문)	CISPR 14-2 (전자파적합성 - 가정용기기, 전동공구 및 유사기기의 요구사항 - Part 1: 전자파 내성)		

나. 주요내용

- CISPR F WG1 에서는 무선 통신에 대한 내성 시험 방법에 대해 재 정의하기로 하였음.
참고로, CIS/1/636/CDV 의 진행방향과는

다르게 진행 예정임. 무선 기능이 무엇인지 재정의하고 CISPR 14-2 의 8.8 절, (피시험기의 동작을 유지하기 위한 관련 시험에서 무선 통신에 사용되는 주파수를 제외할 수 있다). 그러나 안전의 관점에서 무선통신에 사용되는 주파수로 테스트하여 무선통신이 두절되었을 때의 동작을 확인해야 한다는 IEC 60335-1 의 내용을 어떻게 정리할지에 대해 김대웅 위원과 Fabio Scalon가 작업하기로 하였음. CISPR 14-1 의 관점에서는 spurious Frequency 와 ITU scope 에 있는 ITU 관련 문구(as defined by ITU)에 대해 수정 하기로 하고 Fabio Scalon(영국, Convenor), Stephan Kloska(독일, Chairman), Yamashita Hiroharu, 김대웅 위원이 정리하기로 하였음.

- CISPR 14-2 의 Voltage Dip에서 상업용 제품도 CISPR 14-1에 포함되었고 이에 따른 16 A 이상 기기의 대한 시험(IEC 61000-4-34)을 추가하기로 하였고 Maekawa Yasunori 위원과 김대웅 위원 위원이 진행하기로 하였음. 기존에는 16 A 초과 기기에 대해서는 전압 강하 내성 시험이 생략되었음

다. 추진 이력 및 계획

- CISPR 14-2 Ed. 3.0 이 2020년 발간된 이후에 코로나로 인해 총 4차 ('21년 12월 9일 2월 24일)에 걸쳐 비대면 회의가 개최되었고, 개정을 위한 총 23개의 Item을 수집 및 선정에 합의하였고, 합의 결과는 각 국가별 NC에 회람된 설문지에 요약되어 있음(CIS/F/826/Q, 2022-09-16 마감)
- 2022년 11월 1일부터 2일간 미국

샌프란시스코에서 대면 회의가 열렸고, 각 국가별 회신 결과를 토대로 각 Item 별 담당위원 선정 및 5개의 대항목으로 분류를 하였음

- 2023년 차기 WG1 회의까지 표준 개발 일정을 계획하고 5개의 대항목별 각각 Draft 문서를 작성 하기도 하였음

3. CISPR 15:2018 Ed.9.0 의 Amendment 1 프로젝트

가. 기본정보

분과	CIS F / WG2	프로젝트 명 표준번호 (선택)	CISPR 15/AMD1 ED9
현재 상태	CD (CIS F 821e CD))	완료 시기	2024년 3월 22일
표준(안) 명칭 (영문)	CISPR 15 (Electromagnetic Compatibility - Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment)		
표준(안) 명칭 (국문)	CISPR 15 (전자과적합성 - 조명기기 및 유사기기의 전자파 방해 특성의 허용기준과 측정방법)		

나. 주요내용

- LED 조명등의 신 조명기기 출현으로 복잡한 조명기기 요구사항을 반영한 CISPR 15 Ed.9.0 전면개정판이 2018년 8월 발행되어 현재 운영 중이며 이에 대한 2019-05-10 CIS/F/766A/RQ문서, 2020-04-03 RQ문서(CIS/F/766A/RQ)에서 CISPR SC F WG2에서 CISPR 15:2018에 대한 수정 제안 및 추가 유지 관리 항목 요청하여 P멤버 20개국 중 총 16개국과 3개국의 O멤버가 응답하여 Amendment 1

프로젝트 진행 결정하였고
2 0 2 1 - 0 3 - 1 9
RR문서(CIS/F/800/RR)로 프로젝트
CISPR 15/AMD1 ED9를 시작하여
첫번째 CD 문서(CIS/F/801/CD) 작업 및
각국 NC회담에 대한 검토
완료함(CIS/F/803a/CC, 2022-05-02).
이후 2번째 CD 문서(CIS/F/821/CD)를
2022-06-10 에 발표 하였고 이번
샌프란시스코에서 각 국가별 회신 결과를
검토하였고 23년 1분기 내에 CDV 문서를
작성 및 진행하기로 하였음

- o CIS/F/WG2 회의에서 2차 CD에서 반영에
주요 변경 사항에 논의하였고 관련 내용은
아래와 같음

- 1) ELV 램프의 전원 공급 장치 인터페이스
이외의 로컬 유선 포트의 전도 방해 측정을
위한 전압 프로브 방법 제거 - 전류
프로브로 대체
- 2) 1 ~ 6 GHz 주파수 범위에서 외함 포트의
방사 방해에 대한 한계/측정 방법의 도입
- 3) 단일 캡 램프용 원추형 금속 하우징에
대한 테스트 방법 변경
- 4) 유선 네트워크 포트의 인터페이스에
연결된 케이블의 시험 방법
- 5) 대형 피시험기기의 전도 방해에 대한 측정
방법 명확화
- 6) 통계적 방법에 관한 부속서 E의 제거 -
2차 CD에서 추가
- 7) 1차 CD (CIS/F/801/CD)에서 각 국가별
의견 합의된 (CIS/F/803/CC) 내용 반영
향후 2차 CD (CIS/F/821/CD)에서 각
국가별 의견 합의된 (CIS/F/829/CC) 내용

반영 하여 CDV 문서를 발간할 예정임

o 적용범위 개정

- 장식 및 엔터테인먼트 조명 정의
명확화-대기, 예술 또는 분위기 목적으로
빛을 발산하는 장비

비고 1: 장식 조명의 예로는 LED 스트립 조명,
로프 조명, 건물 벽이나 조각상을 유색 및/또는
패턴 조명으로 비추기 위한 프로젝터가 있고
일반적으로 이러한 유형의 조명 장비는 정적이지만
다양한 색상/패턴을 통해 이동할 수 있음

참고 2: 엔터테인먼트 조명의 예로는 무대,
극장 및 하늘 빔 조명이 있고 일반적
으로 이러한 유형의 조명 장비에는 투사되는
빛의 방향을 동적으로 변경하는 것과 같은
약간의 움직임도 포함됨

- CISPR 15에서 제외 되는 조명 장치의 적용 규격
명확화

- ① 디스플레이 백라이트, 스케일 조명/
시그널링을 위한 빌트인 조명 장치가 있는
장비
- ② 레인지 후드, 냉장고, 냉동고(CISPR 14의 범위 내
)
- ③ 복사기, 영사기(CISPR 32의 범위 내)
- ④ 도로 차량용 조명 장비(CISPR 12의 범위 내
)
- ⑤ 해상 장비(IEC TC 80 범위 내)
- ⑥ ISM 주파수 대역에서 작동하는 조명
장비(CISPR 11 범위 내)

- 무선 모듈에 대한 적용 범위 명확화

이 표준의 방출 요구 사항은 스퓨리어스
방사를 포함하여 ITU에서 정의한 무선
송신기의 의도적인 전송에 적용되지 않고
다음의 참고 문구 추가

참고 사항으로 이 적용범위 제외는 의도된 송신기 방출로 제한되며, 이는 피시험기기를 방사성 방출로 남겨두고 측정 셋업의 선로에 결합되고 피시험기기의 무선 부분에서 의도적으로 생성된 주파수의 전도 전송에 대해서는 이 제외가 미적용 됨

o 참조 규격 최신화

CISPR 16-1-2:2014 → CISPR 16-1-2:2014/AMD1:2017
 CISPR 16-1-4:2019 → CISPR 16-1-4:2019/AMD1:2020
 CISPR 32:2015 → CISPR 32:2015/AMD1:2019

o 용어정의 개정

– 약어에 아래 3개 약어 추가

AAN	asymmetric artificial network
FSOATS	free space open area test site
Fc	Clock frequency

o 로컬 유선 포트 평가의 허용기준 및 방법에서 1st CD에서 추가되었던 “위에 나열된 “로컬 유선 포트”의 두 하위 범주에 대해 전도 방해에 대한 제한이 이 하위 항목에 규정되어 있다.”라는 내용을 삭제하고 의미 전달을 명확히 하기 위해 5번째 단락을 아래와 같이 간략화 하였다.

“ELV 램프의 전력 공급 인터페이스 이외의 로컬 유선 포트에는 표 6에 주어진 제한 및 방법을 적용해야 합니다.”

o 주파수 범위 9 kHz ~ 30-MHz의 합체 포트 평가를 위한 허용기준 및 방법에서 LLAS과 60 cm 루프 안테나에 대한 다중 사용 방법에 대한 시험보고서에 어떤 방법과 한계를 적용했는지 명시해야 된다는 문구로 변경하였으며, 표 5-6 의 첫 번째 비교 문구도 변경하였음

<표 5-6> 직경이 다른 LLAS를 사용하여 시험 할 수 있는 최대 피시험기기 치수

UUT의 최대 치수, D m	Loop antenna 지름 m
$D \leq 1.6$	2
$D \leq 2.4$	3
$D \leq 3.2$	4

비고: 3개의 표준화된 루프 안테나 직경 각각에 대해 최소 피시험기기 치수가 주어지지 않는다. 상대적으로 큰 크기의 LLAS가 작은 EUT에 적용되는 경우, 이는 더 높은 노이즈 플로어를 유발할 수 있다. 따라서 항상 가능한 가장 작은 크기의 LLAS를 적용하는 것이 좋음
 소형 피시험기기가 대형 LLAS에서 시험되는 경우(즉, 3 m 또는 4 m LLAS에서 시험되는 1.6 m보다 작은 피시험기기 또는 4 m LLAS에서 시험되는 2.4 m보다 작은 피시험기기)에 LLAS는 측정 기기의 노이즈 플로어보다 최소 10 dB의 여유를 두고 EUT에서 생성된 방출을 감지할 수 있음

o 주파수 범위 30 MHz ~ 1 GHz 방사성 방해

– 표 5-7의 2번째 비교 문구를 변경하고 미국 측의 요청에 의해 아래와 같은 참고 문구를 추가하였으며, 미국에서 조명 장치는 비소비자(Class A) 또는 소비자(Class B) 장치로 분류된다. 이러한 분류 제한은 CISPR 32:2015+A1 2019 간행물의 클래스 A 및 클래스 B 장비 범주와 유사함

o 주파수 범위 확장에 따른 1~6 GHz 방사성 방해 측정

– 1 GHz ~ 6 GHz의 주파수 범위에서 방사성 방출 측정을 수행해야 하는 최고 주파수는 최고 클럭 주파수(Fc)에 의해 결정되고 만약 클럭주파수가 없으면 방사성 방출 시험은 최대 6 GHz 까지 측정해야 된다고 추가 명확화 하였으며 표 5-8과 같음

– 1 GHz ~ 6 GHz의 주파수 범위에서 방사성 방해 허용기준 및 측정 방법은 전기장 성분의 첨두값 및 평균값으로 표 5-9와 같음, 2차 CD에서는 측정거리를 3m 이외에 1 m, 5, 10 m.에서도

허용을 한다는 참조 문구를 추가함

<표 5-7> 30 MHz ~ 1 GHz 주파수 범위에서 관련 측정법과 방사성 방해 허용기준

Testing method	Reference	Frequency range MHz	Quasi-peak limits
OATS or SAC (10 m 거리)	CISPR 16-2-3	30 ~ 230 230 ~ 1000	30 dB(μ V/m) 37 dB(μ V/m)
OATS or SAC (3 m 거리)	CISPR 16-2-3	30 ~ 230 230 ~ 1000	40 dB(μ V/m) 47 dB(μ V/m)
FAR (3 m 거리)	CISPR 16-2-3	30 ~ 230 230 ~ 1000	42 to 35 dB(μ V/m) 42 dB(μ V/m)
TEM-waveguide	IEC 61000-4-20	30 ~ 230 230 ~ 1000	30 dB(μ V/m) 37 dB(μ V/m)
CDNE method	CISPR 16-2-1	30 ~ 100 100 ~ 200 200 ~ 300	64 to 54 dB(μ V) 54 dB(μ V) 54 to 51 dB(μ V)

* 허용기준에서 xx to xx는 대수적 증감

* TEM-Waveguide는 IEC 61000-4-20의 6.1절에 따라서 케이블 접속이 없고 EUT 최대크기 제한(1 GHz에서 EUT 최대크기는 측정 주파수의 1과장, 1 GHz에서 300 mm임). TEM 도파관에서 얻은 결과는 10 m 거리에서 OATS 기반 허용기준과 비교하기 위해 전계 강도로 변환됨

* 300 MHz까지 CDNE 방법과 허용기준은 내부 클럭 주파수가 30 MHz 이하에 적용. 이 경우 300 MHz ~ 1000 MHz 요구사항 만족으로 간주. CISPR 15 Ed.8.0 보다 더 엄격해짐. 200 MHz ~ 300 MHz 대역 마진 증가(300 MHz에서 10 dB까지)

* CDNE 방법에서 CISPR 16-2-1의 EUT 크기 제한은 적용하지 않고 최대 EUT 크기는 3 m x 1 m x 1 m ($l \times w \times h$)

<표 5-8> 방사성 방해 측정 최대 주파수 요구조건

Highest clock frequency (F_c)	Highest measurement frequency
$F_X \leq 108$ MHz	1 GHz
108 MHz < $F_X \leq 500$ MHz	2 GHz
500 MHz < $F_X \leq 1$ GHz	5 GHz
$F_X > 1$ GHz	5 x F_X up to a maximum of 6 GHz

- 1 GHz ~ 6 GHz의 방사성 방해 허용기준 및 방법에서 미국 위원의 요청으로 아래 와 같은 문구를 참조 문구를 추가함

참고) 미국에서 조명 장치는 비소비자(클래스 A) 또는 소비자(클래스 B) 장치로 분류된다. 이러한 분류 제한은 CISPR 32:2015+A1 2019 간행물의 클래스 A 및 클래스 B 장비 범주와 유사하다.

- o 피시험기기의 제품별 한계적용 조건, 동작 및 시험 조건
- 내부 모듈을 피시험기기로 포함하는 호스트는 B.6 절 (그림 B.1b) 및 C.4절(그림 C.4)에 따라 조명 기구로 테스트되거나 CISPR 16-2-1 에 따라 CDNE 설정으로 테스트됨. 호스트(참조 등기구)의 예는 CISPR TR 30-1 및 CISPR TR 30-2에서 찾을 수 있음

- 단일 캡 자체 안전기 램프, 형광 램프 등기구에 사용되는 이중캡 자체 안정기 램프, 이중 캡 램프 어댑터, 이중 캡 반 조명기구 및 이중 캡 개조 램프 그리고 ELV 램프에 대한 전도 방해 측정과 조건에 해당되는 경우 30 MHz ~ 6 GHz 까지 측정해야 된다고 추가 명시하였음

- 공급 전압 및 주파수에서 공급 전압 선택된 공칭 테스트 전압 $\pm 2\%$ 이내여야 한다고 추가 명시 하였음

- o 피시험기기의 안전화 시간

- 측정에 앞서, 피시험기기의 일부인 광원 또는 램프를 포함하는 피시험기기는 안정화될 때까지 작동되어야 하고 달리 명시되지 않았거나 사용 설명서에 달리 명시되지 않은 한 가스 방전 기술을 포함하는 피시험기기의 경우 30분 안정화 시간이 적용하고 가스방전 기술을 포함하지 않는 피시험기기는 1분으로 명확화 함

- o 전도성 방해 측정 방법에서 측정 장비 및 방법 요약 재정리하여 표 5-10과 같이 새로운 표로 추가함

<표 5-9> 1 GHz 이상 방사성 방해 허용기준 및 시험방법

Frequency range MHz	Testing Method	Testing Distance m	Detector Type / bandwidth	Measurement distance m
1 000 ~ 3 000	FSOATS	3	Average 1 MHz	50
3 000 ~ 6 000				54
1 000 ~ 3 000			Peak 1 MHz	70
3 000 ~ 6 000				74
1000 MHz에서 최고 클록 주파수(F_c)에서 파생된 가장 높은 필수 측정 주파수까지의 주파수 범위에 적용				

<표 5-10> 표준화된 전도성 방해 측정 방법의 개요

Interface	허용기준	주파수 범위	기준
전원공급 인터페이스	Table 1	9 kHz ~ 30 MHz	CISPR 16-1-1 (리시버) CISPR 16-1-2 (보조 장비: AMN) CISPR 16-2-1 (측정 방법)
전원 공급 인터페이스 이외의 유선 네트워크 인터페이스(예: 통신 또는 데이터 전송용)	Table 2	150 kHz ~ 30 MHz	CISPR 16-1-1 (리시버) CISPR 16-1-2 (AAN, CVP) CISPR 16-2-1 & 8.4(측정 방법)
	Table 3a	150 kHz ~ 30 MHz	CISPR 16-1-1 (리시버) CISPR 16-1-2 (전류 프로브) CISPR 16-2-1 & 8.4(측정 방법)
로컬 유선 포트 - ELV 램프의 전력 공급 인터페이스	Table 1 또는 Table 4	9 kHz ~ 30 MHz	CISPR 16-1-1 (리시버) CISPR 16-1-2 (보조 장비: AMN) CISPR 16-2-1 & A.5.1(측정 방법)
로컬 유선 포트 - ELV 램프의 전력 공급 이외의 인터페이스	Table 5	150 kHz ~ 30 MHz	CISPR 16-1-1 (리시버) CISPR 16-1-2 (전류 프로브) CISPR 16-2-1 & 8.5.2.2(측정 방법)

a 시험 중인 EUT 포트와 선택한 시험 방법에 따라 적용 가능한 허용기준은 표 2 또는 표 3 또는 둘 다임

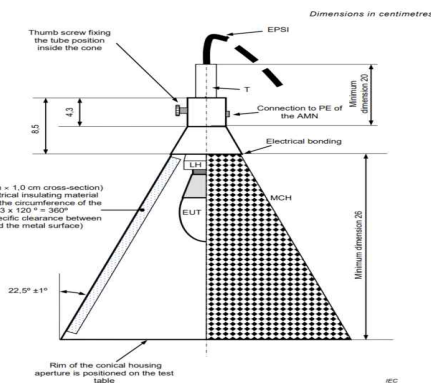
<표 5-11> 표준화된 방사성 방해 측정 방법의 개요

시험방법	허용기준	주파수 범위	기준
LLAS	Table 8	9 kHz ~ 30 MHz	CISPR 16-1-1 (리시버) CISPR 16-1-4 (안테나 및 시험장) CISPR 16-2-3 (측정 방법)
Loop antenna	Table 9	9 kHz ~ 30 MHz	CISPR 16-1-1 (리시버) CISPR 16-1-4 (안테나 및 시험장) CISPR 16-2-3 9.3.3(측정 방법)
OATS/SAC	Table 10	30 MHz ~ 1 GHz	CISPR 16-1-1 (리시버) CISPR 16-1-4 (안테나 및 시험장) CISPR 16-2-3 9.3.3(방사 측정 방법)
FAR	Table 10	30 MHz ~ 1 GHz	CISPR 16-1-1 (리시버) CISPR 16-1-4 (안테나 및 시험장) CISPR 16-2-3 (측정 방법)
TEM	Table 10	30 MHz ~ 1 GHz	CISPR 16-1-1 (리시버) IEC 61000-4-20 (측정방법 및 장비)
CDNE	Table 10	30 MHz ~ 300 MHz	CISPR 16-1-1 (리시버) CISPR 16-1-2 (CDNE) CISPR 16-2-1 (CDNE 측정 방법)
FOATS	Table 11	1 GHz ~ 6 GHz	CISPR 16-1-1 (리시버) CISPR 16-1-4 (안테나 및 시험장) CISPR 16-2-3 (방사 측정 방법)

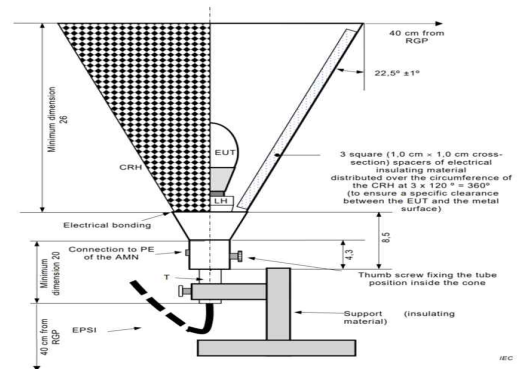
- 전원 공급 이외의 유선 네트워크 인터페이스의 전도성 방해 측정
 - 전원 공급 장치 이외의 유선 네트워크 인터페이스(예: 통신 또는 데이터 전송용)의 전도 방해 측정은 아래의 인터페이스 유형에 따라 CISPR 16-2-1:2014/AMD1:2017에 설명된 적용 가능한 절차를 사용하여 측정해야 하고 CISPR 16-2-1:2014/AMD1:2017의 Annex H는 각 측정 절차에 대한 설명과 특정 피시험기기 인터페이스에 대한 각 절차의 적용 가능성 기준을 제공
 - AAN을 사용하여 측정된 차폐되지 않은 평형 인터페이스의 경우 피시험기기 사용 설명서에 케이블 종단 변환 손실(LCL)이 지정되어 있지 않으면 Cat. 3 LCL이
- 적용되고 선택한 측정 절차에 따라 표 2, 표 3 또는 지정되어 있지 않으면 Cat. 3 LCL이 적용되고 선택한 측정 절차에 따라 표 2, 표 3 또는 표 2와 표 3 모두의 한계가 적용됨(CISPR 16-2-1:2014/AMD1:2017의 부록 H 참조).
- AAN, 전류 프로브 및 CVP는 CISPR 16-1-2:2014/AMD1:2017의 해당 요구 사항을 준수해야 하고 AAN 및 CVP(사용되는 경우)는 기준 접지면에 접촉되어야 함(부록 B 참조)
- 8.5.2.2 절 전압프로브 측정 방법 절 삭제
 - 방사성 방해 측정 방법에서 측정 장비 및 방법 중 1 ~6 GHz 추가, 표 5-11 참조

- 9 kHz ~ 30 MHz의 루프 안테나 방사성 방해 측정은 CISPR 16-1-4:2019의 4.3.2에 명시된 대로 소형 안테나(예: 60cm)로 3 m 거리에서 측정하고 안테나의 중앙 높이는 시험장의 접지 면에서 1.3m 위에 있어야 한다고 명확화 함
- 1 GHz ~ 6 GHz 방사성 방해 측정 문구 간격화
 - CISPR 16-2-3의 설정 요구 사항 및 테스트 방법은 FSOATS에서 방사 방법을 사용하여 테스트를 수행할 때 적용되고 피시험기기 배열에 대한 세부 사항은 부록 C에서 찾을 수 있음.
 - 스펙트럼 분석기를 사용할 때 VBW는 1 MHz 이상이고 권장 VBW는 3 MHz
- 단인 캡 안정기내장형 램프 전도성 방해 측정을 위한 피시험기기 배치
 - 첫 번째 CD 문서와 배치 내용은 동일하나 MCH (천공 금속 원추형 하우징) 이 CRH (원추형 하우징) 으로 대체 되었음

CISPR 15 Ed 9.0



- 첫 번째 CD 문서와 배치 내용은 동일하나 MCH (천공 금속 원추형 하우징) 이 CRH (원추형 하우징) 으로 대체 되었음
- 유선 네트워크 포트의 인터페이스에 연결된 케이블 배열(전력 공급 케이블의 배열)
 - 피시험기기의 전원 공급 케이블에 방해 완화 기능(예: 인라인 EMI 필터)이 장착되어 있으면 길이 요구 사항을 준수하기 위해 케이블 길이를 조정해야 하는 상황에서도 테스트 설정에 변경되지 않은 상태로 포함되어야 한다고 추가 명시함
- 네트워크에 간접적으로 연결된 로컬 유선 포트의 케이블 및 이외의 로컬 배선 포트 케이블
 - 피시험기기의 전원 공급 케이블에 방해 완화 기능(예: 인라인 EMI 필터)이 장착되어 있으면 길이 요구 사항을 준수하기 위해 케이블 길이를 조정해야 하는 상황에서도 테스트 설정에 변경되지 않은 상태로 포함되어야 한다고 추가 명시함

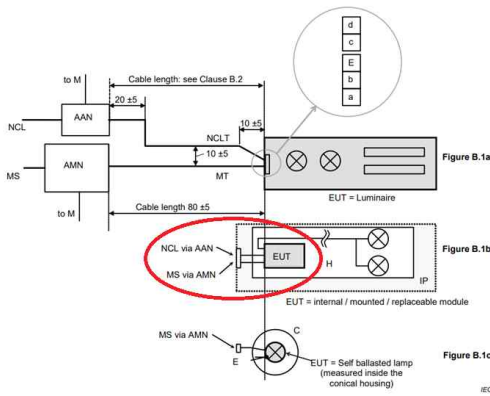


[그림 5-11] 단인 캡 램프용 원추형 금속 하우징(A.1.1 참조)

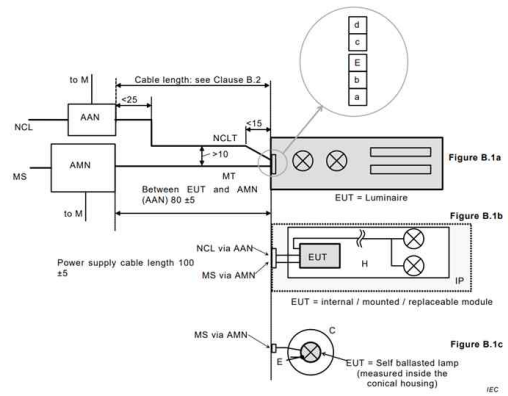
o 모듈의 배치

- 그림 5-12 등기구(그림 B.1a), 내부/장착/교체 가능 모듈(그림 B.1b) 및 단일 캡이 있는 자체 안정기 또는 독립 가스 방전 램프 그림 B.1c)에서 전도성 방해를 측정하기 위한 배치에서 내부 모듈의 위치가 수정이 되었음
- 피시험기기(모듈)가 AC/ USB 어댑터에서 USB를 통해 전원을 공급하는 경우 USB 케이블의 유형은 피시험기기와 함께 제공되거나 사용설명서에 선언된 대로 또는 연결된 데이터 라인없이 $20(+/-1)\text{cm}$ 길이가 있는 USB케이블이어야 한다고 시험 사용 케이블에 대해 명시하였음. 그림 5-13와 같이 기존 1st CD 문서에서 추가 됨

1st CD 문서

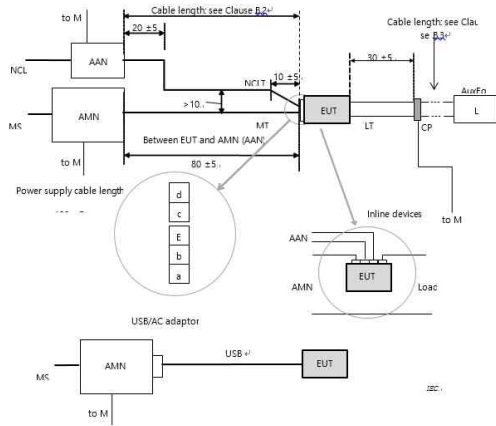


2nd CD 문서

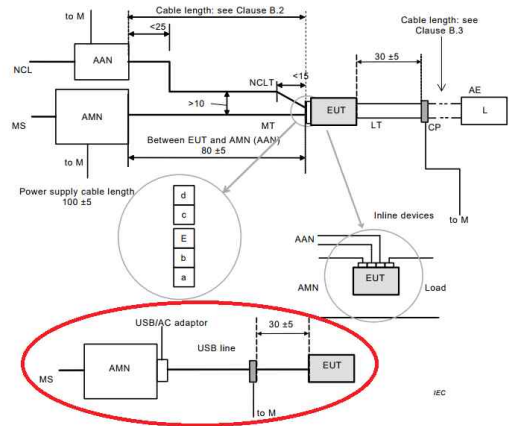


[그림 5-12] 등기구(그림 B.1a), 내부/장착/교체 가능 모듈(그림 B.1b) 및 단일 캡이 있는 자체 안정기 또는 독립 가스 방전 램프 그림 B.1c)에서 전도성 방해를 측정하기 위한 배치

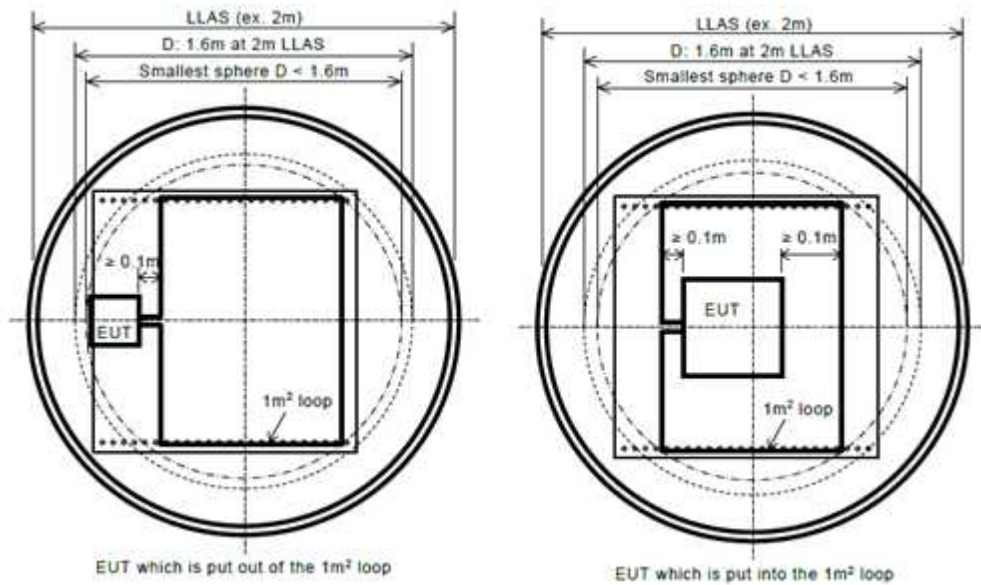
1st CD 문서



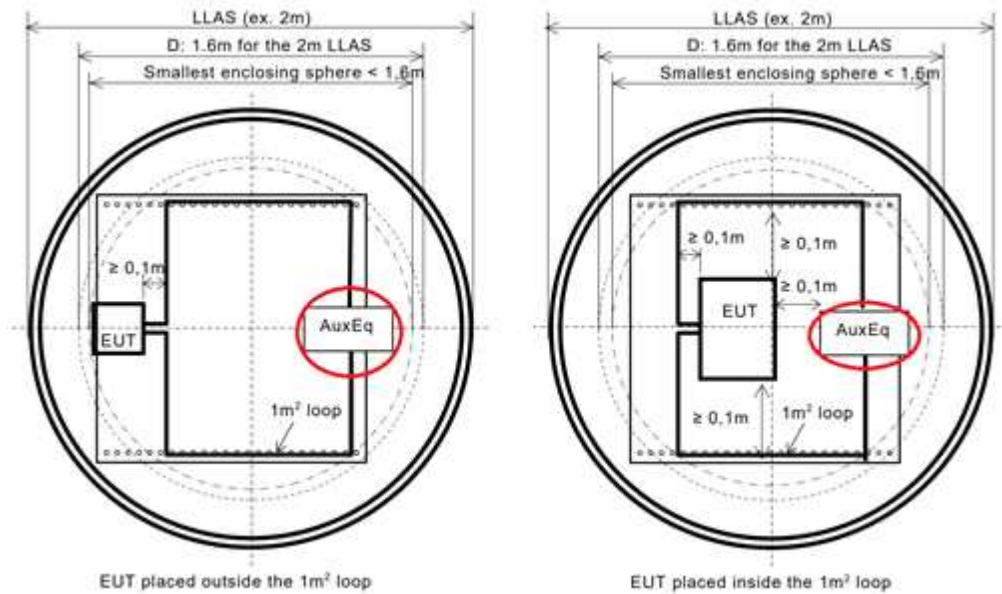
2nd CD 문서



[그림 5-13] 외부 모듈의 전도성 방해 측정용 배치

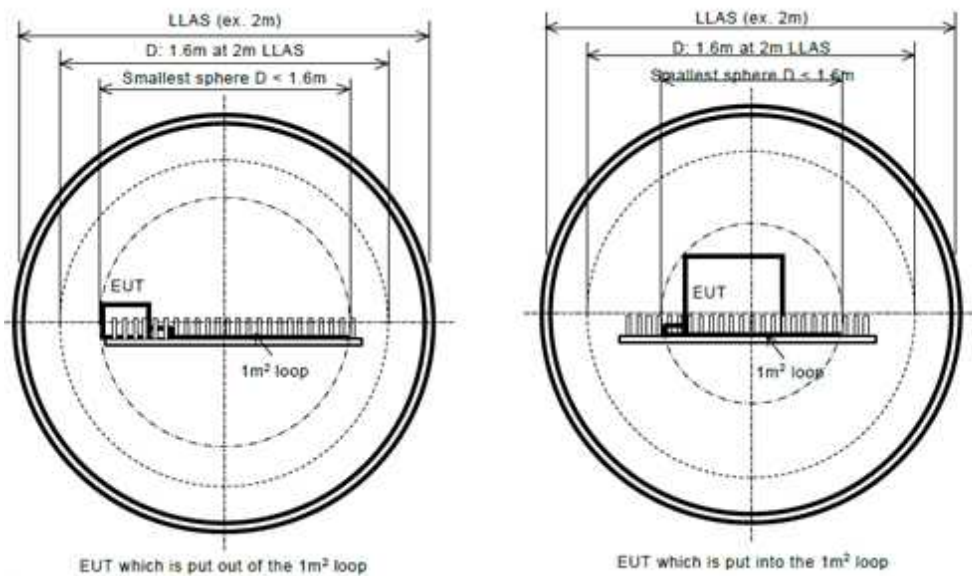


(a) 1st CD 문서

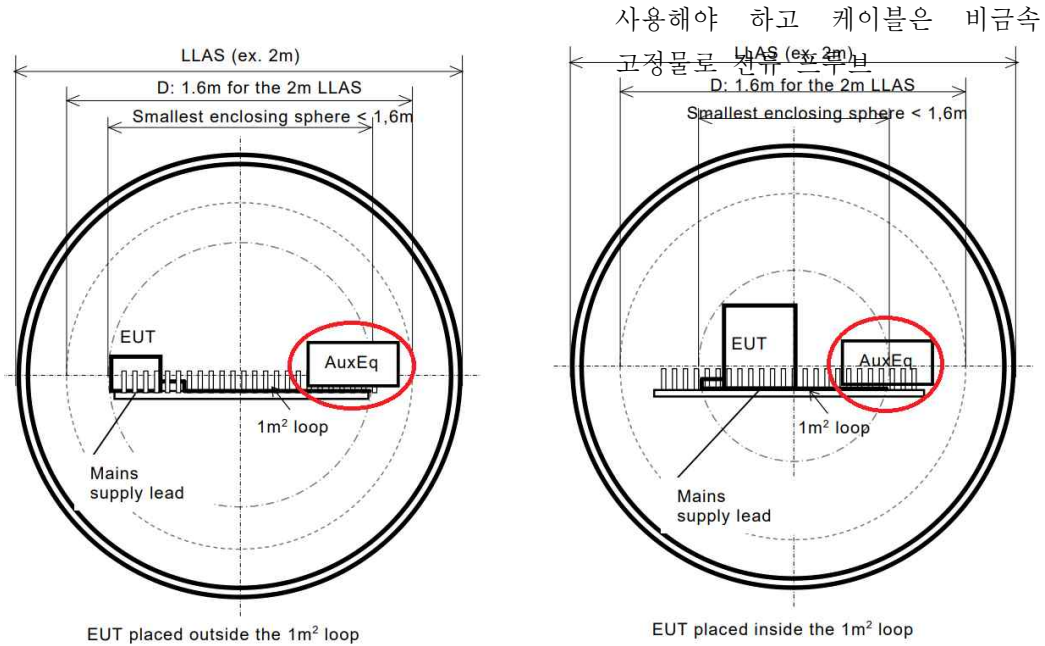


(b) 2nd CD 문서

[그림 5-14] LLAS 측정에서 케이블 로딩 및 종단(Top view)



(a) 1st CD 문서

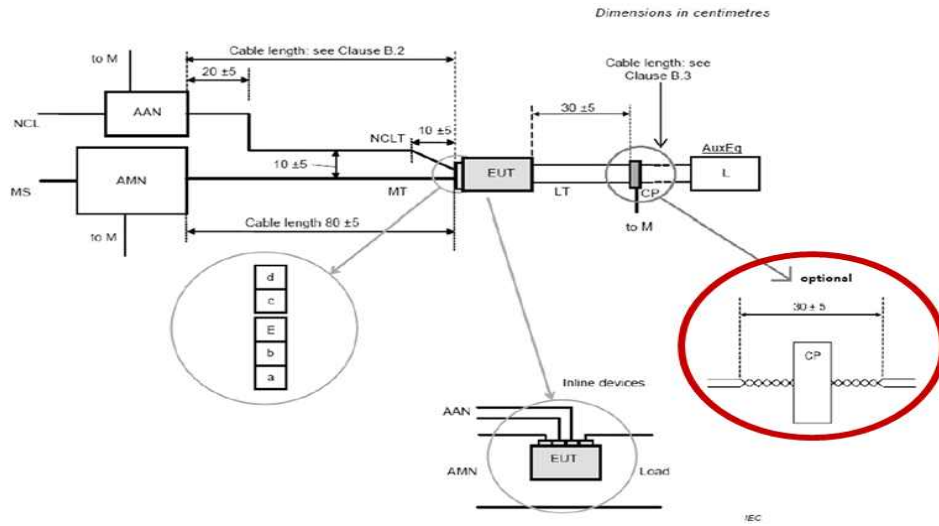


(a) 2nd CD 문서

[그림 5-15] LLAS 측정에서 케이블 로딩 및 종단(Side view)

o 일본에서 전류 프루브 측정시 전선의 종류와 전류프루브의 내부에 어떤 위치에 있는지에 따라 데이터가 달라짐을 많은 시험을 통해 공유를 하였음, 전류 프루브에 통과하는 전원선의 종류와 위치에 따라 다르다고 독일과 일본이 관련 내용을 발표하고 트위스트 페어 케이블이 다른 케이블보다 반드시 더 재현 가능한 것은 아니고 또한 로컬 유선 포트에 연결된 도체 케이블이 3개 이상 있는 경우 또는 부하에 큰 전류를 공급할 수 있는 로컬 유선 포트용은 2T/cm 트위스트 케이블을 만드는 것은 어렵다고 설명을 하였으나, 일본은 측정은 사용 설명서에 지정된 케이블을

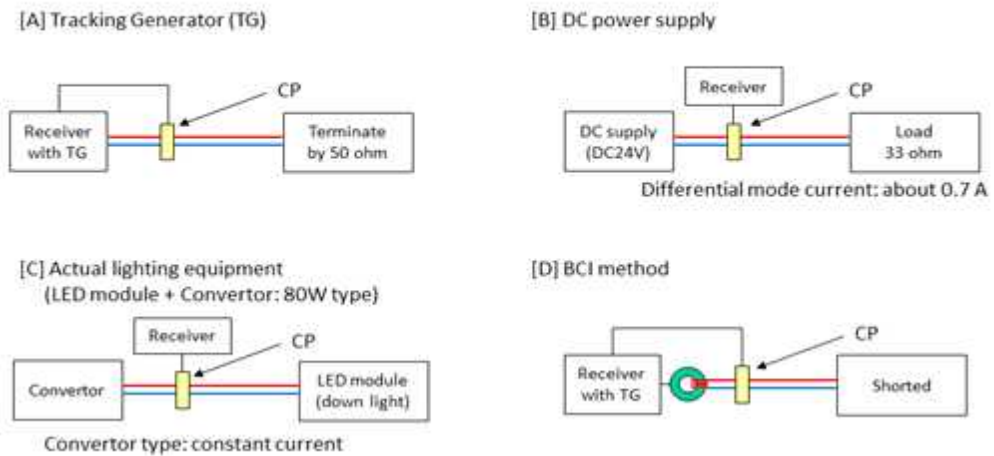
클램프 구멍의 중심에 고정되어야 한다고 제안함. 향후 독일의 측정 시료를 일본에 보내 Round robin test를 하기로 하였고 CISPR F WG2에서 결과를 정리하여 차기 Amendment2 문서에 반영하기로 하고 향후 CDV를 통과하면 관련 내용을 CISPR A에 보내어 관련 내용 반영을 요청 및 정리하기로 하였으며, 일본의 시험 결과는 아래와 같음



[그림 5-16] 제안 시험 방법 도표

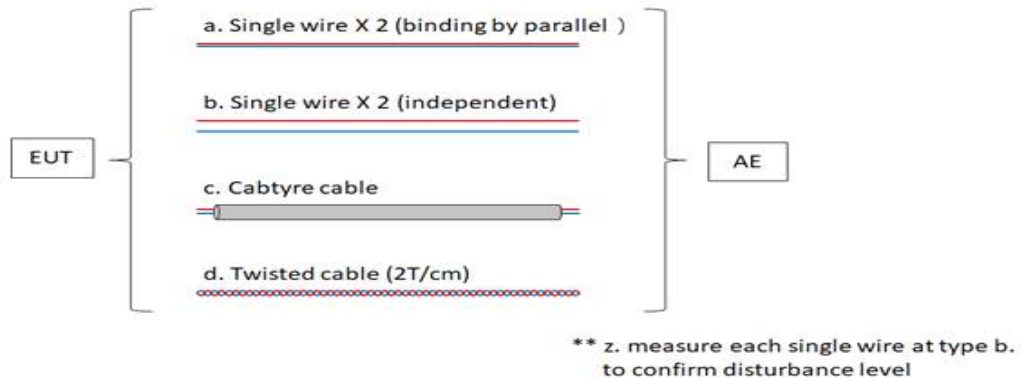
i. EUT types

* Two types CP is used. The clamp's opening $\phi 3$ cm and $\phi 6.7$ cm

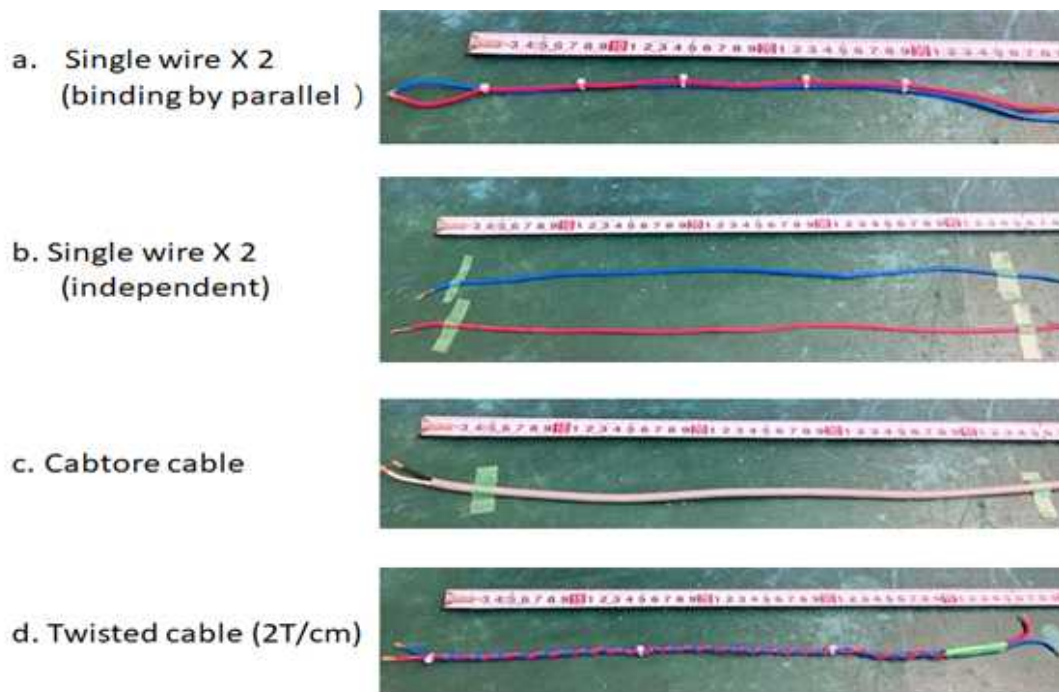


[그림 5-17] 검토된 4가지 시험 방법

ii. Connecting wire types (All cable's cross section: 1.25 mm^2)



[그림 5-18] 검토된 4가지 케이블 종류



(a) 케이블 사진

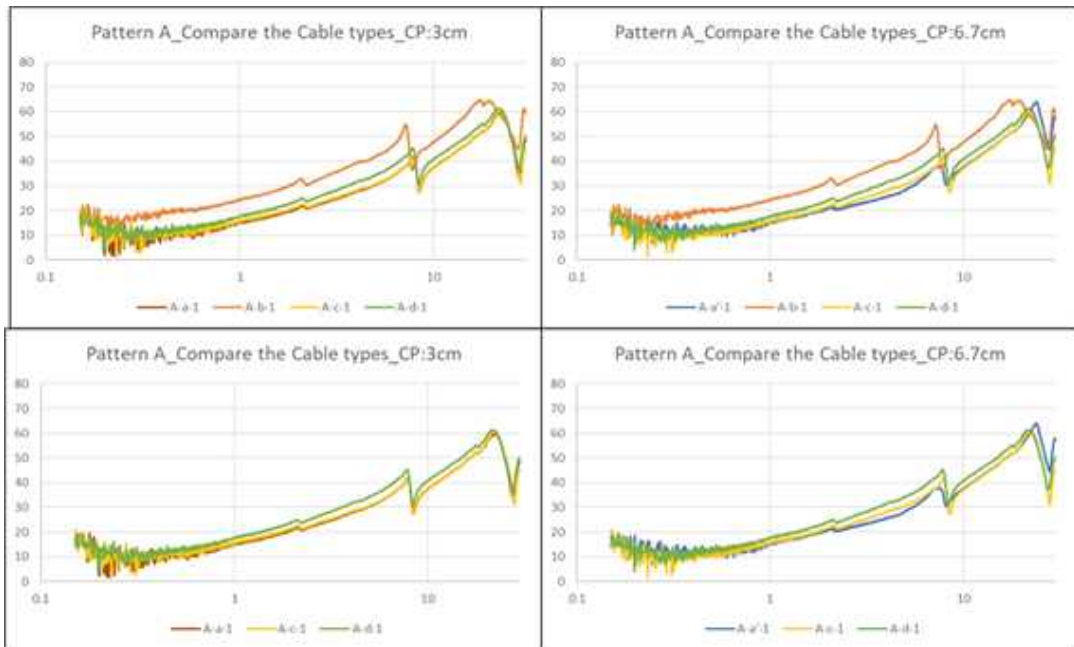
➤ Test arrangement

iii. Cable arrangements

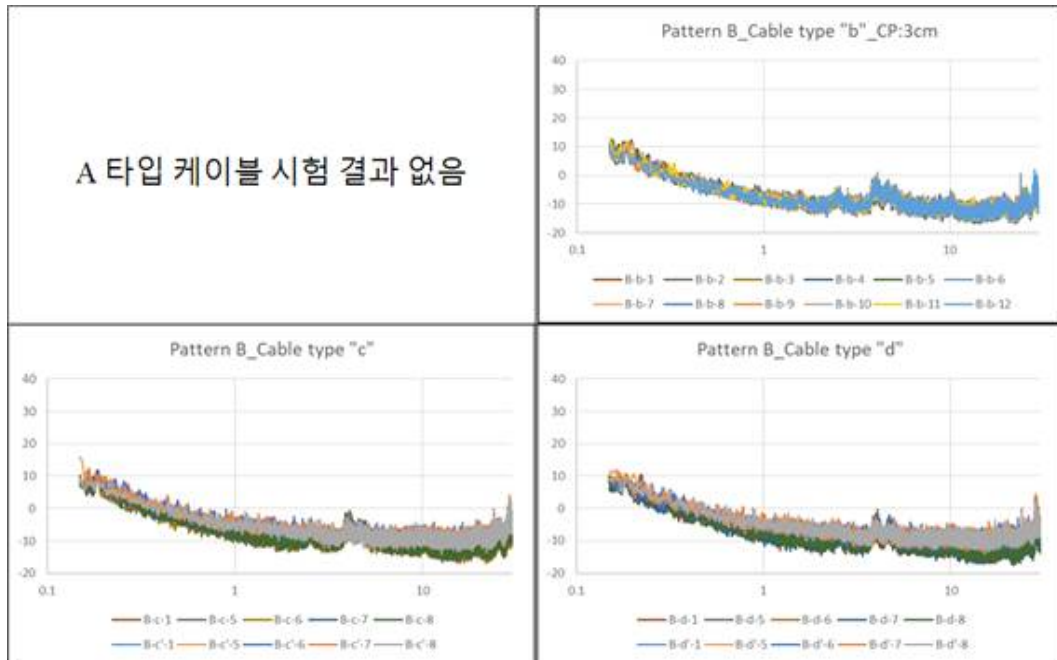
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a												
b												
c												
d												
z												

(b) 클램프 내부 채치 위치

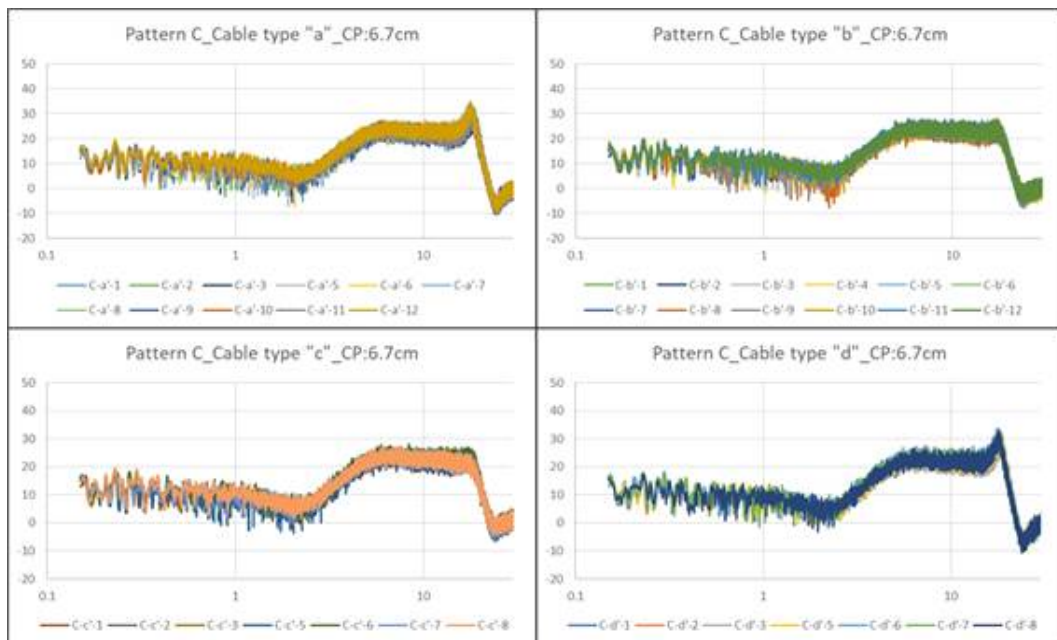
[그림 5-19] 검토 시험용 케이블의 전류 클램프 내부 배치 위치



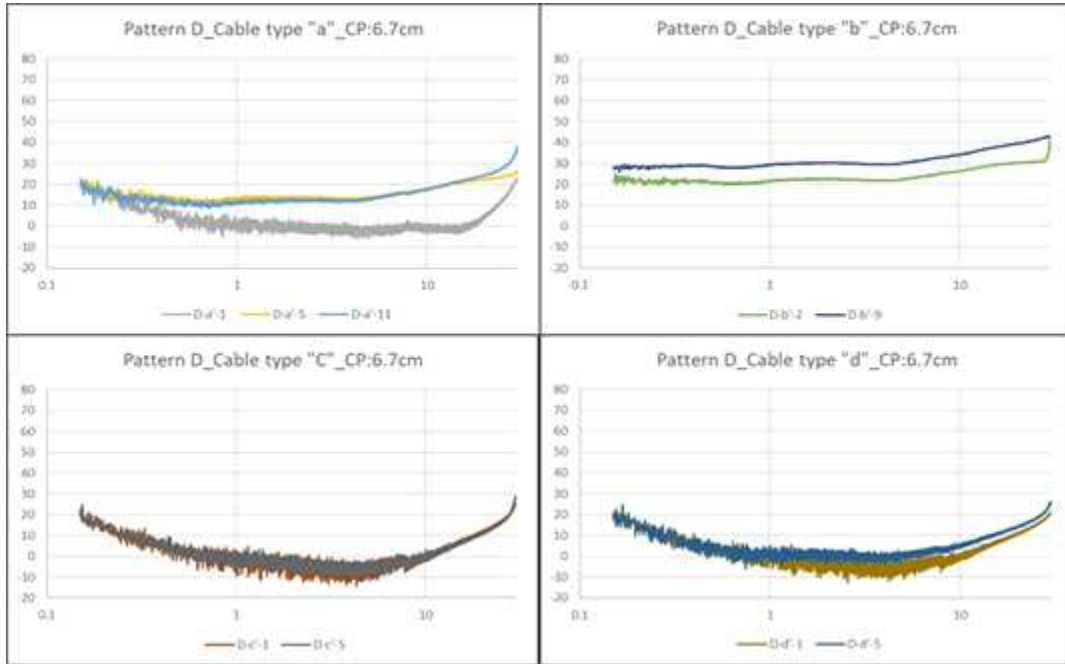
[그림 5-20] Tracking Generator를 이용한 각 케이블 종류의 결과



[그림 5-21] DC 전원 공원에 의한 각 케이블 종류의 결과



[그림 5-22] 실제 LED 모듈과 컨버터 의한 각 케이블 종류의 결과



[그림 5-23] BCI 방법을 이용한 각 케이블 종류의 결과

다. 추진 이력 및 계획

- LED 조명등의 신 조명기기 출현으로 복잡한 조명기기 요구사항을 반영한 CISPR 15 Ed.9.0 전면개정판이 2018년 8월 발행되어 현재 운영 중
- 2019-05-10 CIS/F/766A/RQ문서 발행으로 개정 승인하였고 2020-04-03 RQ문서(CIS/F/766A/RQ)에서 CISPR SC F WG2에서 CISPR 15:2018에 대한 수정 제안 및 추가 유지 관리 항목 요청하여 P멤버 20개국 중 총 16개국과 3개국의 O멤버가 응답하여 Amendment 1 프로젝트 진행 결정

○ 2021-03-19 RR문서(CIS/F/800/RR)로 프로젝트 CISPR 15/AMD1 ED9를 시작하여 1st CD 문서(CIS/F/801/CD) 작업 및 각국 NC회람 결과 Review 완료함(CIS/F/803a/CC), 202200502, 이후 2번째 CD 문서를 2022-06-10 에 발표 하고 이번 샌프란시스코에서 각 국가별 회신 결과 Review 하고 23년 1분기 내에 CDV 문서를 작성 및 회신하기로 하였음 진행하기로 하였음. 제안된 목표 날짜는 21년에 계획된 일정으로 진행 예정임, 참고로 CDV: 2023-03-01, FDIS: 2023-12-01, IS: 2024-03-22임

○ CIS/F/WG2 회의에서는 1차 CD에서 반영된 주요 변경 사항 1) ELV 램프의 전원 공급 장치 인터페이스 이외의 로컬 유선 포트의 전 도 방해 측정을 위한 전압 프로브

방법 제거 - 전류 프루브로 대체 2) 1 ~ 6 GHz 주파수 범위에서 외함 포트의 방사 방해에 대한 한계 및 측정 방법의 도입 3) 단일 캡 램프용 원추형 금속 하우징에 대한 테스트 방법 변경 4) 유선 네트워크 포트의 인터페이스에 연결된 케이블의 시험 방법 5) 대형 피시험기기의 전도 방해에 대한 측정 방법 명확화 6) 통계적 방법에 관한 부속서 E의 제거 7) 2번째 CD (CIS/F/821/CD)에서 각 국가별 의견 합의된 (CIS/F/829/CC) 내용을 반영하여 CDV 문서를 발간할 예정임

제6장 H 소위원회 표준화 동향

권종화
(한국전자통신연구원)

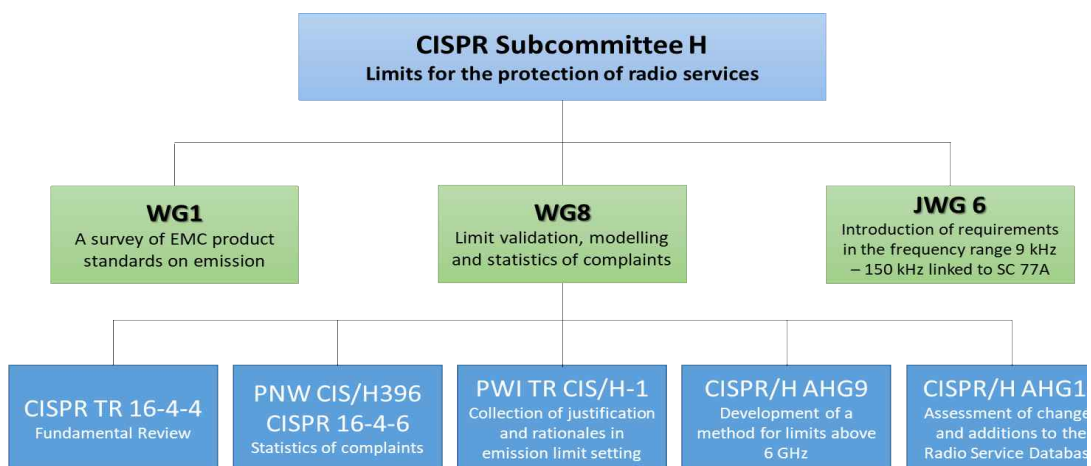
제1절 소위원회 개요
제2절 2022년도 주요 회의결과
제3절 주요 표준화 동향분석

▶ 제1절 소위원회 개요

IEC CISPR 산하 H 소위원회는 “무선 서비스 보호를 위한 허용기준(limits for the protection of radio services)”을 담당하는 표준화 위원회로, 무선 서비스 보호를 위해 각국의 무선 서비스 데이터베이스를 기반으로 전기·전자 회로로 구성된 제품에서 발생하는 전자파 방해에 대한 허용기준을 제정한다. IEC 홈페이지에 제시된 CISPR SC H의 담당 역할 및 주요 업무는 다음과

같다.

- 주어진 전자파 환경에서의 동작 및 사용을 목적으로 하는 모든 종류의 전기·전자 기기로부터 발생하는 무선주파수 방해에 대한 평가 및 제어를 위한 공통의 허용기준과 측정 방법에 대한 표준화와 이러한 요구구격의 CISPR 일반 방출 허용기준에 반영
- 제품 위원회의 요구를 고려하여 무선 서비스 보호를 위한 방출 허용기준 결정을 위한 CISPR 결함 및 방해 모델에 대한 표준화



[그림 6-1] IEC CISPR H 소위원회 구성

- 무선 서비스 특성에 대한 데이터베이스 개정
- CISPR 산하 소위원회에 의해 개발된 무선주파수 방해 제어를 위한 허용기준 제안에 대한 평가 및 CISPR 제품 표준에 포함 여부 검토

H 소위원회가 담당하고 있는 분야는 전기·전자 기기는 물론 무선 서비스 환경과 밀접한 관계가 있으며, 전자파장해 또는 간섭은 무선 서비스의 성능 저하는 물론 인접 장비의 오동작이나 고장을 초래하기 때문에 국제 표준화에서 다루고 있는 허용기준에 대한 동향 파악과 분석, 그리고 적극적인 표준화 활동 참여가 매우 중요하다.

IEC 산하 CISPR H 소위원회에는 우리나라를 비롯해 2022년 11월 20일 기준으로 33개국이 회원국으로 참여하고 있으며, 이 중 투표권이 있는 P-member 국가는 우리나라를 포함하여 총 24국이며, 단순히 참여만 하는 O-member 국가는 12개국(이다. CISPR H 소위원회의 간사국은 우리나라에서 맡고 있으며, 위원장은 독일의 Thilo A. Kootz (BNetzA), 부위원장은 영국의 Martin A. Wright, 그리고 간사는 우리나라의 황정환 책임(한국전자통신연구원)과 오택규 책임(한국정보통신기술협회)가 담당하고 있다. CISPR H 소위원회는 (그림 6-1)과 (표 6-1)과 같이 구성되어 있다.

CISPR H 소위원회 산하 WG1(A survey of EMC product standards on emission)에서는 제품 표준(product standard)에서 EMC 방

JWG 6 (SC/H & SC77A)	9 kHz ~ 150 kHz 대역에서의 요구사항 (TC77 산하 SC77A와 협력)
----------------------------	---

출(emission) 관련된 내용을 조사하는 것을 기본 임무로 하며, IEC 61000-6-3(주거환경), IEC 61000-6-4(산업환경), IEC 61000-6-8(상업 및 경공업 환경) 등 전자파 방출 관련 공통 표준(generic standard)의 제·개정 등 CISPR H 소위에서 진행되는 주요 업무를 담당하고 있다.

CISPR H 소위원회 산하 WG8(Limit validation, modeling and statistics of complaints)에서는 CISPR TR 16-4-4의 개정과 CISPR TR 16-4-6의 신규 제정을 추진하며 방출 기준설정의 정당화 및 근거 수집, 6 GHz 이상 허용기준 모델 개발, 전파 서비스의 데이터베이스 관리 등의 작업을 담당한다. (그림 7.1)과 같이 WG8 산하에는 여러 가지 작업반들이 있으며, 허용기준 신규 제정 관련하여 2020년에 AHG9과 AHG10이 신설되었다. AHG9에서는 6 GHz 이상 주파수대역에서의 허용기준 제정을 위한 모델을 개발하고 개발된 모델을 기반으로 허용기준을 제정하는 업무를 담당하고, AHG10에서는 허용기준 제정을 위한 모

<표 6-1> CISPR H 소위원회 조직별 주요 역할 및 위원장단

조직	주요 역할	위원장단	Liaison
WG 1	방출에 대한 EMC 제품 표준 조사: 공통 표준(IEC 61000-6-3, -4, -8 등) 재·개정 담당	Andrew Griffin (미국) Bernd Jäkel (독일)	IARU
WG 8	허용기준 검증, 모델링 및 불만사항 통계: 기술문서 16-4-4 개정 및 16-4-6 신규제정, 6 GHz 방출모델 개발 담당	Martin A. Wright (영국) Nikola Kiwull (독일)	IARU ITU_R
AHG9	6 GHz 이상 주파수대역에 대한 허용기준 모델과 허용기준 제안	Nikola Kiwull (독일) Thilo A. Kootz (독일)	
AHG10	무선 서비스 데이터베이스 유지관리	Martin A. Wright (영국) Nikola Kiwull (독일)	

텔에 요구되는 무선 서비스 데이터베이스 관리 방안 개선에 대한 업무를 담당한다.

TC77 SC77A와 공동으로 구성된 JWG6에

할 수 있다. IEC CISPR SC H에서 담당하고 있는 표준은 6개이다. 3개는 기본 표준(basic standard)에 해당하는 기술문서(TR)인 CISPR TR

<표 6-2> CISPR H소위원회 담당 표준의 표준유효기간(stability date)

번호	표준 번호	버전	표준유효기간
1	CISPR TR 16-2-5	Ed 1.0	2024
2	CISPR TR 16-4-4	Ed 2.0	2023
3	CISPR TR 16-4-4:2007/AMD1	Ed 2.0	2023
4	CISPR TR 16-4-4:2007/AMD2	Ed 2.0	2023
5	CISPR TR 31	Ed 2.0	2023
6	IEC 61000-6-3	Ed 3.0	2023
7	IEC 61000-6-4	Ed 3.0	2024
8	IEC 61000-6-8	Ed 1.0	2023

서

는 IEC 61000-2-2의 최신 개정안을 수용하기 위해 9 kHz - 150 kHz 대역에서 장비로부터의 방출에 대한 허용기준 개발과 차동모드 및 공통모드 장해에 대해 CISPR 16 시리즈의 측정 장비 및 방법을 사용하여 새로 개발된 허용기준에 대한 방출 측정을 위한 적절한 방법 개발 등의 업무를 담당하고, 개발된 표준의 적절한 적용을 준비, 즉 제품 표준에 대한 시험 적용을 목적으로 일반 표준을 개정하고 제품 및 제품군 표준에 대한 적용을 준비한다.

IEC에서 관리하는 모든 표준에는 표준에 대한 폐지, 인준, 수정 및 개정 등에 관한 결정이 이루어지는 날짜를 표시하는 표준 유효기간(Stability date)를 서문에 명시해야 한다. 일반적으로 표준유효기간은 3년에서 12년 사이로 정해지며, 위원회가 표준유효기간 이전에 수정 또는 개정을 처리해야 할 때는 검토 일정을 앞당기고 조정된 일정에 따라 표준유효기간을 수정

16-2-5, CISPR TR 16-4-4, 그리고 CISPR TR 31이며, 현재 CISPR TR 16-4-6을 신규로 제정하기 위한 프로젝트가 진행 중이다.

다른 3개는 공통 표준(generic standard)으로서 IEC 61000-6-3, IEC 61000-6-4, 그리고 IEC 61000-6-8이다. COVID-19 범유행(pandemic)으로 인해 표준화 작업이 다소 지연되었으며 2021년 회의에서 각 표준의 유효기간을 1년 정도씩 연장하였다. IEC CISPR SC H에서 담당하는 현재 사용 중인 버전의 표준에 대한 발행일과 표준유효기간은 (표 6-2)와 같다.

IEC에서는 각 기술위원회(TC)에서 진행하는 표준개발을 독려하기 위해 개발 기간을 NP 제안 이후 최대 3년으로 제한하고 개발 기간이 3년이 지나면 0-stage로 돌아가 다시 시작하도록 하고 있다. 따라서 CISPR에서는 표준개발의 기간을 단축하기 위해 NP 제안 이전에 충분한 논의를 진행하여 CD 초안을 마련한 후 프로젝트를 시작하고 있다. (표 7-3)은 2019년 5월에 발행된 ISO/IEC

기술작업지침서에서 규정한 IEC 국제표준 개발 절차와 단계별 시간제한에 대한 지침을 보여준다.

<표 6-3> IEC 국제표준 개발 절차 및 단계별 시간제한

단계	주요 업무	시간 제한
NP/NWIP (New Work Item Proposal)	신규 작업 항목을 관련된 기술위원회나 분과위원회에서 회의, 또는 3개월간 서면 투표를 통해 승인	-
WD (Working Draft)	국제표준의 작업 초안을 작성하는 단계	6개월 이내
CD (Committee Draft)	위원회 안에 대한 해당 위원회 회원 간의 합의가 이루어져야 하는 단계	12개월 이내
CDV (Committee Draft for Vote)	위원회 단계를 완성하여 투표를 위한 위원회 안을 중앙사무국 관장 하에 투표하는 단계로 5개월 투표 기간을 가짐	24개월 이내
FDIS (Final Draft International Standard)	최종 국제표준안을 가지고 중앙사무국에서 2개월 투표 회람하는 단계	33개월 이내
IS (International Standard)	해당 위원회의 간사와 최종 감수를 거쳐 중앙사무국에서 국제표준을 출판하는 단계	36개월 이내

CISPR H 소위원회에서는 표준 제정의 효율을 높이기 위해서 주요 표준 활동에 대해서는 어느 정도 합의된 위원회 문서(CD) 초안이 나올 때까지는 비공식 프로젝트를 진행하고 있다. CISPR H 소위원회에서 현재 진행하는 프로젝트는 (표 7-4)와 같다.

첫 번째 프로젝트 CISPR 16-4-6 Ed1.0는 WG8에서 담당하며 CISPR TR 16-4-4에서 불만 사항 관련 내용을 분리하고 무선주파수 간섭(RFI)에 관한 내용을 보완하여 새로운 표준을 제정하는 것이며, 두 번째 프로젝트 CISPR TR 31 Ed3.0는 AHG10에서 담당하고 있는 전자파장해로부터 무선 서비스를 보호하는데 필요한 무선 서비스 관련 데이터베이스를 개정하는 내용이다. 세 번째 프로젝트는 2020년에 발행된 공통 표준인 IEC61000-6-3 Ed3.0을 개정하기 위한 표준화 활동으로 4개 세부과제로 분리되어 진행 중이며 CDV 단계에서 통합하여 표준을 개발할 예정이다.

하고 있으며, 2019년에 6 GHz 이상 방송 신호원에 대한 정보를 수집하고 동시에 6 GHz 이상 신호원 모델을 개발하는 작업에 착수하여 진행 중이다.

현재 IEC 제품(군) 및 공통 표준에서는 90년대 중반에 각국에서 접수된 불만 사항(complaints)에 대한 정보를 기반으로 설정된 허용기준을 사용하고 있다. 그러나 전파의 이용이 많아지고 아날로그에서 디지털로, 고정형에서 이동형으로 기술이 발전됨에 따라 기존의 허용기준의 효용성에 대한 논의가 많아지고 있다. 특히, 저주파수대역 전파를 이용하는 제품군 위원회에서는 기존 허용기준에 대한 기술적 검토와 재설정을 위해 EMC 허용기준을 담당하는 H 소위원회와의 협력을 요구하고 있다. (표 6-5)는 현재 CISPR H 소위원회와 리에종(Liaison)을 맺고 있는 표준화 위원회 현황이며, 향후 이러한 협력은 더 확대될 것으로 보인다

<표 6-4> CISPR H에서 진행 중인 공식 프로젝트

번호	프로젝트 번호 (담당 WG)	과제명	진행단계
1	CISPR 16-4-6 Ed1.0 (WG8)	Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Statistics of complaints	2nd CD 단계 (CIS/H/461A/CD)
2	CISPR TR 31 Ed3.0 (WG8)	Database on the characteristics of radio services	1st CD 단계 (CIS/H/435/CD)
3	IEC 61000-6-3 /AMD1/FRAG1 ED3 (WG1)	EMC – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for equipment in residential environments: Missed Items	1st CD 단계 (CIS/H/457/CD)
4	IEC 61000-6-3 /AMD1/FRAG2 ED3 (JWG6)	EMC – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for equipment in residential environments: Conducted Emission Requirements range 9 kHz – 150 kHz	2nd CD 단계 (CIS/H/451/CD)
5	IEC 61000-6-3 /AMD1/FRAG3 ED3 (WG1)	EMC – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for equipment in residential environments: Radiated Magnetic Emissions Requirements below 30 MHz	1st CD 단계 (CIS/H/456/CD)
6	IEC 61000-6-3 /AMD1/FRAG4 ED3 (WG1)	EMC – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for equipment in residential environments: Requirements on DC power supply port	2nd CD 단계 (CIS/H/458/CD)
7	PWI TR CIS/H-1	Collection of justifications and rationales in emission limit setting	PWI 승인

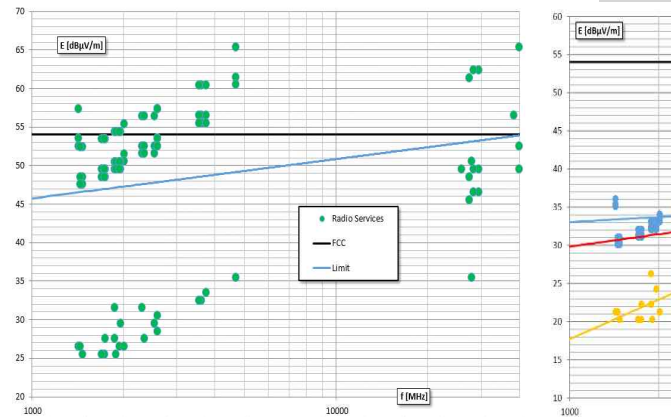
<표 6-5> CISPR SC H 리에종(Liaison) 현황

Liaison 유형	위원회	담당자	위원회 담당 업무
Internal IEC Liaison	TC22	Benno Weis	Power electronic systems and equipment
	TC26	Joe Krueger	Electric welding
	TC77	Bernd Jäkel	Electromagnetic Compatibility
	TC82	Y. Yoshioka	Solar photovoltaic energy systems
	CISPR A	B. Gorini	Radio-interference measurements and statistical methods
Liaison A I-memb er	CIGRE	W.A. Radasky	International Council on Large Electric Systems
	EBU	Martin Wright	European Broadcasting Union
	ECMA	Jean-Luc Detrez	European Computer Manufacturers Association
	ETSI	B. Gorini	European Telecommunications Standards Institute
	IARU	Martin Sach Tore Worren	International Amateur Radio Union
	ITU-R	P. Aubineau	International Telecommunication Union - Radio-communication Bureau
	ITU-R/SG1	P. Aubineau G. Meindl	ITU – Radio-communication Bureau – Study Group 1: Spectrum Management
	ITU-R/SG1 WPT	P. Aubineau Fumito Kubota	Issues on Wireless Power Transmission (WPT)
	ITU-T	Hiroshi Ota	ITU – Telecommunication Bureau
	ITU-T/SG1 5	Hiroshi Ota	Study Group 5: Environment, climate change and circular economy
	ITU-T/SG5	Cristina Buetti, B. Gorini	Study Group 5: Environment, climate change and circular economy

2019년 이후 COVID-19로 인해 IEC CISPR SC H 표준화 활동에도 많은 영향을 주었다. 2020년에는 취소되었고 2021년에는 비대면 회의로 개최되었던 CISPR SC H 총회(Plenary Meeting)가 다행히 올해는 2019년 이후 처음으로 대면 회의로 2022년 10월 28일(금)부터 30일(일)까지 3일간 16개국 36명의 전문가가 참석한 가운데 개최되었다. 본 보고서는 2022년 CISPR SC H 총회에서 논의된 내용과 주요 프로젝트 진행 상황을 중심으로 작성되었다.

① 6~40 GHz 주파수대역 허용기준 신규
제정

- 표준: CISPR 16-4-4: Statistics of complaints and a model for the calculation of limits for the protection of radio services
- 담당: WG8 & AHG9
- 관련 문서:
22-16_CISH_AHG9_revised Draft
Annex E 221021

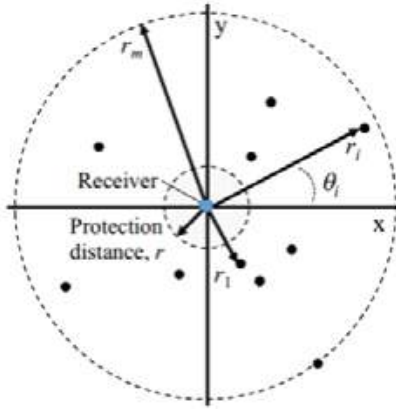


(a) 기존 방식에 따른 허용기준

[그림 6-2] 불요 전자파 간섭 모델을 이용한 6~40 GHz

- 기본 내용
 - CISPR/H WG8 산하 AHG9은 CISPR TR 16-4-4를 근거로 6 ~ 40 GHz 대역에서의 새로운 허용기준을 제정하는 프로젝트를 담당
 - CISPR TR 16-4-4 5.7절에 제시된 GHz 대역 불요 전자파 간섭 모델을 기반으로 6 ~ 40 GHz 대역에서 5G 서비스를 보호를 위한 허용기준 산정 연구를 진행 중
- 주요 회의 내용
 - 기존 CISPR TR 16-4-4 표준에서 제시한 GHz 대역 허용기준 산정 모델을 사용하여 도출된 6~40 GHz 대역 허용기준
 - 허용기준 산정 수식에 사용된 확률 파라미터에 대해 기존 방식을 적용하면 (그림 6-2)(a)에서와 같이 FCC 허용기준과 유사
 - 최대 방해 시나리오 고려
 - 방사성 간섭의 최대치에 대한 확률분포 모델이 검토됨. 확률분포

모델을 얻기 위해 다음의 (그림 6-3)과 같이 피해 수신기를 중심으로 반경 r_m 이내의 영역



$$\begin{aligned} \text{PDF}_U(U) &\cong \frac{\pi r^2 \rho p_a}{EX} \exp\left(\frac{-U}{EX}\right) \exp\left(-\pi r^2 \rho p_a \exp\left(\frac{-U}{EX}\right)\right) \\ &= \frac{1}{EX} \exp\left(-\frac{U-X(P_p+P_a)}{EX}\right) \exp\left(-\exp\left(-\frac{U-X(P_p+P_a)}{EX}\right)\right) \end{aligned}$$

$$P_a \equiv 10 \log_{10}(p_a) = 10 \log_{10} \left(\int_0^\infty a^{\frac{2}{X}} \text{PDF}_a(a) da \right)$$

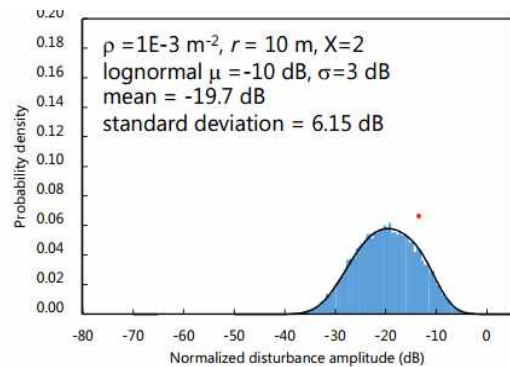
[그림 6-3] 방해 발생원 위치에 관한 모델 및 수식

에 다수의 방해 발생원이 균일하게 분포함을 가정함. 또한, 각각의 방해 발생원은 동일한 진폭의 간섭 신호를 발생시킨다고 가정함. 방해 발생원 진폭에 관한 가정은 실제 환경과 차이가 있으므로 추후 수정이 필요할 것으로 판단됨

- 이와 같은 가정하에 중심에 위치하는 수신기에서 방해 발생원으로부터 수신되는 간섭 전압은 다음의 수식과 같은 확률분포 함수(Probability Distribution Function)를 가짐. 여기서 U 는 dB 단위의 전압, E 는 상수를 나타냄. 또한, X 는 전파계수(Propagation Coefficient)로서 자유공간에서는 $X=1$ 임
- $P_p=10\log(\pi r^2 \rho)$ 이며 ρ 는 간섭원의 분포 밀도를 나타냄. 또한 P_a 는 다음과 같은 수식으로 표현되는 값으로 여기서 a 는 전파손실 외에 안테나 이득의 방향성과 경로상 장애물(예를 들어 건물)에 의한 손실을 나타냄
- 위의 두 수식은 닫힌 해 형태가 아니므로 몬테카를로 방법을 사용하여 실제의 확률값을 얻을 수 있음. 즉, 전파

(Propagation)손실이 아닌 안테나 등에 의한 추가손실이 로그 정규분포를 갖는다고 가정할 때 정규화(Normalized)된 전압은 (그림 6-4)와 같은 분포를 가짐

- 추가손실 a 에 대해 로그 정규분포를 가정하였으나, 이항(Binary discrete) 분포나 지수 분포를 가정할 수 있음. 가정하는 분포에 따라 전압의 확률분포는 달라짐. 이처럼 방해 발생원에 대한 확률분포 얻어 이를 발생원에 의한 방해량 기준으로 사용할 수 있음



[그림 6-4] 다수의 간섭 발생원에 의해 수신기에서 발생하는 전압의 확률분포

- 최대 결합 시 평균 경로 손실

- 방해 최대치 모델과 더불어 확률모델을 구성하는 변수에 대한 논의가 진행됨. 확률모델을 구성하는 변수 중 중요한 변수 중 하나인 μP_8 은 피해 수신기에서 가장 가까운 곳에 위치한 방해 발생원에 대해 해당 방해 발생원 신호가 피해 수신기까지 도달하는 데 겪는 경로 손실을 나타냄. 피해 수신원의 보호 거리를 r , 가장 가까운 간섭원까지의 거리를 r_{min} 으로 정의할 때 μP_8 은 다음의 수식과 같이 표현됨. 앞서와 동일하게 X 는 전파계수를 나타냄

$$\begin{aligned}\mu_{P_8} &= \langle L \rangle = \left\langle -20X \log_{10} \left(\frac{r}{r_{min}} \right) \right\rangle \\ &= \int_0^{\infty} 20X \log_{10} \left(\frac{r}{r_{min}} \right) PDF(r_{min}) dr_{min}\end{aligned}$$

- 2차원 평면에서 방해 발생원 위치의 x 축 및 y 축 좌표가 각각 정규분포를 따른다고 가정하면 중심에 있는 피해 수신원에서 발생원까지의 거리는 레일리(Rayleigh) 분포를 따름. 이러한 성질을 이용하면 위의 수식으로부터 μP_8 은 다음과 같이 간단히 표현됨. 앞서와같이 ρ 는 방해 발생원의 분포 밀도를 나타냄. 이와 같은 수식을 사용하면 더 쉽게 간섭 확률모델을 얻을 수 있음

$$\mu_{P_8} \cong -10X \log_{10} \left(\frac{r^2}{r_{eff}^2} \right) = 10X \log_{10} \left(1 + \frac{0.562}{\pi \rho r^2} \right)$$

- 기존 CISPR TR 16-4-4 6GHz 대역 허용기준 산정 모델을 보완하여 허용기준 산정
- 몬테카를로 시뮬레이션 방식(일본 NC 제안)이 적용된 새로운 방식의 허

용기준 산정 알고리즘을 적용한 결과 (그림 7-2)(b)와 같이 FCC 허용기준과 비교하였을 때 상당히 강화된 허용기준이 도출

- ✓ 방해 모델은 새로운 무선 시스템 환경에서 잠재적 방해 발생원의 밀도를 고려해야 함.
- ✓ 방해원 밀도가 기존의 간섭 시나리오에서 볼 수 있는 것보다 훨씬 높을 것이기 때문에 사용자 단말기의 보호 거리도 짧아져야 하며, 보호 거리를 1m로 선택
- ✓ 일반적인 고주파 모델을 만들기 위해 " $\pi d^2 \rho$ "로 정의된 정규화된 무차원 파라미터가 도입. 여기서 d 는 보호 거리이고 ρ 는 발생원 밀도임. 일반적인 가정 상황, 공개된 사무실 상황 등을 나타내기 위해 100m²당 10개의 발생원 장치가 선택
- ✓ 최악의 경우 허용기준은 dB 단위의 보호 비율(protection ratio)에 의해 감소된 최소 사용 가능한 신호 강도(minimum usable signal strength)에 의해 보호 거리에서 정의
- 새롭게 보완된 허용기준 산정 방법은 몬테카를로 시뮬레이션 방식과 더불어 허용기준 산정에 있어서 이중 최악 상황(Double Worst Case), 즉 허용 가능한 최소 전기장 강도(minimum usable electric field)와 최대 보호비(maximum protection ratio)를 고려하여 계산됨. 즉, 무선 서비스 보호를 위해 가장 엄격한 기준을 적용하여 기

존 FCC 허용기준 대비 약 20~25 dB 엄격해짐. 또한, 고려 대상인 5G 서비스의 경우 사용자 기기(User Equipment, UE)와 기지국(Base Station, BS)으로 구분하며, UE의 경우 방해 발생원과의 거리를 1 m로 하므로 상대적으로 허용기준이 엄격해진 것으로 보임

- AHG에서는 몬테카를로 시뮬레이션을 이용한 허용기준 산정 방식을 적용하기로 하였으며, 단 허용기준 산정 모델에 사용되는 여러 가지 가정이나 확률 파라미터값들이 적절히 사용되었는지에 대해 좀 더 검토하고 보완하기로 하였음. 이를 위해 새로운 편집팀을 구성
 - ✓ 허용기준 산정 모델에 사용되는 확률 파라미터 보완
 - ✓ 허용기준 완화를 위한 조치 사항 고려: UE 이격거리 보완 등 발생원 밀도 경감 인자
 - ✓ 보호 대상 서비스에 대해 최대/최소 보호비를 도출하여 활용
- 신규 허용기준 산정 방식에는 보호 대상 무선 서비스의 다양한 모드와 각각의 보호율에 대한 파라미터가 최악의 경우를 고려하고 있으며, 이에 AHG에서는 회람될 문서에 대해 국가 위원회(NC)의 의견을 요청
- FCC 허용기준을 포함하여 현재 6 GHz 이상 주파수대역에서의 모든 EMC 허용기준은 근거가 없음
 - ✓ 허용기준 제정을 위해서는 기본적으로 실제 상황을 잘 모델링하는

것이 매우 중요하며, 이를 위해서는 전파환경에 대한 정확한 데이터를 확보하고, 실제 상황에서 전자파 방해로부터 보호하고자 하는 대상에 대한 정확한 정보가 필요

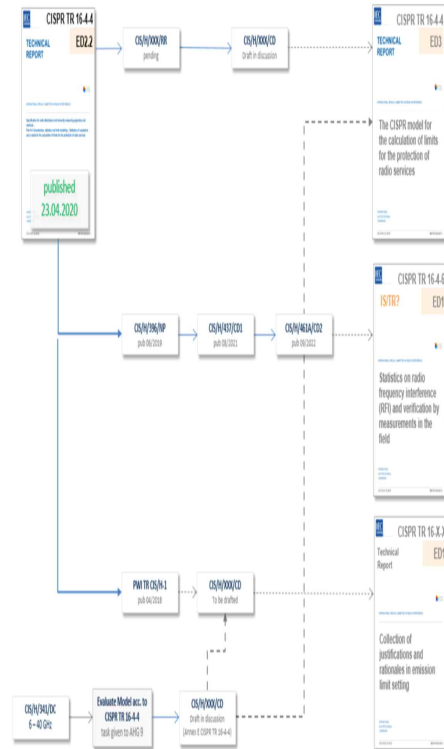
- AHG9 회의에서는 6~40 GHz 허용기준 제정(Annex E)과 관련하여 다음과 같이 결정
 - ✓ 샌프란시스코 AHG9 회의에서 논의된 사항을 반영하여 편집팀에서 문서를 보완하고 AGH9 및 WG8 위원들에게 회람하여 추가 보완 후 DC 문서로 회람 예정임
 - ✓ 현재 버전의 Annex E에 결론으로 작성된 (그림 E.7)를 삭제하고 5G 서비스 보호를 위한 6~40 GHz 대역 허용기준을 글로 설명한 후 현재 본 주제는 정식 프로젝트가 아니므로 해당 문서를 DC 문서로 회람
 - ✓ DC 문서의 회람 기간이 6주이지만 문서 내용을 NC에서 정확히 파악하도록 하기 위해 3개월로 연장
 - ※ 참고로 현재 6~40 GHz 대역 허용기준 산정에 대한 표준활동은 정식 프로젝트가 아니므로 CD 문서가 아닌 DC 문서로 회람 예정임. 해당 문서에 대한 보완이 어느 정도 진행된 이후에 정식 프로젝트로 추진 예정임
- CISPR TR 16-4-4 간섭모델에서 사용되는 확률 파라미터를 통일할 필요성

이 제기

- ✓ 현재 CISPR TR 16-4-4에는 두 개의 서로 다른 모델(1 GHz 이상, 1 GHz 이하)이 있으며 각각에서 사용되는 파라미터는 서로 다름
- ✓ CISPR TR 16-4-4 표준 개정을 담당하는 WG8에서 AHG9에서 적용하는 새로운 허용기준 산정 방법을 반영하여 수정 중임

② 불만사항 기반 허용기준 관련 표준 신규 제정

- 표준: CISPR 16-4-6: Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Statistics of complaints
- 담당: WG8
- 관련 문서: CIS/H/396/NP, CIS/H/409A/RVN, CIS/H/437/CD, CIS/H/446B/CC, CIS/H/461/CD
- 기본 내용
 - 기존 CISPR TR16-4-4에는 EMC 허용기준 제정에 사용되는 불만사항 (Complaint)과 불요 전자파 간섭모델에 관한 내용이 모두 포함되어 있으나, 불만사항 관련 내용은 표준의 제목과 차이가 있어 별도의 표준으로 제정하기 위한 프로젝트임
 - 본 프로젝트의 또 다른 이유는 CISPR 및 소위원회 내에서 간섭 불만사항이 보고되는 경우가 많지만 이러한 불만 사항을 적절



[그림 6-5] CISPR TR 16-4-4 개정 계획

하게 분석하고 관련 CISPR 간행물에 적절한 변경사항을 적용하기에는 정보가 충분하지 않기 때문으로 새로 제안된 CISPR 표준은 허용기준과 시험방법이 실제로 얼마나 효과적인지에 대한 보다 의미 있는 정보가 포함되어야 함

○ 주요 회의 내용

- 2018년 CISPR TR 16-4-4:2017의 기본 검토를 위한 예비 작업이 시작, CISPR TR 16-4-4의 유지 관리에 대한 CIS/H/368/DC에 자세히 기술되었으며, CISPR TR 16-4-4에서 4절을 삭제하고 허용기준 모델링과 분리하여 신규 표준으로 진행(그림 6-5 참조)

- CISPR 16-4-6 표준에 대한 2nd 위원회 문서(CIS/H/461A/CD)가 2022년 12월 9일까지 회람 중. 샌프란시스코 회의에서는 문서 내용에 대해 따로 논의하지 않았음
- 이전 위원회 문서(CIS/H/437/CD)에 대한 검토 의견에서 많은 NC들이 CISPR 16-4-6을 기존의 국제표준(International standard, IS)에서 기술문서(technical report, TR)로 변경을 요구하여 이에 대해 논의한 결과 CISPR/H는 IS에서 TR로 CISPR 16-4-6 목표를 변경하기로 하고 CISPR/H 위원장은 2022년 12월 말까지 IEC CO에 통보하기로 함

③ 무선 서비스 데이터베이스(Radio Service Database; RSD) 개정

- 표준: CISPR 31: Database on the characteristics of radio service
- 담당: WG8 AHG10
- 관련 문서: CIS/H/434/RR, CIS/H/435/CD, CIS/H/460/INF
- 기본 내용
- CISPR/H에서는 6 GHz 이상 대역에서 적용되는 허용기준을 마련하고 있으며, 이를 위해 6 GHz 이상의 주파수대역을 사용하는 신호원에 대한 정보를 수집하고 있음
- 무선 서비스의 특성을 다루는 실제 데이터베이스에 대한 이론적 설명을 제시
- 데이터베이스는 IEC 웹사이트의 EMC Zone에서 스프레드시트 파일 형식으

로 제공되며, 데이터베이스의 목적은 전기 또는 전자 장비, 시스템 및 설비로부터 방출되는 장해에 대한 허용기준의 도출과 규격에 관한 특성을 제시하는 것임.

○ 주요 회의 내용

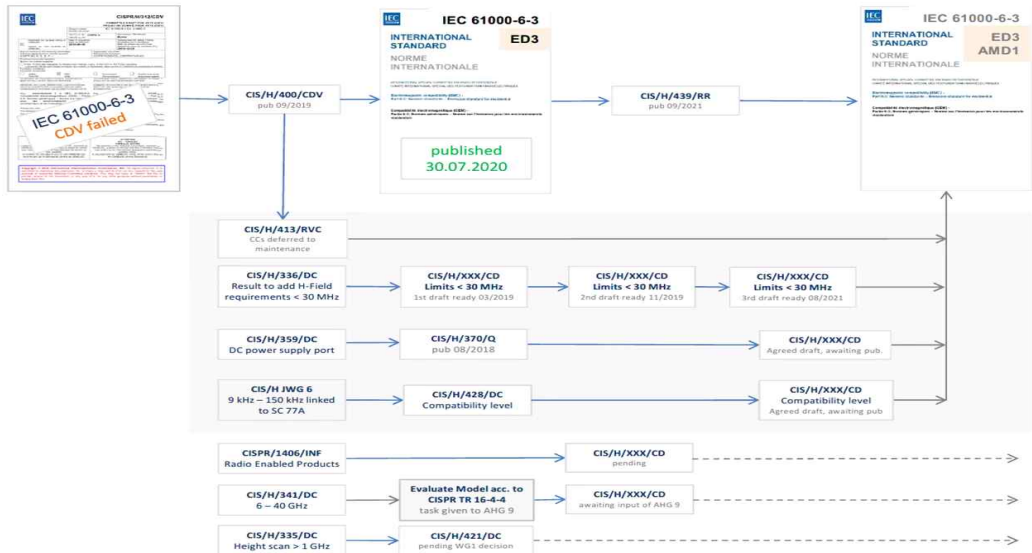
- WG8 회의(9월 7-9일, 독일 Mainz)에서 CIS/H/435/CD, CIS/H/443A/CC에 대해 논의되었으며 2nd CD 초안에 대해 합의, 2nd CD를 빠른 일정 내에 회람하기로 함
- 무선 서비스 보호 관련하여 ITU-R과 협력하여 6~40 GHz 대역에서 지상 이동 서비스(WP5A) 및 전파 천문학 서비스(WP7D) 보호를 위한 허용기준 산정에 필요한 데이터 확보 관련 업무를 추진하기로 함
- 샌프란시스코 회의에서는 IEC EMC Zone에서 제공하는 무선 서비스 데이터베이스(radio service database, RSD)의 변경 및 일부 데이터의 추가를 제안하는 CIS/H/460/INF 문서에 대해 논의
- 회의 결과 WG8 Assistant Convener는 IEC Website 내 EMC Zone에서 제공하는 무선 서비스 데이터베이스(RSD)에서 가져온 엑셀 시트와 관련하여 합의된 변경을 적용, AHG10 Assistant Convener는 IEC CO에 변경사항을 쉽게 전송할 수 있도록 의장에게 최종 버전을 제공하고 RSD에 변경 또는 추가할 항목을 요청하기 위해 1년 이내에 DC가 순환할 수 있도록 준비하기로 함. 또한, CISPR/H 의장은

IEC EMC Zone의 RSD의 정보를 포함하는 이전 CISPR/H 문서 목록을 작성. 모든 업무는 2022년 12월 31일까지 완료 예정

- WG8 의장은 CISPR TR 31에 대한 2nd CD를 완료하고 2022년 11월 30일까지 회람을 위한 CISPR/H 위원장에게 제출하기로 결정

④ (일반 표준) 주거환경에서 사용하는 기기의 전자파 방해 표준

- 표준: IEC61000-6-3 Generic standards
 - Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
- 담당: WG1
- 관련 문서: CIS/H/356/CD, CIS/H/357/CD, CIS/H/358/CD, CIS/H/363A/CC, CIS/H/364A/CC, CIS/H/365A/CC, CIS/H/375/INF, CIS/H/383/CD, CIS/H/390/CC, CIS/H/400/CDV, CIS/H/413/RVC, CIS/H/439/RR, CIS/H/440/CD, CIS/H/444/CD



[그림 6-6] IEC61000-6-3 표준개발 현황

- 기본 내용
- 2020년 미국 St. Petersburg에서 열린 CISPR H WG1 회의에서 CIS/H/400/CDV(및 CIS/H/413/RVC)에서 표준 개발 일정을 고려하여 국제 표준(IS)로 바로 가기로 결정
- IEC61000-6-3 Ed3.0 개정 시 해결되지 않은 다양한 NC 의견에 대한 작업은 수정본(Amd1) 단계에서 논의하기로 하였으며, 이러한 주제들이 IEC61000-6-3에 대해 합의되면 관련 변경사항은 IEC61000-6-4 및 IEC61000-6-8의 향후 변경사항에서 반영 예정
- 방출 관련 일반 표준을 담당하는 WG1에서 IEC61000-6-3 Ed3.0를 보완하기 위한 프로젝트가 진행되고 있으며 (그림 6-6)에서와 같이 4개의 주제로 분리(Fragment)하여 표준화가 진행 중임

- 현재 진행 중인 3개 CD 문서 (Fragment 1, 3, 4)에 대한 NC 의견에 대해 WG1 회의에서 주요 이슈에 대해 논의
- 3개 CD 문서에 대한 NC 의견에 대해 검토하고 CC문서를 완료하기 위해 추가 회의가 필요하여 차기 회의는 2023년 3월에 싱가포르에서 개최하기로 하였음

④-1: [Frag#1] 용어 정의 및 일반사항

- 관련문서 : CIS/H/439/RR, CIS/H/457/CD, CIS/H/463/CC
 - 2022년 9월 30일까지 회람된 CIS/H/457/CD에 대한 NC 의견(CIS/H/463/CC)이 2022년 10월 14일에 발표되었으며 WG1 회의에서 NC 의견 중 주요 안건에 대해서 논의
 - IEC61000-6-3의 표준 내용에 맞춰 표준 목표를 다음의 내용을 추가
- “2) to establish requirements that provide an adequate level of protection against conducted electromagnetic disturbances”
- (표 3)의 “See table clause 3.3 for testing in a FAR”에 대해 CISPR 16-2-3과 CISPR 11을 근거로 삭제(한국) 또는 수정(오스트리아)을 주장하는 의견에 대해 시험 대상 기기의 형태(탁상형 또는 바닥설치형)에 따라 FAR에서의 케이블 배치의 영향 등을 추가로 고려하여 정리하기로 결정
 - (표 2)에서 새롭게 제안된 Ftx (Highest active radio transmitting frequency)에

대해 논의

- Ftx는 기기에서 사용되는 무선주파수와 기기 내에서 발생하는 불요 전자파 사이의 상호변조(cross-modulation)을 고려하기 위해 WG1 회의('22년 7월)에서 제안됨.
- Ftx가 도입된 이유에 대해서는 인정되나 보다 정확하고 간결한 적용 방법이 필요하며, 이에 대해서는 추가로 논의하여 진행하기로 함

④-2: [Frag#2] 9~150 kHz 전도성 방출 요구사항 (Conducted Emission Requirements)

- 관련문서 : CIS/H/440/CD, CIS/H/447/CC, CIS/H/447A/CC, CIS/H/447B/CC, CIS/H/451/CD, CIS/H/453/CC, CIS/H/453A/CC, CIS/H/459/CDV
- 전도성 방출 관련해서 CIS/H/451/CD에 대한 NC 의견(CIS/H/453A/CC)이 반영되어 수정된 문서(CIS/H/459/CDV)가 현재 프랑스어로 번역 중이며 2022년 11월 4일에 회람될 예정임.
- JWG-6은 IEC 61000-6-3에 대한 다음과 같은 수정안을 제안하는 데 합의
 - 9-150 kHz 저전압 AC 주전원 포트에서 전도된 방출에 대한 표준 요구사항 추가
 - 새로 제안된 규범적 허용기준에 대한 배경 정보를 제공하는 부속서 추가
 - 비의도적 방출의 스펙트럼 밀도를 제한하기 위한 권고사항과 함께 부속서 추가
- CDV 초안을 번역하는 국가들이 때때로 표준 초안을 다른 국가보다 일찍 보는 것이 적절한지에 대한 오스트리아 측의 우려에

따라 논의

- IEC 사무국(CO)에서는 초안 CDV는 일반적으로 번역 목적으로 모든 NC에서 사용할 수 있다고 하였으며, 정확한 IEC 프로세스를 확인 후 추후 공지하기로 함.
- 근본적인 문제는 모든 NC가 동등하게 대우받도록 보장하는 공정성과 관련된
- IEC 담당자는 번역 목적으로 국가 위원회에 제공된 CDV 영어 버전과 관련된 배포 규칙을 2022년 11월 30일까지 IEC CO에 확인하고 CISPR/H 위원장은 CDV 영어 버전 배포에 대한 사항을 2022년 11월 4일 CISPR 총회에 보고

④-3: [Frag#3] 자기장 방해 강도 (Magnetic disturbance field strength in 150 kHz to 30 MHz)

- 관련문서 : CIS/H/439/RR, CIS/H/456/CD, CIS/H/465/CC
- 다양한 CISPR/H 문서(CIS/H/336/DC, CIS/H/379/INF 포함)와 2016년 이후 작성된 여러 CISPR H WG 1 문서를 근거로 작성된 위원회 문서(CIS/H/456/CD)가 2022년 10월 21일까지 회람되었으며 현재 CC 문서 준비 중
- 일반 방출 표준 IEC 61000-6-3에 포함될 “30MHz 미만 주파수 범위에서 주로 WPT 기기의 자기장 강도 측정에 대한 허용기준, 시험 방법 및 교정 요구사항”을 정의
- IEC61000-6-3에 반영되면 다음을 고려하여 IEC 61000-6-4와 -8에도 반영 예정
- 산업환경에서 발생원과 피해대상 사이의 거리는 다른 환경보다 더 크며 일반적으로

30m 이상

- 제품은 전문가에 의해 설치 및 유지
- IEC 61000-6-8, 부속서 D에 정의된 유사한 특별한 측정과 완화 기술이 구현 가능
- 위원회 문서에 제시된 허용기준은 CISPR 14-1에 명시된 허용기준을 기반
- 현재 CISPR/H WG1 내에는 새로운 허용기준을 생성하거나 CISPR 11 허용기준을 적용하는 것에 대한 합의가 없음. CISPR TR 16-4-4를 기반으로 효과적인 모델을 개발하는 작업이 진행 중이므로 허용기준은 향후 수정할 수도 있음.
- EUT 전력 소비에 기반한 자기장 허용기준의 적용과 관련하여 추가 부속서가 포함.
- 무선 서비스 및 주변 장비를 보호하는 EMC 관점에서는 기기의 특성은 상관없이 일정 수준 이상의 불요 전자파를 발생하면 안 됨.
- 따라서 부속서 B와 관련하여 다른 전력을 사용하는 기기에 대해 다른 허용기준을 적용하는 것을 적절하지 않음

④-4: [Frag#4] 공용 직류 전원 포트 (Requirements for the DC power supply port)

- 관련 문서: CIS/H/439/RR, CIS/H/444/CD, CIS/H/449A/CC, CIS/H/458/CD, CIS/H/464/CC
- 2022년 9월 30일까지 회람된 CIS/H/458/CD에 대한 NC 의견 문서(CIS/H/464/CC)가 2022년 10월 14에 발표되었으며 WG1 회의에서 NC 의견 중 주요

안전에 대해서 논의

- CISPR 운영위원회(CISPR/1393/INF)의 조언에 따라, CIS/H/458/CD에는 IEC61000-6-3의 공용 DC 전원 포트의 방출을 수용하는 데 필요한 변경이 포함
- CIS/H/366A/INF, CIS/H/359/DC, CIS/H/377/RQ, CIS/H/370/Q를 포함한 다양한 CISPR H 문서를 참조
- 제안된 허용기준은 동일 배선이 공용 AC 및 공용 DC 네트워크에 사용되고 인식된 위협에 기초한 미래 지향적 요구사항을 가정한다는 점을 고려할 때, WG는 NC가 실제 공용 DC 네트워크와 EMC 성능을 다루는 모든 지식에 매우 관심이 있음
- 신규 공용 직류 전원 포트(Public DC Power Port)에 대한 논의
- 150 kHz 이하 주파수대역에서 AC 전원 포트에 대한 허용기준 근거는 TC77에서 작성된 적합성 레벨에서 도출되었으며, 기존 허용기준을 전자기적 특성이 다른 직류 전원 포트에 적용하는 것은 적절하지 않음. 따라서 CD 문서에서 제안된 허용기준을 유지
- 새로운 허용기준을 설정하려면 공용 직류 전원 포트에서의 EMC 특성에 대한 정보가 필수적이나 CISPR/1393/INF가 발표된 지 5년이 지난 지금도 H 소위원회에는 이에 대한 정보는 거의 없음
- 현재 허용기준에 대한 명확한 근거도 없는 상황이므로 CISPR TR 16-4-4에서 제시하는 모델을 이용하여 공용 DC 전원 포트에 대한 허용기준 근거를 마련하기로 함.

⑤-1 JWG A/B/H: 설비에 대한 신속 방출 조사 (Rapid emission checks on installations)

- 본 표준화 주제는 설비에 대해 빠르고 간단한 전자파적합성 점검(Rapid check on installations)에 대한 지침 개발에 관한 내용으로 '21년 노르웨이 NC 요청으로 시작되었으며 2021년 CISPR 총회에서 논의하였으며, 이후 CISPR/1485/INF에 따라 기술문서(TR)에 대한 작업을 시작하기 위해 CISPR/1476/DC는 JWG A/B/H 구성을 요청함
- 설치자가 반드시 EMC 전문가일 필요는 없으며, 따라서 장비 설치 전후에 전자파 환경을 신속하게 평가하는 방법을 포괄하는 지침을 설치자에게 제공할 필요
- 목표는 완료된 설치가 합당한 EMC 기대치를 충족할 수 있다는 확신을 주는 것이므로 개발하고자 하는 지침은 표준을 대체하는 것이 아니라 표준을 보완하는 것임.
- 기술보고서는 설치된 장비 또는 시스템에 적용되며, 방사성 평가와 전도성 평가를 모두 포괄하는 방법을 포함하는 지침을 제공하고 설치 전에 전자기 환경을 평가하는 방법과 설치 완료 시 설치로 인한 방출을 평가하는 방법이 포함
- 기술보고서는 설치가 합당한 EMC 기대치를 충족할 가능성이 있다는 확신을 주기 위해 비EMC 전문 설치자가 설치 전에 장비의 환경과 설치 완료 시 방출을 평가할 수 있도록 신속한 시험방법 및 관련 허용기준을 정의

- 기술보고서는 설치된 장비 또는 시스템이 예상대로 작동하는지 확인하고 새로 설치된 장비가 EMC 문제를 일으키지 않는다는 확신을 주기 위한 신속한 검사를 지정
- 기술보고서에는 설치된 장비의 전자기 방출 측정에 대한 시험방법과 허용기준이 포함
- 2022년 CISPR/A 총회에서는 JWG 참여를 승인하고 R. Marthinsen(노르웨이)를 JWG의 CISPR/A 담당 컨비너로 선정
- CISPR/H 총회 논의 결과 CISPR/H 위원장은 JWG A/B/H 전문가를 위한 NC의 제안을 요청하고 보조 컨비너로 M. Wright를 지지하는 문의하는 Q 문서를 준비하기로 함
- 국내에서도 주요 기반시설을 포함한 시설 수준에서 전자과적합성을 확보하기 위한 전자과 안전관리 제도를 준비 중이므로, 설비에 대한 전자과적합성 지침을 개발하는 프로젝트에 국내 진행 상황을 반영하여 적극적으로 대응할 필요가 있음.

⑤-2 PWI TR CIS/H-1: 방출 허용기준 설정 관련 정당성 및 근거 자료 수집

- 현재 CISPR TR 16-4-4 모델에 근거하여 방출 허용기준을 제정 중이며 CISPR TR 16-4-4 모델 자체도 보완하고 있어, 불요 전자과간섭 모델과 이에 근거하여 제정된 허용기준이 정해질 때까지 보류
- 현재 일부 자료수집이 진행 중이고, 향후 허용기준에 대한 정당성이 CISPR TR 16-4-4 부속서에 반영될 예정임

⑤-3 공통모드 흡수장치(CMAD) 사용 (Use of CMAD)

- CMAD 사용은 케이블의 종단 및 배열을 다루는 CISPR/A 산하 AHG6에서 담당
- CISPR/H는 여전히 CISPR/A의 공식 연락 답변을 기다리고 있는 중임. JAHG6는 CISPR/A와 CISPR/I 사이에서 JWG이기 때문에 CISPR/H 멤버가 어떻게 JAHG6에 가입할 수 있는지는 아직 불분명함. CISPR/A 의장은 CISPR/A가 JWG 설정 후 제품 위원회를 JWG에 참여하도록 초대할 것이라고 보고함
- TC82(Mr. Yoshioka)에서도 CMAD가 시험 결과에 잠재적인 영향을 미치기 때문에 WG에도 참석할 수 있어야 한다고 요구함
- CISPR/H 의장은 동일한 허용기준이 적용되는 경우, CISPR/A에 의해 만들어진 기본 표준의 변경이 다른 표준의 시험 결과에 영향을 미치는지 여부를 검토할 새로운 조직(CISPR Wide Group)이 있어야 한다는 문제를 2022년 11월 4일 CISPR 총회에서 제기하기로 함

⑤-4 CISPR TR 16-2-5 유지 여부

- CISPR TR 16-2-5는 CISPR/B에서 진행 중인 CISPR 37 표준개발이 완료되면 철회할 수 있지만, 다른 CISPR 소위원회가 CISPR 16-2-5를 사용하기를 원하는지에 대한 확인이 필요함
- CISPR TR 16-2-5의 Stability Date를 2024년으로 하고 표준 존속 여부에

대해서는 추가 검토하기로 함

제3절 주요 표준화 동향분석

1. CISPR 16-4-6 ED1

가. 기본정보

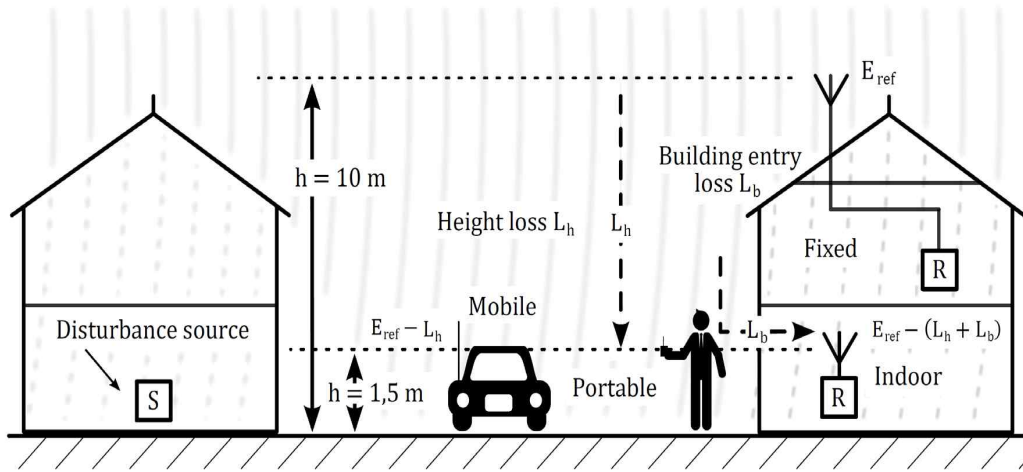
분과	CIS H/WG8	프로젝트 명 /표준번호	CISPR 16-4-6 ED1
현재 상태	프로젝트 승인	완료 시기	2022.11
표준(안) 명칭 (영문)	Uncertainties, statistics and limit modelling - Statistics on radio frequency interference (RFI) and verification by measurements in the field		
표준(안) 명칭 (국문)	불확도, 통계 및 허용기준 모델링 - 무선 주파수 방해(RFI)에 대한 통계 및 전자기장 측정에 의한 검증		

나. 주요 내용

- 관련 문서: CIS/H/368/DC, CIS/H/376/INF, CIS/H/396/NP, CIS/H/409/RVN, CIS/H/409A/RVN, CIS/H/437/CD, CIS/H/446B/CC, CIS/H/461A/CD
- 주요 논의사항
 - 본 프로젝트는 CISPR/TR16-4-4에서 불만사항 관련 내용을 별도 문서로 분리할 목적으로 시작되었으며, CISPR/TR16-4-4에 포함되어 있던 불만사항 접수에 관한 내용을 분리하여 별도의 문서인 CISPR/TR16-4-6 으로 제정할 계획임
 - 2018년 CISPR/H에서는 CISPR TR 16-4-4 4:2017의 기본 검토를 위한 예비

작업이 시작됨. 이는 CISPR TR 16-4-4의 유지관리에 대한 CIS/H/368/DC에 자세히 설명.

- CIS/H/396/NP에는 전자파장해 접수의 중요성에 관한 내용을 비롯하여 전자파장해가 발생하는 기본적인 메커니즘, 전자파장해의 가능한 원인, 장해접수에서 수집해야 할 항목들, 수집된 항목들을 이용한 분석방법에 관한 내용이 기술되어 있음
- CISPR/TR16-4-6 신규 제정은 WG8 (작업반장: 영국 Martin Wright)에서 담당하며 추진하며, 2022년 9월 16일에 2nd CD 문서(CIS/H/461/CD)가 회람
- CISPR 16-4-6 범위는 전자기 환경에서 의도한 대로 동작하는 전기·전자 장비, 시스템과 설비, 기기의 무선 주파수 간섭(RFI) 가능성 제어를 위한 CISPR 표준 사용의 효과 및 효율성 평가를 위한 통계 데이터의 수집, 처리 및 준비에 적용
- 보고된 RFI 발생을 조사하기 위해 방해원을 수용하는 설비와 측정 장비의 안테나 사이의 이격 거리는 가능한 한 가까워야 하며, a) 주거, 상업 또는 경공업 지역의 경우 10m, b) 산업 지역의 경우 30m
- 전자기 환경에서 전기장 강도의 경우, 모든 종류의 알려지지 않은 국부 방해 발생원으로부터 분리 거리가 지정된 거리에 미치지 않아야 함(그림 6-7 참조)



[그림 6-7] 다양한 라디오 수신 모드에 대한 수용 계획을 위한 조건

2. CISPR TR 31 ED3

가. 기본정보

분과	CIS H/WG8	프로젝트 명 / 표준번호	CISPR TR 31 ED3
현재 상태	CC 단계	완료 시기	2022. 9
표준(안) 명칭 (영문)	Database on the characteristics of radio services		
표준(안) 명칭 (국문)	전파 서비스 특성에 대한 데이터베이스		

나. 주요 내용

- 관련 문서: CIS/H/371/INF, CIS/H/372/DC, CIS/H/397/INF, CIS/H/403/INF, CIS/H/404/INF, CIS/H/423/DC, CIS/H/434/RR, CIS/H/435/CD, CIS/H/443A/CC
- 주요 논의 사항
 - 본 프로젝트는 전파 서비스의 특성에 관

한 실제 데이터베이스에 대한 이론적 설명을 제시

- IEC CISPR 및 TC77는 전기·전자 기기로부터 발생하는 불요 전자파로부터 무선 서비스 보호를 목적으로 하고 있으며, 따라서 CISPR SC H에서는 무선 서비스에 대한 DB를 구축하고 관리하고 있음

- IEC EMC Zone* 참조

* <http://www.iec.ch/emc/database>

- 국가위원회(NC)는 자국내에서 사용되는 주요 무선 서비스에 대한 정보를 제공하여 DB에 반영할 수 있음
- 새로운 주파수대역에서의 허용기준 제정은 CISPR/TR 16-4-4에 포함시키기 위한 방해 모델을 만드는 것으로 시작되므로, 고려하는 주파수대역에서의 무선 서비스 데이터베이스는 보완되어야 함
- 샌프란시스코 회의에서는 IEC EMC Zone에서 제공하는 무선 서비스 데이터

- 베이스(radio service database, RSD)의 변경 및 일부 데이터의 추가를 제안하는 CIS/H/460/INF 문서에 대해 논의
- CISPR TR 31 개정을 위한 1st 위원회 문서(CIS/H/435/CD)와 국가위원회 의견(CIS/H/443A/CC)이 반영된 2nd 위원회 문서에 대한 작성이 완료되어 언어교정 후 2022년 11월 30일까지 회람을 위한 CISPR/H 위원장에게 제출하기로 결정
 - 샌프란시스코 회의에서는 6~40 GHz 대역에서 전파 천문학 서비스 보호를 위해 허용기준 산정에 필요한 DB 관련 자료에 대해 논의
 - 권고 ITU-R RA.769-2는 전파 천문학 서비스 관련하여 IEC EMC Zone에서 필요로 하는 정보를 제공하며, 이를 기반으로 허용기준 산정에 필요한 DB 초안 제시
 - 전파 천문학 서비스 보호를 위한 허용기준 산정과 관련하여 ITU-R에 요구할 사항
 - 무선 서비스 DB는 AHG10에서 담당이므로 ITU-R WP7D 대응은 AHG10에서 담당

3. PWI TR CIS/H-1

될 예정임

가. 기본정보

분과	CIS H	프로젝트 명 /표준번호	-
현재 상태	-	완료 시기	-
표준(안) 명칭 (영문)	Collection of justifications and rationales in emission limit setting		
표준(안) 명칭 (국문)	방출 허용기준 설정의 정당화 및 근거 수집		

나. 주요 내용

○ 주요내용

- 본 프로젝트는 방출 기준을 설정하는 데 있어 기준설정을 정당화하는 합리적 이유와 그런 이유를 뒷받침하는 근거를 체계적으로 정리하는 작업으로, 본 프로젝트 결과는 CISPR/TR 16-4-4에 반영될 예정임
- 현재 CISPR TR 16-4-4 모델에 근거하여 방출 허용기준을 제정 중이며 CISPR TR 16-4-4 모델 자체도 보완하고 있어, 불요 전자파간섭 모델과 이에 근거하여 제정된 허용기준이 정해질 때까지 보류
- 현재 일부 자료수집이 진행 중이고, 향후 허용기준에 대한 정당성이 CISPR TR 16-4-4 부속서에 반영될 예정임
- 본 프로젝트의 결과는 방출 허용기준 개발과 관련된 배경과 지원 정보로 사용되는 기술 보고서로서, 다른 CISPR 문서에 사용된 방출 허용기준에 대한 정당성과 근거가 포함

4. IEC 61000-6-3 ED3 AMD1

가. 기본정보

분과	CIS H/WG1	프로젝트 명 /표준번호	- IEC61000-6-3/ AMD1/FRAG1 ED3 - IEC61000-6-3/ AMD1/FRAG2 Ed3 - IEC61000-6-3/ AMD1/FRAG3 Ed3 - IEC61000-6-3/ AMD1/FRAG4 Ed3
현재 상태	RR & CD 단계	완료 시기	2023.07
표준(안) 명칭 (영문)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-3: Generic standards - Emission standard for equipment in residential environments		
표준(안) 명칭 (국문)	전자파적합성 (EMC) - 제6-3부: 일반 표준 - 주거 환경에서 사용하는 기기의 전자파 방 해 표준		

나. 주요 내용

- 관련 문서: CIS/H/299/INF, CIS/H/336/DC, CIS/H/342/Q, CIS/H/359/DC, CIS/H/369/RQ, CIS/H/370/Q, CIS/H/377/RQ, CIS/H/379/INF, CIS/H/413/RVC, CIS/H/428/DC, CIS/H/431/INF, CIS/H/439/RR, CISPR/1393/INF
- 주요 논의 사항
 - 본 프로젝트는 주거환경에서 사용되는 전기·전자 장비에 대한 전자파적합성 일

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

제 8 장

반 표준(generic standard) 개정을 목적으로 함

- 이탈리아 Stresa에서 개최된 '16년 CISPR SC H 총회에서 방출 관련 일반 표준인 IEC 61000-6-3과 IEC 61000-6-4에 150 kHz ~ 30 MHz 주파수대역에서의 방사성 방출 허용기준에 대한 DC를 준비하기로 합의(CISPR/H/307/RM 참조)
- CISPR SC H는 0.15 kHz ~ 30 MHz에서 자기장에 대한 CISPR 11의 허용기준을 논의를 위한 출발점으로 간주하기로 하였으며, 전기장 허용기준은 향후에 고려하기로 합의하고 방출 관련 일반 표준에 반영하는 것을 고려하기로 함
- AC 주전원 포트는 CISPR 표준의 범위 내에 있는 대부분 장치에 전력을 공급하기 위해 사용되지만, 세계의 많은 지역에서 동일한 용도로 LV 및 ELV 공공 DC 공급 네트워크를 구축하기 시작하고 있음. 이와 관련해서 CISPR 운영위원회에서는 모든 CISPR 소위원회가 담당 표준에 DC 전원 공급 포트에 대한 요구규격을 포함하는 프로젝트를 시작하도록 권고하기로 했음 (CISPR/1393/INF 참조)
- CISPR/H는 IEC 61000-6-3를 개정하면서 오랜 시간이 걸려 최종적으로 전자파 환경을 주거용과 상업 및 경공업 환경으로 분리하고 전문가용 기기라는 새로운 개념을 도입하여 2020년에 IEC61000-6-3을 개정하고 IEC 61000-6-8을 새로운 표준을 발표. 이러한 과정에서 CISPR/H는 기존 공통 표준에 추가로 포함해야 할 요구사항들이

제기되었으며 본 프로젝트에서 해당 내용들에 대해 작업이 진행 중임

- 2020년에 발표된 표준에 다음 4가지 내용이 포함될 예정이며, 2022년 샌프란시스코 회의에서는 각 주제별 CD 문서에 대한 일부 NC 의견에 대해 검토하였음
- FRAG1: IEC61000-6-3 Ed3.0: 2020에 반영되지 못한 내용 보완
- FRAG2: 9 kHz - 150 kHz 대역 전도성 방출 요구사항 (JWG6 담당)
- FRAG3: 30 MHz 이하 방사성 자기장 방출 요구사항
- FRAG4: 공용 DC 전원 포트 요구사항
- 주제별로 별도로 진행한 후 CDV 단계 이후 통합될 예정임. 또한, IEC61000-6-3 (주거환경)에서 반영된 주요 내용은 추후 IEC61000-6-4 (상업 및 경공업 환경)와 IEC61000-6-8 (산업환경)에도 반영할 예정임

4.1 IEC 61000-6-3/AMD1/FRAG1 ED3

가. 기본정보

분과	CIS H/WG1	프로젝트 명 /표준번호	IEC61000-6-3/AMD1/FRAG 1 ED3
현재 상태	1 st CD 단계	완료 시기	2023.12
표준(안) 명칭 (영문)	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for equipment in residential environments – Amendment not included in IEC61000-6-3 Ed3.0: 2020		
표준(안) 명칭 (국문)	전자과적합성 (EMC) – 제6-3부: 일반 표준 – 주거환경에서 사용하는 기기의 전자파 방해 표준 – IEC61000-6-3 Ed3.0: 2020에 반영되지 못한 내 용 보완		

나. 주요 내용

- 관련 문서: CIS/H/439/RR, CIS/H/457/CD, CIS/H/463/CC
- 주요 논의 사항
 - 2020년 미국 St. Peterburg, FL에서 열린 CISPR H WG1 회의에서 IEC61000-6-3를 개정하기 위한 프로젝트의 결과로 제안된 CIS/H/400/CDV (및 CIS/H/413/CDV) 문서를 추가 수정 없이 바로 개정안으로 발행하기로 결정
 - 결정을 내리는 과정에서 다양한 의견에 대한 작업은 IEC 61000-6-3 Ed3.0에 대한 개정(amendment)을 위한 새로운 작업이 시작될 때까지 연기됨.
 - 본 프로젝트는 기존 IEC61000-6-3 Ed3.0에서 논의되지 못하고 보류된 몇 가지 문제를 담당.
 - 3m에서 시험할 수 있는 기기의 크기
 - 공통모드 흡수장치(CMAD)의 사용
 - 적용 범위 업데이트
 - CISPR 32에서 이전되는 일부 요소

- 기술적으로 간주되는 다양한 인쇄상의 요소
 - 상기 주제는 IEC 61000-6-3에 대해 합의되면 관련 변경사항은 IEC 61000-6-4 및 IEC 61000-6-8 모두의 향후 변경사항에도 적용될 예정
 - 적용 범위에 다음 내용 추가
- 무선 전송 또는 무선 수신 기능이 있는 기기는 이 문서의 범위에 포함된다.
- 이 표준의 목적은 다음과 같다.
 - 1) 9 kHz ~ 400 GHz 주파수 범위에서 적절한 수준의 무선 수신 보호를 제공하는 요구사항을 설정한다.
 - 2) 측정의 재현성과 결과의 반복성을 목표 하는 절차를 지정한다.
- 2022년 샌프란시스코에서 개최된 WG1 회의에서 위원회 문서(CIS/H/457/CD)에 대한 NC 의견(CIS/H/463/CC) 중 주요 안전에 대해 논의함

4.2 IEC 61000-6-3/AMD1/FRAG2 ED3

가. 기본정보

분과	CIS H/WG1	프로젝트 명 /표준번호	IEC61000-6-3/AMD1/FRAG 2 ED3
현재 상태	1 st CD 단계	완료 시기	2023.12
표준(안) 명칭 (영문)	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for equipment in residential environments – Conducted emission Requirements in 9 kHz – 150 kHz		
표준(안) 명칭 (국문)	전자파적합성 (EMC) – 제6-3부: 일반 표준 – 주거환경에서 사용하는 기기의 전자파 방해 표준 – 9 kHz – 150 kHz 대역 전도성 방출 요구사항		

나. 주요 내용

- 관련 문서: CIS/H/439/RR, CIS/H/440/CD, CIS/H/447B/CC, CIS/H/451/CD, CIS/H/453A/CC
- 주요 논의사항
 - 9 kHz – 150 kHz 대역 전도성 방출 요구사항을 다루는 본 프로젝트는 JWG-6에서 담당하고 있으며 다음 내용을 포함하는 IEC 61000-6-3에 대한 수정안을 제안.
 - 9~150 kHz 대역에서의 저압 AC 전원 포트에서 전도성 방출에 대한 표준 요구사항 추가 (표 6-6 참고)
 - 제안된 규범적 허용기준에 대한 배경 정보를 제공하는 정보를 제공하는 부속서 추가
 - ① 규범적 허용기준 도출에 대한 배경 정보
 - ② 공통모드 방해 주입을 위한 무선 보호 분석
 - ③ 차동모드 방해 주입을 위한 무선 보호 분석

- 비의도적 방출(Non-Intentional Emission, NIE)의 스펙트럼 밀도를 제한하기 위한 권고사항과 함께 정보를 제공하는 다음 내용을 포함하는 부속서를 추가
 - ① 약어
 - ② NIE의 스펙트럼 밀도 제한을 위한 적분 전압 레벨(IVL)의 도입
 - ③ NIE에 권장되는 최대 IBL
 - ④ NIE의 스펙트럼 밀도에 대한 추가 제한 권고에 대한 근거
 - ⑤ 참고 문헌에 대한 모든 사용된 참조 포함
- 2022년 샌프란시스코에서 개최된 WG1 회의에서 위원회 문서(CIS/H/451/CD)에 대한 NC 의견(CIS/H/453A/CC) 중 주요 안전에 대해 논의함.

<표 6-6> CIS/H/451/CD에서 제안한 9 kHz - 150 kHz 대역 전도성 방출 요구사항

Table Clause	Measurement Network	Frequency range MHz	Limits dB(μV)	Measurement Specifications	Limitations and restrictions
			Detector		
...					
4.1	V-AMN	0,009 – 0,05	120.5 – 110 Quasi-peak	Instrumentation, CISPR 16-1-1, Clauses 4 & 6 Networks, CISPR 16-1-2, Clause 4 Method, CISPR 16-2-1, Clause 7 Set-up, CISPR 16-2-1, Clause 7	Impulse noise (clicks) shall be measured and assessed in the frequency range 150 kHz to 30 MHz according to CISPR 14-1.
			104 – 80* Quasi-peak		
		0,15 – 0,5	66-56 Average		
			56-46 Average		
		0,5 – 5	56 Quasi-peak		
			46 Average		
		5 – 30	60 Quasi-peak		
			50 Average		

^a To equipment that is within the scope of the following standards:

- IEC 61800-3:2017
- IEC 62040-2:2016

and apparatus which incorporates equipment (or part of) defined in the above standards the following limits apply: 110 dB(μV) to 82.5 dB(μV).

This relaxation of the limits does not apply, if all of such equipment is used by more than 5% of the customers connected to the same medium voltage / low voltage transformer in the public low voltage network.

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

제 8 장

4. IEC 61000-6-3/AMD1/FRAG2 ED3

가. 기본정보

분과	CIS H/WG1	프로젝트 명 /표준번호	IEC61000-6-3/AMD1/FRAG 3 ED3
현재 상태	1 st CD 단계	완료 시기	2023.12
표준(안) 명칭 (영문)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-3: Generic standards - Emission standard for equipment in residential environments - Radiated Magnetic Emission Requirement below 30 Mhz		
표준(안) 명칭 (국문)	전자파적합성 (EMC) - 제6-3부: 일반 표준 - 주거환경에서 사용하는 기기의 전자파 방해 표준 - 30 Mhz 이하 방사성 자기장 방출 요구사항		

나. 주요 내용

- 관련 문서: CIS/H/439/RR, CIS/H/456/CD, CIS/H/465/CC, SMB/7613B/INF
- 주요 논의사항
 - 본 프로젝트는 일반 방출 표준 IEC 61000-6-3에 구현될 30 Mhz 미만 주파수 범위에서 주로 WPT 기기의 자기장 강도 측정에 대한 허용기준, 시험방법 및 요구사항을 정의
 - 첫 번째 위원회 문서(CIS/H/456/CD)는 CISPR H 문서(CIS/H/336/DC, CIS/H/379/INF 포함)와 2016년 이후 작성된 여러 CISPR H WG 1 문서를 기반으로 작성.
 - 본 프로젝트 결과가 IEC61000-6-3에 적용이 결정되면 향후 다음을 고려하여 IEC 61000-6-4 및 IEC 61000-6-8에도 적용 예정

- 산업환경에서 피해대상과 발생원 사이의 이격 거리는 다른 환경보다 더 크며 일반적으로 30m 이상
- 제품은 전문가에 의해 설치 및 유지
- IEC 61000-6-8, 부속서 D에 정의된 유사한 특별한 측정과 완화 기술이 구현
- 본 프로젝트에서는 CISPR 14-1에 명시된 허용기준을 기반으로 (표 6-7)과 같이 자기장 강도 허용기준 제안. 현재 CISPR H WG1 내에는 새로운 허용기준을 생성하거나 CISPR 11 허용기준을 적용하는 것에 대한 합의가 없으며, CISPR TR 16-4-4를 기반으로 효과적 인 모델을 개발하는 작업을 계속하려는 의도이므로 이러한 허용기준은 향후 수정해야 할 수도 있음
- 30 Mhz 미만의 상당한 자기장 방출을 생성하지 않는 것으로 확인된 기기는 시험에서 제외
- EUT 소비 전력에 기반한 자기장 허용기준의 적용과 관련하여 추가 부속서가 포함되었으나, 2022년 샌프란시스코 회의에서 소비 전력에 따라 허용기준을 다르게 적용하는 내용에 대해서는 이견이 제시됨
- 2022년 샌프란시스코에서 개최된 WG1 회의에서 위원회 문서(CIS/H/456/CD)에 대한 NC 의견(CIS/H/465/CC) 중 주요 안전에 대해 논의함

<표 6-7> CIS/H/456/CD에서 제안한 방사성 자기장 방출 요구사항

Applicable to any of the following:

1. EUTs which have a primary WPT port
2. EUTs containing a plasma screen
3. EUTs for which the imaginary cuboid around and encompassing the EUT enclosure that have a diagonal length of more than 1.8 m. The length is calculated by the root of the sum of the squared lengths of the cuboid
4. EUTs which have an operating frequency below 30 MHz, with the intention to create an RF field at that frequency, to provide a function or communication to remote (non-attached) equipment

Table clause	Test facility	Frequency range MHz	Limits dB(μA/m)	Measurement specifications	Limitations and restrictions
			Detector / Measurement distance		
4.1	OATS or SAC	0.009 to 0.07	42 Quasi-peak / 10 m	Instrumentation, CISPR 16-1-1, Clause 4 Antennas, CISPR 16-1-4, Clause 4.5 Test site, Annex C Method, Annex C	Measurements shall be performed at a 10 m distance only. No extrapolation to other measurement distances is allowed.
		0.07 to 0.15	42 to 12 Quasi-peak / 10 m		
		0.15 to 4	12 to -24 Quasi-peak / 10 m		
		4 to 15	-24 to -7 Quasi-peak / 10 m		
		15 to 30	-7 Quasi-peak / 10 m		
4.2	OATS or SAC	0.009 to 0.07	69 Quasi-peak / 3 m	Instrumentation, CISPR 16-1-1, Clause 4 Antennas, CISPR 16-1-4, Clause 4.5 Test site, Annex C Method, Annex C	Measurements shall be performed at a 3 m distance only. No extrapolation to other measurement distances is allowed.
		0.07 to 0.15	69 to 39 Quasi-peak / 3 m		
		0.15 to 4	39 to 3 Quasi-peak / 3 m		
		4 to 30	3 Quasi-peak / 3 m		

Apply either table clause 4.1 or 4.2 across the required frequency range

See Table 10 in CISPR 16-2-3:2016*AMD1:2019 for recommended maximum EUT volumes as they relate to measurement distances.

For low power equipment consider apply the limits specified in Annex B.

Within this table, the version of the references are as follows:

CISPR 16-1-1 is CISPR 16-1-1:20xx, CISPR 16-1-2 is CISPR 16-1-2:20xx, CISPR 16-2-1 is CISPR 16-2-1:20xx and

NOTE: Rational for these limits is contained in Annex A.

NOTE: The large loop antenna method and limits can be developed in the future.

Editors note: versions of the basic standards to be implemented by Fragment 1.

4.4 IEC 61000-6-3/AMD1/FRAG4 ED3

가. 기본정보

분과	CIS H/WG1	프로젝트 명 /표준번호	IEC61000-6-3/AMD1/FRAG4 ED3
현재 상태	1 st CD 단계	완료 시기	2023.12
표준(안) 명칭 (영문)	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for equipment in residential environments – Requirement on Public DC Power Supply Port		
표준(안) 명칭 (국문)	전자파적합성 (EMC) – 제6-3부: 일반 표준 – 주거환경에서 사용하는 기기의 전자파 방해 표준 – 공용 DC 전원 포트 요구사항		

나. 주요 내용

- 관련 문서: CIS/H/439/RR, CIS/H/444/CD, CIS/H/449/CC, CIS/H/458/CD, CIS/H/464/CC
 - 주요 논의사항
 - 본 프로젝트는 CISPR/1393/INF에 공식화된 CISPR 운영위원회의 조언에 따라, IEC 61000-6-3에 (표 6-8)과 같이 공
- <표 6-8> CIS/H/458/CD에서 제안한 공용 DC 전원 포트에서의 전도성 방출 요구사항

Table Clause	Measurement Network	Frequency range MHz	Limits dB(μV)	Measurement Specifics	Limitations and restrictions
			Detector		
X.1	V-AN	0,15 to 0,5	66 to 56 Quasi-peak	Instrumentation, CISPR 16-1-1, Clauses 4, 5 & 7 Networks, CISPR 16-1-2, Clause 4.3 and 4.4 Method, CISPR 16-2-1, Clause 7 Set-up, CISPR 16-2-1, Clause 7	
			56 to 46 Average		
		0,5 to 5	56 Quasi-peak		
			46 Average		
		5 to 30	60 Quasi-peak		
			50 Average		

Within this table, the version of the references are as follows:

CISPR 16-1-1 is CISPR 16-1-1:20xx, CISPR 16-1-2 is CISPR 16-1-2:20xx +, CISPR 16-2-1 is CISPR 16-2-1:20xx

Editor's note: versions of the basic standards to be implemented by Fragment 1.

용 DC 전원 포트에서의 방출을 포함하는 데 필요한 변경에 대해 논의

- 위원회 문서(CIS/H/458/CD)는 CIS/H/366A/INF, CIS/H/359/DC, CIS/H/377/RQ, CIS/H/370/Q, CIS/H/444CD를 포함한 다양한 CISPR H 문서를 기반으로 작성
- 2022년 샌프란시스코에서 개최된 WG1 회의에서 위원회 문서(CIS/H/458/CD)에 대한 NC 의견(CIS/H/464/CC) 중 주요 안전에 대해 논의함

제7장 I 소위원회 표준화 동향

홍장희(CTK)
조성정(KCSS)

제1절 소위원회 개요
제2절 2022년도 주요 회의결과
제3절 주요 표준화 동향분석

제1절 소위원회 개요

CISPR I는 정보기기, 멀티미디어, 수신기의 전자파 적합성 평가(Electromagnetic compatibility of information technology equipment, multimedia equipment and receivers) 소위원회로 정보기기, 방송수신기, 멀티미디어기기에 대한 전자파적합성을 책임지고 있는 IEC CISPR 산하 위원회이다.

주요 업무는 정보기기, 방송수신기, 멀티미디어기기의 간섭 및 내성에 대한 측정방법과 기준에 대한 표준 제·개정, 측정방법과 기준의 확립을 위한 가이드에 관한 작업들이다.

CISPR I 소위원회의 구성과 주요 임무는 다음과 같다.

CISPR I 의장은 미국의 Mr. Ghery Pettit, 간사는 일본의 Mr. Kazuyuki Hori, 보조간사는 일본의 Fujio Amemiya가 담당하고 있으며, MT 7 의장은 영국의 Mr. Trevor Morsman, MT 8 의장은 영국의 Mr. John H. Davies가 담당하고 있다.

그리고 CISPR I의 표준화에 대응하는 한국의 EMC 기준전문위원회 I 소위원회는 씨티케이 홍장희 의장을 비롯하여 위니아전자, 삼성전자, LG전자, AI스마트광용복합협동조합, 구미대 EMC센터, HCT, 비브이 씨피에스 에이디티 코리아, 엔트리연구원, KCSS, 피앤이, 한국산업기술시험원, 한국기계전기전자시험연구원, 한국화학융합시험연구원, GCA 한국, 한국정보통신기술협회, 국립전파연구원, 한국전파진흥협회 등 21명이 활동하고 있다.

CISPR I 분과에서 현재 진행하는 프로젝트는

<표 7-1> CISPR I 소위원회(Subcommittee) 구성

구분	역할
MT 7	멀티미디어기기 EMI 표준 개정 (CISPR 32)
MT 8	멀티미디어기기 내성 표준 개정 (CISPR 35)
JTF A/I	CIS/I 측정방법에 대한 기본 측정방법 추가
JAHG 6	EUT 케이블 배치 및 케이블 단말 (CIS/A)

표 7-2와 같다.

<표 7-2> CISPR SC I에서 진행중인 프로젝트

번호	프로젝트 번호	과제명	진행단계
1	CISPR 32 ED3	WPT, 30 MHz 이하 측정법 등	I/567/CD, ACD
2	CISPR 35 ED2	멀티미디어기기 내성 평가방법 개정	I/636/ACDV, TCDV

제2절 2022년도 주요 회의결과

CISPR I 소위원회 2022년 5차례 미팅이 진행되었다. 중간 미팅(온라인 회의) 및 총회(미국 샌프란시스코)가 개최되었으며, 우리나라를 비롯한 미국, 일본, 유럽 등 18개국의 전문가들이 참석하여 진행 중인 주요 프로젝트를 중심으로 다음과 같은 논의를 진행함

1. MT7 (CISPR 32) 1차 온라인 회의

가. 일시

- 2022년 02월 22일, 온라인 회의

나. 주요 내용

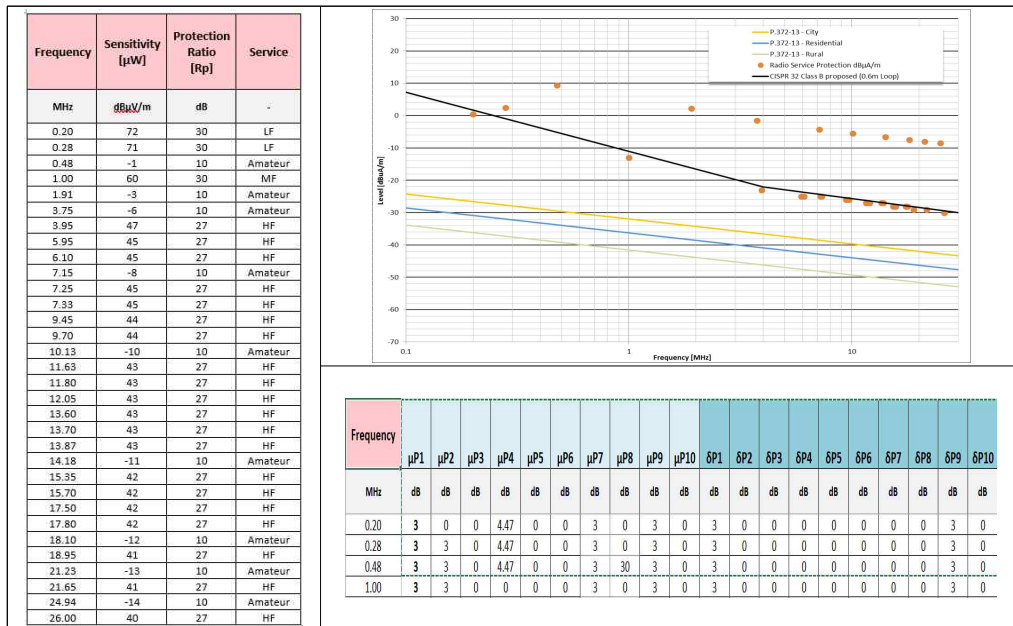
- 1) CISPR 32 3rd Edition에 포함될 무선 전력 전송 기능에 (WPT)대한 제한치 적용과 관련하여 CISPR 16-4-4에서 제시하고 있는 제한치 모델과 특성을 만족시키기 위해 무선 전력 전송 기능의 확률적 요인들을 정하고자 회의를 진행
- CISPR 16-4-4에서 새로운 제한치를 만들 때는 아래와 같은 확률적 요인들을 고려하여 제한치를 만들 것을 요구함

- 제한치에 적용되는 각 확률 요인들은 다음과 같음

E_{lim}	is the mean value of the permissible disturbance field strength at a specified distance d from the disturban
μ_w	is the minimum value of the wanted field strength at the edge of the service area of the radio ser
R_p	is the minimum acceptable value of the signal-to-disturbance ratio at the receiver's antenna port or feeding point
μ_{p1}	is the mean value of the main lobes of the magnetic dipole radiation in the direction of the victim receiver
σ_{p1}	is the standard deviation of P1
μ_{p2}	is the expected mean value when the directional receiving antenna has its maximum pick-up in direction of the disturbance source
μ_{p3}	is the expected mean value when the victim receiver is stationary
μ_{p4}	is the expected mean value when there is equipment generating a disturbing signal on a critical frequency
μ_{p5}	is the expected mean margin when the relevant harmonics below the limit value
μ_{p6}	is the expected value when the type of disturbance signal generated will produce a significant effect in the receiving system
μ_{p7}	is the expected mean value when the operation of the disturbance source is coincident with the receiving system
μ_{p8}	is the expected mean value when the disturbance source is located in a distance to the receiving system within which interference is likely to occur
μ_{p9}	is The expected mean value when the value of radiation at the edge of service area for the protected service just meets the limit for the RF disturbance
μ_{p10}	is the expected mean value when buildings provide attenuation
t_α	0.84
t_β	0.84
μ_{pi}	men values of influence factors(given in dB) assuming a lognormal distribution of their figures(distances: 20 log, power 10 log)

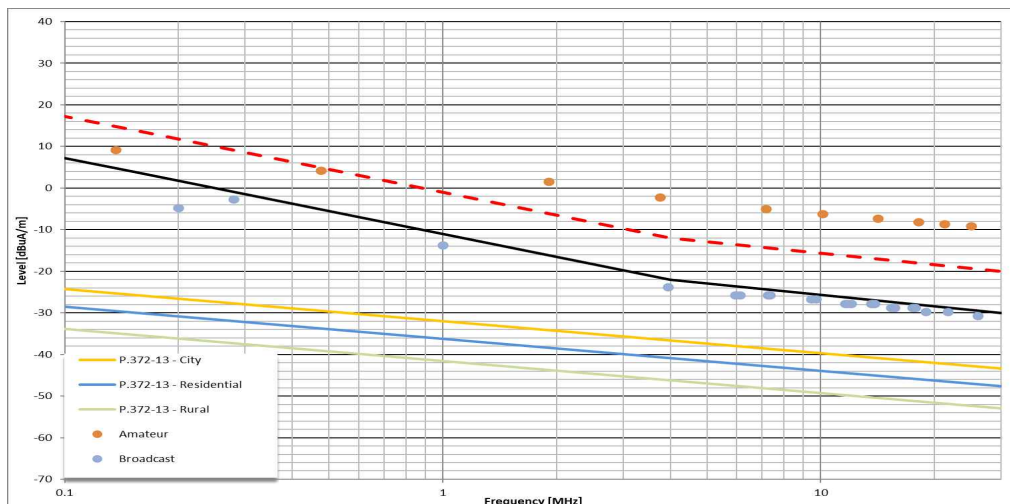
$$E_{lim} = \mu_w - R_p + \mu_{p1} + \mu_{p2} + \mu_{p3} + \mu_{p4} + \mu_{p5} + \mu_{p6} + \mu_{p7} + \mu_{p8} + \mu_{p9} + \mu_{p10} + t_\beta \sigma_i - t_\alpha (\sigma_{p1}^2 + \sigma_{p2}^2 + \sigma_{p3}^2 + \sigma_{p4}^2 + \sigma_{p5}^2 + \sigma_{p6}^2 + \sigma_{p7}^2 + \sigma_{p8}^2 + \sigma_{p9}^2 + \sigma_{p10}^2)^{1/2}$$

이에 다음과 같이 초기 제한치 모델을 설정하였다.



측정기에서 인지할 수 있는 잡음 Floor 능력으로 인하여 다음과 같이 10 dB 상승된 제한치를 적용하기로 하였다. 그러나 μP_3 victim is portable or stationary와 μP_4 disturbance in coincident to receiving frequency 그리고 μP_7 probability which the time of disturbance coincident with receiving

time에 대하여 상기에서 주어진 수치와 다른 의견이 제시되었으며 이 수치를 적용한 새로운 제한치가 제시됨. μP_3 는 무선 수신기의 절반이 휴대용이므로 3 dB로 수정되어야 하며 μP_4 는 기본 주파수가 125 kHz이고 밴드폭이 500 Hz이므로 2차 고조파에서 16차 고조파까지의 전체 점유 주파수는 2nd



고조파는 250 kHz 이고 16th 고저파는 2000 kHz
 이며 LF 및 MF 주파수 대역은 200 kHz ~ 2,000
 kHz, 따라서 다음 계산을 통해 μ_{P4} 를 산정함

$$16 \times (16+1)/2 - 1 = 135$$

$$500 \text{ Hz} \times 135 = 67.5 \text{ kHz}$$

$$67.5 \text{ kHz} / (2000 - 200) = 0.0375$$

$$\mu_{P4} = -10 \text{ Log}_{10}(0.0375) = 14.3 \text{ dB}$$

μ_{P7} 은 일반적으로 급속 충전기술일 경우
 WPT 충전기는 1시간/일로 가동되기에 $\mu_{P7} =$
 $10 \text{ Log}_{10}(1/24) = 13.8 \text{ dB}$ 으로 산정될 수 있
 음. 이러한 수정된 확률 요인들을 적용하면 다음
 과 같은 새로운 제한치가 만들어질 수 있음

본 내용을 CISPR 3rd Edition에 적용하고자
 하였으나 더 논의 후 결정하기로 하였음

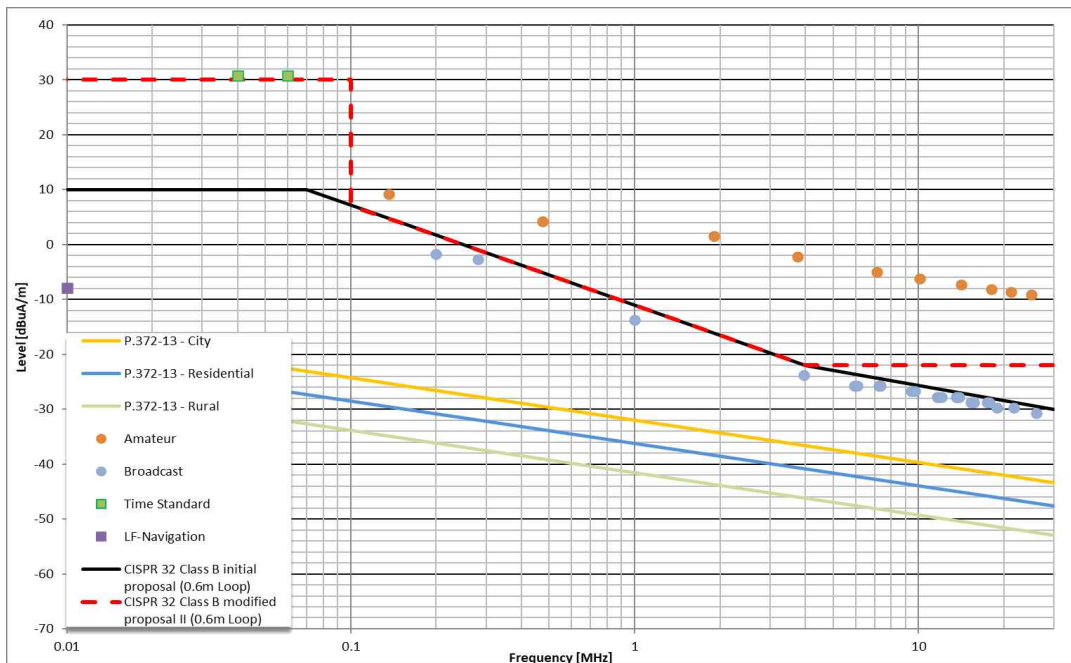
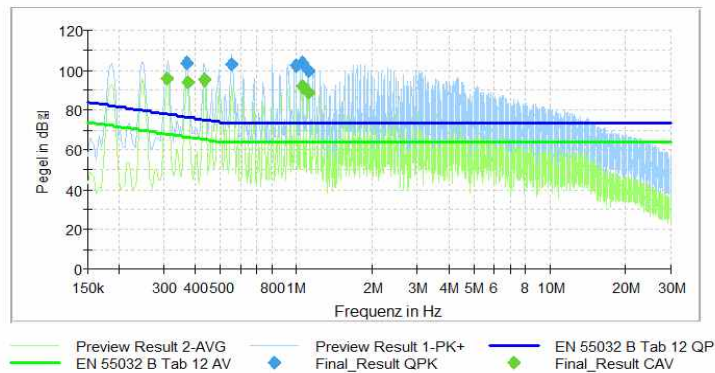


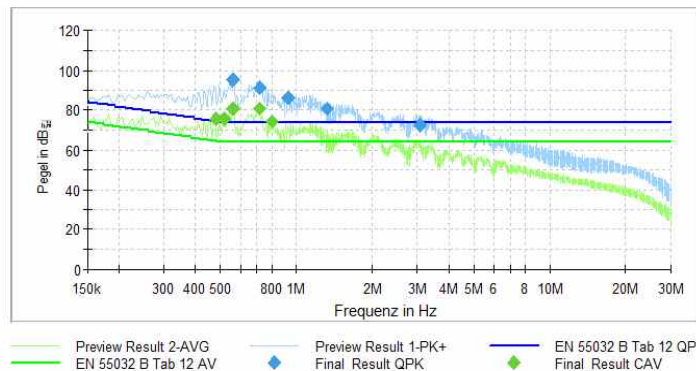
Table clause	Frequency range MHz	Measurement				Class B limits	
		Facility	Antenna	Distance	Detector type / bandwidth	dB(μA/m)	dB(μA)
A15.1	0,009 – 0,10	OATS / SAC	"0,6 m"-loop	3 m	Quasi Peak / 200 Hz	30	-
	0,1 – 0,150					7 to 4	-
	0,150 – 4,0				Quasi Peak / 9 kHz	4 to -22	-
	4,0 – 30					-22	-
A15.2	0,009 – 0,10	Any	LLAS	-	Quasi Peak / 200 Hz	-	50
	0,10 – 0,150					-	27 to 24
	0,150 – 4,0				Quasi Peak / 9 kHz	-	24 to -2.5
	4,0 – 30					-	-2.5 to -7

- 2) 독일에서 USB 단자에 대하여 다음과 같은 전도 시험 결과를 제시하며 USB 단자에 대한 시험을 CISPR 32 Table 11 과 12에 신호 및 제어선 단자에 적용해야 한다는 내용을 제안함

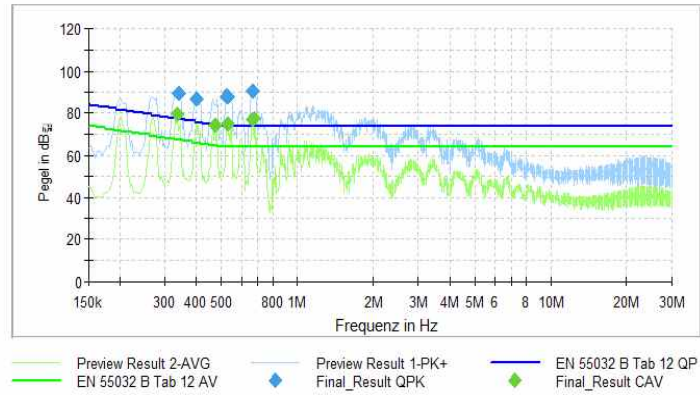
시험제품(1)



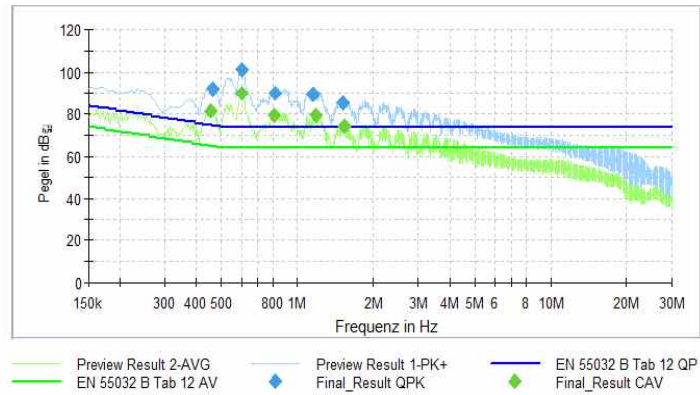
시험제품(2)



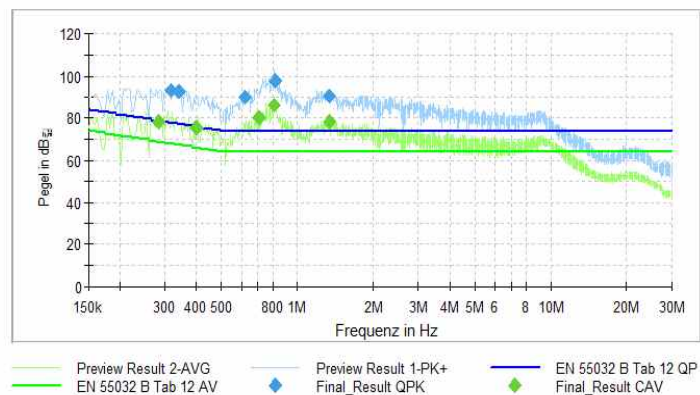
시험제품(3)



시험제품(4)



시험제품(5)



2. MT7 (CISPR 32) 2~3차 온라인 회의

가. 일시

- 2022년 04월 06일~ 04월 08일, 온라인 회의
- 2022년 09월 27일~ 09월 29일, 온라인 회의

나. 주요 내용

- 1) CISPR 32 3rd Edition에 다음의 안건들이 반영될 예정이며 각국의 의견을 논의하였으며 관련된 내용들은 이전의 동향 보고서를 참조
 - ① USB 포트에 대한 내용을 반영해야 하는지 여부
 - ② Small size equipment에 대한 정의와 요구안의 반영 여부
 - ③ 확률적 통계방법 80/80에 대한 재정립
 - ④ 주변기기로부터의 방사 영향
 - ⑤ 방사 방출 측정을 위한 전원 케이블의 중단
 - CISPR A 및 CISPR 16 내에서의 작업이 충분히 성숙된 경우 MT7은 그러한 장치를 CISPR 32에 적용하는 것을 고려
 - ⑥ 현장 시험 - 측정 방법 및 요구사항 포함
 - ⑦ TV 튜너 포트 - 조항 C4.2.1 및 표 B.3 개정
 - ⑧ APD - 1GHz 이상의 임펄스 방출 평가용
 - ⑨ 위성 수신기 - 30 ~ 950 MHz 사이의 전도성 방출 요구사항
 - ⑩ RVC 시험 - 1GHz 이상에서 이 방법을 포함하여 적용
 - ⑪ 무선 기능이 있는 MME 테스트 방법을 제공하는 CISPR 35 및 부속서와 범위 조정
 - ⑫ 편집 사항 - 주로 CISPR/I/617/FDIS에 대한 각 국가 의견에서 제기된 사항들
 - ⑬ EUT 예열 시간 - CISPR 16-2-1에 따른 지침 포함
 - ⑭ DC 전원 포트 - 방법 및 제한치 적용 고려

- ⑮ CISPR/I/646/INF과 연계하여 CISPR 32 2nd Edition Amendment 1에서 1GHz 이상 방사 시험 방법의 변경 사항을 설명하는 정보성 부록

3. MT7 (CISPR 32) 총회

- 2022년 10월 30일~ 11월 3일, 샌프란시스코

나. 주요 내용

CISPR 32 3rd Edition에 대한 각국의 의견이 반영된 CISPR/I/655/CC 문서에 대한 논의를 진행하였으며 다음 사항이 주요하게 논의함

- 1) WPT(Wireless Power Transfer) 요구 사항 논의
 - 이번 회의의 가장 큰 이슈 사항으로 가장 활발한 토의가 있었지만 결론 나지 않아 다음에 논의하기로 했으며 논의된 사항만 기술
 - WPT(Wireless Power Transfer)가 추가됨에 따라 적용 범위 수정

(수정문구) WPT 포트가 있는 장치의 경우, 기본 주파수와 그 고조파는 ITU-R에 의해 정의된 ISM 대역 내의 주파수(ITU-RSM.1896-1 참조)에서만 이 문서의 요구사항에서 제외된다.

- CISPR TR 16-4-4에 설명된 모델을 사용하여 도출된 허용기준 생성 (표 A. 14, 표 A 15)
- 2) 전원 케이블 종단 관련 요구사항 추가
- CISPR A/I AHG의 VHF LISN 작업 진행사항과 CISPR 16 내의 장비 사양 표준에 근거하여 적용
- 3) 현장 방법 및 요구사항 추가
- 일반 시험소에서 시험이 불가능한 경우에만 현장 시험을 허용
 - 일반적인 EMC 시험소에서 수행되는 시험의 데이터는 항상 현장 시험 데이터보다 우선 반영
 - CISPR 32 Ed3.0의 본문과 정보성 부속서(informative)로 반영 예정
 - 현장 측정 환경을 고려를 포함하여 현장 측정과 관련된 측정불확도 검토를 CISPR/A에 요청

표의 절	주파수 대역 [MHz]	측정방법				A급(Class) 허용기준	
		시설	안테나	거리	검파기 유형/ 대역폭	dB(μA/m)	dB(μA)
A14.1	0.009 - 0.10	OATS /SAC	“0.6m” Loop	3m	준첨두	40	-
	/ 200 Hz				17 - 14	-	
	준첨두				14 - -12	-	
	/ 9 kHz				-12	-	
A14.2	0.009 - 0.10	Any	LLAS	-	준첨두(/ 200 Hz	-	60
					-	37 - 34	
	준첨두				-	34 - 7.5	
	/ 9 kHz				-	7.5 - 3	
전체 주파수 범위에 걸쳐 A.14.1 또는 A.14.2의 요구사항을 적용한다. 이 허용기준은 WPT 기능이 활성 상태인 경우에만 적용된다.							

표 A.14. WPT 포트가 있는 A급 기기의 30MHz 미만의 주파수에서 방사 방출에 대한 요구사항

표의 절	주파수 대역 [MHz]	측정방법				A급(Class) 허용기준	
		시설	안테나	거리	검파기 유형/ 대역폭	dB(μA/m)	dB(μA)
A14.1	0.009 - 0.10	OATS /SAC	“0.6m” Loop	3m	준첨두 / 200 Hz	30	-
	7 - 4					-	
	0.10 - 0.15				준첨두 / 9 kHz	4 - -22	-
	0.15 - 4.0					-22	-
4.0 - 30							
A14.2	0.009 - 0.10	Any	LLAS	-	준첨두(/ 200 Hz	-	50
	-					27 - 24	
	0.10 - 0.15				준첨두 / 9 kHz	-	24 - -2.5
	0.15 - 4.0					-	-2.5 - -7
4.0 - 30							
전체 주파수 범위에 걸쳐 A.15.1 또는 A.15.2의 요구사항을 적용한다. 이 허용기준은 WPT 기능이 활성 상태인 경우에만 적용된다.							

표 A.15. WPT 포트가 있는 B급 기기의 30MHz 미만의 주파수에서 방사 방출에 대한 요구사항

4) TV 튜너 포트 요구사항 개정

- 시험에 변조되지 않은 캐리어를 사용해야 하고 디지털 TV 시험을 위해 어떤 발생원 출력 레벨 선택을 필수적으로 해야 하는지에 따라 개정이 논의되었으며 TV 시험부속서 C4.2를 개정하기로 함.

5) APD 방법 및 허용기준 포함

- 첨부 허용기준을 초과하는 1 GHz 이상의 임펄스 방출 평가를 위한 APD (Amplitude Probability Distribution) 기능을 포함하기로 함
- (발생 확률이 낮은 임펄스 방출은 일반적으로 1 GHz 이상에서 사용 중인 디지털 수신기에 장애를 일으킬 확률이 낮으므로, 확률이 10-14 미만일 경우 그러한 임펄스 방출에 대한 완화를 고려)
- APD 기능에 대한 측정불확도 산정 관련 내용 검토를 CISPR/A에 요청

6) 1 GHz 이상에서 FAR 및 RVC 방법 및 허용기준 포함(1 GHz 이상 주파수대역에서 FAR 및 RVC를 규범적 대응 시험방법으로 포함하기 위한 주제)

- FAR를 1 GHz 이상 주파수 대역에서 규범적(normative) 대응 시험 시설로 사용하기로 함
- RVC가 실제 전파 환경을 모의하는 등 여러 가지 장점이 있다는 점은 인정되나 변환 인자 등 해결해야 할 문제들도 있어 규범적 대응 시험시설로 포함하지 않음. (단, 현재와 같이 참고용으로 부속서에 포함하지만 추후 규범적 대응 시험방법으로 사용할지 Q문서를 회람하기로 함)
- 변환 인자 (총 수신 전력 @ RVC 최대

전기장 강도 @ FAR/OATS), 교반기(Stirrer)

회전 속도 변화에 따른 영향 등 RVC에 대한 기술적인 이슈에 대해 CISPR A에 검토 요청

- 현장 측정 환경을 고려를 포함하여 현장 측정과 관련된 측정불확도 검토를 CISPR/A에 요청

7) 로봇 전자파적합성 표준화 개발을 위한 TF 추진

- CISPR/I로 분류되는 대상인 멀티미디어 기기 로봇에 대한 전자파적합성 표준 개발 작업 필요성에 대한 논의 진행
- 멀티미디어 기능 로봇 EMC 표준을 담당하기 위해 새로운 작업반(TF) 구성을 제안
- 산업용 로봇은 CISPR B분과, 자동차용 로봇은 CISPR D분과에서 EMC 표준을 담당하고 있으며, 교육 및 오락용 로봇등 개인용 서비스 (멀티미디어기능)로봇의 경우 CISPR I에서 담당
- CISPR I의 해당 규격인 CISPR 32 및 CISPR 35의 수정판 작업을 위해서 작업반(TF)에 참여할 전문가와 TF 위원장을 선정하기 위한 DC 문서 회람 추진 예정
- 다른 전기·전자 기기와 큰 차이점으로 로봇의 이동성(locomotion)으로 보고 있는데 해당 내용에 대한 국내 로봇 기업, 국가기관 등이 협의하여 대응할 필요가 있음

8) EBU의해 제안한 EMC 측정 거리 논의

- EMC 표준에서 사용되고 있는 거리 10 m 측정 거리 재설정 필요
- EBU(유럽 방송 연맹: European Broadcasting Union)에서 무선 서비스 보호 등 EMC 확보를 위해 표준에서 사용되고 있는 10m 측정 거리에 대해 이의를 제기

- 전기 전자 기술이 발전하고 5G 이동통신 및 다양한 방송 서비스가 제공되면서 방해 발생원과 피해 대상 사이의 거리가 점점 더 가까워지고 있는 현실 반영 필요
- 현재의 전파환경을 반영함은 물론 미래의 전파환경을 예측하여 방해 발생원과 피해 대상 사이의 좁아진 거리를 반영하여 측정 거리에 대한 조정이 필요하며, 조정된 거리를 근거로 EMC 측정 방법이나 허용기준 등이 재설정될 필요가 있다고 주장

9) 기타 논의사항

- EUT 예열 관련 내용은 CISPR32 Ed3.0에는 반영하지 않기로 함
- 5G 주파수 대응을 위한 40 GHz 대역까지의 주파수 대역 확장 시험은 차후에 논의

10) CISPR 32의 개정 기한은 2024년으로 정함.

3. MT8 온라인 회의

- 2022년 10월 04일, 온라인 미팅

나. 주요 내용

1) MT 8 (CISPR 35 - 개정)

2020년 CIS/I/636/CDV 문서로 CISPR 35 Ed2.0가 투표를 위해 회람되었으나 오스트리아, 벨기에, 일본, 핀란드, 프랑스, 독일, 네덜란드 7개국의 반대로 부결되었으며 이에 각국 의견을 반영한 새로운 CISPR 35 Ed2.0이 2022년 4월에 재발행되어 각국에 회람. 회람 결과 각국으로부터 제시된 의견 문서 CISPR/I/636에 대하여 논의를 진행하였으며 논의된 결과를 반영한 CISPR 35 Ed2.0이

FDIS로 회람될 예정임. 이에 따라서 10월에 각국 의견에 대한 논의를 완료하여 11월에 예정되어 있던 샌프란시스코 총회 회의를 진행하지 않고 이미 배정된 회의 시간을 MT7에 양보함

① Primary function의 정의가 오해 또는 오류를 발생시킬 수 있음 (BE 04)

→ 일부분 인정되었으며 IECV 904-03-02를 참조문헌에 업데이트할 예정

② critical stored data에 대한 오해와 오류를 없애기 위해 정확한 설명이 필요 (BE 07)

→ critical stored data에 대한 정의와 설명을 추가할 예정

③ “Different samples (be of the same type, including construction, software, firmware and other elements which may impact the result of the tests) are allowed for different EM phenomena”, 문장은 시험 시료의 일관성을 관리하기에 어려움을 만들 수 있으므로 추가적인 설명 부분을 없애는 게 명확함(CN 13)

→ 인정됨, ()내 문장을 삭제 예정

④ 전도 내성 시험 시 30 ~ 80 MHz 대역에서 1 V로 낮추어서 시험을 적용하는 것은 일반 규격 IEC 61000-6-1과 다르므로 같게해야함

→ 인정됨, 본 내용에 대하여 TC77에 INF 문서로 문의하였음

⑤ “manufacturer”를 “user of this document”로 수정 (DE 17)

→ 원칙적으로 인정됨

⑥ “...with IEC 61000-4-6:2008 or with IEC 61000-4-6:2013.”를 “...with IEC 61000-4-6:2013.”로 수정 필요(FR 03)

→ 인정됨. IEC 61000-4-6:2013로 수정 예정

⑦ “...with IEC 61000-4-5:2005 or with IEC 61000-4-5:2014/AMD 1:2017.” 를 “...with IEC 61000-4-5:2014/AMD 1:2017.로 수정 필요(FR 04)

→ 인정됨. IEC 61000-4-5:2014/AMD 1:2017로 수정 예정

⑧ CISPR 35는 곧 FDIS로 만들어져 투표 진행 예정이며 2023년까지 완료 예정

2) 차기 회의 일정

- 2023년에 오프라인 총회를 진행할 예정이나 장소는 미정

▶ 제3절 주요 표준화 동향분석

1. CISPR 32 개정 관련 문서

가. 기본정보

분과	MT7	프로젝트	CISPR/I/MT7 (SF/Osabe/Shi masaki)22-01
현재상태	진행중	완료 시기	2024.9.
표준(안) 명칭 (영문)	Multi-Media equipment - Radio disturbance characteristics - Limit and method of measurement		
표준(안) 명칭 (국문)	멀티미디어 기기의 전자파 방사 특성 - 측정 제한치 및 방법		

나. 주요 내용

1. 1GHz 이상의 방사성 장애 측정 제안

- 방사성 방해 측정 방법과 관련하여 현재 기본 표준 과 CISPR 32: Ed.2.1. 사이에 몇 가지 차이점이 존재함..이 상황을 해소하기 위해

우리는 일부 실험을 고려함으로써 아래에 설명된 CISPR32에 대한 일부 수정 사항을 제안함

1) 기본 표준에 대한 일관성

CIS/I/655/CD의 의견 JP-57에 설명된 대로 CISPR 32에서 사용되는 FSOATS는 이론적 개념에 대한 이상적인 자유 공간 시험장으로서 정의됨. FSOATS의 현실적인 접근은 유효성 검사 요구사항을 충족하는 FAR 시험장임. 그리고 흡수체로 도배된 시험장 ALTS(Absorber Lined Test Site)는 CISPR 16-1-4에서는 찾을 수 없음. 하지만 CISPR 16-2-3은 7.6절에서 1GHz 이상의 시험장을 위한 대응 시험장으로서 흡수체가 도배된 OATS/SAC가 언급되어 있어, CISPR32에서 규정하는 FSOATS는 ALTS라고 볼수있음. 그것은 CISPR 16-1-4에 설명된 FSOATS와는 차이가 있음

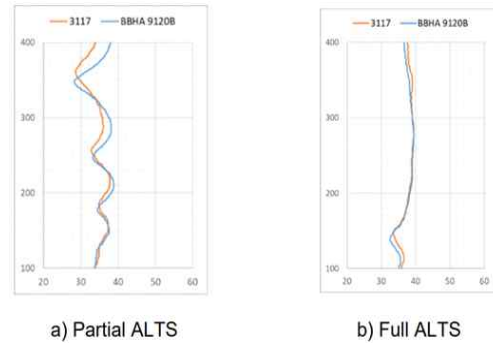
(제안1) 기본 표준과의 일관성의 관점에서부터, CISPR32의 FSOATS는 FAR 그리고/또는 ALTS로 대체되어야 함

2) 시험 결과로부터의 제안

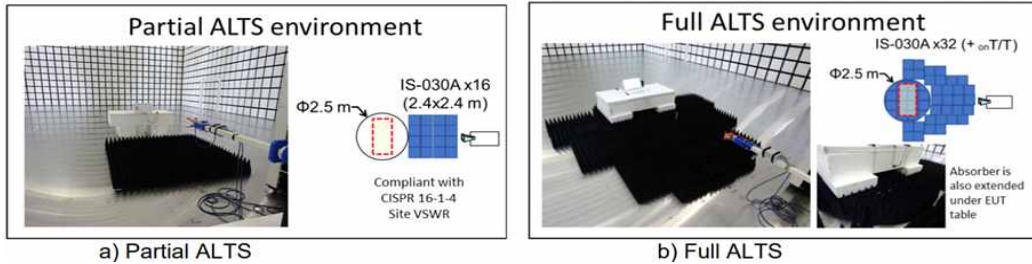
정보성 부록으로 CISPR/I/655/CD에 추가된 부록 M에 제공된 데이터는 시험장이 SVSWR을 만족하더라도 수신 안테나 관점에서 보여지는 바닥 접지면상에서 반사된 방사에 의해 발생하는 높이 패턴을 가리킴. 이 유형의 시험장은 부분 ALTS로 정의됨. 바닥반사를 고려하지 않아도 되는 ALTS를 연구하기 위해 수신 안테나에서 EUT까지 3dB 빔폭을 갖는 안테나 전체 영역에 흡수체가 도배된 완전 ALTS를 제안함. 이것은 FAR의 대응으로서 간주되며, 부분 ALTS와 전체 ALTS의 차이를 확인하기 위해, 두 종류의 ALTS에 대한

비교측정을 수행함. 그림1은 두 가지 유형의 레이아웃을 보여주며 두 조건 모두 SVSWR 요구사항을 충족함

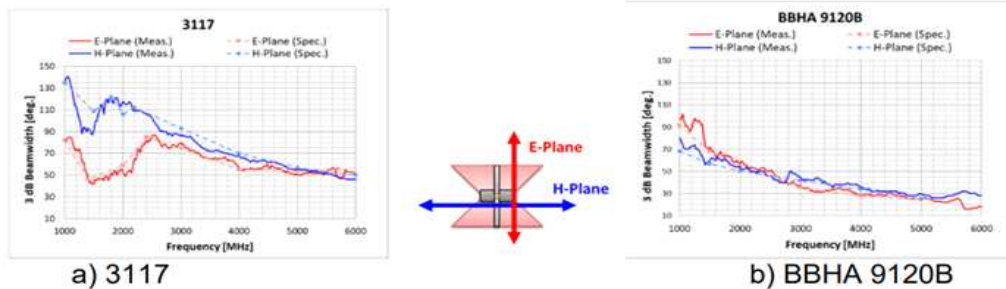
전체(1~4 m) 높이 스캔을 사용한 측정은 5개의 EUT에서 방출된 방사에 대해 두 가지 수신안테나 유형으로 수행되었으며, 안테나의 3dB 빔폭 특성은 아래 그림과 같음. 그림 3은 두 가지 유형의 수신 안테나에 의해 두 가지 유형의 ALTS에서 측정된 데이터의 예를 보여줌



[그림 7-3] 높이 패턴에 따른 측정 데이터의 예



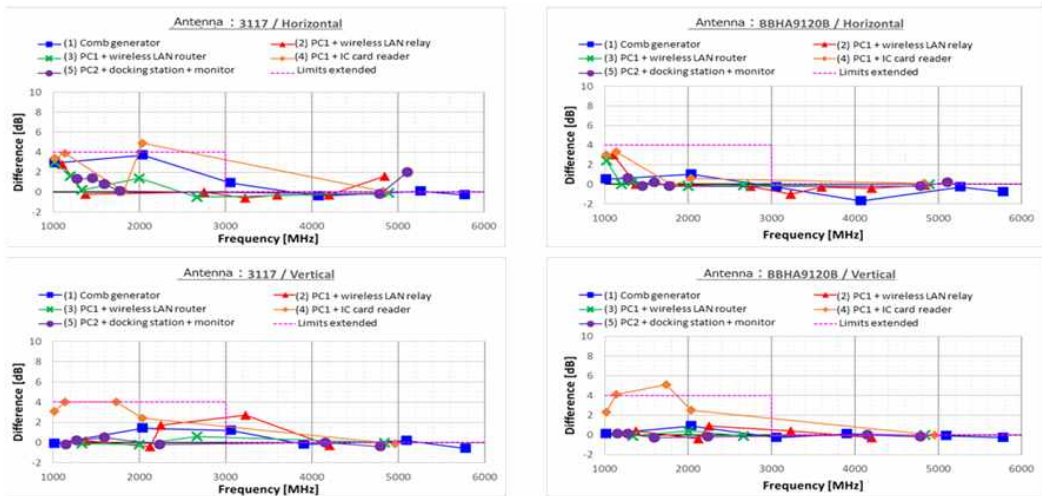
[그림7-1] 두형태의 ALTS



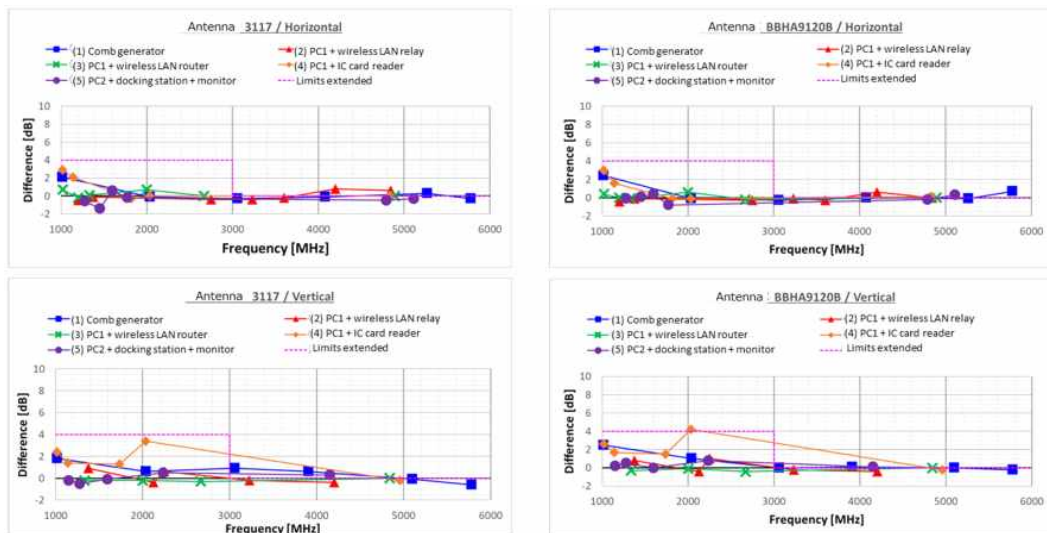
[그림 7-2] 시험에 사용된 수신안테나의 3 dB 빔폭 특성

CISPR32 Ed.2.1 개정의 근거가 된 최대 방출의 차이가 그림 4 a) 및 b)와 같이 부분 ALTS 및 완전 ALTS 조건에서 안테나 높이 1 m와 전체 높이 스캔 했을 때 각각의 측정값을 비교함.이 결과를 비교해보면, 최대 방사 레벨의 증가는 완전 ALTS 조건에서 1개의 피시험기기를 제외하고는 2dB 미만

이에 반해 Partial ALTS의 경우, 최대 레벨의 증가는 3 GHz 이하에서 현저함. 그리고 두 종류의 안테나를 비교해보면, 낮은 주파수 범위에서 3 dB 폭이 더 넓은 각도를 갖는 안테나 모델 3117이 전체 높이 스캔 측정 시 최대 방사량을 현저히 증가하였음



a) Partial ALTS



b) Full ALTS

[그림 7-4] 전체 높이 스캔과 1m 레벨 사이의 최대 방출 차이

(제안 2).

- ALTS는 Full ALTS와 Partial ALTS로 분류되어야 함
- Full ALTS는 FAR로 간주하여야 함.
- 1m에서 4m까지의 안테나 높이 스캔은 부분 ALTS에 대해서만 수행되어야 함.
- 1m에서 EUT 높이까지의 안테나 높이 스캔 또는 CISPR 16-2-3 Ed. 4.1에 따른 고정 안테나 방식은 FAR 및 Full ALTS에서 수행되어야 함











* EUT의 사진과 작동 조건은 표 1을 참조

다. 추진 이력 및 계획

- o 2015년 CISPR/I/510DC 문서로서 CISPR 32 개정 제안

- o 2016년 CISPR/I/525/RR 문서로서 CISPR 32 개정에 대한 문서를 회람 검토함
- o 2019년 12월까지 CISPR 32 Ed. 2.0의 FDIS를 발행
- o 2020년 12월까지 CISPR 32 Ed. 2.0의 개정을 완성할 계획
- o 2020년 10월 CISPR 32 3rd Edition 이 각 국가에 회람되어 내용에 대한 의견요청
- o 2020년 10월 CISPR 32 3rd Edition 에 대한 각 국가의 의견이 문서화됨
- o 2021년 11월 CISPR 32 3rd Edition의 개정 기간을 2024년으로 연장
- o 2022년 10월 CISPR 32 3rd Edition을 위한 안건들을 정리하여 2023년까지 FDIS 발행 예정

표1. 시험에 사용된 피시험기기

No.	EUT (System)	Photo	Data line Operating condition
1	Comb generator		 Power on
2	PC1 + wireless LAN relay		 Power on, connected
3	PC1 + wireless LAN router		 Power on, connected
4	PC1 + IC card reader		 IC card polling
5	PC2 + docking station + monitor		 Power on

2. CISPR 35 개정(CISPR/I/540/DC)

가. 기본정보

분과	MT7	프로젝트	CISPR/I/540/DC
현재상태	진행중	완료 시기	2023.12.
표준(안) 명칭 (영문)	Multi-Media equipment - Immunity characteristics - Limit and method of measurement		
표준(안) 명칭 (국문)	멀티미디어 기기의 전자파 내성 특성 - 측정 제한치 및 방법		

나. 주요 내용

1. CISPR/I/636/Comments

CISPR 35의 Ed2.0에 대한 FDIS를 위해 2020년 3월 13일에 CISPR/I636/CDV 문서로 투표를 하였으나, 총투표 국가 27개 국가 중 25 % 이하의 반대가 되어야 함에도 25.9 % 의 반대로 최종적으로 부결

따라서 오스트리아, 벨기에, 핀란드, 프랑스, 독일, 일본, 네덜란드의 투표 반대 국가의 의견들과 그 밖의 국가들에서 나온 의견들이 모두 조율되어 수정된 CDV를 만드는 작업이 2022년에 이루어졌으며 곧 수정된 FDIS 문서가 각국에 회람 및 투표를 진행할 예정이며 반대가 25 % 이하라면 2023년 하반기에 FDIS로 발행 될 것으로 예상됨.

주요국들의 의견은 대부분 논의를 거쳐 합의를 본 상황이므로 내년까지 CISPR 35의 Ed2.0가 완료될 것으로 판단됨

다. 추진 이력 및 계획

- o 2014년 CISPR/I/476/NP 문서로서 CISPR 35 개정 제안
- o 2016년 CISPR/I/527/RVD CISPR/I/522/FDIS (CISPR 35 1st Edition에 대한 투표문서) 문서로서 CISPR 32 개정에 대한 문서를 회람 검토함
- o 2017년 1월 CISPR/I/540/DC 문서로 CISPR 35 Ed1.0의 개정 작업내용을 회람하여 의견을 수집.
- o 2019년 4월 싱가포르에서 관련된 의견에 대한 논의를 계속하기로 함
- o 2019년 CISPR/I/620/CD 문서로 만들어져 회람되어 각국의 의견을 수렴하고 상해 미팅에서 논의하였음
- o 2020년 3월 CISPR/I636/CDV로 투표 문서회람.
- o 2020년 7월 CIS/I/641/RVC로 투표 결과 부결
- o 2021년 2월 수정된 CDV 문건으로 재투표 시행 예정
- o 2021년 11월 CISPR 35 Ed2.0을 2023년까지 완료하기로 기간을 연장

제8장

TC77 위원회 표준화 동향

금홍식
(한국전파진흥협회)
김희수
(한국스마트헬스케어
협회)
성관영
(한국화학융합시험연
구원)

제1절 위원회 개요
제2절 2022년도 주요 회의 결과
제3절 주요 표준화 동향 분석

▶ 제1절 위원회 개요

TC77은 전력기기나 전기전자 기기의 성능을 저하하지 않도록 전자과적합성 레벨을 결정하기 위해 설립된 IEC 산하 기술위원회이고, 전기전자 기기(가정용 기기, 상업용 및 산업용 기기), 정보기기, 전력계통(HV, MV, LV)등 관련 분야의 전 제품 및 시스템에 대한 전자파 장애, 내성 측정 방법 및 평가기술에 대한 표준을 담당하고 있다.

TC77 위원회의 주요 표준화 임무는 다음과 같다.

- 전자과적합성(EMC) 분야에서, 특히 제품위원회의 일반적인 적용에 중점(수평 기능)
- 전체 주파수 대역에서 일반적인 내성 관련 표준 개발
- 9 kHz 이하 대역에 대한 적합성 레벨 개발과 일반적인 방출 관련 기본표준, 일반표준 및 제품(군)표준 개발
- 9 kHz 초과 대역에서 CISPR 10에서 다루지 않는 방출 관련 표준 개발(예: mains signaling)

TC77 및 SC77A 표준분야에서 제품 동작 주파수의 지속적 증가와 집적화에 따른 전자파 환경이 점점 악화하고 있어 전자파 방출은 150 kHz 이하 대역의 표준과 허용기준 강화가 요구되고 있다. 현재는 전력망 품질평가를 위한 측정방법 등의 개선이 진행되고 있으며 신재생 에너지 등의 새로운 전력 네트워크 출현에 부합하는 저주파 전자파 분야 국제표준이 개발되고 있다. 향후 공공 전력 시스템에 연결되는 기기의 방사 허용기준과 측정방법 및 이론이 재정립될 필요가 있다. 이와 같이 TC 77 기술위원회의 국제표준화 방향을 요약하면 아래의 그림 8-1과 같다.

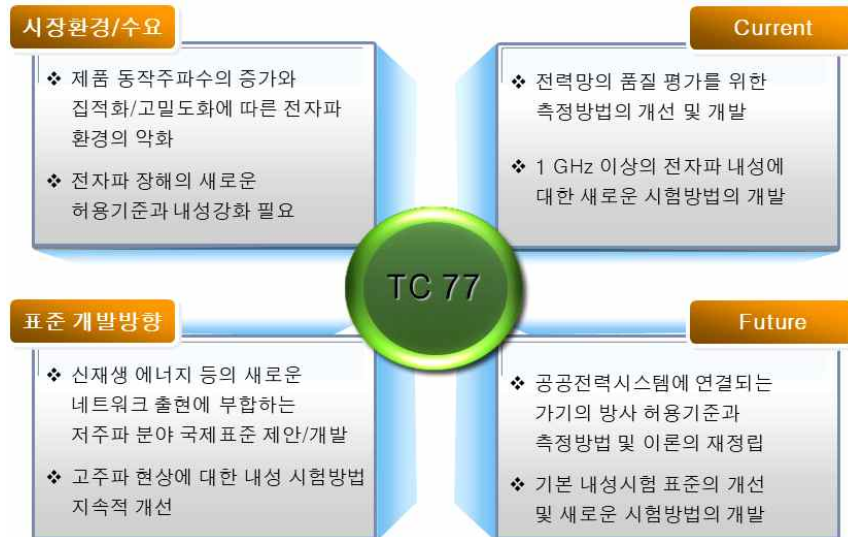
현재 TC77 전자과적합성 기술위원회의 전체 구성 및 작업반 구성은 그림 8-2와 같다.

o TC77 기술위원회

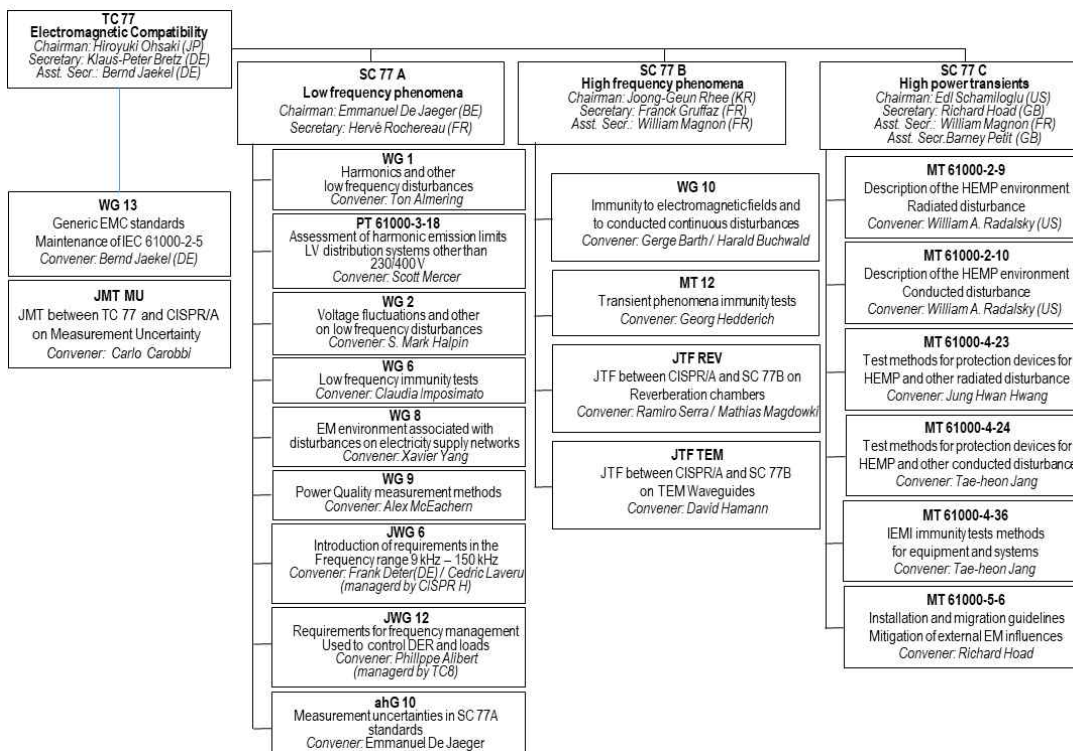
TC77 기술위원회에서는 제품위원회에 의한 일반적인 적용 및 용도에 강조를 둔 EMC 분야 규격 및 기술보고서(TR) 개발 및 용어의 정의, 일반 환경에서의 EMC, 기능 안전성 관점에서 EMC 표준 개발을 담당한다. 회원국은 P-회원 29개국 및 O-회원 23개국 간사국은 독일이며

의장은 임기 2026-05 까지 Mr. Ade Ogunsola (NG) 및 간사는 Mr. Klaus-Peter Bretz (DE) 및 보조간사는 Mr. Bernd Jäkel (DE)이다. 표 8-1과 같이 EMC 일반표준을 개정하는 작업반이 구성되어 있다.

제
1
장제
2
장제
3
장제
4
장제
5
장제
6
장제
7
장제
8
장



[그림 8-1] TC77 전자파적합성 기술위원회 담당 국제표준 제정 및 개정 방향 요약



[그림 8-2] TC77 위원회 구성

<표 8-1> TC77 기술위원회 구성 작업반

Working Group	작업내용	Convener
WG13	IEC 61000-2-5 Generic EMC 표준의 개정	Mr. Bernd Jäkel (DE)
JMT MU	CIS/A 소위원회와 관련된 측정불확도	Carlo Carobbi

원회와 협력 작업반이 구성되어 있다.

o SC77A(저주파수 현상) 소위원회

SC77A 소위원회는 9 kHz 이하 저주파수 현상에 관한 EMC 표준화를 담당하고 회원국은 P-회원 28개국 및 O-회원 19개국이고 간사국은 프랑스이며 의장은 임기 2028-01까지 Mr. S Mark Halpin (US) 및 간사는 Mr. Cédric LAVENU (FR) 및 보조간사는 Mr. Hervé ROCHEREAU (FR) 이다.

표 8-2, 표 8-3, 표 8-4 및 표 8-5와 같이 공공 저압 배전 시스템(LV) 및 설비에서의 9 kHz 이하의 저주파 방해 평가 기준 및 내성시험 방법의 표준을 개정 및 제정하는 작업반, 프로젝트팀, 타 위

o SC77B(고주파수 현상)

SC77B 소위원회는 9 kHz 이상 고주파수 연속 및 과도 EMC 현상에 대하여, 일반 가정용 기기를 포함한 전기·전자기기류, 전동공구, AV, 정보기기, 조명기기 등에서의 고주파 장애에 대한 내성시험 표준화를 진행하고 있다. 회원국은 P-회원 24개국 및 O-회원 22개국이다. 간사국은 프랑스이고 의장은 임기 2024-02까지 Mr. Joong-Geun Rhee (KR), 간사는 프랑스의 Mr. Franck Gruffaz, 보조간사는 프랑스의 Mr. William Magnon이 담당하고 있다.

<표 8-2> SC77A 구성 작업반

Working Group	작업내용	Convener
WG1	고조파와 기타 저주파수 방해	Mr. Benno Weis (DE)
WG2	전압 동요와 기타 저주파수 방해	Mr. S Mark Halpin (US)
WG6	저주파수 내성시험	Ms. Claudia Imposimato (IT)
WG8	배전망에 존재하는 방해와 관련된 전자기 환경	Mr. Xavier Yang (FR)
WG9	전력품질 측정방법	Mr. Michael Schwenke (DE)

<표 8-3> SC77A 구성 프로젝트팀

Project Teams	작업내용	Project Leader
PT 61000-3-18	현재 IEC 61000-3-2 및 / 또는 61000-3-12에서 다루지 않는 LV 배전 시스템에 연결되는 장비의 고조파 방출 제한 적용을 위한 네트워크 특성 평가	Mr. Scott Mercer (CA)

<표 8-4> SC77A 구성 Joint Working Groups

Joint Working Groups	작업내용	Convener
JWG 6	CISPR H에서 관리하는 9 kHz - 150 kHz 주파수 범위의 요구사항 소개	Mr Frank Deter (DE) Mr. Cédric LAVENU (FR)
JWG 12	TC 8에서 관리하는 DER 및 부하 제어에 사용되는 주파수 측정 요구 사항	Mr. Philippe Alibert (FR)

표 8-6, 표 8-7 및 표 8-8과 같이 9 kHz 이상 고주파수의 일반 가정용 기기를 포함한 전기전자

SC77C 소위원회는 높은 고도에서의 핵폭발 시 발생하는 전자기장을 포함한 고전력 과도현상(High power transient phenomena) 위협으로부터의

<표 8-5> SC77A 구성 Ad-Hoc Group

Project Teams	작업내용	표준화를 담당한다.	공공 전력 시스템 및 기기의
AHG 10	SC 77A 표준의 측정 불확도	고도 전기자기	Mr. Edl Schamiloglu (US) (총괄)

기기류, 전동공구, AV, 정보기기, 조명기기 등에서의 고주파 장애에 대한 내성시험 표준을 개정 및 제정하는 작업반, 개정팀 및 타 소위원회와 Joint task force가 구성되어 있다.

<표 8-6> SC77B 구성 작업반

Working Group	작업내용	Convener
WG10	방사 및 전도 연속파 현상에 대한 내성시험	Mr. George Barth (US)

<표 8-7> SC77B 구성 개정팀

Maintenance Teams	작업내용	Convener
MT12	과도현상 내성시험	Mr. Georg Hedderich (US)

<표 8-8> SC77B 구성 Joint Task Forces

Joint Task Forces	작업내용	Convener
JTF REV	전자파잔향실(Reverberation chambers) CISPR/A/SC77B 공동 작업반	Mr. Ramiro Serra (NL), Mr. Mathias Magodowski (DE)
JTF TEM	횡전자기파 도파관(TEM Waveguides) CISPR/A/SC77B 공동 작업반	Mr. David Hamann(DE)

○ SC77C(고전력 과도현상)

민간 장비, 시스템 및 시설을 보호하기 위한

표준화를 담당한다. 공공 전력 시스템 및 기기의 Mr. Edl Schamiloglu (US) (총괄) 과도현상(HPM), 의도적 전기자기 장애(IEMI), 태양 활동으로부터의 지자기 유도 전류 (GIC)에 대한 시험방법 및 보호 장치의 표준화가 진행 중이다. 간사국은 영국이며, 회원국은 P-멤버 16 개국 및 O-멤버 23개국이다. 간사국은 영국이며 의장은 임기 2025-07까지 Mr. Edl Schamiloglu (US) 및 간사는 Mr. Barney Petit (GB)이 담당하고 표 8-9와 같이 HEMP, HPEM, IEMI, GIC에 대한 시험 표준을 개정 작업을 하는 프로젝트팀 및 개정팀이 구성되어 있다.

<표 8-9> SC77C 구성 Project Team

Project Team	작업내용	Convener
PT 61000-5-6	IEC 61000-5-6	Mr Richard Hoad (GB)

<표 8-10> SC77C 구성 개정팀

Maintenance Teams	작업내용	Convenor
MT 61000-2-9	Description of HEMP environment – Radiated disturbance. Basic EMC publication	Mr William A. Radasky (US)
MT 61000-2-10	HEMP 환경의 환경 설명 – 전도 방해- Ed. 2.0 발행	Mr. William A. Radasky (US)
MT 61000-4-23	Test methods for protective devices for HEMP and other radiated disturbances	Mr Jung Hwan Hwang (KR)
MT 61000-4-24	HEMP 전도 방해에 대한 보호 장치의 테스트 방법	Mr Tae Heon Jang (KR)
MT 61000-4-36	개별 기기와 시스템에 대한 IEMI내성 시험방법	Mr Tae Heon Jang (KR)
MT 61000--5-6	Installation and mitigation guidelines – Mitigation of external EM influences	Mr Richard Hoad (GB)

SC77A의 표준화에 대응하는 한국의 EMC 기준전문위원회 TA 소위원회는 한국전파진흥협회 전자파기술원 김홍식 의장과 한국산업기술시험원, 한국화학융합시험연구원, 위니아전자, 삼성전자, LG전자, LS Electric, AI스마트광융복합협동조합, 피앤이, KCTL, 국립전파연구원, 한국정보통신기술협회, 한국전파진흥협회 등 15명이 활동하고 있다.

또한, SC77B의 표준화에 대응하는 한국의 EMC 기준전문위원회 TB 소위원회는 한국스마트헬스케어협회 김희수 의장과 한양대학교, 한국화학융합시험연구원, 한국기계전기전자시험연구원, 한국전자통신연구원, 한국건설생활환경시험연구원, 위니아전자, 삼성전자, LG전자, LS Electric, AI스마트광융복합

협동조합, HCT, 피앤이, 씨티케이, KCSS, 국립전파연구원, 한국정보통신기술협회, 한국전파진흥협회 등 18명이 활동하고 있다.

제2절 2022년도 주요 회의 결과

TC77 Plenary와 SC77A, SC77B, SC77C 소위원회 총회는 격년으로 개최되며 2022년에는 총회가 개최되지 않았으나 SC77A의 WG1, WG2 및 WG9와 SC77B 소위원회의 WG10, WG12 등의 비대면 및 대면 회의가 개최되어 많은 논의가 있었다. 개정 일정과 향후 진행 예정인 프로젝트를 중심으로 논의를 진행하였다.

1. 2022년 주요 회의결과 및 진행중인 프로젝트 현황

TC 77 Plenary, SC77A 및 SC77B 소위원회의 2022년 WG회의 등의 결과를 요약하면 다음과 같다,

1) TC 77(전자파적합성) 프로젝트 현황 및 2020 회의 및 개정작업 주요 결과

- TC 77 Plenary에서 진행 중인 표준화 프로젝트는 표 8-11과 같다.

<표 8-11> TC77 Plenary 개정 작업 일정 수정 승인현황

Reference	Edition	Publication	Stability date
IEC TR 60816:1984 ED1 Guide on methods of measurement of short duration transients on low-voltage power and signal lines	1.0	1984-12-30	2024
IEC TR 61000-1-1:1992 ED1 Application and interpretation of fundamental definitions and terms	1.0	1992-05-15	2022
IEC 61000-1-2:2016 ED1 Methodology for the achievement of functional safety of electrical and electronic systems including equipment with regard to electromagnetic phenomena	1.0	2016-04-13	2024
IEC TR 61000-1-6:2012 ED1 Guide to the assessment of measurement uncertainty	1.0	2012-07-09	2023
IEC TR 61000-2-3:1992 ED1 Radiated and non-network-frequency -related conducted phenomena	1.0	1992-09-30	2023
IEC TR 61000-2-5:2017 ED3 Description and classification of electromagnetic environments	3.0	2017-01-19	2023
IEC TR 61000-4-1:2016 ED1 Overview of IEC 61000-4 series	1.0	2016-04-27	2023
IEC TR 61000-5-1:1996 ED1 Installation and mitigation guidelines - General considerations	1.0	1996-12-10	2022
IEC TR 61000-5-2:1997 ED1 Installation and mitigation guidelines - Earthing and cabling	1.0	1997-11-13	2023
IEC 61000-6-1:2016 ED3 Immunity for residential, commercial and light-industrial environments	2.0	2016-08-10	2023
IEC 61000-6-2:2016 ED3 Immunity for industrial environments	2.0	2016-08-10	2023
IEC 61000-6-5:2015 ED1 Immunity for power station and substation environments	1.0	2015-08-21	2023
IEC 61000-6-7:2014 ED1 Immunity requirements for equipment intended to perform functions in a safety-related system (functional safety) in industrial locations	1.0	2014-10-09	2024

- TC77 Plenary에서 작업 중인 주요 프로젝트 현황
TC77 Plenary에서 진행 중인 프로젝트 진행 현황과 2022년 각 WG별 진행 결과는 다음 표 8-12과 같다.
- IEC TR 61000-4-1 ‘시험 및 측정기술’
 - IEC 61000-4 시리즈 개요’에 대한 개정 작업 승인 및 Ed.2 발행 진행
 - IEC TR 61000-4-1 Ed.1.0: 2016 개정을 위한 개정 작업을 WG13(Convenor: Mr. Jaekel)에서 제안
- IEC TR 61000-1-1 ‘기본 용어와 정의의 적용 및 해석’에 대한 개정작업 진행
 - EMC 기본 용어 및 적용 등, CD 문서의 각국 의견 수렴 및 CC문서 발행 이후 DTR 문서 발행(77/586/DTR)
- 1992년 발행 IEC TR 61000-1-1 Ed.1을 대체하는 주요 기술적 변경사항은
 - 전자기 환경에 대한 일반적인 설명은 IEC 61000-2-5에 부합화 개정
 - 불요 전자파 소스, 잠재적으로 취약한 기기 /시스템 및 결합 메커니즘에 대한 설명 개정
 - 폐지된 IEC 61000-2-3과 IEC TR 61000-2-5의 요소를 이 버전에 통합
- IEC TR 61000-2-3 ‘환경 설명- 방사 및 비전력 계통 주파수 관련 전도 현상 규격 폐지 예정’
 - IEC TR 61000-1-1 및 IEC TR 61000-2-5 개정 후, IEC TR 61000-2-3 폐지 예정(내용 중복으로 일부 이관 후, 폐기)
- IEC TR 61000-2-5 ‘전자파적합성 환경 분류 및 설명’에 대한 개정작업 진행
 - 5G 기술, 레이더, 무선 전력 전송 시스템, 드론, 일반 개정사항을 포함하여, IEC TR 61000-2-5 개정작업 진행하여 CD 문서 발행
- IEC TR 61000-5-1 ‘설치 및 완화 지침’
 - 일반 고려 사항’에 대한 개정작업 진행

- 시스템 설치 및 EMC 완화에 대한 지침 작업 진행 중, 1st CD 발행 완료 후 DTR문서(77/585/DTR) 발행됨

2) SC77A의 WG 회의 주요 결과

- IEC TR 61000-1-4, 2 kHz까지 전도성 고조파 전류 방출 기준에 대한 역사적 근거
 - 위원회 문서(CD)에 대한 특별한 이견이 없어 바로 최종문서(DTR)를 발행(77A/1136/DTR)
- IEC 61000-3-16, 상당 16A 초과, 75 A 미만 기기 고조파 전류 출 허용기준
 - 개정 2.0판 발간(2021년 7월)되었으며, 2023년 TS 발행 예정
- IEC 61000-4-29, 직류전압포트 전압강하 및 순간정전 내성시험

<표 8-12> TC77 Plenary 국제표준화 프로젝트 현황

Project Reference	관련문서 및 최근 진행현황	작업반	프로젝트 리더	예상발행일
EC TR 61000-1-1 ED2 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 1-1: General – Application and interpretation of fundamental definitions and terms	77/586/DTR (2022-11)	WG13	Ade Ogunsola	2023-07
IEC TR 61000-5-1 ED2 : Installation and mitigation guidelines – Section 1: General considerations – Basic EMC publication	77/585/DTR (2022-11)	WG13	Lars Hockstra	2023-07

- IEC 61000-4-29, 직류전압포트 전압강하 및 순간정전 내성시험
 - WG6은 2000년 발행된 1판에 대한 개정작업을 진행
- IEC 61000-2-4, 저주파 전도성 방출에 대한 산업환경 적합성 레벨
 - 적합성레벨 개정 관련 추가 논의가 필요 공감
 - WG8은 IEC 61000-4-13에서 내성 레벨이 지정되기 전에 적합성 레벨을 선행 선정을 결정
 - 2020-06-19 CD문서(77A/1081/CD) 발행이후 진행사항 없음
- IEC 61000-4-30, 전력품질 측정방법)
 - WG9은 2021년 3.1판을 발간하였으나, IEC 61000-4-30에 대한 개정을 시작하기로 하고 Ed 4.0 발행을 위해 CD 문서 2022년 발행됨
 - 2~150 kHz 범위에서 현장 측정방법을 정의하는 문제에 대해 CISPR(무선 보호) 범위와 SC77A(전력품질 문제) 범위에 중복이 없음
 - CISPR AN은 150Ω 임피던스를 가정한 것으로 사용 불가
- IEC TR 61000-4-37, 고조파 측정 시스템의 교정 및 검증 프로토콜
 - 가능한 불확도 수정을 고려 중
- IEC 61000-2-15 프로젝트 작업 시작
 - IEC61000-2-15(PWI TR 77A-4 ED1)의 이름을 "전력 전자 장비의 침투율이 높은 네트워크 특성에 대한 설명"으로 변경
 - 이 기술보고서의 구성은 Part 1: 적용범위, Part 2: 실제 사례를 기반으로 한 네트워크 및 전력 전자 장비와의 공진 현상, Part 3: 전압 왜곡의 전파 및 증폭에 대한 최신 전자 기기의 영향, Part 4: 컨버터가 많은 경우 고조파 방출 특성, Part 5: 컨버터 작동에 대한 그리드 상태의 영향, Part 6: 전력 전자 기기의 고조파 방출 특성, Part 7: 결론 및 시사점
- IEC 61000-3-2, 상당 16A 이하 기기 고조파 전류 방출 허용기준 Amendment2 작업 진행
 - AMD2 안은 4개의 조각(Fragment)으로 나누어 작업
 - ① Fragment 1 Lighting equipment
 - ② Fragment 2 Test conditions
 - ③ Fragment 3 Repeatability and measurement uncertainty
 - ④ Fragment 4 Miscellaneous
 - 개정 5.1판 발간(2021년 7월)되었고, 조명기기에 대한 ISH 발간(2021년 9월)되었으며, CD문서에 반영
 - 차기 개정판 수록 예정 내용: Grouping, 재현성 관련, 측정 시스템의 불확도, 조명기기 관련 77A/1106/DISH 문서 내용 수록
- IEC 61000-4-7, 고조파 측정장비 일반 지침
 - 77A/1107/DC (Harmonic Phase angle 평가 관련 신규 부록)를 기반으로 새로운 개정 작업 시작
- 측정불확도 추가
 - WG1 TF15에서 다루고 있으며, 제품 규격(IEC 61000-3-2, IEC 61000-3-12)에 대한 불확도방법 사용
 - 최악 경우 불확도 계산에 대한 TR 분리와 IEC 61000-1-6 참고

- WG2에서도 측정불확도 관련 77A 논의에 대해 고려중이며, 측정 소스의 불완전성과 관련한 불확도를 관련 문서에 수록 고려
- IEC TR 61000-3-18, 61000-3-2이외 저압 배전망 기기 고조파 기준
- 영국, 일본 등 전문가 참여로 결함모델 등 표준안 논의

<표 8-13> SC77A 개정 작업 현황 및 일정(1)

Publication Number	Publication Date	Stability Date	프로젝트 진행 현황
IEC TR 60725:2012 ED3	2012-06-27	2024	
IEC TR 61000-1-4:2022 ED2	2022-06-07	2024	
IEC TR 61000-1-7:2016 ED1	2016-02-17	2024	
IEC TR 61000-1-8:2019 ED1	2019-01-16	2024	
IEC TR 61000-2-1:1990 ED1	1990-05-31	2024	
IEC 61000-2-2:2002 ED2	2002-03-28	2024	
IEC 61000-2-2:2002/AMD1:2017 ED2	2017-06-27	2024	
IEC 61000-2-2:2002/AMD2:2018 ED2	2018-05-09	2024	
IEC 61000-2-4:2002 ED2	2002-06-26	2023	IEC 61000-2-4 ED3 (ACD)
IEC TR 61000-2-6:1995 ED1	1995-09-29	2024	
IEC TR 61000-2-7:1998 ED1	1998-01-16	2024	
IEC TR 61000-2-8:2002 ED1	2002-11-22	2024	
IEC 61000-2-12:2003 ED1	2003-04-24	2024	
IEC TR 61000-2-14:2006 ED1	2006-12-13	2024	
IEC 61000-3-2:2018 ED5	2018-01-26	2025	
IEC 61000-3-2:2018/AMD1:2020 ED5	2020-07-14	2025	
IEC 61000-3-3:2013 ED3	2013-05-14	2024	
IEC 61000-3-3:2013/AMD1:2017 ED3	2017-05-18	2024	
IEC 61000-3-3:2013/AMD2:2021 ED3	2021-03-25	2024	
IEC TS 61000-3-4:1998 ED1	1998-10-30	2024	
IEC TS 61000-3-5:2009 ED2	2009-07-08	2024	
IEC TR 61000-3-6:2008 ED2	2008-02-22	2024	
IEC TR 61000-3-7:2008 ED2	2008-02-22	2023	
IEC 61000-3-8:1997 ED1	1997-09-26	2024	
IEC 61000-3-11:2017 ED2	2017-04-21	2024	
IEC 61000-3-12:2011 ED2	2011-05-12	2024	
IEC 61000-3-12:2011/AMD1:2021 ED2	2021-06-04	2024	
IEC TR 61000-3-13:2008 ED1	2008-02-22	2024	
IEC TR 61000-3-14:2011 ED1	2011-10-20	2024	
IEC TR 61000-3-15:2011 ED1	2011-09-13	2021	
IEC 61000-4-7:2002 ED2	2002-08-08	2023	
IEC 61000-4-7:2002/AMD1:2008 ED2	2008-06-11	2023	
IEC 61000-4-8:2009 ED2	2009-09-03	2023	
IEC 61000-4-11:2020 ED3	2020-01-28	2025	
IEC 61000-4-13:2002 ED1	2002-03-27	2023	
IEC 61000-4-13:2002/AMD1:2009 ED1	2009-05-13	2023	
IEC 61000-4-13:2002/AMD2:2015 ED1	2015-12-14	2023	
IEC 61000-4-14:1999 ED1	1999-02-23	2024	
IEC 61000-4-14:1999/AMD1:2001 ED1	2001-07-11	2024	

<표 8-14> SC77A 개정 작업 현황 및 일정(2)

Publication Number	Publication Date	Stability Date	프로젝트 진행 현황
IEC 61000-4-14:1999/AMD2:2009 ED1	2009-05-13	2024	
IEC 61000-4-15:2010 ED2	2010-08-24	2022	
IEC 61000-4-16:2015 ED2	2015-12-09	2024	
IEC 61000-4-17:1999 ED1	1999-06-09	2024	
IEC 61000-4-17:1999/AMD1:2001 ED1	2001-07-11	2024	
IEC 61000-4-17:1999/AMD2:2008 ED1	2008-11-27	2024	
IEC 61000-4-19:2014 ED1	2014-05-07	2023	
IEC 61000-4-27:2000 ED1	2000-08-30	2022	
IEC 61000-4-27:2000/AMD1:2009 ED1	2009-02-05	2022	
IEC 61000-4-28:1999 ED1	1999-11-25	2023	
IEC 61000-4-28:1999/AMD1:2001 ED1	2001-07-11	2023	
IEC 61000-4-14:1999/AMD2:2009 ED1	2009-05-13	2024	
IEC 61000-4-15:2010 ED2	2010-08-24	2022	
IEC 61000-4-16:2015 ED2	2015-12-09	2024	
IEC 61000-4-17:1999 ED1	1999-06-09	2024	
IEC 61000-4-17:1999/AMD1:2001 ED1	2001-07-11	2024	
IEC 61000-4-17:1999/AMD2:2008 ED1	2008-11-27	2024	
IEC 61000-4-19:2014 ED1	2014-05-07	2023	
IEC 61000-4-27:2000 ED1	2000-08-30	2022	
IEC 61000-4-27:2000/AMD1:2009 ED1	2009-02-05	2022	
IEC 61000-4-28:1999 ED1	1999-11-25	2023	
IEC 61000-4-28:1999/AMD1:2001 ED1	2001-07-11	2023	
IEC 61000-4-28:1999/AMD2:2009 ED1	2009-02-05	2023	
IEC 61000-4-29:2000 ED1	2000-08-30	2025	
IEC 61000-4-30:2015 ED3	2015-02-20	2025	
IEC 61000-4-30:2015/AMD1:2021 ED3	2021-03-04	2025	
IEC 61000-4-34:2005 ED1	2005-10-17	2023	
IEC 61000-4-34:2005/AMD1:2009 ED1	2009-05-13	2023	
IEC TR 61000-4-37:2016 ED1	2016-01-07	2022	
IEC TR 61000-4-38:2015 ED1	2015-08-24	2022	
IEC TR 61000-4-40:2020 ED1		2023	

<표 8-15> SC77A 국제표준화 프로젝트 현황

Project Reference	관련 문서 및 2021년 진행현황	작업반	프로젝트 리더	예상 발행일
PWI 77A-2 ED1 IEC 61000-3-17: Limitation of voltage changes, voltage fluctuations & flicker for LV generators	PWI 2015년후 진행상황 없음	WG2	S Mark Halpin	
PWI TR 77A-3 ED1 : Assessment of network characteristics for the application of harmonic emission limits for equipment to be connected to LV distribution systems not currently covered by IEC 61000-3-2 and/or 61000-3-12	PWI 2017년후 진행상황 없음	PT 61000-3-18	Scott Mercer	
EC 61000-2-4 ED3 Environment – Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances	77A/1081/CD (2021-07)	WG 8	Xavier YANG	2024-01
IEC TR 61000-2-15 ED1 Description of the characteristics of networks with high penetration of power electronics equipment	77A/1153A/DTR (2022-10)	WG 8	Xavier YANG	2023-06
IEC 61000-3-2/AMD2/FRAG1 ED5 Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)	77A/1150/CD (2022-10)	WG 1	Frank Deter	2025-07
IEC 61000-3-2/AMD2/FRAG3 ED5	77A/1151/CD (2022-10)	WG 1	Frank Deter	2025-07
IEC 61000-3-2/AMD2/FRAG4 ED5	77A/1152/CD (2022-10)	WG 1	Frank Deter	2025-07
IEC TR 61000-3-10 ED1 Emission limits in the frequency range 2 ... 9 kHz	2001-10 이후 진행상황 없음	WG 1	Benno Weis	
IEC TS 61000-3-16 ED1 Limits for harmonic currents produced by energy supplying equipment with a rated current less than or equal to 75 A per phase connected to public low-voltage systems	77A/1138/CD (2022-07)	WG 1	Firuz Zare	2023-12
IEC 61000-4-29 ED2 Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations on d.c. input power port immunity tests	77A/1134/RR (2021-10)	WG 6	Claudia Imposimato	2025-10
IEC 61000-4-30/AMD1 ED4 Amendment 1: Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods	77A/1143/CD (2022-07)	WG 9	Michael Schwenke	2025-05

3) SC 77B(고주파수현상) 관련

TC77 SC77B의 주파수 9 kHz이상 현상에 대하여 현재 진행 중인 국제표준화 프로젝트는 표8-16과 같고 개정 프로젝트는 표 8-17과 같다.

<표 8-16> SC77B 발행 표준의 새로운 개정 일정

Reference	Title	Publication date	Stability date
IEC 61000-4-2:2008 ED2	Electrostatic discharge immunity test	2008-12-09	2023
IEC 61000-4-3:2020 ED4	Radiated, radio-frequency, immunity test	2020-09-08	2023
IEC 61000-4-4:2012 ED3	Electrical fast transient/burst immunity test	2012-4-30	2025
IEC 61000-4-5:2014/AMD1:2017 ED3	Surge immunity test	2017-08-04	2027
IEC 61000-4-6:2013 ED4	Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	2013-10-23	2027
IEC 61000-4-9:2016 ED2	Pulse magnetic field immunity test	2016-7-13	2027
IEC 61000-4-10:2016 ED2	Installation and mitigation guidelines – Earthing and cabling	2016-7-07	2027
IEC 61000-4-12:2017 ED3	Immunity for residential, commercial and light-industrial environments	2017-7-18	2027
IEC 61000-4-18:2019 ED2	Damped oscillatory wave immunity test	2019-5-16	2027
IEC 61000-4-20:2022 ED3	Emission and immunity testing in transverse electromagnetic (TEM) waveguides	2022-02-18	2025
IEC 61000-4-21:2011 ED2	Reverberation chamber test methods	2011-1-27	2027
IEC 61000-4-31:2016 ED1	AC mains ports broadband conducted disturbance immunity test	2016-7-28	2023
IEC 61000-4-39:2017 ED1	Radiated fields in close proximity – Immunity test	2017-3-09	2023

<표 8-17> SC77B 국제표준화 프로젝트 현황

Project Reference	관련 진행
IEC 61000-4-2 ED3 Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	77B/8 (2023)
IEC 61000-4-6 ED5 Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	77B/8 (2023)
IEC 61000-4-41 ED1 Broadband radio-frequency immunity test	77B/8 (2023)

4) SC 77C(고전력 과도현상) 관련
TC77 SC77C의 고전력 과도현상에 대하여 현재 진행 중인 국제표준화 프로젝트는 표 8-18과 같고 개정 프로젝트는 표 8-19과 같다.

<표 8-18> SC77C 국제표준화 프로젝트 현황

Project Reference	관련문서 및 진행현황	작업반	프로젝트 리더	예상 발행일
IEC 61000-2-9 ED2 Environment – Description of HEMP environment – Radiated disturbance. Basic EMC publication	77C/311/RR (2021-05)	MT 61000-2-9	William A. Radasky	2024-09
IEC 61000-4-23/AMD1 ED2 Test methods for protective devices for HEMP conducted disturbance	77C/312/RR (2021-05)	MT 61000-4-23	Jung Hwan Hwang	2024-09
IEC 61000-4-24/AMD1 ED2 Test methods for protective devices for HEMP conducted disturbance	77C/307/CDV (2021-11)	MT 61000-4-25	Tae Heon Jang	2023-06
IEC 61000-5-6 ED1 Mitigation of external EM influences	77C/324/CD (2022-10)		Richard Hoad	2024-09

<표 8-19> SC77C 발행 표준의 새로운 개정 일정(1)

Reference	Title	Publication	Stability date
IEC TR 61000-1-3:2002 ED1	The effects of high-altitude EMP (HEMP) on civil equipment and systems	2002-06-05	2024
IEC TR 61000-1-5:2004 ED1	High power electromagnetic (HPEM) effects on civil systems	2004-11-15	2024
IEC 61000-2-9:1996 ED1	Description of HEMP environment - Radiated disturbance	1996-02-19	2024
IEC 61000-2-10:2021 ED2	Description of HEMP environment - Conducted disturbances	2021-11-18	2023
IEC 61000-2-11:1999 ED1	Classification of HEMP environments	1999-10-29	2024
IEC 61000-2-13:2005 ED1	High-power electromagnetic (HPEM) environments - radiated and conducted	2005-03-09	2024
IEC 61000-4-23:2016 ED2	Test methods for protective devices for HEMP and other radiated disturbances	2016-10-20	2024
IEC 61000-4-24:2015 ED2	Test methods for protective devices for HEMP conducted disturbance	2015-11-05	2024
IEC 61000-4-25:2001 ED1	HEMP immunity test methods for equipment and systems	2001-11-08	2022
IEC 61000-4-25 :2001/AMD1:2012 ED1	HEMP immunity test methods for equipment and systems	2012-03-08	2024
IEC 61000-4-25 :2001/AMD2:2019 ED1	HEMP immunity test methods for equipment and systems	2019-12-11	2024
IEC TR 61000-4-32:2002 ED1	High-altitude electromagnetic pulse (HEMP) simulator compendium	2002-10-30	2024
IEC 61000-4-33:2005 ED1	Measurement methods for high-power transient parameters	2005-09-27	2024
IEC TR 61000-4-35:2009 ED1	High power electromagnetic (HPEM) simulator compendium	2009-07-23	2024
IEC 61000-4-36:2020 ED2	IEMI immunity test methods for equipment and systems	2020-03-23	2024

<표 8-20> SC77C 발행 표준의 새로운 개정 일정(2)

Reference	Title	Publication	Stability date
IEC TR 61000-5-3:1999 ED1	HEMP protection concepts	1999-07-09	2024
IEC TS 61000-5-4:1996 ED1	Immunity to HEMP - Specifications for protective devices against HEMP radiated disturbance	1996-08-13	2024
IEC 61000-5-5:1996 ED1	Specification of protective devices for HEMP conducted disturbance	1996-02-07	2024
IEC TR 61000-5-6:2002 ED1	Mitigation of external EM influences	2002-06-05	2024
IEC 61000-5-7:2001 ED1	Degrees of protection provided by enclosures against electromagnetic disturbances	2001-01-12	2024
IEC TS 61000-5-8:2009 ED1	HEMP protection methods for the distributed infrastructure	2009-08-31	2024
IEC TS 61000-5-9:2009 ED1	System-level susceptibility assessments for HEMP and HPEM	2009-07-08	2024
IEC TS 61000-5-10:2017 ED1	Guide to the application of IEC SC 77C HEMP and IEMI publications	2017-05-18	2024
IEC 61000-6-6:2003 ED1	HEMP immunity for indoor equipment	2003-04-09	2024

제3절 주요 표준화 동향 분석

1. IEC TR 61000-1-1 Ed.2 개정 - 기본 정의 및 용어의 적용 및 해석

가. 기본정보

분과	TC77 / SC13	프로젝트 명 표준번호	IEC TR 61000-1-1 ED2
현재 상태	DTR (77/586/DTR)	완료시기	2023-10
표준(안) 명칭 (영문)	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 1-1: General - Application and interpretation of fundamental definitions and terms		
표준(안) 명칭 (국문)	전자파적합성(EMC) - 제1-1부: 일반표준 - 기본 정의 및 용어의 적용 및 해석		

나. 주요 내용

- o IEC 61000-1-1 일반표준의 Ed.1은 1992년에 기술 보고서로 발행되었고 IEC TR 61000-1-1 ED2 프로젝트는 Ed.1을 대체하고 기술적인 내용을 개정하여 Ed.2를 발행하는 것임
- o 1992년 발행 Ed.1을 대체하는 주요 기술적 변경사항은
 - 전자기 환경에 대한 일반적인 설명은 IEC 61000-2-5에 부합화 개정
 - 불요 전자파 소스, 잠재적으로 취약한

기기/시스템 및 결합 메커니즘에 대한 설명 개정

- 폐지된 IEC 61000-2-3과 IEC TR 61000-2-5의 요소를 이 버전에 통합

o 전자기 환경 일반사항

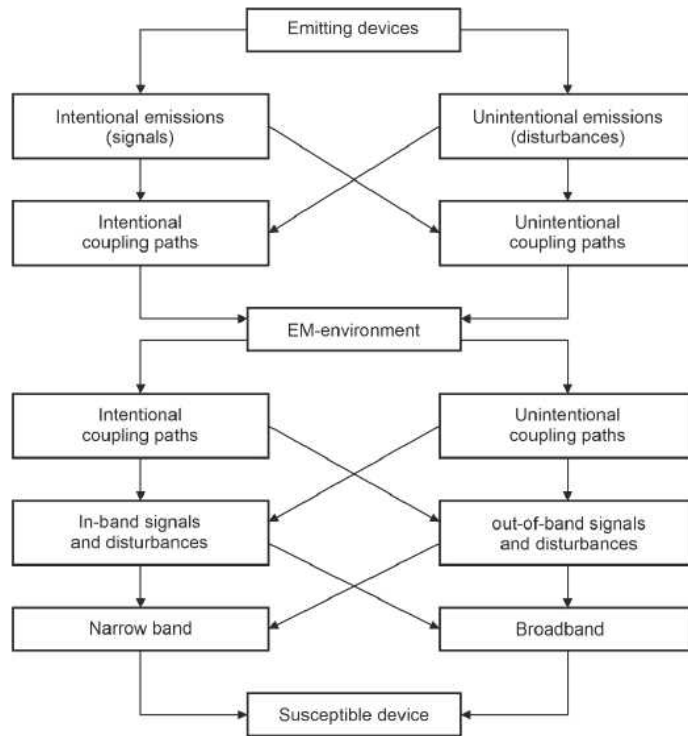
- 전자기 환경을 설명하는 데 사용할 수 있는 다양한 접근 방식이 있고, 산업, 주거 및 상업과 같은 전형적인 환경 위치에 대한 분류는 이들 각각이 적합성 수준의 기반이 될 수 있는 환경의 일반적인 특성을 암시하는 경향이 있다는 점에서 의미가 있을 수 있음. 그러나 일반적으로 특정 환경 등급과 관련되지 않은 기기가 실제로 특정 위치에 영향을 미칠 수 있음을 인식해야 함
- 위의 이유로 이 표준에서 취한 접근 방식은 특정 소스 또는 소스 등급에서 예상되는 전자기 레벨을 명시하는 것이고 특정 위치에서 예상되는 레벨은 해당 위치에 존재하는 소스를 참조하여 결정해야 함. IEC 61000-2-5는 일반적인 환경 위치에 대해 예상되는 전자기 수준과 함께 전자기 환경에 대한 설명을 제공
- 동시에 특정 환경에 영향을 미칠 수 있는 모든 원인을 항상 식별할 수는 없다는 점을 인식해야 하고 예를 들어 먼 거리에서 생성된 전력 시스템의 전도 방해(예: 먼 거리의 비선형 산업 부하 또는 예측할 수 없는 예외적으로 심각한 낙뢰)가 그러한 경우이고 공공 전원공급과 산업 또는 사설

네트워크를 구분하는 것은 의미가 있음

- 전압 변동은 부하 스위칭뿐만 아니라 시스템 오류 및 낙뢰로 인해 발생할 수 있음. 소비자 시스템(가정용 또는 산업용) 내에서 국부 부하의 저주파 효과를 예측할 수 있음
- 원격 사용자로 인한 공통 연결 지점의 서비스 품질은 네트워크 용량과 개별 소비자가 거의 알지 못하는 네트워크에 연결된 부하에 따라 달라짐
- 일반적으로 원격 소스가 특정 소비자 위치에 전달되는 서비스 품질을 제한하고 주어진 시스템이 로컬 소스가 없을 때 제대로 작동해야 한다고 예상. 서비스 품질이 그렇지 않으면 만족스럽다고 가정하고 로컬 소스는 가능한 시스템 및 장치 성능 저하에 더 큰 영향을 미칠 것으로 예상할 수 있음

o 방출 기기(장치)와 내성 기기(장치) 간의 전자기 결합

- 전자파 적합성을 고려하는 주요 이유는 다른 기기에서 전자파 방출에 취약한 내성기기(장비, 시스템)의 존재이고 방출기기는 무선 주파수 방송 신호와 같은 의도적인 방출 또는 비디오 디스플레이 유닛의 편향 코일에 의해 생성된 자기장과 같은 의도하지 않은 방출을 가질 수 있음
- 다양한 결합 경로를 통해 이러한 전자기 방출은 그림 8-3과 같이 취약한 내성기기가 위치한 영역에



[그림 8-3] 방출 장치와 취약 장치 간의 결합 경로

도달할 수 있음

- 그림 8-3에 표시된 전자기 결합 경로의 세분화는 전자기 환경을 설명하는 데 중요하고 또한 간섭 문제를 방지하거나 해결하는 데 사용할 수 있는 기술적인 EMC 사양을 제공
- 전자기 환경에 취약한 내성기기는 라디오 수신기의 안테나와 같은 의도적인 연결 경로를 통해 또는 비디오 레코더의 헤드, 신호 케이블 또는 전원 케이블과 같은 의도하지 않은 연결 경로를 통해 전자기 환경에 노출될 수 있음
- 의도적이든 비의도적이든 두 가지

유형의 결합 경로는 취약한 내성기기의 원하는 신호에 대해 지정된 주파수 대역의 주파수 성분을 갖는 방해와 해당 대역 외부의 성분을 갖는 방해파를 전달할 수 있음

- 수신된 방해는 협대역 또는 광대역으로 간주될 수 있는데 예를 들어 수신기 대역폭이 200Hz이고 튜닝 오버 시 고조파 성분이 별도로 측정되기 때문에 40kHz에서 작동하는 스위치 모드 전원 공급 장치의 방해는 10kHz ~ 150kHz 주파수 범위에서 CISPR 수신기로 측정할 때 협대역임
- 그러나 동일한 방해는 40kHz 신호의

고조파 때문에 5MHz 대역폭을 가진 비디오 시스템의 경우 광대역임

- 광대역 및 협대역이라는 용어는 항상 방해가 감지되거나 측정되는 대역폭에 의해 결정되고 따라서 동일한 소스는 광대역 및 협대역 모두일 수 있음

o 방출 및 내성 레벨(& 허용기준)의 관계

- 단일 유형의 방출기와 단일 유형의 민감한 기기에 대한 일부 독립 변수(예: 주파수)의 함수로서 방출 레벨과 내성 레벨 및 관련 허용기준의 가능한 조합은 그림 8-4와 같음
- 방출 레벨은 항상 최대 허용 레벨(방출 한계)보다 낮고 내성 레벨은 항상 최소 요구 수준(내성 허용기준)보다 높음. 또한 내성 허용기준은 방출 허용기준보다 높게 선택되었으며 레벨과 허용기준은 독립 변수의 연속 함수라고 가정
- 위의 사항에 더하여 다음과 같은 관찰 사항에 유의해야 함
 - a) 방출 및 내성 레벨(및 관련 허용기준)을 그려서 다른 방해가 고려되고 다른 방해 사이의 관계도 표시된다는 것이 명확하게 표시되지 않는 한 하나의 특정 방해만 고려되는 것으로 가정
 - b) 방출 및 내성 레벨을 그리는 것은 특정 방해의 방출 레벨을 측정하는 지정된 방법과 방해 유형이 피시험기기에 발생하는 지정된 방법 사이에 좋은 상관관계가 있는 경우에만 관련이 있음. 이 경우 그림

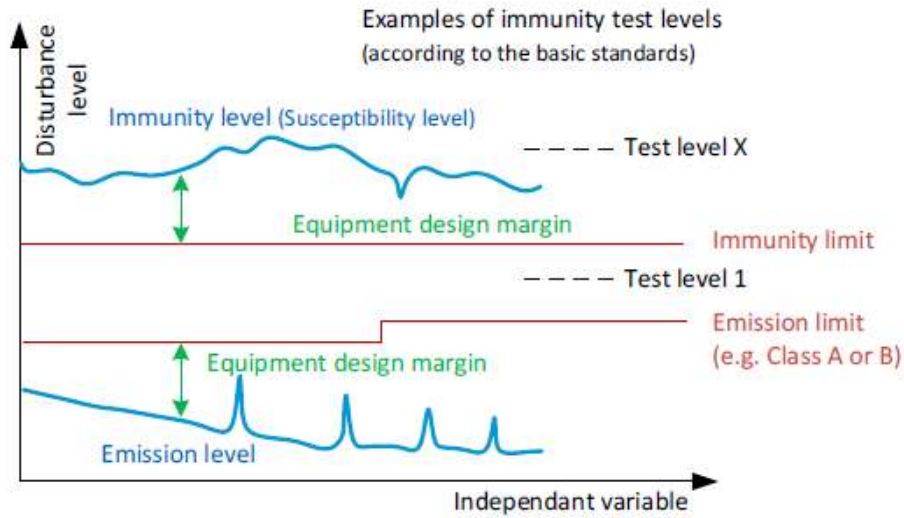
8-4는 전자기적으로 적합 상황을 나타냄

- 그림 8-4에서 볼 수 있듯이 측정된 레벨과 허용기준 사이에 약간의 마진이 있는데 이 마진은 "기기 설계 마진"이라고 할 수 있으며 EMC 시험이 수행되는 경우 허용기준 준수를 보장하기 위한 설계의 추가 마진임. RF 커버리지는 무선 수신기가 대처해야 하는 잡음과 밀접한 관련이 있기 때문에 방출 제한은 무선 매개변수 고려 사항을 기반으로 결정되는 경우가 많음

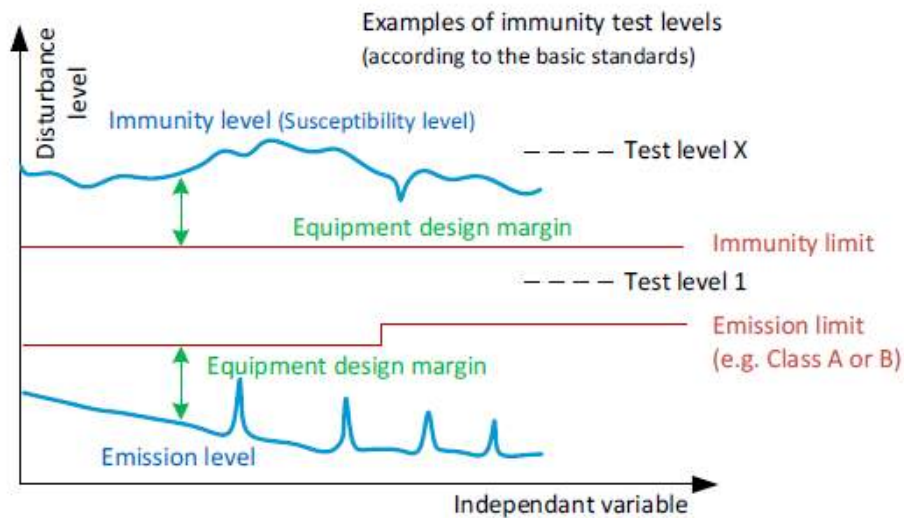
o 적합성 레벨

- 적합성 레벨의 개념은 그림 8-5에 설명되어 있고 점선은 단일 방출기 및 민감한 기기에 대한 가능한 방출 및 내성 레벨을 나타냄. 여기에서는 오직 하나의 특정 방해만이 고려된다는 점에 유의
- 위의 사항에 더하여 다음 관찰 사항에 유의해야 함.
 - a) 규정된 방해 레벨인 적합성 레벨은 방출 허용기준에 해당하는 단위로 표시되고, 방출 및 내성 허용기준이 동일한 방해를 나타내지 않는 경우 적합성 레벨은 방출 레벨 또는 내성 레벨에 해당하는 단위로 표시될 수 있음
 - b) 전자기 환경을 제어할 수 있는 경우 먼저 적합성 레벨을 선택할 수 있고 그런 다음 해당 환경에서 허용 가능하고 높은 EMC 가능성을 보장하기 위해 이 레벨에서 방출 및 내성 허용기준을 도출

- c) 이러한 고려 사항은 제어 가능한 환경에서 해당 환경에 설치될 모든 기기에 대해 적절한 방출 및 내성 허용기준을 실현하기 위해 재정적 및 기술적 근거에서 적합성 레벨을 초기에 선택함으로써 가장 비용 효율적인 방법으로 EMC를 달성할 수 있음을 나타냄
- d) 전자파 환경을 제어할 수 없는 경우 기존 또는 예상 방해 수준을 기준으로 레벨을 선택해야하나 새로운 기기를 설치할 때 기존 또는 예상되는 행해 레벨이 증가하지 않고 그러한 기기가 충분히 내성이 있는지 확인하기 위해 방출 및 내성 레벨을 여전히 평가해야 함
- e) 적합성 레벨에서 허용기준을 결정하는 것은 확률 고려 사항에 의해 결정되고 일반적으로 이러한 허용기준은 적합성 레벨에서 동일한 거리에 있지 않으며 확률 밀도 함수가 알려진 것으로 가정되는 이상적인 상황에 대해 호환성 수준이 결정



[그림 8-4] 일부 독립 변수(예: 주파수)의 함수로서 단일 방출기 및 취약 기기에 대한 허용기준 및 레벨



[그림 8-5] 일부 독립 변수(예: 주파수)의 함수로서 단일 방출기 및 민감한 기기에 대한 방출/내성 레벨의 예와 함께 방출/면역 허용기준 및 적합성 레벨

o 중첩 효과, 다차원 기준

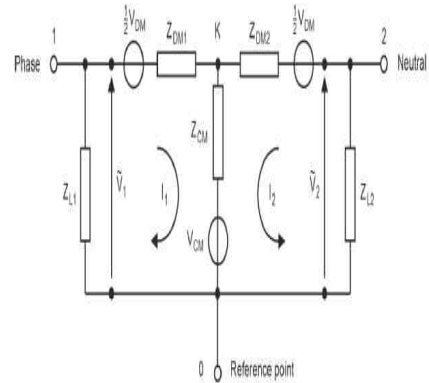
- 민감한 기기의 위치에서 전자기 환경은 전자기 에너지를 방출하는 모든 기기, 장비 및 시스템에 의해 결정되고 따라서 많은 유형의 방해("유형"에는 파형, 예를 들어 정현파, 펄스형도 포함됨)가 동시에 존재할 수 있고 주어진 위치에서 주어진 방해가 고려되는 경우 방해 수준은 다음과 같이 결정됨

a) 동일한 유형의 방해 중첩, 여기서 각 방해 기여는 방출기기의 부하 조건, 해당 방출기기와 민감한 기기 사이의 전자기 전파 특성 및 시간에 따라 달라짐

b) 영향을 받기 쉬운 기기 수신 대역에 있는 구성요소를 갖는 다른 유형의 방해에 기여, 여기에서 각각의 기여는 위의 a)에서 언급한 조건에 따라야 함

o 전도성 방출의 소스 모델

- 전도 방출의 경우 소스는 종종 2-포트 또는 3-포트 기기로 간주될 수 있음
- 그림 8-6은 차동 모드(VDM)와 공통 모드(VCM)의 노이즈 소스를 보여주고 연결 지점 1과 2는 예를 들어 주전원 연결의 중성선 및 위상 또는 제어 라인의 원하는 신호의 연결 지점으로 식별할 수 있음.
- 연결 지점 0은 예를 들어 보호 접지, 건물의 강철 보강 또는 금속 새시에 의해 형성된 소스의 참조를 나타냄
- 많은 경우 다중 와이어 플랫 케이블이 관련된 경우와 같이 소스를 N 포트 네트워크로 간주해야 할 수 있음



[그림 8-6] 전도성 방출의 소스 모델(**ZL1** 과 **ZL2**에 의해 load된 소스)

- 따라서 소스부터의 배출 측정은 제한적이라는 점을 인식해야 하고 예를 들어 전도 방출 허용기준 준수를 결정하기 위해 지정된 중단 임피던스로 측정이 이루어짐
- 소스 임피던스는 직접 측정하지 않고 따라서 주어진 소스가 측정 임피던스와 다른 임피던스를 나타내는 회로에 배치될 때 실제 방출은 측정된 것과 다를 것임
- 시스템 EMC 엔지니어는 호환 가능한 시스템을 설계할 때 이러한 변화를 예상해야 함

o 방사성 방출의 소스 모델

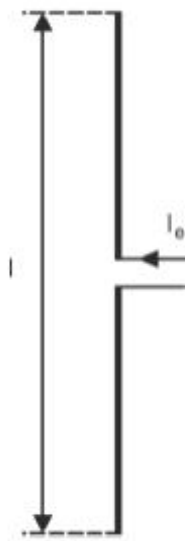
- 방사 방출 원역장에서 소스와 필드의 관찰 지점 사이의 거리는 $\lambda/2\pi$ 보다 훨씬 크고 원역장에서(근처에 반사 물체가 없을 때) E 및 H 필드는 서로 수직이고 파동의 전파 방향에 수직이고 또한 E와 H의 크기 사이에는 고정된 관계가 있으며, 이는 전기장 강도와 자기장 강도를 동등하게 만듦
- 근역장에서 소스와 관찰 지점 사이의 거리는 $\lambda/2\pi$ 보다 훨씬 작거나 소스의 차원보다 작거나 둘 다이고 E와 H 필드 사이의 관계는 방해파의 파장, 근거리 영역의 실제 위치 및 소스 유형에 따라 달라짐
- 방사에 사용되는 간단한 모델은 그림 8-7과 같이 전기장 또는 자기장 유형일 수 있는 쌍극자이고 이 모델은 근거리에서 지배적인 성분(전기

쌍극자에 대한 전기장, 자기 쌍극자에 대한 자기장)의 전기장 강도의 역 제곱 변화를 나타내고 이러한 소스의 경우 "쌍극자 강도"에 대한 설명은 모든 거리에서 전기장 성분(전기장 및 자기장)을 계산할 수 있으나 그러나 소스 강도를 참조하지 않고 고정된 거리에서 지배적인 구성 요소를 측정하는 것이 더 일반적임

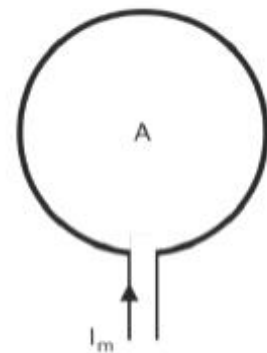
- 무선 송신기의 경우 일반적으로 의도한 결합 경로에서 안테나의 이득과 안테나로 전달되는 순 전력 PT 을 알고 있고 안테나 이득은 항상 안테나에 대해 지향성이므로 일반적으로 참조되는 이득은 최대 방사 방향과 관련된 이득임

o 전도 결합 모델의 공통 임피던스 결합

- 공통 임피던스 커플링은 전도 커플링이라고도 하며 전류 또는 소스 및 서셉터와 관련된 전류의 일부가 공통



Electric dipole strength = $I \cdot l_e$



A = loop area

Magnetic dipole strength = $A \cdot I_m$

[그림 8-7] 전기장 및 자기장 쌍극자 성분

경로를 공유할 때 발생하고 일반적으로 공통 경로는 저항, 인덕턴스 또는 커패시턴스 또는 이들 중 임의의 조합으로 나타낼 수 있음

- 인용할 수 있는 많은 예 중 두 가지는 소스와 수신측이 공유하는 a)공통 전원 및 b)공통 접지 전류 반환 경로임.

o 저항성 결합 모델의 공통 임피던스 결합

- 공통 임피던스 R_c 의 저항 부분은 도체 재료와 표피 효과에 의해 결정되며 그 결과 저항 부분은 주파수에 종속

o Reactive 결합 모델의 공통 임피던스 결합

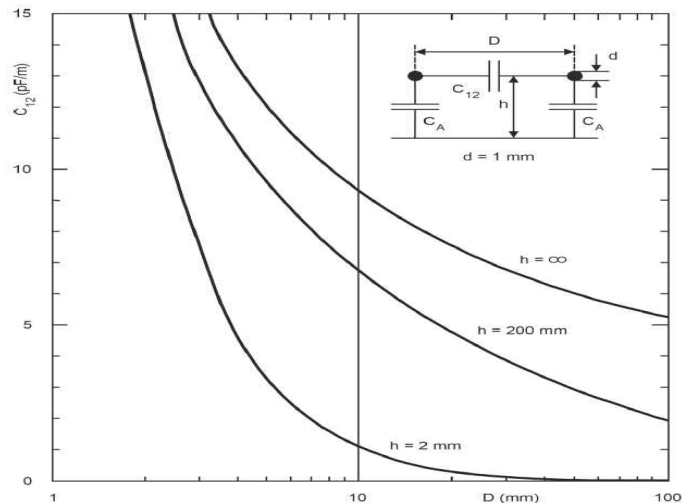
- 공통 임피던스 커플링의 Reactive 부분은 공통 인덕턴스에 의해 생성될 수 있음.

o 전도 결합에 의한 Field coupling

- 유도에 의한 커플링은 전압 또는 전류가 소스에서 방출되는 국부 전기장 또는 자기장 또는 이들의 조합에 의해 피해 기의 회로에 유도될 때 발생

o 전도 결합에 의한 전기장 coupling

- 전기장 또는 용량성 결합은 한 회로의 전기장이 다른 회로에 충돌할 때 발생하고 저주파 근사의 경우 결합 커패시턴스를 사용하여 이러한 유형의 결합을 설명하는 것이 적절하고 커패시턴스의 크기는 주로 실제 상황, 즉 회로의 모양과 회로 주변에 따라 달라짐
- 그림 8-8은 예를 보여주고 있고 여기서 단위 길이당 커플링 커패시턴스 C_{12} 는 3개의 루프 값에 대해 접지면을 공통 리턴으로 사용하여 거리 D 에서 두 병렬 루프의 와이어(직경 d) 사이에 제공됨
- 그림 8-8은 C_{12} 에 대한 주변 환경의 영향을 명확하게 보여주고 있음



[그림 8-8] 도체 분리에 따른 단위 길이당 커패시턴스

o 전도 결합에 의한 자기장 coupling

- 자기장 또는 유도 결합은 한 회로의 자기장이 다른 회로에 충돌할 때 발생하며 이러한 유형의 결합을 설명하는 적절한 양은 상호 인덕턴스이고 그 값은 커플링 커패시턴스의 경우와 같이 실제 상황이고 예를 들어 회로의 모양 및 회로 주변에 따라 크게 달라짐

- 매우 유용한 모델은 병렬 도체 전송 선로 근처의 자기장을 설명하는 모델임. 평행 도체 간격의 함수로서의 크기와 도체로부터의 거리가 그림 8-9에 나와 있음

- 이격 거리에 비해 거리가 멀면 전계 강도는 $1/r^2$ 로 떨어지고 간격에 비해 거리가 작은 경우 필드는 단일 도체(가장 가까운 도체)로 계산됨

- 변압기, 릴레이 등과 같은 자기장 소스는 거리의 3 거듭제곱으로 감쇠 강도를 생성

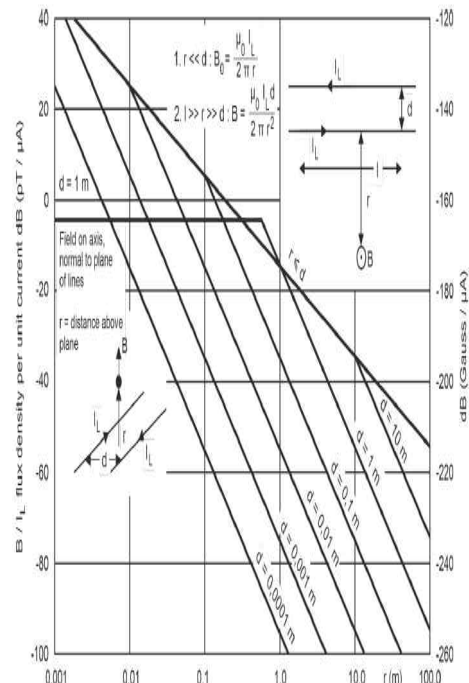
o 전도 결합에 의한 혼합 coupling

- 많은 경우에 여러 가지 결합 메커니즘은 동시에 발생하고 세 가지 메커니즘 중 어느 것이 지배적일지는 실제 상황에 따라 다름. 제한된 수의 경우에만 용량성 결합이 자기 결합보다 우세한지 또는 그 반대인지 여부를 나타낼 수 있음

o 전도 결합에 의한 Radiative coupling

- 방사 결합은 소스와 서셉터가 상대적으로 멀리 떨어져 있는 경우, 즉 원거리 상황에서 결합의 주요 수단이 될 수 있고 전자기 방사에 의한 결합 메커니즘과 서셉터 회로에서 유도된

전압은 고정된 관계를 가지고 있기 때문에 필드의 전기장 또는 자기장 구성요소에서 계산할 수 있음



[그림 8-9] 병렬 도체의 자속 밀도

- 민감한 기기(Susceptible device) 모델
 - 전자파 방해 에너지는 방출기에서 결합되는 것과 동일한 방식으로, 즉 전도, 유도 또는 방사에 의해 서셉터에 결합
 - 이 모델은 연결된 전원, 신호 또는 제어선의 방해 전압 또는 전류 수준, 균일한 전기장 또는 자기장 수준에 대한 설명을 제공하기 위해 단순화 됨

다. 추진 이력

- 개정에 대한 NC의 승인(77/493/DC) 및 각국의 의견 요청(77/510/INF) 되었고 2019년 상해 회의 회의록(77/554/RM)의 6.2에서도 개정 추가 확인
- 2021-07-30 RR문서(77/568/RR)로 프로젝트 시작 되었고(PROJECT NUMBER: IEC TR 61000-1-1 ED2) 목표일정은 CD: 2021-08-27, DTR: 2023-03-10, TR: 2023-10-20
- 2021-08-27 CD문서(77/574/CD) 발행 2021-12-17 까지 각국 회람하였고, 2022-01-28 각국의견에 대한 검토 결과 CC문서 발행(77/582/CC), 2022-04-21까지 DTR(DRAFT TECHNICAL REPORT) 발행 예정
- 2022-09-23 DTR문서(77/586/DTR) 발행 완료 및 2022-11-18 까지 각국 회람
- 완료 목표일은 2023-10 임

2. IEC TR 61000-5-1 ED2 기술보고서 개정

가. 기본정보

분과	TC77	프로젝트 명 표준번호	IEC TR 61000-5-1 ED2
현재 상태	CD (77/585/D TR)	완료시기	2023-06
표준(안) 명칭 (영문)	IEC TR 61000-5-1 - Installation and mitigation guidelines - General considerations		
표준(안) 명칭 (국문)	IEC TR 61000-2-5 - 설치 및 완화 지침 - 일반 고려사항		

나. 주요 내용

- IEC 61000-5-1 일반표준의 Ed.1은 1996년에 기술 보고서로 발행되었고 IEC TR 61000-5-1 ED2 프로젝트는 Ed.1을 대체하여 Ed.2를 발행하는 것임
- 1996년 발행 Ed.1을 대체하는 주요 기술적 변경사항은
 - 기술적인 내용을 포함하는 조항 및 하위 조항의 재구성
 - IEC 61000 시리즈의 다른 부분(예: IEC TR 61000-2-5)과의 용어 정렬
 - IEC 61000-5 시리즈에 대한 개요를 소개
- 적용범위: 산업용, 상업용 및 주거용 설비에 전기전자 기기기간이나 시스템간의 전자파적합성을 보장하고 시설의 전자파 완화 방법에 관한 일반 지침을 지시. 주로 신규 시설에 적용하지만 기존 시설에도 적용 가능
- 2019년 10월 상하이에서 열린 TC 77

총회에서 노르웨이 NC에서 최근 5G 기술 도입과 관련된 EMC 문제를 고려해야 할 필요 제안, 5G에 사용되는 주파수 범위, 복사 전력, 주변에서 예상되는 전계 강도, 변조 등과 같은 5G 장비의 특성을 고려하는 것을 의미

- o 전자기 현상 개요를 저주파 현상과 고주파 현상으로 구분하고 방해파 전달 경로를 중심으로 분류하고 주파수 범위까지 상세히 표로 정리하여 나열
- o 설치 장소의 전자기 환경과 주어진 현상에 따라 일정 수준의 EM 방해가 발생할 확률이 높음에 따라 EM 환경 분류 개념(IEC 61000-2-5 참조)에 따라 결정된(또는 지정된) 적합성 레벨이 설정되어야 함
- o 또한, 각 기기는 현장에서 발생하는 방해를 고려할 때 충분한 고유 내성 레벨을 가지고 있기 때문에 기기 내성에 대한 환경 조건 및 성능 기준은 설치마다 다를 수 있으므로 IEC 61000-5 시리즈에 제공된 정보가 권장 사항으로 사용
- o 전자기 방해의 원인과 주요 특성은 IEC TR 61000-2-5에 자세히 설명되어 있고 이 표준과 IEC 61000-2 시리즈의 다른 부분에는 관심 위치에서 예상되는 전자기 현상에 대한 적합성 레벨로 적절한 방해 정도를 선택하기 위한 일련의 표를 포함
- o 전자기 현상 개요
 - 전자파 방해의 분류는 여러 가지 방법으로 수행될 수 있으나 주파수의 함수로서 전자파 방해 신호 진폭의 변화와 전도성 또는 방사성 방해의 전자파 전달 경로에 따라 분류하는 것이 일반적임(다음 <표 8-21> 및 <표 8-22> 참조)

- EMC 성능을 보장하려면 기기, 시스템 및 설비가 원인과 관계없이 전자기 현상의 방해 효과에 대처해야 하고 <표 8-21> 및 <표 8-22>는 특정 위치에서 발생할 수 있는 전자기 현상에 대한 개요를 제공

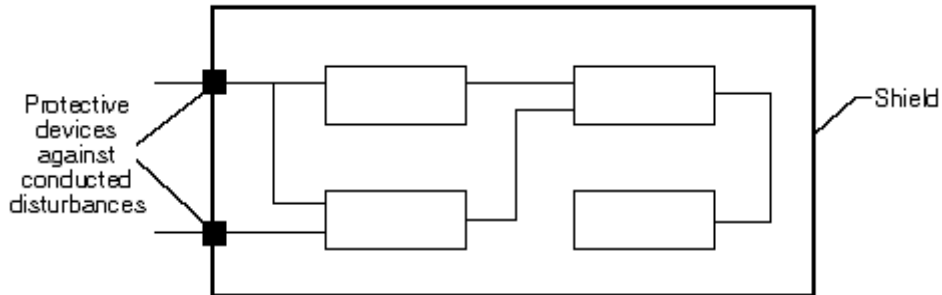
<표 8-21> 전자기 방해 일으키는 주요 현상 (저주파 현상)

LF phenomena	Signalling voltage/PLT	3 kHz to 95 kHz / 95 kHz to 148,5 kHz / 148,5 kHz to 500 kHz
	Direct-conducted CW/PLT(intentional)	1,6065 MHz to 87,5 MHz
	Direct-conducted CW(unintentional)	9 kHz to 150 kHz
	HF-conducted induced CW	10 kHz to 150 kHz / 0,15 kHz to 150 MHz
	Unidirectional transients	Nanoseconds Microseconds, close Microseconds, distant Milliseconds
	HF-conducted oscillatory transients	Low, Medium, High frequency
	HF radiated	
	Radiated CW	ISM Group 2
	Radiated modulated	Mobile units/GSM/DCS 1800/DECT Base stations Digital television broadcast Unlicensed radio services Paging services (base station) RFID + railway transponder Amateur radio stations CB Wireless Lan Bluetooth, Zigbee, LoraWan etc
	Radiated pulsed	Radiated transients RADAR
	ESD	Slow/Fast
	High altitude electromagnetic pulse(HEMP)	IEC 61000-5 series에 언급됨
	High power electromagnetic pulse(HPPEM)	DC Railway Power system Power system harmonics(n = harmonics) not power system related

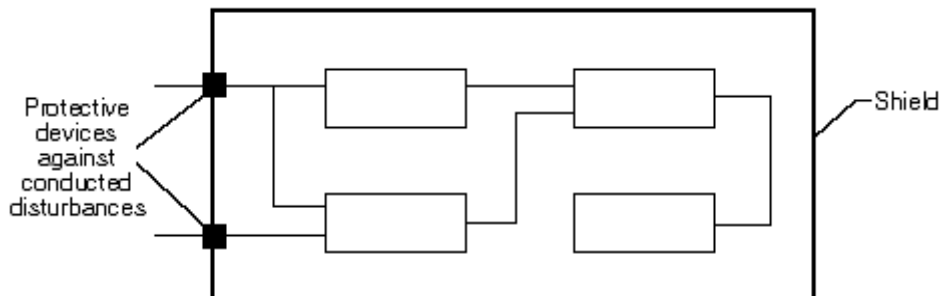
- o 간섭 모델 제시
- o EMC 표준에서 전자기 현상의 고려사항 설명
- o EMC 보장을 위한 접근 방식
 - 전자파적합성을 보증하게 위해 절차를 EMC전문가가 설계 단계에서 조치 참여 기회 부여에 따라 두 가지 접근방식 설명
 - 주요한 설비 설치 초기 단계에서 특정 환경에 대한 적합성 레벨 지정 방식과 설계 후반부 단계에서 현장의 실질적인 적합성 레벨과 설비의 능력 사이 차이 발생 가능하므로 이 경우 환경과 설비 내성 레벨 간의 간격을 최소화 하는 완화 방법 선택
 - 단일 장벽에 의한 전체 보호 원칙, 다중 장벽에 의한 전체 보호 원칙, 분산 보호의 원리 제시

- 첫 번째 접근 방식은 단일 엔지니어링 실행자가 특정 적합성 레벨을 규정하고 시행할 권한이 있는 설치에 성공적으로 적용. 일반적인 원칙으로서 이 접근 방식은 다음 그림 8-10과 8-11의 전역 보호 토폴로지로 설명

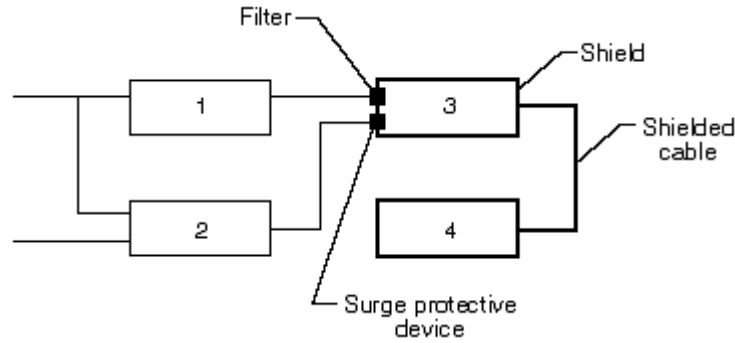
- 두 번째 접근 방식은 일반적으로 소유자 또는 설계자가 환경에 대해 미리 결정된 호환성 수준 또는 장치에 대한 내성/방출 수준을 부과할 영향력이 부족한 기존 설치에 적용. 다음 그림 8-12는 이 접근 방식과 관련된 일반적인 토폴로지를 보여주고 이러한 상황은 저전압 최종 사용자 상업 또는 산업 시설과 주거 환경에서 발생



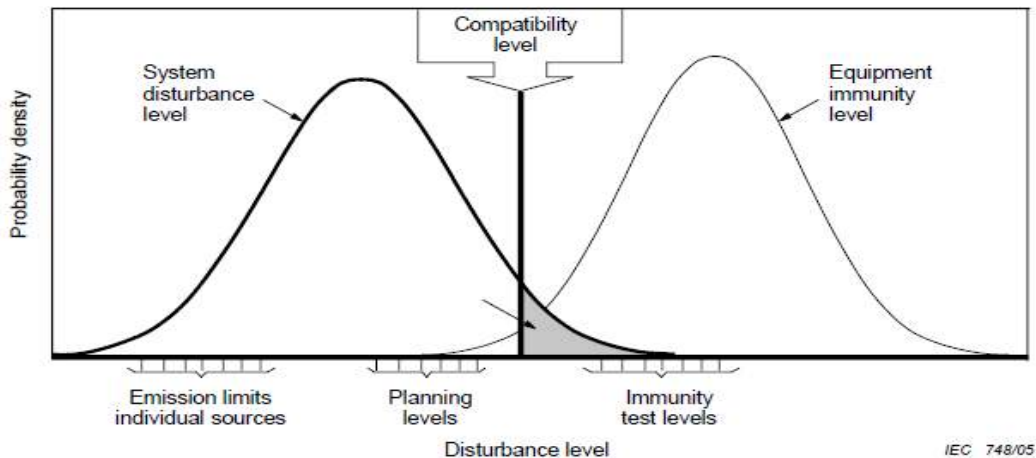
[그림 8-10] 단일 장벽에 의한 전체 보호 원칙



[그림 8-11] 다중 장벽에 의한 전체 보호 원칙



[그림 8-12] 분산 보호의 원칙



[그림 8-13] 방해 및 내성 수준과 관련된 적합성 레벨 다이어그램

- o EMC 조치의 일반 사항: 주파수 범위, 전파 모드(Propagation mode), Dwell time
- o 조치 유형
 - 모든 종류의 비의도성 방출 감소 또는 제거
 - 모든 종류의 결합 경로 감소 또는 제거
 - 설비의 내성 증가
- o 기기 레벨에서의 조치
 - 비의도성 방해를 가능한 가장 낮은(기술적) 수준으로 줄임

- 외부 방해 완화를 위한 기본 기능 통합
- 최상의 EMC 동작을 보장하는 조치(예: 전도성 표면의 접지 시설, 전기적으로 폐쇄된 인클로저, 케이블 스크린 처리 조치 등)
- o 시스템 레벨에서의 조치
 - 서로 다른 기능의 케이블 사이에 적절한 거리를 유지하여 구조화된 케이블 관리 시스템을 구현
 - 기술적으로 가능한 경우 차폐 케이블을

사용하여 구조화된 케이블 관리 시스템 구현
 - 각 금속 함체의 진입점에서 케이블
 차폐의 저임피던스 본딩 구현

- o 내성에 대한 보호
- o 완화 방법의 필요성 평가
- o 방사 현상에 대한 조치
- o 전도 현상에 대한 조치
- o 보호 수단의 설계 및 설치
- o 설치 품질 평가
- o EMC 검증

다. 추진 이력

- o 2017-08-11 RR문서(77/532/RR)로
프로젝트 시작 되었고(PROJECT
NUMBER: IEC TR 61000-5-1 ED2)
목표일정은 CD: 2018-06-29, DTR:
2019-08-30, TR: 2020-02-28
- o 2018-03-31 회의에서 현재 ED.1에서
새로운 버전으로 전면 개정 결정
- o 2021-08-27 CD문서(77/571/CD) 발행
2021-12-17 까지 각국 회람 및 각국
검토결과를 받아 2022-01-28 검토결과
문서 CC문서(문서번호: 77/581/CC) 발행
- o 2022-09-23 DTR문서(77/585/DTR)
발행 2022-11-18 까지 각국 회람
- o 완료 목표일은 2022-06

제
1
장제
2
장제
3
장제
4
장제
5
장제
6
장제
7
장제
8
장

3. 최대 2 kHz의 전류 고조파 방출 허용기준에 대한 역사적 근거 IEC TR 61000-1-4 개정

가. 기본정보

분과	SC77A / WG1	프로젝트 명 표준번호	IEC TR 61000-1-4 ED2
현재 상태	DTR (77A/1136 /DTR)	완료시기	2023-03
표준(안) 명칭 (영문)	IEC TR 61000-1-4: General - Historical rationale for the limitation of power-frequency conducted harmonic current emissions from equipment, in the frequency range up to 2 kHz		
표준(안) 명칭 (국문)	IEC TR 61000-1-4: 일반 - 최대 2 kHz의 주파수 범위에서 기기의 전력 주파수 전도 고조파 전류 방출 허용기준에 대한 역사적 근거		

나. 주요 내용

- IEC TR 61000-1-4:2005는 IEC 61000-3-2:2000 Ed2.0 및 Amendment 1과 IEC 61000-3-12: 2004 Ed1.0의 초판버전의 기기에 대한 고조파 전류 방출 허용기준에 대한 역사적 근거를 제공
- 지난 15년 동안의 발전에 대한 새로운 역사적 자료가 있기 때문에 SC77A WG1은 IEC TR 61000-1-4:2005의 개정 중에 새로운 역사적 자료를 추가 할 것을 제안
- 개정은 또한 2005년까지 정확하게 보고하지 않는 것으로 알려진 기존의 일부 진술을 명확히 하고 수정
- 각국 NC는 제안된 개정안에 대한 지원 또는 기타 의견을 제시하고 WG1에 대한 대표 전문가 참여를 요청하여 WG1에서 TF

구성하여 작업 중

- IEC 기술 보고서인 IEC 61000-1-4는 공공 전력 공급에 대한 최대 2 kHz의 주파수 범위에서 고조파 전류 방출의 원인과 영향을 검토하고 추론 및 계산에 대한 설명을 제공하며 IEC 61000-3-2 및 IEC 61000-3-12의 기기에 대한 기존 방출 허용기준에 적용
- 고조파 전류 방출 역사를 추적하면 공공 전력 공급으로의 저주파 전도 방출에 대한 최초의 초국가적 표준, EN 50006:1976 및 IEC (60)555-2를 통한 IEC 61000-3-2, IEC TR 61000-3-4 및 IEC 61000-3-12로 진화
- 고조파 방출 표준 역사의 전체 그림을 제공하기 위해 고조파 전류 측정기기에 적용하는 IEC 61000-4-7 표준의 역사도 언급
- 모든 IEC 표준은 1998년 1월 1일부터 60000 시리즈로 번호가 다시 매겨졌고, 그 날짜 이전에 철회되었거나 이후에 재인쇄되지 않은 표준의 참조를 나타내기 위해 여기에서 '60x' 접두사를 괄호로 묶고 예를 들어 'IEC(60)555-2'
- IEC TR 61000-1-4 두 번째 판은 기술적 수정과 2005년에서 2019년 사이의 발전에 대해 사용 가능한 역사적 자료로서 IEC 61000-1-4:2005를 대체, 주요 변경사항은
 - 날짜 참조 추가
 - 적합성 레벨, 방출 한계 및 내성 요구 사항 간의 관계가 명확해짐
 - LV, MV 및 HV 간의 배출 레벨 공유 명확화

- 새로운 역사적 정보 추가
- 적용범위
 - IEC 기술 보고서인 IEC TR 61000-1-4는 최대 2 kHz의 주파수 범위에서 전력 주파수 전도 고조파 전류 방출이 공공 전력 공급에 미치는 영향과 원인을 검토하고
 - IEC 61000-3-2 개정판, Amendment 1 (2020)이 포함된 제5판(2018) 및 IEC 61000-3-12(2011) 제2판에서 장비에 대한 기존 방출 제한에 대한 추론과 계산을 설명
 - 고조파 전류 방출 표준 역사는 공공 전력 공급으로의 저주파 전도 방출에 대한 최초의 초국가적 표준인 EN 50006:1976과 IEC (60)555-2를 통해 IEC 61000-3-2, IEC TR 61000-3-4 및 IEC 61000-3-12로 발전한 것부터 추적
 - 이 문서의 일부 개념은 모든 저전압 AC 시스템에 적용되지만 숫자 값은 특히 유럽 230V/400V 50Hz 시스템에 적용
- 고조파 전류 방출 종합평가
 - 기기의 오작동 또는 손상의 증거를 발생시키는 전압 왜곡의 양에 대한 경험을 바탕으로 저전압(LV) 공공 공급 시스템에 대한 전압 왜곡의 적합성 레벨이 결정되었으며 IEC 61000-2-2에 제공. 이러한 레벨과 다른 값 간의 대응 관계는 그림 8-7에 개략적으로 나와 있음
- 적합성 레벨은 고조파 내성과 방출 감소 사이에서 수용 가능한 절충안으로 설정. 전압 왜곡에 대한 기기의 내성이 적절한지

- 확인하는 방법은 IEC 61000-4-13에 나와 있음
- 공공 저전압(LV) 시스템에 연결된 장비의 고조파 전류 방출에 대한 제한을 적용하려는 의도는 시스템의 실제 전압 왜곡 수준을 매우 많은 시간 동안 적합성 레벨 아래로 유지하는 것이고 계획 수준이라고 하는 더 낮은 수준은 여전히 많은 시간 동안 사용(그림 8-13 참조)
- 대부분 공급 시스템의 소스 임피던스와 독립적인 반면 기기에서 생성된 전압 왜곡은 공급 시스템 임피던스에 거의 비례하므로 명확한 값이 없기 때문에 기기의 방출은 전류로 표현
- 공급 시스템에서 비선형 전류를 끌어오는 제품은 정현파 전류를 끌어오는 것으로 간주할 수 있으며 실제로 끌어오는 것과 반대 극성의 고조파 전류를 공급 시스템으로 방출

- 그것은 '수학적으로 정확하지 않음'으로 설명되며 이는 상당히 절제된 표현이고 시스템 방해 수준의 확률 밀도는 종 모양(bell-shaped)일 수 있음. 시스템 방해 데이터와 표준화된 내성 레벨을 사용하여 적합성 레벨이 설정되어 시스템 방해 레벨이 최저 내성 시험 레벨을 초과할 확률이 허용 가능하게 낮고 현재 5%로 설정
- 시스템 방해 레벨은 매우 많은 부하에서 방출되는 총계이기 때문에 기기의 방출 한계는 매우 낮은 방해 수준으로 설정되어야 함. 시스템 설계를 위해 방해 수준의 계획 값은 배전 시스템 운영자에 의해 일방적으로 채택되고 이는 초과되지 않을 것으로 예상되지만 표준화 대상이 아님
- 규제 법률과 관련된 표준에서 허용되는 조항
- 기기 제조 산업은 자발적 표준의 요구 사항을 받아들일 수 있고 이 요구 사항의 적용은 맞춤형에 의해 결정되거나 개별 계약 협상 중에 조정될 수 있지만 규제 집행이 뒷받침하는 표준에서는 수용할 수 없음. 예를 들어 표준에는 완전히 적용되는 경우 시험 시간이 매우 길어지는 조항이 포함될 수 있음
- 계약 당사자는 이러한 조항을 전부 또는 부분적으로 포기할 수 있지만(예: 계산 또는 시뮬레이션이 사용될 수 있음) 집행 상황에서는 조항에서 벗어나는 것이 허용되지 않을 수 있음
- EN 50 006의 7.1과 IEC(60)555-2)의 5.3.1은 모두 시험자가 시험 중인 기기의

제어하여 최악 조건을 검색하도록 요구하고 IEC(60)555-2에서도 각 고조파 측정에 필요

- 표준에는 규제 요구 사항이 포함되어서는 안 되고 표준은 해당 범위 내의 제품이 요구 사항을 충족하는지 여부를 결정하는 데 필요한 절차에만 관련됨
- 6절에서는 IEC 61000-3-2 및 이전 제품의 역사에서 1960년 이전, 1960년 ~ 1975년, 1975년 ~ 1982년, 1982년 ~ 1995년, 1995년 ~ 2000년, 밀레니엄 수정안으로 구분하여 고조파 전류 방출 기기의 역사를 기술하였으나 개정안에서는 추가로 2000년 ~ 2020년의 역사를 추가
- IEC 61000-3-2 및 1960년 이전 버전의 역사
- 가장 많은 비선형 부하는 반파장 정류기가 있는 텔레비전 수신기였고 이들 대부분은 가역 극성(reversible polarity)의 주전원 커넥터를 가지고 있기 때문에 DC 구성 요소는 거의 제거되었음.
- 설치된 수신기의 수는 고조파 전류 방출로 인해 심각한 시스템 문제를 일으키기에 충분하지 않았지만 일부 국가에서는 결과적인 DC 구성 요소가 지하 케이블에서 부식 문제를 일으키기에 충분한 임의의 연결 극성 불균형이 있다는 증거가 있음
- IEC 61000-3-2 및 1960년 ~ 1975년 버전의 역사
- 가정용 조명용 위상 제어 조광기가 판매되기 시작, 이로 인해 고주파 전도 방출이 발생하여 처음에는 무선 스펙트럼

- 보호 당국의 주의를 끌었고 조광기가 고조파 전류를 생성했으며 기본 전류에 대한 고조파의 비율을 줄이는 실용적인 방법이 없었음
- 유럽의 시스템 조사에서는 주거용 수용가 (대부분 LV 배전으로 전력을 공급받는)의 공급 임피던스에 대한 90% 값을 ($0,4 + j0,25$)옴으로 결정했으며 이 값은 IEC TR 60725:1981에 포함됨
 - 또한 조광기의 방출을 일부 제어하지 않으면 전압 왜곡이 허용 가능한 수준(나중에 '적합성 레벨'이라고 함)을 초과할 정도로 커질 수 있다고 결정
 - 이 주제에 대한 첫 번째 표준(자체 텍스트에 따르면 이전 표준을 기반으로 하지 않음)은 BS 5406:1976을 비롯한 다양한 국가 표준으로 구현된 유럽 표준 EN 50006:1975였음. 이 표준은 버스트 발사 기술을 고려했으며 현재 IEC 61000-3-3 및 IEC 61000-3-11의 주제인 전압 변동도 다루었음
 - 고조파 전류 방출의 제한은 다음을 통해 달성
 - 200W 이상의 난방 부하에 위상 제어 사용 금지
 - 홀수 고조파 방출에 대한 제한 적용
 - 대칭 및 비대칭 제어 기술 모두에 고조파 방출에 대한 제한을 적용
 - 허용기준은 임피던스(단상 부하의 경우)가 ($0,4 + j0,25$)옴인 공급 시스템으로 생성된 전압-고조파 백분율로 표시, 그러나 시험 절차는 실제로 고조파 전류의 측정을 필요로 했으며 이로부터 전압 왜곡이 계산

- 이 표준에는 2000년판까지 IEC 61000-3-2의 Class A 허용기준의 유도에 대한 설명이 포함되어 있지 않음. 그 허용기준 수치는 전력 공급자와 기기제조업체 전문가 간의 협상을 통해 조금씩 정해진 것임. 허용기준 값을 결정하기 위한 엄격한 수학적 규칙을 유지하는 것은 두 그룹의 우선 순위가 아니었을 것임
- 최종 배전 전력을 공급하는 LV 변압기 단자에서 순 전압 왜곡 수준에 대해 서로 다른 점화각(firing angle)으로 설정된 많은 조광기의 누적 기여도를 결정하기 위한 대략적인 알고리즘을 도출한 연구가 있었음
- IEC 61000-3-2 및 1975년 ~ 1982년 버전의 역사
 - 이 기간 동안 보다 포괄적인 표준인 IEC(60)555-2:1982가 개발 되었고 여전히 220(380) V-240(415) V 50 Hz 유럽 시스템으로 효과적으로 제한되었지만 1987년 CENELEC에서 EN(60)555-2로 채택
 - 세 가지 제한을 도입했는데 EN 50006에서 변경되지 않은 원래의 전류 허용기준, 휴대용 도구와 같이 짧은 시간 동안만 사용되는 제품의 경우 1.5배 허용기준, 텔레비전 수신기에 대한 특별 허용기준(입력 전력이 165W 미만인 수신기에 대한 면제로 인해 허용기준은 제조된 수신기의 작은 비율에만 적용. 허용기준은 텔레비전 수신기의 경우에도 전류로 직접 표현
 - 이 표준에는 원래 전류 허용기준의

유도를 설명한다고 주장하는 부록이 포함되어 있지만 실제로는 설명하지 않고 EN 50 006에 포함된 전압 왜곡 제한만 인용하여 설명하지 않음

○ IEC 61000-3-2 및 1982년 ~ 1995년 버전의 역사

- 이 기간에는 세 가지 중대한 변화가 있었는데 SMPS 전원 공급 장치의 사용이 크게 확대되고 전자 제품의 EMC 특성에 대한 의무 규정이 유럽에서 도입될 것이라는 암시, 유럽에서 공공 전력 공급은 '제품 품질' 요건의 적용을 받았음
- 초기 표준인 EN 50 006 및 IEC(60)555-2는 전문 장비에 적용되지 않았지만 EN 50 006에서 '사무용 기계'를 예로 들었지만 두 표준 모두 관련 정의가 없음
- IEC(60)555-2의 후속 제품 개발은 극도로 논란이 되었는데 전력 공급자 요구인 IEC 61000-3-2의 개발에 대해 계속해서 심도 있게 작업하는 동안 기기 제조자의 참여는 구조화되지 않은 상태에서 제안됨
- '기기 제조'는 매우 다양한 산업 부문이라는 맥락에서 보아야 하고 그 하위 부문은 고조파 전류 방출을 고려하는 데 있어 매우 다른 우선순위를 갖는 반면 전력공급 산업은 우선순위의 다양성이 거의 없고 다양한 인프라 구성에서 파생
- IEC 61000-3-2:1995에는 많은 새로운 요구사항이 도입되었고 가장 주목할 만한 것은 '공용 저전압 배전 시스템에 연결하기 위한 상당 최대 16A의 입력 전류를 갖는 [모든] 전기 및 전자

기기'에 적용 (단, '전문장비'는 기준에서 정의한 바와 같이 일부 요건에서 면제), 이전 표준과 마찬가지로 유럽 시스템에만 효과적으로 적용

- 이 표준에는 Class A, Class B, Class C, Class D의 4가지 등급으로 분류된 다양한 유형의 제품에 적용되는 요구 사항 및 제한 사항이 포함

- 유효 전력 와트당 밀리암페어로 표시되는 Class D 허용기준은 600W의 전력에서 (고정 전류) Class A 허용기준과 명목상 정렬되었지만 반올림 오류로 인해 각 고조파에 대한 두 Class는 상당히 다른 전력에서 동일해져서 처음에 약간의 혼란을 야기. 전력공급 시스템에 대한 예상되는 영향은 이러한 허용기준이 적용된 경우 적합성 허용기준이 초과되지 않는다는 것임

- 유럽에서 EMC 특성에 대한 강제 적용이 도입되면서 IEC 61000-3-2가 'European EMC Directive의 필수 요구 사항에 대한 기본적 적합성'을 입증할 수 있는 권한이 있는 문서로 전환되었으며 편집상 그런 역할 적합하지 않음

○ IEC 61000-3-2 및 1995년 ~ 2000년 버전의 역사

- 초판에 대한 Amendment 1은 1997년에 발행되었고 다음과 같은 변경 사항을 도입
 - '제조자가 지정해야 한다.' '전문 장비'의 정의에 추가
 - 진공 청소기 및 에어컨에 대한 테스트 조건이 부록 C에 추가
- Amendment 2는 1998년 2월에 발행되었고 유효 입력 전력이 25W 이하인

조명 장비에 대한 요구 사항 도입

- 75W의 하한 없이 Class D에 적용되는 허용기준이 적용될 수 있고 저차 고조파 전류에 대한 허용기준에 추가하여 전류 파형이 형상(shape) 요구 사항을 충족할 수 있음. 이러한 요구 사항을 설정할 때 텔레비전 수신기와 같이 용량성 필터가 있는 DC 전원 장치에서 생성된 5차 고조파 전류에 의해 방전 램프에서 생성된 5차 고조파 전류가 부분적으로 상쇄될 수 있다는 사실에 주목
- Amendment 3은 CENELEC 버전의 표준을 일방적으로 수정하자는 제안에서 비롯되었으며 IEC의 준비 요청으로 변경
 - 위상각 제어가 있는 모터 구동 기기의 허용기준
 - 주방 가전의 시험 조건
 - 비대칭 제어 방법
 - 대칭 제어 방법
 - 비전문가용 아크 용접 기기의 시험 조건
- IEC 61000-3-2 및 2000년 대 버전의 역사
 - CENELEC의 이니셔티브는 작업반에서 많은 논의와 함께 표준의 재평가
 - 이 기간 동안 경제적 고려 사항이 특정 주제로 도입(부록 E 참조). 1999년 말까지 더 이상의 논의가 유의미한 개선을 가져오지 않는다는 이유로 다소 마지못해 합의가 이루어졌고, 표준의 전체 개정에 대한 개정을 완료한 직후에 모든 조항에 대한 문서화된 근거와 함께 작업을 시작하기로 합의. 그 결과 수정안은 2000년 초에 실질적으로 완료되었기 때문에 ‘밀레니엄 수정안’으로 알려지게

되었음

- Millennium Amendment는 1995년 판을 강제규제 상황에서 사용하기 어렵게 만든 많은 모호성과 불확실성을 제거하고 또한 일부 제품의 경우 Class D에 속하는지 여부를 확신할 수 없는 기술적인 이유로 클래스 D 포함 여부를 결정하기 위한 조항을 포기
- IEC 61000-3-2 및 2000년 ~ 2019년 버전의 역사
 - IEC 61000-3-2의 두 번째 버전은 2000년에 발행되었고, 2001년에 Amendment 1, 2004년에 Amendment 2가 발행되었고 세 번째 개정은 2005년에 이어 2008년과 2009년에 개정
 - 2006년에는 ‘impact factor approach’이라는 새로운 개념이 도입되었지만 오랜 논의 끝에 합의에 이르지 못했고 그러나 완전히 버려진 것은 아님
 - 네 번째 버전은 2014 년에 발행되었고 이전 버전과 관련하여 다음과 같은 중요한 기술적 변경 사항이 포함
 - 측정의 반복성 및 재현성에 대한 설명
 - IT기기에 대한 일반 시험 조건의 보다 정확한 사양
 - 외부 전원 공급 장치 또는 배터리 충전기가 있는 정보 기술 장비에 대한 선택적 시험 조건 추가
 - 작은 변경 또는 업데이트를 받는 기기 에 대한 단순화 된 시험 방법 추가
 - 세탁기 시험 조건 업데이트
 - 유효 입력 전력이 $\leq 25W$ 인 클래스 C 장비에 대한 요구 사항에 대한 설

- 명
- 오디오 증폭기의 테스트 조건 업데이트
- 램프의 테스트 조건에 대한 설명
- 진공 청소기의 테스트 조건 업데이트
- 진공 청소기에 대한 테스트 조건 추가
- 아크 용접 기기의 테스트 조건 업데이트
- 가변 속도 드라이브가 있는 냉장고 및 냉동고를 클래스 D로 재분류
- 냉장고 및 냉동고에 대한 테스트 조건 추가
- 제 5 판은 2018년에 기술 개정판으로 발행되었고 이전 버전과 관련하여 다음과 같은 중요한 기술 변경 사항이 포함
 - 새로운 유형의 조명 기기를 고려하기 위해 정격 입력전력이 $\leq 25W$ 인 조명 기기에 대한 방출 허용기준 업데이트
 - 모든 조명 기기에 고조파 방출 허용기준이 적용되지 않는 임계 값 5W 추가
 - 백열등이 아닌 램프를 작동 할 때 조광기에 적용되는 요구 사항 수정
 - 디지털 부하측 전송 제어 장치에 대한 테스트 조건 추가
 - 조명 기기 테스트를 위한 기준 램프 및 기준 안정기의 사용 제거
 - 조명 기기에 사용되는 용어의 단순화 및 명확화
 - Class A에 따른 무대 조명 및 스튜디오 오 용 전문 조명 기기 분류
 - 비상 조명 장비 분류에 대한 설명
 - 유효 입력 전력이 $\leq 2W$ 인 제어 모듈 1 개를 포함한 조명 장비에 대한 설명
 - 텔레비전 수신기의 테스트 조건 업데이트
 - 다른 유형의 조리기구를 고려한 인덕션 호브의 테스트 조건 업데이트
 - IEC 61000-3-12와의 일관성을 위해 IEC 61000-3-2의 범위를 '입력 전류가 $\leq 16 A$ 인 기기'에서 '정격 입력 전류가 $\leq 16 A$ 인 기기'로 변경
- IEC 61000-3-2의 향후 개발: 제 5 판에 대한 두 가지 수정안이 2020년에 발행 될 예정이고 두 번째 수정도 계획되어 있음. 세 번째 수정은 허용되지 않으므로 필요한 경우 새 버전이 생성
 - 전도 방출과 그 허용기준에 대한 다른 접근 방식은 IEC 61000-3-2의 향후 버전에서 고려 될 수 있고, 초기 고려 사항은 부록 F에 설명되어 있음. 이 접근 방식은 위원회에서 광범위하게 논의되었지만 지금까지 합의에 도달하지 못함
- IEC 61000-3-12는 IEC 기술 보고서 61000-3-4을 근간으로 개발된 표준으로 7절에서는 IEC 61000-3-12 및 이전 제품의 역사에서 1989년 ~ 1998년, 1998년 이후 수정안으로 구분하여 고조파 전류 방출 기기의 역사를 기술
- 적합성 레벨 및 보상 계수에서 저전압 네트워크에 대한 전체 적합성 레벨의 일부만의 할당에 대한 설명
 - LV 네트워크에서 발생하는 고조파 왜곡은 LV 네트워크와 중첩 된 모든 MV 및 HV 시스템에서 고조파 전압 강하의 기하학적 합계

- LV 네트워크의 고조파 왜곡은 IEC 61000-2-2에 주어진 적합성 레벨을 초과하지 않아야함
- LV, MV 및 HV 네트워크에서 비선형 부하의 고조파 전류는 발전기를 포함하여 LV / MV 변압기, MV / HV 변압기 및 HV 네트워크의 고조파 임피던스에서 각각 고조파 전압 강하를 생성
- 고조파 전압 강하 비율은 각 관련 변압기의 단락 전압 비율로 제공되는 변압기 임피던스 비율과 대략 일치
- 유럽 네트워크의 일반적인 임피던스 비율은 그림 8-3에 나와 있고 Bold/Italic 수는 전체 전력의 백분율
- 전체 적합성 레벨을 각 전압 레벨에 할당된 부품으로 나누는 것은 이러한 백분율 임피던스의 관계를 대략적으로 반영
- 전압 강하의 기하학적 합계를 설명하기 위해 LV 네트워크에 대한 25 % 값은 임피던스 값의 비율에서 파생 될 수 있는 값에 비해 증가. 따라서 총 적합성 레벨의 25 %는 230V 50Hz 시스템의 LV 네트워크에서 비선형 부하의 최대 고조파 전류를 평가하기 위해 IEC 61000-3-2 및 IEC 61000-3-12에서 사용
- IEC 61000-3-2 및 2020년 ~ 202X 버전에서 'impact factor approach'
 - 전도 방출 및 그 한계에 대한 다른 접근 방식은 IEC 61000-3-2의 향후 판에서 고려될 수 있고 초기 고려 사항은 부록 F에 설명
 - 이 접근 방식은 위원회에서 광범위하게 논의되었지만(6.8 참조) 지금까지 합의가 이루어지지 않았고
- CD 문서에 대한 각 NC 주석을 기반으로 하는 추가 하위 조항이 있는 경우 수정된 TR 문서가 출판되기 전에 추가 예정
- IEC 61000-3-12 및 그 전신의 역사
 - IEC 61000-3-12는 IEC 기술 보고서 61000-3-4에서 다음과 같이 수정
 - IEC 61000-3-12는 상당 정격이 75A 이하인 장비로 제한되고 IEC TR 61000-3-4는 DSO에서 상당 > 75A 정격 장비에 적용할 수 있음
 - IEC 61000-3-4 평가 단계는 IEC 61000-3-12에 유지되지 않고 관련 표의 고조파 전류 방출 허용기준을 만족
 - IEC 61000-3-4의 표 1, 표 2 및 표 3은 약간 수정되어 IEC 61000-3-12 Ed 1에 포함. 표 4는 또한 지정된 조건에서 평형 3상 장비에 대해 추가되고 단상 장비와 비교하여 5차 고조파 전류 위상각 다양성을 설명하는 완화된 허용기준이 주어짐
 - I표 5는 IEC 61000-3-12 Ed 2의 C-less 드라이브에 대해 추가 및 모든 표가 변경됨. 기준 기본 정격 장비 전류 I_n 은 계산된 방출 한계에 대한 기준 전류 I_{ref} 로 대체, I_{ref} 는 시험 중에 측정된 평균 RMS 입력 선전류, THD 및 PWHD는 각각 THC/I_{ref} 및 $PWHD/I_{ref}$ 로 대체
 - IEC 61000-3-12에는 부속서 A의 일부 유형의 기기에 대한 형식시험 조건이 있고 부록 B에는 R_{sce} 를 기반으로 하는 5차 고조파 전류 값의 선형 보간 그림 추가

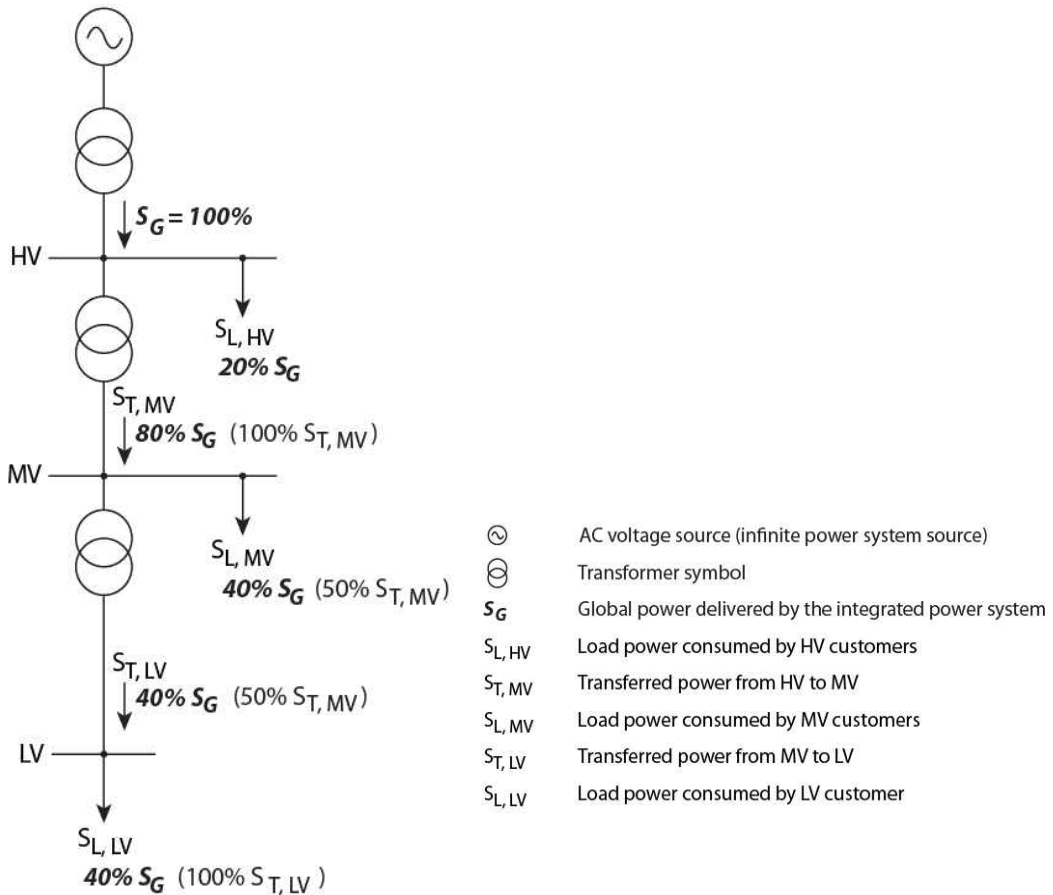
- IEC 61000-3-12 및 1989년 ~ 1998년 버전의 역사
 - ES, FR, DE, IE, IT, GB 및 US의 전문가로 구성된 팀에서 16A/phase 이상의 정격 기기를 다루는 보완 문서가 기술 보고서 유형 2인 IEC 61000-3-4로 작성
 - 산술 중첩 법칙(arithmetic superposition law)은 5차까지의 고조파에 사용되었고 기하 법칙(geometric law)은 더 높은 차수에 사용
 - 하위 비삼중 고조파(non-triplen harmonics)에 대한 적합성 레벨의 약 75%가 MV 레벨에서 전송되고 LV 네트워크 전체에 배경 방해로 존재. 따라서 특정 LV 전원에 연결된 비선형 부하로 인한 허용 가능한 추가 전압 왜곡에 대해 적합성 레벨의 25%만 남음. 대략 13차 이상의 고조파 차수의 경우 위상 다이버시티를 통해 LV 네트워크에 더 높은 비율의 호환성 수준을 할당할 수 있음(부록 A 설명)
 - 왜곡 부하 분할에 대한 다양한 가정에 따른 대략적인 계산 결과는
 - $\sqrt{3}/\pi \leq 11\%$ (GB), $\sqrt{3}/\pi \leq 15\%$ (IT), $\sqrt{3}/\pi \leq 16\%$ (CH), $\sqrt{3}/\pi \leq 9 \sim 16\%$ (GB)
 - 허용기준은 단락비 R_{sce} 에 따라 결정되어야 하며, R_{sce} 가 높을수록 허용기준이 높지만 원칙적으로 대략적인 계산 범위에 유지되어야 함
 - R_{sce} 값과 한계 사이의 정당한 관계를 찾기 위한 추가 연구가 이루어졌고 자세한 계산은 손실되었으나 이러한 연구의

- 기초를 복구하고 이를 IEC 61000-3-12의 허용기준과 연관시키려는 시도가 부록 G에 나와 있음
- IEC 61000-3-12 및 1998년 이후 역사
 - 예상대로 IEC 61000-3-4를 적용하여 얻은 경험은 IEC 61000-3-12에 통합할 변경 사항에 대한 제안으로 이어졌고 많은 논의 끝에 2003년 첫 번째 투표 문서가 배포
 - 2008년까지 IEC 61000-4-7의 역사 - 1991년 초판
 - 디지털뿐만 아니라 아날로그 측정도 가능하게 했으며, 후자는 저가 컴퓨터 하드웨어의 개선으로 최근에야 가능하게 되었음. 아날로그 방법은 고조파 진폭이 거의 안정적인 고조파 스펙트럼에 대해 작동할 수 있지만 대부분의 장비는 변동하는 고조파 진폭을 생성. 측정 대역폭은 명목상 3Hz로 설정
 - 이때 IEC 61000-3-2는 존재하지 않았고 방출 제한은 1991년에 개정된 IEC (60)555-2:1982에 지정되었고 1994년에 편집 수정본이 출판
 - 2008년까지 IEC 61000-4-7의 역사 - 2002년 제2판
 - 디지털 방식만 명시하고 적용범위를 대폭 변경
 - '가이드' 대신 '표준'으로 변경되었으며 방출 허용기준(예: IEC 61000-3-2)에 따라 기기의 개별 항목을 시험하기 위한 전력공급 시스템의 측정과 관련 측정 기기의 완전하고 규범적인 사양(IEC 61000-4-30 참조)
 - 기본 측정 대역폭은 5Hz로 설정되었지만

- 각 고조파 주파수를 중심으로 50Hz(50Hz 시스템에서)에 걸쳐 측정된 값의 합계인 ‘그룹화’의 도입으로 인해 크게 수정되었음
- 이렇게 하면 측정 대역폭이 3Hz에서 50Hz로 효과적으로 증가하지만 IEC 61000-3-2에서 방출 허용기준의 해당 변경은 없음
- 이러한 ‘그룹화’ 변경을 통해 상호고조파 방출을 고려할 수 있지만, 이들이 고조파 방출과 합산되어야 하는지 여부는 여전히 논쟁의 여지가 있음
- IEC 61000-4-7의 역사 - 제2판에 대한 Amendment 1(Ed 2.1로 출판됨)
 - Amendment 1 수정안은 SC77A 위원회에서 몇 년 동안 작업 후 2008년에 출판
 - Ed 2.1에는 여러 수학적 표현 및 기호에 대한 수정, 새로운 수정된 정의, 시험 및 일부 그림에 대한 많은 변경 사항이 포함되어 있음. 주요 변경 사항은
 - 그룹 및 하위 그룹 전체 고조파 왜곡 THD_y 및 $THDS_y$ 와 같은 다양한 정의가 추가
 - 부분적으로 가중된 고조파 왜곡이 추가됨 - $PWHD_{h,y}$
 - 상호 고조파 측정 및 상호고조파 그룹화가 정의. 그룹화에 대한 기술적인 고려 사항은 정보 부록 C에 설명
 - 200ms의 측정 창은 5Hz 스펙트럼 분해능으로 50Hz 및 60Hz 신호의 동일한 처리를 허용하고 50Hz 및 60Hz에 대한 디지털 1.5초 LP 필터링이 정의
 - 과도기 기간은 IEC 61000-4-7의 이전 1991 버전을 준수하는 기기의 사용을 허용하며 Ed 2.1에 포함되어 있음
 - 정보 부록 B는 200Hz 간격으로 그룹화하여 최대 9kHz의 측정 방법을 설명. 부록 B에는 최대 9kHz의 측정을 용이하게 하는 의사전원망(AMN)에 대한 정보도 포함
- IEC 61000-4-7의 역사 - 2008년 이후 개발
 - 2008년 이후 주요 변경 사항은
 - 내용을 더 잘 반영하기 위해 표준 제목 변경
 - POHC(부분 홀수 고조파 전류) 및 POHV(부분 홀수 고조파 전압)에 대한 정의의 추가
 - IEC 61000-3-12, 표 4 및 5를 지원하고 고조파 전류 평가의 일반적인 목적을 위한 위상각 측정 및 평가에 대한 명확한 정의, 적용 사례는 새로운 Annex-D에 자세히 설명
 - Class A 평가를 위해 IEC 61000-3-2에 지정된 부분 홀수 고조파 전류, POHC의 측정 방법
 - 다양한 편집 문제, 일부는 국가 위원회에서 제안, 일부는 IEC 지침으로 변경되거나 업데이트
 - 광범위한 변경 사항을 감안할 때 IEC 61000-4-7의 새 버전 Ed 3 진행
 - IEC 61000-3-2의 제한 설정 시 고려된 경제적 고려 사항
 - IEC는 당시에 경제적으로 실행 가능한 것으로서 단상 장비에 대해서만 수동적 완화만을 고려함. TV 세트의 생산 비용(판매 비용이 아님)에 약 €1 또는

- \$1가 추가됨 즉, 저가 제품이 아닌 대용량 제품의 경우 약 1~2% 상승
- 비용 분담 아이디어는 75W의 낮은 전력 한계로 구현
 - 이 전력 값까지 고조파 제한이 없고 공급 시스템에만 비용 발생
 - 이 전력 값을 초과하는 기존 고조파 허용기준 - 제품과 전력 공급 시스템 모두에 비용발생(고조파 전류가 0이 아니기 때문)
- 이는 허용기준을 설정함에 있어 고려됨
- 허용기준은 이전 유럽 표준(EN 50 006)에서 IEC(60)555-2로 가져왔고 이 표의 허용기준에 대한 정확한 경제 정보는 없음
- 유럽 표준에서는 범위를 가전 제품으로 제한하고 해당 분야의 전문가가 작업에 적극적으로 참여, 따라서 제한 도입의 경제적 효과는 당시 관련 당사자가 수용할 수 있었다고 가정할 수 있음
- Millennium 수정안을 준비하는 동안 경제적 측면에 대한 고려가 강화, 결과적으로 많은 제품이 클래스 D에서 클래스 A로 재할당
- o 저전압 네트워크에 전체 적합성 레벨의 일부 할당에 대한 설명
 - 유럽 네트워크의 일반적인 백분율 임피던스는 그림 8-14에 나와 있고, 전체 적합성 레벨을 각 전압 수준에 할당된 부분으로 분할하면 이러한 백분율 임피던스의 관계가 대략적으로 반영
 - 전압 강하의 기하학적 합을 설명하기 위해 LV 네트워크에 대한 25%의 공유 값은 임피던스 값의 비율에서 파생될 수

있는 값에 대해 증가함. 따라서 230V 50Hz 시스템용 LV 네트워크의 비선형 부하에서 최대 고조파 전류를 평가하기 위해 IEC 61000-3-2 및 IEC 61000-3-12에서 총 LV 적합성 레벨의 25%가 사용



[그림 8-14] 일반적인 시스템에서 변압기 임피던스에 대한 고조파 전압 강하 할당

○ 보상 계수

- 그림 8-14의 모델에서 파생: 그림 8-14의 모델에서 각 고조파 주파수에서 기기의 최대 허용 전류 방출은 다음과 같이 표시될 수 있음

$$i_{h,eq} = u_{h,CL} k_{N,LV} / Z_{LV,h} k_{p,h}$$

여기서 $i_{h,eq}$ 는 고조파 h에서 기기의 최대 허용 전류 방출

$u_{h,CL}$ 는 고조파 h에서 전압 왜곡에 대한

호환성 수준

$k_{N,LV}$ 는 LV 네트워크의 sharing factor
 $Z_{LV,h}$ 는 고조파 h에서의 네트워크 임피던스

$k_{p,h}$ 는 고조파 h에 대한 보상 계수

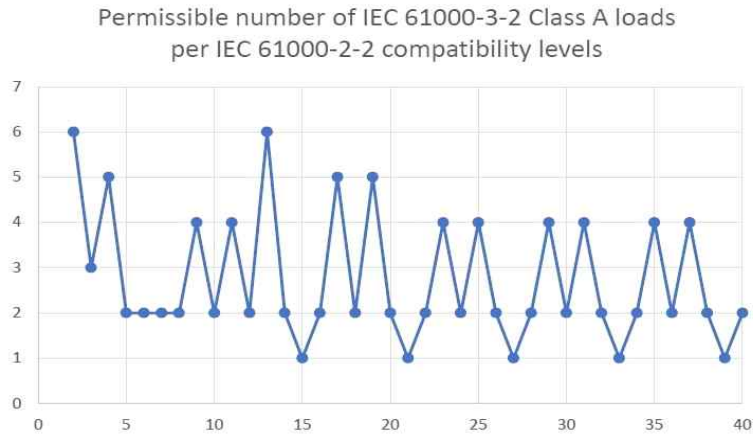
- 적합성 레벨과 클래스 A 고조파 방출 허용기준 비교

- 클래스 B 허용기준은 단순히 클래스 A

- 허용기준에서 파생되지만 이 이론적 근거는 클래스 C 및 클래스 D 허용기준 설정에 적용되지 않음
- 역사적으로 논리적 출발점은 기존 제품 및 배전 시스템 구성 요소의 내성 데이터였으며, 이는 각 전압 레벨 및 각 고조파 순서에 대해 전압 왜곡의 적합성 레벨을 결정할 수 있게 하였음
 - 기존 전압 왜곡 수준의 더 높은 통계값은 일반적으로 허용 가능한 것으로 간주되어 적합성 레벨로 채택
 - 짝수 및 삼중 차수 고조파는 일반적으로 유럽 HV 및 MV 시스템에서 매우 작으며 문제가 되지 않는다는 것을 기반으로 짝수 고조파 허용기준 설정 정당화
 - 10차 고조파까지 짝수 및 삼차 고조파에 대한 별도의 LV-share 값은 현재 IEC 표준에 언급되어 있지 않지만 이전에는 5차 및 7차에 대한 25% 점유율이 심각한 위험 없이 가정 될 수 있다고 가정
 - 짝수 및 삼중 고조파의 경우 LV 공유 계수가 100%로 설정
 - 9번째 이상의 다른 고조파의 경우 LV 공유 계수가 고조파 차수에 따라 50%에서 100%로 선형적으로 증가
 - 추가 10Ω 병렬 부하를 포함하는 공급 임피던스와 클래스 A 방출 제한을 비교한 결과가 그림 8-15에 나와 있고 추가 10 Ω은 각각 1 kW에서 5,29 개의 '평균' 소비자를 나타내고 이러한 부하가 적을 경우 연결할 수 있는 클래스 A 부하의 수가 27, 33 및 39 차 고조파에서 0으로 떨어지지 만 매우 드물게 발생
 - 90° firing angle에서 백열등의 위상 제어

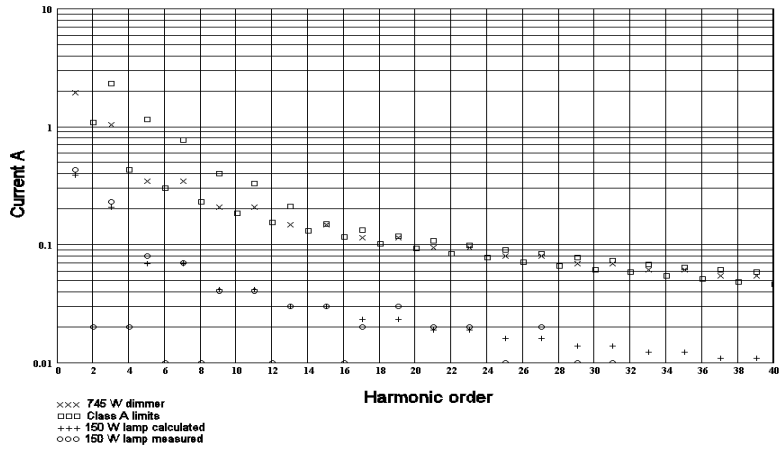
조광기의 Class A 허용기준 및 고조파 스펙트럼 비교

- 그림 8-16은 고차 고조파 허용기준과 레벨을 명확하게 보여주기 위해 로그 수직 스케일을 사용하여 이 관계를 보여주는 것이고 비교를 위해 1970년대 설계의 전형적인 조광기 (EMC 표준을 준수하기 전)의 측정 된 스펙트럼이 표시되며 부하는 230 V 150 W 램프이고 firing angle는 90°, 13차 이상의 고조파의 경우 허용기준과 스펙트럼 레벨 간의 대응이 상당히 좋은 것을 알 수 있고 측정 된 조광기에서 약간 더 높은 수준의 19차 및 27차 고조파는 공급 전압의 왜곡 또는 아마도 조광기의 '상승 시간' 인덕터와 전도 된 방출을 감쇄하기 위한 커패시터 사이의 공진 때문
- 클래스 C (IEC 61000-3-2의 표 2) 허용기준 및 유도성 안정기가 있는 방전 램프의 고조파 스펙트럼 비교
- IEC 61000-3-2의 클래스 C 고조파 전류 허용기준과 자기식 안정기 방전램프 고조파 방출 비교는 다음 그림 8-17 참조

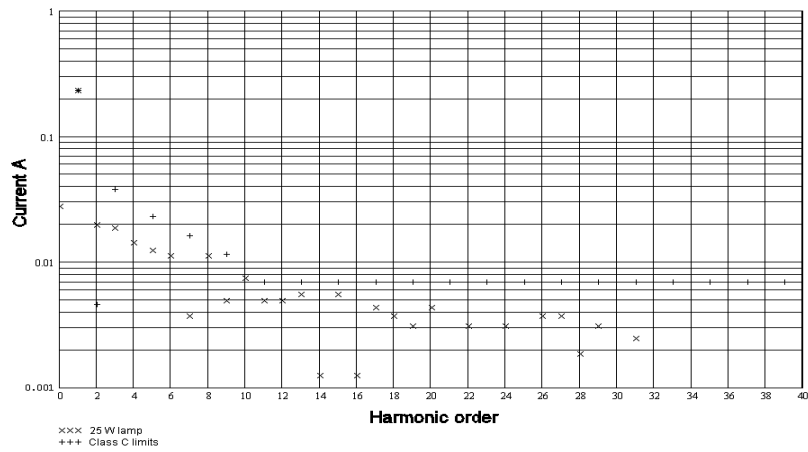


[그림 8-15] 피더에 추가 10Ω 부하가있는 경우 허용되는 클래스 A 부하 대 고조파 차수

제
1
장제
2
장제
3
장제
4
장제
5
장제
6
장제
7
장제
8
장



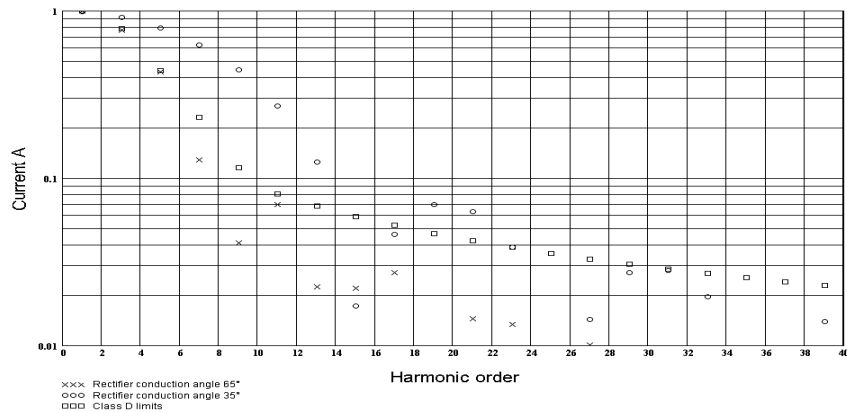
[그림 8-16] 클래스 A 허용기준과 조광기의 스펙트럼 비교



[그림 8-17] Class C 허용기준과 방전 램프의 고조파 스펙트럼 비교

○ 전도 각이 35° 및 65°인 커패시터 필터링
단상 정류기의 클래스 D 허용기준 및
고조파 스펙트럼 비교(그림 8-18참조)
-65°전도 각에 대한 3차 및 5차 고조파
레벨이 허용기준과 일치

○ IEC 61000-3-2 표준은 개정이력이
 많으며 표 8-23와 같이 이력을 정리 할
 수 있으며, IEC 61000-3-12 표준 개정
 이력은 표 8-24, IEC 61000-4-7 표준
 개정 이력은 표 8-2와 같음



[그림 8-18] 커패시터 필터가 있는 단상 230 W 정류기의 클래스 D 허용기준 및 고조파 스펙트럼 비교

<표 8-23> IEC 61000-3-2 국제표준 발행 History

Date	Publication	Edition	Status
2020-07-14	IEC 61000-3-2:2018/AMD1:2020	5.0	Valid
2018-01-26	IEC 61000-3-2:2018 RLV	5.0	Valid
2018-01-26	IEC 61000-3-2:2018	5.0	Valid
2014-05-26	IEC 61000-3-2:2014	4.0	Revised
2009-08-12	IEC 61000-3-2:2005+AMD1:2008+AMD2:2009 CSV/COR1:2009	3.2	Revised
2009-04-20	IEC 61000-3-2:2005+AMD1:2008+AMD2:2009 CSV	3.2	Revised
2009-02-05	IEC 61000-3-2:2005/AMD2:2009	3.0	Revised
2008-03-11	IEC 61000-3-2:2005/AMD1:2008	3.0	Revised
2005-11-28	IEC 61000-3-2:2005	3.0	Revised
2004-11-10	IEC 61000-3-2:2000+AMD1:2001+AMD2:2004 CSV	2.2	Revised
2004-10-12	IEC 61000-3-2:2000/AMD2:2004	2.0	Revised
2001-10-18	IEC 61000-3-2:2000+AMD1:2001 CSV	2.1	Revised
2001-08-28	IEC 61000-3-2:2000/AMD1:2001	2.0	Revised
2000-08-30	IEC 61000-3-2:2000	2.0	Revised
1998-04-23	IEC 61000-3-2:1995+AMD1:1997+AMD2:1998 CSV	1.2	Revised
1998-02-06	IEC 61000-3-2:1995/AMD2:1998	1.0	Revised
1997-12-17	IEC 61000-3-2:1995+AMD1:1997 CSV	1.1	Revised
1997-09-26	IEC 61000-3-2:1995/AMD1:1997	1.0	Revised
1997-02-01	IEC 61000-3-2:1995/COR2:1997	1.0	Revised
1995-04-01	IEC 61000-3-2:1995/COR1:1995	1.0	Revised
1995-03-13	IEC 61000-3-2:1995	1.0	Revised

발행 2021-7-9 까지 각국 회람 완료,

<표 8-24> IEC 61000-3-12 국제표준 발행 History

Date	Publication	Edition	Status
2012-09-18	IEC 61000-3-12:2011/ISH1:2012	2.0	Valid
2004-11-29	IEC 61000-3-12:2004	1.0	Revised

<표 8-25> IEC 61000-4-7 국제표준 발행 History

Date	Publication	Edition	Status
2008-06-11	IEC 61000-4-7:2002/AMD1:2008	2.0	Valid
2004-07-21	IEC 61000-4-7:2002/COR1:2004	2.0	Valid
2002-08-08	IEC 61000-4-7:2002	2.0	Valid
1994-11-01	IEC 61000-4-7:1991/COR1:1994	1.0	Revised
1991-08-28	IEC 61000-4-7:1991	1.0	Revised

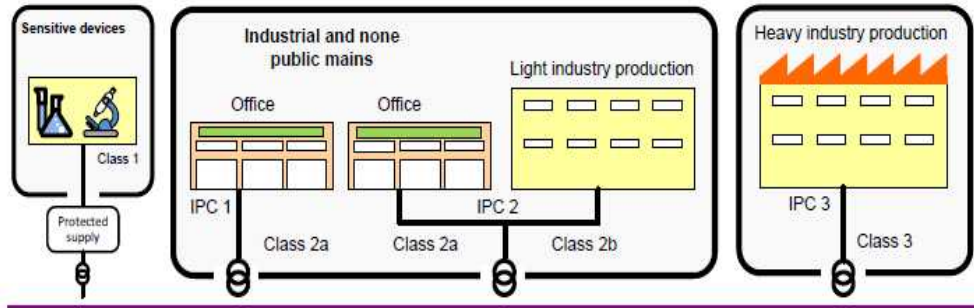
다. 추진 이력 및 계획

- o 77A/1079/DC(2020-06-05) 문서로 IEC TR 61000-1-4 전면 개정하여 새로운 Edition 발행 프로젝트에 대하여 2020-07-17 까지 각국 의견 수렴
- o 각국 NC의 의견 공유, TF구성 및 향후 작업 방향 결정
- o 2017-04-09 RR문서(77A/1096/RR)로 프로젝트 시작 되었고(PROJECT NUMBER: EC TR 61000-1-4 ED2) 목표일정은 CD: 2021-04-16, DTR: 2021-12-31, TR: 2022-06-30
- o 2018-03-31 회의에서 현재 ED.1에서 새로운 버전으로 전면 개정 결정
- o 2021-04-16 CD문서(77A/1097/CD)

2021-11-05 위원회 검토 문서
77A/1112A/CC 발생

o 2022-01-07
DTR문서(77A/1136/DTR) 발행,
2022-03-04 까지 각국 회람 완료

o 2022-03-25 RVDTR(RESULT OF
VOTING ON
DTR)문서(77A/1141/RVDTR) 발행
P-멤버 18개국 투표 참여하여 18개국
찬성으로 (100% 찬성) 승인됨



[그림 8-19] 전자파 환경 Class 구분 예시

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

제 8 장

4. 산업 플랜트의 저주파 전도 방해 적합성 레벨 IEC 61000-2-4 ED3 프로젝트

가. 기본정보

분과	SC77A / WG8	프로젝트 명 표준번호	IEC 61000-2- 4 ED3
현재 상태	CD (77A/1081/CD)	완료시기	2023.10
표준(안) 명칭 (영문)	IEC 61000-2-4: Electromagnetic compatibility(EMC) - Part 2-4: Environment - Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances		
표준(안) 명칭 (국문)	IEC 61000-2-4: 전자파적합성(EMC) - 제2-4부: 환경 - 산업 플랜트에서 저주파 전도성 방해 적합성 레벨		

나. 주요 내용

- 2020-06-19 CD문서(77A/1081/CD) 발행이후 진행사항 없음.
- IEC 61000-2-4:2002의 유지 관리는 SC77A/WG8에 할당되었고 수행된 유지 관리 작업은 WG8 전문가의 관련 제안과 국가 위원회의 제안을 기반으로 함
- IEC 61000-2-4와 비교하여 논의 중인 주요 수정사항에 대한 개요가 문서 77A/1062/DC와 함께 제공
- DC문서(77A/1070/INF)에 대한 응답을 바탕으로 향후 개정판을 위한 작업 초안이 추가로 개발되었으며 이 CD와 함께 제공
- 제안된 수정과 관련하여 WG8 내의 몇 가지 다른 입장과 관련하여 이 CD와 함께 2차 DC가 국가 위원회에 회람
 - 최근 토론 상황에 대한 배경 정보 제공

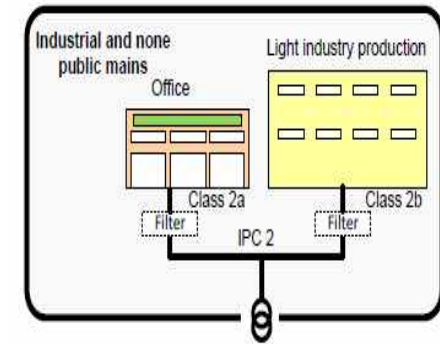
- 각 국가 위원회에 공공 LV 공급 네트워크에서 사용되는 전기 기기에 대한 고조파로 인한 인식된 EMI에 대한 정보와 공급 전압의 개별 고조파가 공공 공급에 사용되는 장비의 성능에 미치는 영향에 대한 측정 결과에 대한 정보를 제공하도록 요청

- WG8 내에서 논의 중인 주요 문제와 관련, 최대 2kHz의 고조파에 대한 적합성 레벨의 적절한 선택과 관련하여 짝수 및 삼중 고조파 값의 증가를 전자파 환경에 대한 수정된 분류 2a 및 2b와 함께 고려하는 경우 최근에 정의된 Class 2 중 표 2의 적합성 레벨에 대한 관련 값은 잠정적인 값이며 현재 국가 위원회에서 요청한 피드백을 기반으로 추가 논의 예정
- 주요 개정사항 요약
 - IEC 61000-2-4: 2002에서 현재 정의된 class 2를 두 개의 class 2a 및 2b로 분할하여 산업 및 기타 비공공 네트워크의 환경 분류를 수정
 - 지금까지 IEC 61000-2-4: 2002의 class2에 대해 지정된 THD 값을 추가로 충족시키면서 가능한 증가와 관련하여 0 ~ 2 kHz의 주파수 범위에서 짝수 및 삼중 고조파에 대한 CL을 검토
 - 2 kHz ~ 150 kHz의 주파수 범위에서 저전압 산업 및 기타 비공공 네트워크용 CL을 도입
- 전자기 환경 구분 Class 2를 Class 2a와 Class 2b로 구분
 - Class 1: 이 Class는 보호된(UPS, 필터, 서지 흡수) 공급 장치에 적용되며 공용 네트워크보다 고조파 적합성 레벨이 낮음.

예를 들어 실험실의 전기 기기, 일부 자동화 및 보호기기, 일부 컴퓨터 등과 같이 전원 공급 장치의 장애에 매우 민감한 장비를 사용하는 것과 관련이 있음

- Class 2a: 이 등급은 일반적으로 산업용 전력 전자 장비가 연결되지 않는 산업용 및 기타 비공개 전원 공급 장치(예: 사무실)의 환경에서 IPC(IPC1)에 적용
- Class 2b: 이 등급은 산업용 전력 전자 장비가 일반적으로 분리 변압기 없이 표준 비산업 장비를 연결하려는 등급 1 또는 2a 네트워크(예: 사무실)에 연결되는 산업 환경의 IPC(IPC2)에 적용
- Class 3: 이 Class는 비 산업용 기기를 연결하려는 영역에서 분리 변압기로 분리된 산업 환경의 IPC에만 적용. 일부 교란 현상에 대해 클래스 2b보다 적합성 레벨이 높음. 예를 들어 다음 조건 중 하나라도 충족되면 이 Class를 고려함
 - 부하의 대부분이 컨버터를 통해 공급
 - 용접기 있음
 - 대형 모터가 자주 시작 운전됨
 - 부하가 빠르게 변함
- Class 구분 예시 그림 추가(그림 8-19)
- 일반적으로 분리된 부스바에서 공급되는 아크로 및 대형 변환기와 같은 매우 방해 부하에 대한 전원 공급은 종종 Class 3(가혹한 환경)을 초과하는 방해 수준을 가짐. 이러한 특수한 메가와트 범위 제품 상황(즉, > 1MW)에서는 다른 부하 특성을 고려하여 더 높은 적합성 레벨에 동의해야 함
- 산업 환경의 다양성을 고려하면 주어진 네트워크에서 다양한 현상에 대해 서로 다른

클래스가 관련될 수 있고 완화가 필요한 경우 다음 그림 8-20의 예 참조



[그림 8-20] 전자파 완화 예시

○ Class 2a, 2b 및 3의 짝수 및 삼중 고조파에 대한 CL 증가: 최대 2 kHz의 고조파에 대해 산업용 기기 제조자는 IEC 61000-2-에 정의된 Class 2에 대한 현재 CL과 비교하여 Class 2a 및 2b에 대한 짝수 및 삼중 고조파에 대해 증가된 CL을 제안하고 있고 IEC 61000-2-4: 2002 개정 배경은

- IEC 62578에 따른 AIC(Active Infeed Converter)와 같은 최신 전력전자 기기는 에너지 절약 기기 및 재생 가능 에너지 생성의 필수 요소이고 이는 펄스폭 변조(PWM) 변환으로 작동하며 스위칭 주파수는 몇 kHz 범위이고 스위칭 주파수 아래에서는 매우 낮은 방출임. 잘 감쇠된 저역 통과 필터는 스위칭 주파수에서 방출을 제한하지만 그 공진은 여전히 1kHz ~ 2kHz 주파수 범위에서 매우 제한된 증폭 효과를 나타냄.

IEC 61000-2-4: 2002에 정의된 적합성 레벨에 따라 짝수 및 삼중 고조파 주파수에 대한 허용 방출 한계를 계산하면 AIC 장비에서 충족할 수 없고 측정 장비의 정확도 사양 이하인 매우 낮은 값이 생성. 산업 장비 제조자의 관점에서 보면 이러한 엄격한 허용기준은 에너지 절약 기기에 대한 수용 수준을 낮추고 에너지 절약을 위한 글로벌 목표를 충족하는데 있어서 갈등을 일으킬 수 있음

- 이 제안에서 IEC 61000-2-4: 2002의 표 5에 정의된 전체 고조파 왜곡에 대한 CL은 변경되지 않아야 하며, 이 제안에 따르면 일부 단일 고조파의 CL에 대한 변경만 기반으로 하여 전반적인 전압 왜곡에 대한 가능성 여전히 발생함.

전력전자 산업에서 이러한 변화는 현대 전력전자 기기의 물리적 현상을 고려하기 위해 필요한 것으로 간주

- 2kHz ~ 150kHz의 주파수 범위에서 저전압 산업 및 기타 비공공 네트워크용 CL 도입

○ 클래스 2a, 2b 및 3에 대한 CL 값의 변경 배경 내용 요약

- 공공 공급망에서 고조파 장애가 증가하여 공공 LV 공급망에 연결된 전기 장비에 EMI를 유발할 수 있음

- 관련 THD 값의 유지에 관계없이 증가된 방출에 따른 방해에 대한 공공 LV 공급 네트워크에 연결된 기기의 전자파적합성에 대한 불확실성 해소. 현재 EMC 제품표준 에서 관련 내성 요구사항을 조정할 필요가 있지만 그러한 변경 후 몇 년 후에 실질적으로 적용. 수년에 걸쳐 공공 공급 네트워크에 연결된 기존 전기 (대량) 기기로 EMC가 감소한 상황의 원인에 대한 경고

- 위 변경 사항을 결정하기 전에 문제에 대한 경험, 관련 조사 및 정보 수집을 위한 노력이 필요하다고 판단되고 현재 WG 8에서 합의가 이루어졌고 DC문서로 각 국가위원회에 정보를 요청

○ 현재 논의된 제안(제안“A”, 제안“B2” 및 제안 “C”): 다음 제안에서

- ▲전원 주파수가 50Hz 인 공급 네트워크와 관련된 기본 U1의 RMS 전압에 대한 RMS 전압값으로 Class 2a 및 2b에 대해 제안된 CL 비교 목적으로

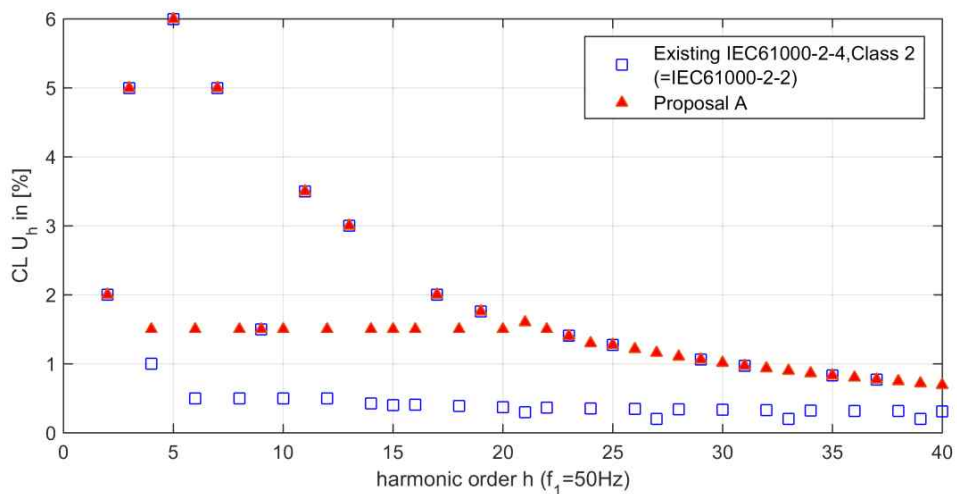
- □ 현재 IEC 61000-2-4: 2002, Class 2에 따른 CL은 IEC 61000-2-2: 2018에

정의된 것과 동일

- 산업 장비 제조자의 제안 “A”(그림8-21참조)
- 이 제안은 IEC 61000-2-4: 2002에 정의된 것과 비교하여 짝수 및 삼중 고조파에

피드백이 없거나 극히 제한적인 방출

- 따라서 이 제안은 에너지 절약 기기 및 신재생 에너지 생성의 필수 요소인 현대 전력전자 기기의 기술 관련 요구에 대한 인식을 기반
- DSO의 두 가지 제안 중 제안“B1”과 관련 연구 컨설팅



[그림 8-21] 제조자의 제안“A” 적합성 레벨

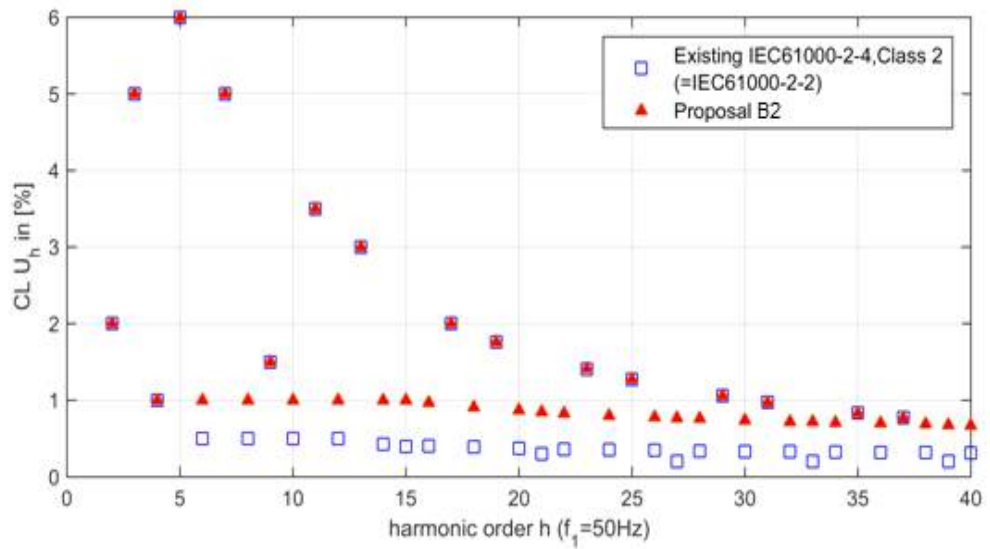
대해 증가된 CL이고 THD(8 %)에 대한 CL은 변경되지 않아야 하지만 변경 사항은 일부 단일 고조파에서 전체 전압 왜곡에 대한 기여도 할당과 관련됨

- 현재 IEC 61000-2-4에 정의된 적합성 레벨에 따라 계산된 짝수 및 삼중 고조파에 대한 허용 방출 한계를 고려하여 AIC 기기에서 충족할 수 없고 측정 장비의 정확도 사양 이하인 매우 낮은 값을 초래
- 이러한 유형의 기기에 대한 제조자의 오랜 경험을 고려하여 특히 H13과 H40 사이의 주파수 범위에서 짝수 또는 삼중 고조파 주파수에서 전압 왜곡으로 인해 산업 네트워크에서 EMI 사례에 대한

- 미래의 Class 2a 환경에서 사용되는 LV 장비에 대해 최근 Class 2 CL을 유지하기 위한 제안
- Class 2a 적합성 레벨을 현재 IEC 62000-2-4: 2002에 지정된 Class 2 레벨 (그림 8-15 에서 □파란색으로 표시된 레벨)과 동일하게 유지하며 이는 IEC 61000-2-2: 2018에서도 동일
- 제안 “A”의 적합성 레벨(그림 8-15에서 ▲적색 레벨)을 Class 2b 환경에만 적용
- 이 제안의 주요 아이디어는 공용 LV 네트워크에 연결된 기기용으로 설계된 Class 2의 기존 적합성 레벨을 유지하는 것이고 실제로 IEC 61000-2-2에 적합하도록 설계된 일부 기기는 산업용 LV 네트워크, 특히 새로 정의 된 Class 2a 환경에서도 사용되고 이러한 장비는 예를 들어 개인용 컴퓨터, 조명 장치 등
- 이 제안은 LV 대량 전력 전자 장치, 특히 호환성 수준을 높일 때 소형 전력 및 단상 장치와 같은 공용 네트워크에 연결된 장치에서 잠재적 인 EMI 문제를 피할 수 있음. LV 부하는 연결 지점에서 고조파 전압에 민감 할 수 있으며 고조파 적합성 레벨이 증가하면 이러한 유형의 LV 부하에 의해 주입되는 전류 고조파가 증가 할 수 있음. 결론적으로 CL의 증가는 기존 기기에 해로울 수 있고 기존 기기의 내성 문제는 실험실 테스트 및 시뮬레이션 연구를 통해 확인해야 함
- o DSO의 두 가지제안 중 제안“B2”과 관련 연구 / 컨설팅
 - 고조파 CL의 약간 증가에 대한 제조자의 우려를 고려한 제안으로 그림 8-22과

같음

- 현대(self-commutating) 전력전자 기기의 새로운 방출 특성을 고려하여 유사한 방식으로 홀수 비 삼중, 홀수 삼중 및 짝수 고조파 차수를 처리
- 현대 전력전자 기기의 방출이 일반적으로 기존 (line-commuted) 전력전자 기기의 방출보다 낮다는 기반에서 시작
- EN 50160의 전류 조정, 특히 15 차 고조파 차수에 맞춰 조정 된 값을 보여 줌
- 비 특성 고조파 차수(non-characteristic harmonic orders)에서 증가 된 방해 레벨이 전력 변압기와 같은 대중 시장 기기 및 네트워크 구성 요소에 미치는 영향에 대한 제안자 사이에 거의 지식이 없다는 점을 더 고려
- 많은 공용 LV 네트워크(유럽)의 실제 방해 레벨이 현재 적합성 레벨(15, 21 및 27 차 제외)보다 훨씬 낮다는 사실과 함께 이 제안에서 제안 된 중간 수준의 증가는 정당한 것으로 보임. 더 많은 경험과 지식이 존재하는 경우 향후 개정 주기에서 추가 증가를 고려할 수 있음



[그림 8-22] DNO의 제안“B2” 적합성 레벨

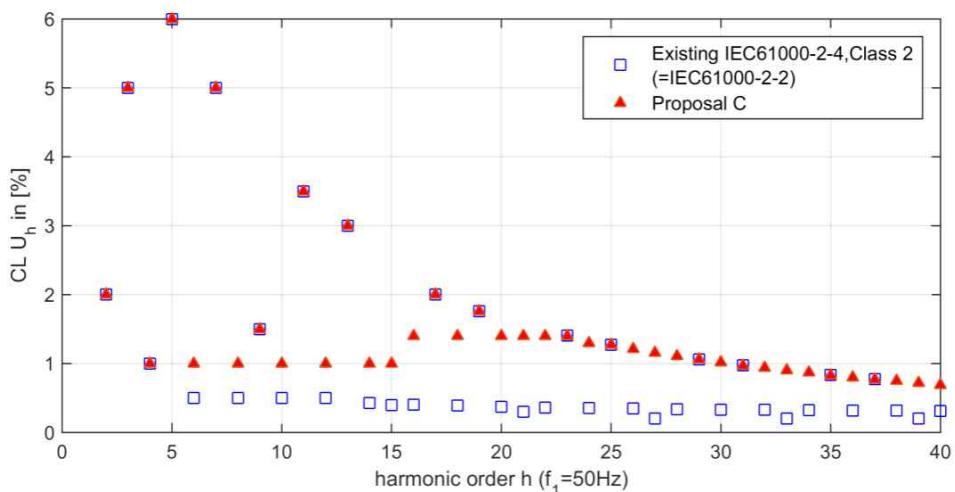
제
1
장제
2
장제
3
장제
4
장제
5
장제
6
장제
7
장제
8
장

- 제안자의 관점에서 볼 때 공용 LV 네트워크에 대한 IEC 61000-2-2의 향후 개정판에서 개정하는 것이(CL 상승) 적절하다고 볼 수 있음
- 제안 “A”및 “B2”에서 파생된 혼합 제안 “C”(그림8-23 참조)
 - 이 제안의 CL은 제안 “A”와 “B2”사이의 균형을 목표로 WG8에서 논의한 결과이며 다음과 같은 예비 결과 및 근거가 있음
 - 기기의 내성 및 관련 비용의 증가에 대한 적절한 요구 사항을 목표로 하는 15차까지 고조파 CL의 낮은 증가
 - 최신(self-commutating)) 전력전자 기기, 특히 필터 공진에서의 방출, 충분히 높은 방출 허용기준 정의를 위한 전제 조건으로 더 높은 CL의 허용 가능성 요구로 새로운 방출 특성을 고려하여 16차에서 40차까지 더 높은 주파수 범위에서 짝수 및 삼중 고조파 CL이 어떻게 든 더 크게 증가

- 그러나 전반적으로 이 제안은 CL이 증가한 효과와 최종적으로 공용 LV 공급 네트워크에 연결된 기기에 대한 장애를 넘어서 여전히 약간의 불확실성에 직면해 있음

- 고조파 CL의 증가 정도 대 방출 제한 가능성
- 한편으로는 방출량을 줄이고 다른 한편으로는 기기, 특히 대량 기기의 적절한 내성을 보장하기 위한 비용의 공정한 분담

○ 고조파에 대한 적합성 레벨은 표 8-26과 같음



[그림 8-23] 제안 “A”및 “B2”에서 파생 된 혼합 제안 “C” 적합성 레벨

<표 8-26> 고조파에 대한 적합성 레벨 - 고조파 전압 구성 요소

Order h	Class 1 U_h %	Class 2a, Class 2b U_h %	Class 3 U_h %
<u>2</u>	2	2	3
3	3	5	6
4	<u>1</u>	<u>1</u>	3
5	3	6	8
6	<u>1</u>	<u>1</u>	3
7	3	5	7
8	<u>1</u>	<u>1</u>	3
9	<u>1.5</u>	<u>1.5</u>	3
10	<u>1</u>	<u>1</u>	3
11	3	3,5	5
12	<u>1</u>	<u>1</u>	3
13	3	3	4,5
14	<u>1</u>	<u>1</u>	4,4
15	<u>1</u>	<u>1</u>	4,2
16	<u>1.4</u>	<u>1.4</u>	4,1
17	2	2	4
<u>18</u>	<u>1.4</u>	<u>1.4</u>	<u>3.75</u>
<u>19</u>	<u>1.8</u>	<u>1.8</u>	<u>3.5</u>
<u>20</u>	<u>1.4</u>	<u>1.4</u>	<u>3.3</u>
<u>21</u>	<u>1.4</u>	<u>1.4</u>	<u>3.1</u>
<u>22</u>	<u>1.4</u>	<u>1.4</u>	<u>3</u>

<u>23 ≤ 47</u> $h ≤ 40$	$2,27 \times (17/h) - 0,27$	$2,27 \times (17/h) - 0,27$	$4,5 \times (17/h) - 0,5$
NOTE In some cases where part of an industrial network is dedicated to large non-linear loads, the class 3 compatibility levels for that part of the network may be 1,2 times the above values. In such cases precautions should be taken regarding immunity of equipment connected. However, at the PCC (public network) the compatibility levels from IEC 61000-2-2 and IEC 61000-2-12 take precedence.			

다. 추진 이력 및 계획

- 2019-06-28 77A/1033/Q 발행으로 IEC 61000-2-4: 2002의 개정 작업을 시작할지 의견 요청(2019-08-09까지 회신)
- 2019-09-06 77A/1045/RQ 발행으로 77A/1033/Q 문서에 대한 각국의 회신 결과 P멤버 18개국 회신으로 개정 작업 승인
- IEC 61000-2-4: 2002의 개정은 SC77A WG8에 할당되어 관련 전문가 선임 및 각 국가위원회의 제안 요청
- 2017-09-06 RR문서(77A/1048/RR)로 프로젝트 시작 되었고(PROJECT NUMBER: IEC 61000-2-4 ED3) 목표일정은 CD: 2020-10-01, CDV: 2021-10-01, FDIS: 2022-10-03, IS: 2023-10-02
- IEC 61000-2-4와 비교하여 논의 중인 주요 수정 사항에 대한 개요가 문서 77A/1062/DC에 제공. 이 DC문서(77A/1070/INF)에 대한 응답을 기반으로 향후 버전에 대한 작업 초안이 추가로 개발. 제안 된 수정과 관련하여 WG8 내의 일부 다른 입장과 관련하여 이 CD와 함께 2차 DC 문서가 각 국가위원회에 회람
- 2018-03-31 회의에서 현재 ED.1에서 새로운 버전으로 전면 개정 결정
- 2020-06-19 CD문서(77A/1081/CD) 발행 2020-8-14 까지 각국 회람 완료하였고 이후 진행상황 없음
- 완료 목표일은 2024-10
- 우리나라 공공 LV 공급 네트워크에서 사용되는 전기 기기의 고조파 EMI에 대한 정보 수집과 개별 고조파가 네트워크에 연결되는 기기의 성능에 미치는 영향에 대한

측정 및 현황 조사하여 표준 개정에 적극적 대응 필요

5. 공공 저전압 시스템에 연결된 75 A이하의 에너지 공급기기(EPE) 고조파 전류 허용기준 IEC 61000-3-16 Ed.1 제정 프로젝트

가. 기본정보

분과	SC77A / WG1	프로젝트 명 표준번호	IEC TS 61000-3-16 ED1
현재 상태	CD (77A/1108 /CD)	완료시기	2022.11
표준(안) 명칭 (영문)	IEC 61000-3-16 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-16: Limits - Limits for harmonic currents produced by energy supplying equipment with a rated current less than or equal to 75 A per phase connected to public low-voltage systems		
표준(안) 명칭 (국문)	IEC 61000-3-16 전자파적합성(EMC) - 제3-16부: 허용기준 - 공공 저전압 시스템에 연결된 상당 75A 이하의 정격 전류의 에너지 공급기기에서 생성되는 고조파 전류에 대한 허용기준		

나. 주요 내용

- 분산전원 기기는 공공 LV 네트워크에서 점점 더 보편화되고 있어 배전계통에 유입되는 고조파 성분을 제한하기 위해 IEC SC77A는 기술 보고서 IEC 61000-3-15에서 이 문제를 해결하였으나 분산전원 제품 그룹의 시장 침투력을 높아지고 있어 고조파 방출 제한에 대한 표준이 필요
- IEC 61000-3-16은 에너지

공급기기(ESE: energy supply equipment)에서 생성되는 고조파 전류의 허용기준을 다름

○ EC 61000-3-16 표준의 목적

- 태양광 발전 등 분산발전과 같은 에너지공급기기(ESE)의 운전으로 인하여 발전단계에서 공칭 주파수의 40차 주파수까지로 정의 되는 고조파 전류가 과도하게 저전압 공공 배전망(Grid)에 유입되게 되면 배전망에 연결된 다른 기기들은 이 고조파 전류로 인하여 과열 소손 및 무효전력 증가로 인한 전력손실 증가 등과 같이 여러 가지 문제점과 사고가 발행 할 수 있음
- 과도한 고조파 전류 유입을 방지하기 위해 에너지공급기기의 고조파 전류를 그리드의 단락비에 따라 각 차수별 고조파 허용기준을 마련하는 목적으로 IEC TC 77의 SC 77A 소위원회 WG1 작업반에서는 국제 표준화 작업

○ 적용범위

- 허용기준은 다음 유형의 공용 저전압 AC 배전 시스템에 연결하기 위한 정격 전류가 상당 75A 이하인 ESE에 적용
- 최대 240 V의 공칭 전압, 단상 2선 또는 3선
- 공칭 주파수 50 Hz 또는 60 Hz
- 에너지를 주로 흡수하지만 2차 기능으로 공공 전력망에 에너지를 공급할 수 있는 기기는 범위에서 제외, 즉 제동 중 에너지를 반환하는 엘리베이터 모터 드라이브 회생 제동 발전 등은 범위에서 제외
- 기기에 대한 요구 사항 및 허용기준 규정과 형식시험(type test) 및

시뮬레이션 방법을 특정하고 이 표준에 대한 적합성은 검증된 시뮬레이션으로도 확인할 수 있고

- 40차(h_{40})까지 범위에서 ESE의 고조파 전류 허용기준 및 시험절차를 제공
- 40차 이상 고조파인 주파수 범위 2kHz에서 9kHz까지 허용기준과 에너지 저장 시스템에 대한 허용기준과 시험방법은 차기 개정판에서 다루기로 함
- 새롭게 정의된 용어 정의
 - 기존 IEC 61000-3-2 및 IEC 61000-3-12 표준의 용어 정의 채용
 - 기준전류(Reference current, (I_{ref})): 기기 사양에 명시된 RMS 출력 전류를 의미하고 이 기준전류는 표준 측정방법인 IEC 61000-4-7에서 정의한 것처럼 각 DFT(Discrete Fourier Transform) time window에서 시정수 1.5s 평활RMS전류로 측정함
 - 부분 3중 고조파 전류(Partial triplen harmonic current, $PHC_{triplen}$): 다음 식(1)과 같이 15차, 18차, 21차, 24차, 27차, 30차, 33차, 36차 및 39차 고조파의 고조파 전류 성분의 총 RMS 값으로 기본파의 3배수 고조파 전류를 말하고 허용기준에서는 기준전류 대비 15차 이상에서 기본파 3배수 고조파 RMS 값의 비로 규정

$$PHC_{triplen} = \sqrt{\sum_{h=15,18,\dots}^{39} I_h^2} \dots \text{식(1)}$$

- 부분 영상 고조파 전류(Partial zero-sequence harmonic current,

PHC_{zero}): 다음 식(2)와 같이 14차에서 40차까지의 영상 전류 구성 요소 계수의 총 RMS 값으로서 허용기준에서는 기준전류 대비 부분 영상 고조파 전류 값의 비로 규정하고 있음. PHC_{zero} 는 3상기기에만 적용 되고 $I_{h,L1}$, $I_{h,L2}$ 와 $I_{h,L3}$ 는 일반적으로 중성선의 고조파 전류와 동일하다. 중성선에 연결되지 않은 장비의 경우 PHC_{zero} 는 일반적으로 0임

$$PHC_{zero} = \sqrt{\sum_{h=14}^{40} \left(\frac{I_{h,L1} + I_{h,L2} + I_{h,L3}}{3} \right)^2} \dots$$

식(2)

여기서, $I_{h,L1}$, $I_{h,L2}$ 와 $I_{h,L3}$ 는 고조파 전류 위상의 복소수 벡터

- 저전압 공공전력망에서 고조파 전류 유입 제한의 일반적인 배경
 - 그리드 측에서 고조파 전류를 제거 할 수 없는 ESE에 대한 고조파 방출: ESE의 성능은 설계 및 구성(필터 유형, 펄스 폭 변조 기술, 제어 알고리즘 및 스위칭 주파수)에 따라 다르므로 1% 이상의 고조파를 생성할 수 없는 ESE는 네트워크의 전력 품질에 영향을 미치지 않고 이러한 현상을 기초로 ESE 인버터의 고조파 방출에 대한 세 가지 허용기준이 정하여 졌고 허용된 PHC 는 계통의 단락비 R_{sce} 값에 따라 다름
 - 그리드 측에서 고조파 전류를 제거 할 수 있는 ESE에 대한 고조파 방출: 일부 ESE가 계통 측의 고조파를 보상할 수 있는 경우 ESE 인버터의 품질과 성능을 검증하기 위해 제품 시험과 함께 시스템 시험을 수행해야 함. 시스템 시험은 향후 버전에서 다룰 예정이다.

왜곡된 네트워크 전압 조건에서 고조파 제거 및 ESE 성능을 모두 검증하기 위해 고조파 전류 방출에 대한 적절한 허용기준을 정의하려면 추가 분석 및 개발이 필요

- ESE 고조파 측정 및 시뮬레이션 조건
 - 적합성은 직접 측정 방법과 검증된 시뮬레이션으로 계산에 의한 두 가지 방법 중 하나로 결정
 - 정상 작동 조건에서 최대 총 고조파 전류(THC)를 생성할 것으로 예상되는 모드로 설정된 사용자의 제어 또는 자동 프로그램으로 수행
- 측정 요구사항
 - ESE 인버터 전원공급: ESE가 제시하는 모든 부하 조건에 대해 고조파 전류 방출에 기여하지 않는 전원으로부터 DC 전원을 공급받아야 함. 인버터는 태양광 발전 어레이와 같은 전류 소스 또는 전압 소스의 입력을 받아들이도록 설계할 수 있음
 - ESE 인버터가 에너지를 공급하는 전원: 측정 프로세스의 첫 번째 단계로 제조자는 제품 설계에 대한 지식을 기반으로 ESE 인버터가 관련 표의 요구 사항을 준수할 수 있을 것으로 예상되는 시험 값 R_{sce} (기호 $R_{sce,min}$)를 선택해야 하고 전압 및 전류 공급원은 다음 요구 사항을 충족해야 함
- 측정시 공급 전압 조건
 - 공급 전압 U는 ESE 인버터의 정격 출력 전압과 같아야 하고 출력 전압은 IEC 60038에 따른 공칭 시스템 전압(예: 단상 220V 또는 삼상 380V line-line)
 - 측정이 이루어지는 동안 출력 전압은 $\pm 2.0\%$ 이내로 유지, 주파수는 공칭값의

- ±0.5% 이내로 유지
- 3상 전원의 경우 전압 불평형은 2% 미만
- 공급 전압 U의 고조파 비율은 5차 1.5%, 3차 ~ 7차 1.25%, 11차 0.7%, 9차 ~ 13차 0.6%, 2차 ~ 10차 0.4%, 12차 및 14 ~ 40차 0.3% 초과해서는 않됨
- 전원의 임피던스는 IEC TR 60725에 주어진 기준 임피던스보다 낮아야 하고 표 1의 허용기준 적용을 위해 전원의 임피던스는 단락비 R_{sce} 가 33보다 크거나 같도록 하고, 허용기준 표 2의 적용을 위해 R_{sce} 는 ESE 인버터의 적합성을 허용할 것으로 예상되는 값인 최소 단락비 $R_{sce,min}$ 이상이어야 함
- 전류 감지 부분과 배선의 임피던스는 전원의 임피던스에 포함
- 기준전류(I_{ref})의 결정
 - 허용기준 적용을 위한 기준전류(I_{ref})는 고조파 전류에 대해 다음에 명시된 평균화 방법을 사용하여 측정해야 하고 측정은 위에 명시된 ESE 고조파 측정 및 시뮬레이션의 일반적인 조건에서 이루어져야 함
- 고조파 전류 직접 측정 방법
 - ESE 인버터 출력은 전원(AC)에 연결되어야 하고 인버터 DC 입력 전류 또는 전압은 최소 10초의 대기 시간 후에 기준전류(I_{ref})가 공급원으로 흐르도록 설정
 - 그런 다음 1분의 관찰기간 동안 다음 절차에 따라 전류를 측정
 - DC 소스와 ESE 인버터 사이의 연결 지점에서 측정
 - 단상 전원에 연결된 ESE의 경우 선전류 대신 중성선의 전류를 측정하는 것이

- 허용되고 측정기기에 대한 요구 사항은 IEC 61000-4-7에 나와 있고 이 표준에 지정된 ESE 인버터의 전류 허용기준은 각 선전류에 적용
- 고조파 전류 직접 측정 절차
 - 허용기준 표 8-28 또는 표 8-29의 적용에 대한 시험 값 $R_{sce,min}$ 으로 적합성이 달성되지 않으면 $R_{sce,min}$ 값이 적합성을 달성할 때까지 더 높은 $R_{sce,min}$ 값을 선택하고 시험을 반복, 최종 값은 시험성적서 등 문서화의 R_{sce} 의 최소값으로 사용
- 고조파 및 상호고조파 측정 표준 IEC 61000-4-7(고조파 측정기의 OUT 2b)에 정의된 대로 각 DFT(이산 푸리에 변환) Time window에서 시정수 1.5s 평활 RMS 전류를 측정하도록 ESE를 시험할 목적으로 IEC 61000-4-7에 설명된 그룹화는 예외를 제외하고 활성화
- 부분 고조파 전류 PHC 계산을 위해 그룹화되지 않은 고조파 전류값을 사용할 수 있고 그룹화되지 않은 값이 허용기준에 부적합하면 허용기준에 대한 비교가 부적합임. 그룹화된 값이나 그룹화되지 않은 값이 기준치 이하 이면 허용기준 비교가 적합한 것으로 하되 선택한 계산은 시험 성적서에 명시
- 각 고조파 차수에 대해 전체 관찰기간 동안 DFT Time window에서 측정된 값의 산술 평균을 계산
- 고조파 전류 시뮬레이션 방법 요구사항
 - 고조파 레벨이 IEC 61000-2-4의 Class 3에 주어진 적합성 레벨을 초과하지 않는 경우 가능한 더 높은 전압 왜곡과 함께 고조파 직접측정 방법에 설명된 대로

- 정상적인 실험실 조건에서 형식
측정으로(Type test) 기기가 관련
허용기준을 만족함을 보여야 함
- 시험 중 전압 스펙트럼과 공급
임피던스(전류 감지 부품 및 배선의
임피던스를 포함하여 직접 또는
간접적으로 단락 전력 항목에서 기본
주파수 값)를 기록
 - 제조자의 소프트웨어 및 시험 절차를
사용한 장비 기기의 시뮬레이션 가능
 - 시뮬레이션은 제품 범위의 각 끝(0A ~
75A 범위 내)에서 또는 근처에서 하나의
제품에 대해 검증된 경우 유효한 것으로
간주

<표 8-27> 고조파 시험 관찰 시간

ESE 거동의 유형 (Type of ESE behaviour)	관찰 기간 (observation period)
준정지 (Quasi-stationary)	반복성에 대한 요구사항을 충족 할 정도로 충분한 기간의 T_{obs}
짧은주기 ($T_{cycle} \leq 2.5 \text{ min}$)	$T_{obs} \geq 10$ 사이클(기준방법) 또는 반복성에 대한 요구사항을 충족 할 정도로 충분한 기 간 또는 동기화의 T_{obs}
무작위	반복성에 대한 요구사항을 충족 할 정도로 충분한 기간의 T_{obs}
긴주기($T_{cycle} > 2.5 \text{ min}$)	완전한 장비 프로그램 사이클(기준방법) 또는 제조자가 최고 THC 를 갖는 작동기간으 로 간주한 대표적인 2.5분 기간

^a“동기화”란 총관찰기간이 반복성 요구사항이 충족 될 정도로 정확한 정수의 장비 사이클에 충분히 가깝다는 것을 의미

- 시뮬레이션은 순수 사인파, 평형 공급 전압 및 낮은 출력 임피던스로 반복,
- 허용기준 표 8-29의 적용을 위해 전원의 임피던스는 IEC 60725에 주어진 기준 임피던스보다 낮아야 하고 $R_{sce}=33$ 보다 크거나 같은 단락비 R_{sce} 값에 해당해야 함
- 허용기준 표 8-29의 적용을 위해 전원의 임피던스는 IEC 60725에 주어진 기준 임피던스보다 낮아야 하고 기기의 적합성을 허용할 것으로 예상되는 시험 값 최소 단락비 $R_{sce,min}$ 보다 높거나 같은 R_{sce} 값에 해당
- 고조파 전류 측정 절차, 반복성 및 시작/중지
 - ESE의 고조파 전류 허용기준은 모든 유형의 전원 연결 및 부하에 대한 각 라인 전류에 적용, ESE는 양 또는 음의 방식으로 전류 고조파에 기여하지 않는 전원에서 DC 전원을 공급 받아야 하고 이 조건은 ESE가 제공하는 모든 부하 조건에 대해 DC 전원의 피크 대 피크 리플 및 노이즈 전압이 변경 될 때 충족되는 것으로 간주
- 시작 및 중지: ESE의 일부가 작동을 시작하거나 작동을 중단 할 때 수동 또는 자동으로 고조파 전류는 처음 10 초 동안 또는 ESE가 완전히 작동 또는 중단 될 때까지 고려되지 않음. 시험중인 기기는 관찰 기간의 10 % 이상 동안 대기 모드에 있지 않아야 함
- 허용기준의 적용
 - 전체 시험 관찰 기간에 걸쳐 취해진 각 개별 고조파 전류 또는 PHC 에 대한 평균값은 표 8-28 및 표 8-29의 적용 가능한 한계보다 작거나 같아야 함
 - 각 고조파 차수에 대해 측정 절차에 정의된 대로 모든 1.5s 평활 RMS 고조파 전류 값은 적용 가능한 허용기준의 150 %보다 작거나 같아야 함
 - PHC 계산시 기준 전류 I_{ref} 의 1 % 미만의 개별 고조파 전류는 무시
- 시험 성적서에는 다음 정보를 포함
 - 제조자가 측정 한 최대 출력 전류 I_{RMS} 또는 기준 전류 I_{ref} 의 값
 - 시험에 사용되는 단락 비
 - 필요한 최소 단락 비
 - 적용된 테이블에 대한 설명

<표 8-28> 모든 ESE에 대한 개별 전류 고조파 허용기준
(상당 최대 75A)

각 고조파 차수	각 고조파 전류 $I_{og,h}/I_{ref}a\%$	
	$R_{sce} = 250$	$R_{sce} = 33$
I_2	1	1
I_3	4	3
I_4	1	1
I_5	4	3
I_6	2	2
I_7	4	3
I_8	2	2
I_9	1.5	1
I_{10}	1	1
I_{11}	2	1.5
I_{12}	1	1
I_{13}	2	1.5

^a I_{ref} = 기준 전류

$I_{og,h}$ = 고조파 차수 h 의 평활 고조파 그룹의 전류 성분
 $R_{sce} = 33$ 과 250의 값 사이는 선형 보간법으로 산출이 허용됨

- 네 가지 유형의 ESE 동작에 대한 시험 관찰 시간 (T_{obs})이 고려되고 표 8-14에 설명
- 고조파 전류 요구사항
 - 고조파 전류 허용기준은 표 8-28 및 표 8-29에 지정되고
 - 표 8-28는 2 ~ 13 차에 대한 개별 고조파 허용기준을 정의하고 단상 또는 3상 시스템과 위 상당 최대 75A의 정격 전류를 사용하는 ESE에 적용
 - 표 8-29는 단상 및 3상 구성과 0-16A 및 16-75A의 정격 전류를 사용하는 ESE에 대한 부분 고조파 전류(PHC) 허용기준을 정의
 - 표 8-28 및 표 8-29에 지정된 고조파 전류 방출 허용기준을 준수하는 ESE는 공급 시스템은 모든 지점에서 연결하는데 적합

- 표 8-28를 만족하는 ESE의 경우 제조자는 기기와 함께 제공된 사용 설명서에 “IEC 61000-3-16에 적합하는 기기” 명시
- 표 8-28를 만족하지 못하는 ESE의 경우 제조자는
 - 관련 표 8-28에 주어진 한계를 초과하지 않는 R_{sce} 의 최소값을 결정
 - 사용 설명서에서 이 최소 R_{sce} 값에 해당하는 단락 전원 S_{sc} 값을 선언
 - 필요한 경우 배전 시스템 운영자와 상의하여 ESE가 해당 S_{sc} 값 이상의 공급 장치에만 연결되어 있는지 사용자에게 결정하도록 안내하고 이를 위해 사용 설명서에 다음과 같은 내용을 명기
“이 기기는 단락 전원 S_{sc} 가 사용자의 공급 장치와 공용 시스템 사이의 인터페이스 지점에서 xx보다 크거나 같은 경우 IEC 61000-3-16을 만족한다. 필요한 경우 배전 시스템 운영자와 협의하여 기기가 단락 전원 S_{sc} 가 xx보다 크거나 같은 공급 장치에만 연결되도록 하는 것은 기기 설치자 또는 기기 사용자의 책임이다.”
 - 여기서 xx는 관련 표 8-28에 주어진 허용기준 초과하지 않는 R_{sce} 의 최소값에 해당하는 S_{sc} 값

다. 추진 이력 및 계획

- 2019-11-08 NP(NEW WORK ITEM PROPOSAL) 문서 발행 2020-01-31까지 각국 회람
- a) EPE 기기에 대한 요구 사항 및 고조파 방출 허용기준
- b) 형식 시험 및 시뮬레이션 방법
- PNW TS 77A-1061 ED1의

- RVN(RESULT OF VOTING ON NEW WORK ITEM PROPOSAL) 문서 77A/1069/RVN (2020-02-07) 발행으로 77A/1061/NP 문서로 NP참가는 P 멤버 27개국 중 7개국 참고 및 NP문서(77A/1061/NP) 투표 결과 P멤버 22개국 찬성을 CD단계 진행 결정되었고 목표 일정은 CD: 2020-04-30, FDIS: 2021-11-30 IS: 2022-11-30
- SC77A WG1 첫 번째 회의 2020-02-24 Copenhagen(DK)회의에서 논의 진행
- 2020-07-10 CD 문서 발행(77A/1086/CD) 2020-10-02까지 각국 회람되어 WG8 검토 결과 CC문서(77A/1089A/CC) 2021-10-09 발행
- 2021-07-09 2nd CD 문서 발행(77A/1108/CD) 2021-10-01까지 각국 회람하고 각국 코멘트 검토 CC문서(77A/1137/CC) 발행
- 2022-01-21 두 번째 CD 문서 발행 이후 각국의 검토사항을 반영한 세 번째 CD문서(77A/1138/CD) 발행되었고 IS목표는 2023년 발행
- 신재생에너지 및 에너지 저장장치에 사용되는 인버터 등의 기기에 선제적으로 대응할 수 있도록 관련 전문가 검토 필요

6. 전력전자기기의 보급률이 높은 네트워크의 특성 IEC TR 61000-3-15 Ed.1 제정 프로젝트

가. 기본정보

분과	SC77A / WG1	프로젝트 명 / 표준번호	IEC TR 61000-2-15 ED1
현재 상태	CD (77A/113 9/CD)	완료시기	2024
표준(안) 명칭(영문)	IEC 61000-3-16 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-15: Environment - Description of the characteristics of networks with high penetration of power electronics equipment		
표준(안) 명칭(국문)	IEC 61000-3-15 전자파적합성(EMC) - 제3-15부: 환경 - 전력 전자 기기의 보급률이 높은 네트워크의 특성 설명		

나. 주요 내용

- 최신 배전 시스템의 전력 품질에 영향을 미치는 주요 현상을 다루는 기술 보고서(TR) 발행이고 이 기술 보고서의 목적은 전력 전자 컨버터의 보급률이 높은 최신 배전 시스템의 전력 품질에 영향을 미치는 주요 현상을 설명하는 것임. LV 네트워크의 공진, 전력 전자 컨버터 수 증가의 영향, LV 네트워크에 연결되는 기기의 불안정성 문제와 같은 주요 측면에 중점을 두고 설명 전개
- 이 기술보고서의 구성은
 - Part 1: 적용범위
 - Part 2: 실제 사례를 기반으로 한 네트워크 및 전력 전자 장비와의 공진 현상

- Part 3: 전압 왜곡의 전파 및 증폭에 대한 최신 전자 기기의 영향
- Part 4: 컨버터가 많은 경우 고조파 방출 특성
- Part 5: 컨버터 작동에 대한 그리드 상태의 영향
- Part 6: 전력 전자 기기의 고조파 방출 특성
- Part 7: 결론 및 시사점

- 적용범위: 전력 전자 변환기의 보급률이 높은 현대 배전 시스템의 전력 품질에 영향을 미치는 다음과 같은 주요 현상을 다룸. 이 TR의 대상 현상 및 조건은 주파수 2kHz 이하, 2-9kHz, 9kHz 이상이고 전압 레벨은 LV 및 MV이고 고조파 소스는 모든 유형의 컨버터(EV 배터리 충전기, 가전 제품 등)를 대상으로 함

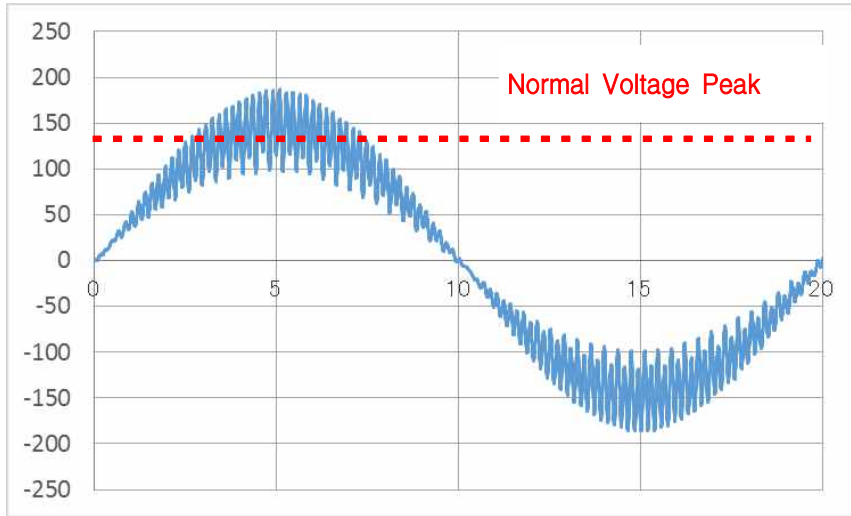
- 네트워크 내의 공진과 모델링 및 현장 검증

- 초고조파(Supraharmonics) 및 측정 문제

- 전력 전자 컨버터 수 증가의 영향
- 연결할 기기의 안정성/불안정성 문제

- 고조파 공진회로 모델링(일본 LV 배전 시스템 예)

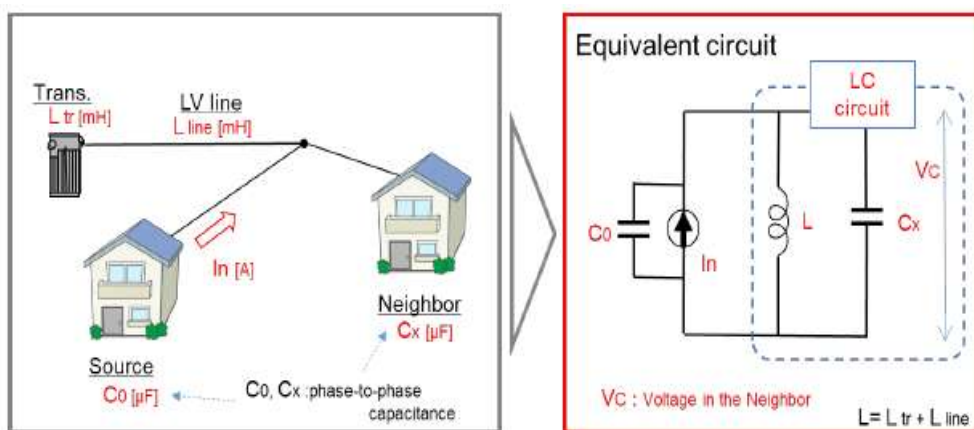
- 그림 8-24에 제시된 파형의 피크 전압은 100Vrms에서 정상 피크 전압의 141Vp를 초과하고 더 높은 주파수 대역의 고조파를 포함. 고조파 공진으로 인해 인접 위치의 과전압 레벨이 소스의 과전압 레벨보다 높음



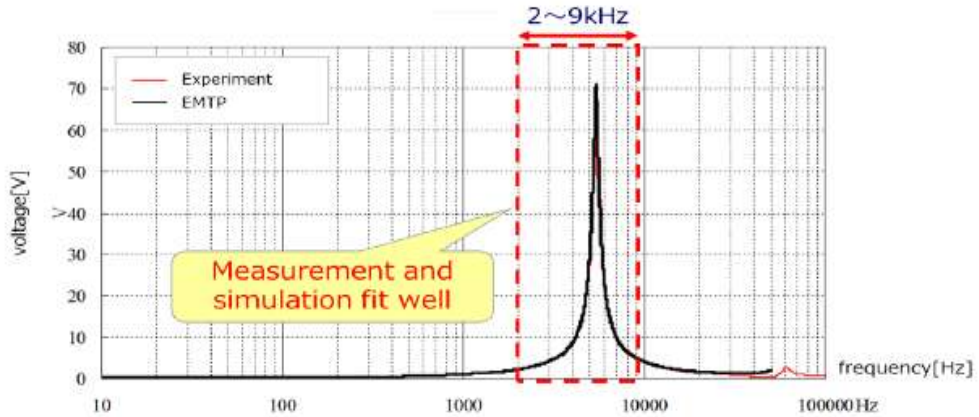
[그림 8-24] 이웃 측의 과전압 파형

- 그림 8-25은 LV 배전망의 등가회로이고 이 병렬 공진의 등가 회로는 특정 전력 전자 기기의 고조파 전류 소스 I_n , MV/LV 변압기 인덕턴스 L_{tr} , LV 분산 라인 인덕턴스 L_{line} , 기기에 연결된 상간 커패시턴스 C_0 로 구성되고 소스 측 및 C_1 은 이웃 측의 기기에 연결

- 고차 고조파 전압은 소스와 동일한 시스템에 연결된 모든 장치에 전파되고 공진 조건은 임피던스 특성에 따라 달라지므로 아래 그림 8-26과 같이 측정 위치에 따라 전압이 달라짐



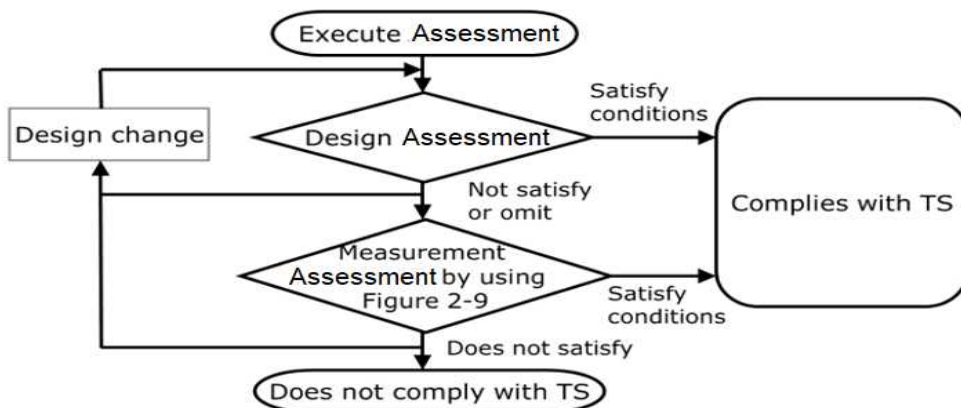
[그림 8-25] 고조파 공진에 대한 등가 회로 모델링 설명



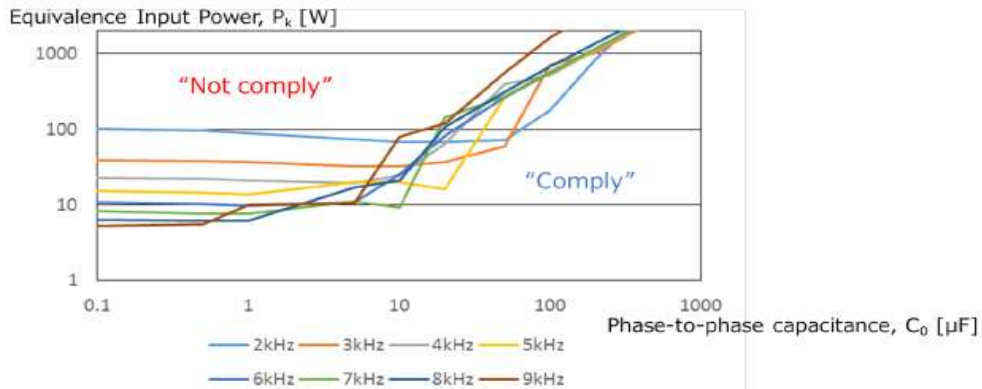
[그림 8-27] 측정 및 시뮬레이션에 의한 공진 확대 계수(RMF)

그림 8-28의 순서도는 제조업체의 비용을 줄이기 위해 "설계 평가" 및 "측정 평가"의 두 가지 유형의 평가를 보여주고 있고 기기가 이 TS를 준수하는지 여부를 스위칭 주파수와 같은 측정 없이 사전에 알 수 있도록 EUT의 설계 정보에서 평가할 수 있도록 "설계 평가"를 채택하고 예를 들어 EUT의 스위칭 주파수가 9kHz 이상 또는 2kHz 이하인 경우 EUT는 "설계 평가" 단계에서 이 기술 보고서에 적합해야함.

설계 평가" 조건을 만족하지 않더라도 EUT는 측정 결과가 다음 그림 8-29의 고조파 전류 허용기준을 만족한다면 기술 보고서에 적합함



[그림 8-28] 측정 및 시뮬레이션에 의한 공진 확대 계수(RMF)



[그림 8-29] 측정 평가를 위한 고조파 전류 제한

다. 추진 이력 및 계획

- o 2021년 SC77A WG1회의에서 최근 저압 배전망에 컨버터 기기의 증가로 인하여 고조파 문제가 발생하여 고조파가 네트워크에서의 공진 등의 특성을 분석하는 기술보고서 발행 결정
- o 2022-02-11 CD문서(77A/1139/CD) 발행되었고 2022-05-06까지 각국 회람하여 작업반 검토문서 77A/1146/CC 발행 완료
- o 2022-09-30 DTR문서(77A/1153A/CD) 발행되었고 2022-11-18까지 각국 회람
- o TR완료 목표는 2024년

6. 전력전자기기의 보급률이 높은 네트워크의 특성 IEC TR 61000-3-15 Ed.1 제정 프로젝트

가. 기본정보

분과	SC77A / WG1	프로젝트 명 / 표준번호	IEC61000-3-2/AMD2/FRAG1 ED5 IEC61000-3-2/AMD2/FRAG2ED5 IEC61000-3-2/AMD2/FRAG3ED5 IEC61000-3-2/AMD2/FRAG4 ED5
현재 상태	CD (77A/1149/CD) (77A/1150/CD) (77A/1151/CD) (77A/1152/CD)	완료시기	2024
표준(안) 명칭(영문)	IEC 61000-3-2 - Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤16 A per phase)		
표준(안) 명칭(국문)	IEC 61000-3-2 전자파적합성(EMC) - 제 3-2부: 허용기준 - 고조파 전류방출 허용기준 (정격 입력 전류 16 A이하 기기)		

나. 주요 내용

- o IEC 61000-3-2 Ed.5.1에 대한 수정안 2는 77A/1098/Q, 77A/1106/DISH, 77A/1123A/RQ 및 2021년 10월 및 2022년 5월 회의 중 SC77A/WG1의 검토 결과를 기반으로 함
- o AMD2 안은 4개의 조각(Fragment)으로 나누어 작업
 - Fragment 1 Lighting equipment
 - Fragment 2 Test conditions
 - Fragment 3 Repeatability and measurement uncertainty
 - Fragment 4 Miscellaneous
- o IEC 61000-3-2/AMD2/FRAG1 ED5 프로젝트는 전문가용 무대 조명 등 조명기에 대한 정의 추가, 정격 입력전력 5 W이상 25W미만의 기기에 대한 고조파 전류 측정 방법 개정, 조명 등기구 종류 설명에 대한 Annex B 추가
- o IEC 61000-3-2/AMD2/FRAG2 ED5 프로젝트는 비디오 카세트 레코더(B.4)에 대한 테스트 조건을 ITE(B.10)에 대한 테스트 조건과 통합, 다음 두 가지 주제를 다루기 위해 세탁기(B.8)에 대한 시험조건 개정
 - 부하 조건을 다음으로 변경: 보다 현실적인 부하 조건에서 시험하기 위해 정격 부하가 일반적으로 큰 반면, 사용 습관에 따르면 세탁기는 대부분 정격 부하의 50% 부하로 운전, 시험의 반복성을 개선하여 시험 결과의 불확실성을 줄이기 위해 정격 부하의 50%에 대한 시험 결과는 모든 고조파에 대해 훨씬 더 나은 반복성을 보여 줌, 시험 결과에 과도하게 영향을

미치는 짧은 기간의 비정상적인 조건의 발생을 방지, 정격 부하로 채워진 세탁기의 모터는 옷감 걸림으로 인해 전류의 진동을 받을 수 있어 이 비정상 상태는 총 관찰 시간(예: 최대 4시간)과 비교할 때 매우 짧은 시간(예: 1분) 동안 지속되고 이 현상은 정격 부하의 50%에서 작동할 때는 거의 발생하지 않음(정격 부하의 100%에서 50%로 부하 조건을 변경할 때 THC는 크게 변경되지 않을 것으로 예상)

- 건조 기능이 통합된 세탁기의 경우를 고려해야 함(조항 B.17의 참조 설명)

- o IEC 61000-3-2/AMD2/FRAG3 ED5 프로젝트는 표준 참조에 IEC Guide 115 추가

- 반복성에 대한 더 나은 사양: 77A/1077/FDIS에 대한 FI의 의견을 시작으로 고조파 측정의 반복성을 조사, 고조파의 경우 특정 유형의 EUT에 대해 권장되는 5% 반복성이 항상 충족될 수 없으며 10%로 증가해야 한다는 사실이 밝혀졌음, 또한 매우 낮은 측정값의 경우 반복성에 대한 일종의 "하한 값"이 포함되어야 하고 이러한 변경 사항은 6.3.3.1절의 새로운 표현에 포함

- 측정 불확실성 및 결정 규칙에 대한 새로운 사양, SC77A의 작업과 77A/AHG-10의 권장 사항을 기반으로 측정 불확실성을 처리하는 방법과 측정값을 한계와 비교하기 위해 어떤 결정 규칙을 적용해야 하는지에 대한 자세한 지침이 포함되어 있음, 이러한 변경 사항은 주로 개정사항이 8항에 포함되어 있음

- o IEC 61000-3-2/AMD2/FRAG4 ED5

프로젝트는 IEC 61000-3-2 ED 5.1과 비교하여 다음과 같은 주요 변경 사항을 포함: 독립적인 기능에 대한 새로운 정의가 추가되고 6.5절의 비교 1이 삭제, 대칭 제어, 비대칭 제어 및 위상 제어에 대한 새로운 정의가 추가, 부속서 B의 특수 시험 조건이 6.3.1절의 일반 시험 조건보다 우선한다는 설명, THC, THD 또는 POHC 계산에 대한 설명, 클래스 D 허용기준 적용에 대한 설명, 텍스트 편집 개선, A.2, 글머리 기호 d)의 시험 전압에 대한 요구 사항에 대한 설명, 정보 Annex D "주전원 전류 파형의 대칭" 추가

다. 추진 이력 및 계획

- o 2022-07-22 RR문서(77A/1148/RR) 발행하여 Amendment 2 프로젝트 결정(IEC 61000-3-2/AMD2 ED5), 목표일정은 CD: 2022-07-29 CDV: 2023-07-28 FDIS: 2024-07-26 IS: 2025-07-25
- o 2022-07-29 4개의 조각 작업에 대한 CD문서(77A/1149/CD, 77A/1150/CD, 77A/1151/CD, 77A/1152/CD) 발행되었고 2022-10-21까지 각국 회람하였고 2022년 11월 미국 San Diego에서 개최된 WG1회의에서 논의 됨

6. 정전기 내성 IEC 61000-4-2 Ed3.0 전면 개정

가. 기본정보

분과	SC77B / MT12	프로젝트 명 /표준번호	IEC 61000-4-2 ED3.0
현재 상태	77B/841/CD	완료시기	2023.12
표준(안) 명칭(영문)	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques–Electrostatic discharge immunity test		
표준(안) 명칭(국문)	전자파적합성(EMC) – 제4-2부: 시험 및 측정 기술 – 정전기 내성시험		

나. 주요 내용

- o 접촉 방전은 물론 기중 방전에도 동일하게 적용되는 단일 방전전류 파형 설정

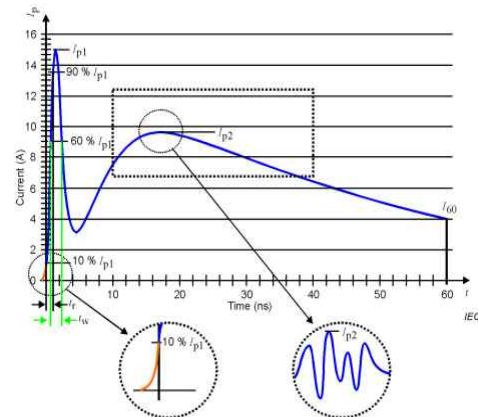


Figure 2 – Nominal discharge current waveform at 4 kV

$$\begin{aligned}
 & \tau_1 = 1,94 \text{ ns}; \tau_2 = 0,797 \text{ ns}; \tau_3 = 9 \text{ ns}; \tau_4 = 41 \text{ ns}; \\
 & I_1 = 23,65 \text{ A (at 4 kV)}; I_2 = 9,85 \text{ A (at 4 kV)}; \\
 & n = 2,59.
 \end{aligned}$$

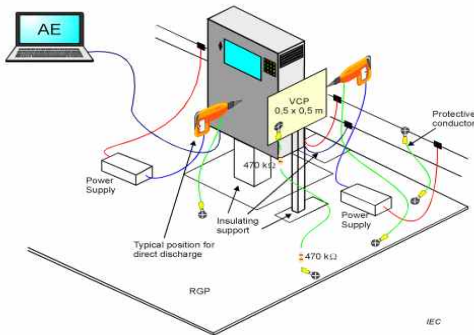
[그림 8-30] 공칭 방전 전류 파형

인간 접촉이 가능한 부분을 위주로 함

<표 8-30> 방전 전류 파형 파라미터

Level		Indicated voltage	First peak current I_{p1} of discharge $\pm 15\%$	Second peak current I_{p2} of discharge (see note 2) $\pm 30\%$	Rise time t_r ($\pm 25\%$)	Pulse width t_w (see note 3)	Current ($\pm 30\%$) at 60 ns
CD	AD	kV	A	A	ns	ns	A
1	1	2	7,5	4,8	0,8	(1,7 \pm 1)	2
2	2	4	15	9,7	0,8	(1,7 \pm 1)	4
3	---	6	22,5	14,5	0,8	(1,7 \pm 1)	6
4	3	8	30	19,3	0,8	(1,7 \pm 1)	8
---	4	15	56,3	36,2	0,8	(1,7 \pm 1)	15

- 통합형 방전 전류 파형 파라미터 표 신설
- 웨어러블 기기에 대한 시험 방법 추가 :
타상형 기기와 동일하게 시험
- 벽 부착형 기기에 관한 시험 방법 추가



[그림 8-31] 벽 부착형 기기에 대한 시험 배치 예

- 웨어러블 디바이스에 관한 부록 E(informative) 추가
 - 에너지 저장 캐패시터와 방전 저항으로 200 pF 및 50 ohm을 사용
- 시험지점 선택 및 펄스 인가 횟수에 관한 부록 F(informative) 추가
 - 정전기 시험 인가 지점의 선택은 EUT에

<표 8-32> 전류 방전 상승 시간 불확도 budget

Input quantity	Estimate	Error bound	Unit	PDF*
T_R	0.88	0.060	ns	Rectangular
δS	0	0.050	ns	Triangular
T_{MU}	0	0.026	ns	Rectangular
α	360	40	ns-MHz	Rectangular
B	3000	50	MHz	Rectangular
Output quantity and MU		Value	Unit	
$[y', y']$		[0.790, 0.953]	ns	
$u(y)$		0.043	ns	
$U(y)$		0.082	ns	
k		1.9	1	
y		0.872	ns	

- 비 인가 지점에 관한 설명
- 직접 접촉 방전 가이드라인
- 기중 방전 가이드라인
- 간접 방전 가이드라인
- 직접 접촉 방전에 대한 펄스 인가 횟수 : 아날로그 회로(10회) 및 디지털 회로(20회)별 구분

- ESD 전류 방전에서의 최초 피크에 관한 불확도 budget 개정

<표 8-33> 전류 방전 최초 피크 불확도 budget

Input quantity	Estimate	Error bound	Unit	PDF*
V_{PI}	5.82	0.05	V	Student's t
Z_{sys}	0.19	0.01	Ω	rectangular
δV	0	0.02	1	rectangular
δV_{th}	0	0.03	1	rectangular
B	3000	50	MHz	rectangular
β	126	14	MHz	rectangular
Output quantity and MU		Value	Unit	
$[y', y']$		[27.54, 31.90]	A	
$u(y)$		1.16	A	
$U(y)$		2.18	A	
k		1.9	1	
y		29.6	A	

- ESD 전류 방전 시간 폭에 관한 불확도 budget 신설

<표 8-34> 전류 방전 시간 폭 불확도 budget

Input quantity	Estimate	Error bound	Unit	PDF*
T_{tr}	2.14	0.075	ns	Student's t
δS	0	0.050	ns	Triangular
T_{MU}	0	0.064	ns	Rectangular
Output quantity and MU		Value	Unit	
$[y', y']$		[1.92, 2.36]	ns	
$u(y)$		0.11	ns	
$U(y)$		0.22	ns	
k		2.0	1	
y		2.14	ns	

<표 8-31> 콘넥터 상에 ESD 적용 케이스

Case	Connector shell	Cover material	Contact discharge to:
1	Metallic	None	Shell
2	Metallic	Insulated	Shell when accessible
3	Metallic	Metallic	Shell and cover
4	Insulated	Metallic	Cover

NOTE In case a cover is applied to provide (ESD) shielding to the connector pins, the cover or the equipment near to the connector to which the cover is applied and labeled with an ESD warning.

- 측정 불확도 개정(부록 G)
- ESD 전류 방전 상승 시간에 관한 불확도 budget 개정

- ESD 전류 방전에서의 두번째 피크에 관한 불확도 budget 신설

<표 8-34> 전류 방전 두번째 피크 불확도 budget

Input quantity	Estimate	Error bound	Unit	PDF*
V_{d0}	3.71	0.05	V	Student's t
Z_{d0}	0.19	0.01	Ω	rectangular
δV	0	0.02	V	rectangular
δV_{d0}	0	0.03	V	rectangular
Output quantity and MU		Value	Unit	
$[y', y']$		[18.05, 21.12]	A	
$u(y)$		0.81	A	
$U(y)$		1.54	A	
k		1.9		
y		19.5	A	

- ESD 전류 방전 60 ns에서의 불확도 budget 개정

<표 8-35> 전류 방전 60 ns에서의 불확도 budget

Input quantity	Estimate	Error bound	Unit	PDF*
V_{d0}	1.65	0.16	V	Student's t
Z_{d0}	0.19	0.01	Ω	rectangular
δV	0	0.02	V	rectangular
δV_{d0}	0	0.03	V	rectangular
Output quantity and MU		Value	Unit	
$[y', y']$		[6.3, 11.1]	A	
$u(y)$		1.2	A	
$U(y)$		2.4	A	
k		2.0		
y		8.7	A	

- 설치 후 시험에 대한 시험 setup(부록 I)
- RGB 재질 및 위치, 방전 재환 회로 연결

다. 추진 이력 및 계획

- 2021-05-07 RR문서에서 IEC 61000-4-2 개정 결정(77B/840/RR)
- 2021-05-07 첫 번째 CD문서(77B/841/CD) 발행
- 77B/850A/CC : MT12에서 각국의 의견을 논의(15 kV 기중방전 교정은 구조상 불가능하여 새로운 방법 검토, 현장시험

informative 구성, 방전 횟수 등을 검토)

- 2022-10-28 두번째 CD문서(77B/858/CD) 발행, 2023-01-20 의견 수렴 마감

7. 전도성 무선주파수 전자기장 내성 IEC 61000-4-6 Ed5.0 전면 개정

가. 기본정보

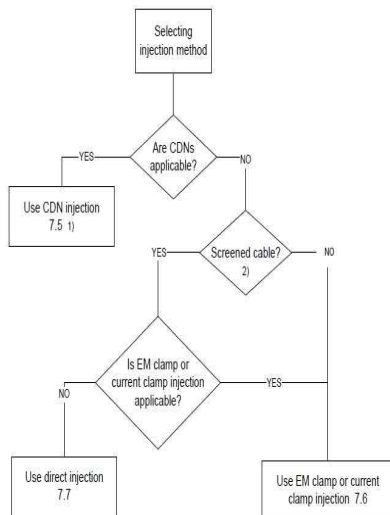
분과	SC77B / WG10	프로젝트 명 / 표준번호	IEC 61000-4-6 ED5.0
현재 상태	77B/856/CDV	완료시기	2023.11
표준(안) 명칭(영문)	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Immunity to conducted disturbances induced by RF fields		
표준(안) 명칭(국문)	전자파적합성(EMC) – 제4-6부: 시험 및 측정 기술 - 전도성 무선주파수 전자기장 내성시험		

나. 주요 내용

- 150 kHz~80 MHz 주파수 범위에서 전도 내성 시험방법에 대한 표준
- IEC 61000-4-6 Ed.5.0은 IEC 61000-4-6 Ed.4.0을 대체하는 개정 작업
- Clamp injection 사용 시, AE 설치조건으로 요구되었던 “CM 임피던스 제공”사항 삭제
- 주입 방법 선택을 위한 규칙 변경(그림 8-21, CM 임피던스 조건 삭제)
- 부록 H 변경
 - 기존 “AE 임피던스 측정” 전체 삭제
 - 신규 “다중 신호 시험”으로 변경 : 시험 시간을 줄이기 위해 하나 이상의 주파수를 동시에 인가하는 시험(multi-tone

testing), 증폭기의 선형성 요구사항은 집합 신호(묶음 신호)를 만족해야 함, 각 신호 주파수에서 레벨은 같은 변조를 사용하여 같은 시간에 하나의 주파수에 대하여 레벨 세팅을 하는 것과 동일하여야 함, 상호 변조 신호 (Intermodulation signal)는 고조파 같은 성분을 관리 및 선형성 검사 필수(그림 8-21)

- 시험 신호 발생기의 요구 사항 중 “출력 VSWR < 1.5” 삭제
- 감결합기기로 CDN 및 감결합클램프(부록 A) 사용 신설
- EUT의 일부로 감주되는 sub-unit의 길이 변경(1 m이하 ----> 0.4 m 이하)
- 표 B.1과의 일치를 위해 small size의 dimension 변경($\lambda/4$ ----> $\lambda/10$ 미만)
- 부속서 J.3. Amp 방해 전압 레벨의 오차 제한치 강화(10 % ----> 2 %)



1) See Table 4.

2) See 8.2.4.

[그림 8-32] Injection 방법 선택 규칙

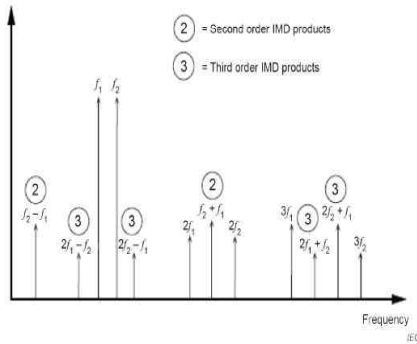


Figure H.1 – Test frequencies f_1 and f_2 and intermodulation frequencies of the second and third order

$$v_{out} = a_1 v_i + a_2 v_i^2 + a_3 v_i^3 + \dots$$

[그림 8-33] 시험 신호 및 상호변조 신호

8. 광대역 방사 내성 IEC 61000-4-41 신규 제정

가. 기본정보

분과	SC77B / WG10	프로젝트 명 / 표준번호	IEC 61000-4-41 ED 1.0
현재 상태	77B/826/ NP	완료시기	2023.12
표준(안) 명칭(영문)	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-41: Broadband radiated Immunity test		
표준(안) 명칭(국문)	전자파적합성(EMC) – 제4-41부: 시험 및 측정 기술 – 광대역 방사 내성시험		

다. 추진 이력 및 계획

- 77B/782/DC문건에 대해 각국에서 의견을 제시(77B/809/INF)
- 2019-08-09 첫 번째 CD문서(77B/812/CD) 발행 및 2019-10-04 까지 각국 회람
- 각국의 의견(77B/824/CC)을 반영한 CD문서 (77B/843/CD)를 발행 및 2021-09-24 까지 각국 회람
- 2022-04-15 CDV문서(77B/856/CDV) 발행 및 2022-07-08 까지 각국 투표
- 2022-10-28 77B/859/RVC 투표 결과 : 승인(66.7 % 찬성, 11개국 코멘트)
- 2023-05-01 FDIS로 진행 예정

나. 주요 내용

- IEC 61000-4 시리즈의 새로운 part로서 광대역 방사 간섭으로 부터의 내성 요구 사항과 시험 방법에 관한 표준을 작업(프로젝트 리더 : 대한민국 금홍식)
- 80 MHz 이상의 주파수에 대해 LTE 신호 및 5G 모바일 통신 광대역 신호로 부터의 간섭을 대비해서 EMC 내성 시험이 요구됨
- 현재는 WG 10 차원에서 여러 기술조건 등에 대한 논의가 진행되고 있으며 CD 문건 초안 작성을 검토 중임
- IS 발간 목표 : 2023-12-12

제
1
장

제
2
장

제
3
장

제
4
장

제
5
장

제
6
장

제
7
장

제
8
장

EMF(전자파인체보호)

제1장 저주파수대역의 올바른 전자파 인체노출량 평가방법

제2장 국내 전자파 인체안전 리스크 커뮤니케이션 활동

제3장 휴대기기 전자기장의 인체 노출량 연구

제4장 100 GHz 대역 광센서 기반 전자파 인체노출량 측정 기술 연구

제5장 자기공진방식 대형무선전력전송기기(전기자동차)의 인체노출량 평가 연구

제6장 5G 전자파의 인체영향

제7장 5G 28 GHz 전자파의 피부세포 영향

제8장 생활공간에 설치된 28GHz 대역 기지국의 전자파 인체노출량 측정방법 제안

제9장 제27차 WHO IAC(국제자문위원회) 회의

제10장 2022년 IEC TC106 (전자파인체보호위원회) 국제표준화 동향

마무리 글

제1장

저주파수대역의 올바른
전자파 인체노출량 평가방법

이종일
(국립전파연구원)

제1절 개 요
제2절 IEC 62233
제3절 전자파 인체보호기준
제4절 마치며

▶ 제1절 개 요

우리는 생활 속에서 다양한 전자기기들을 사용하고 있다. 휴대전화·무선기와 같이 통신을 위해 의도적으로 전자파를 발생하는 기기가 아니더라도 전기를 에너지원으로 사용하는 모든 전자기기에서는 전자파가 발생한다. 단순히 그 기기에서 전자파가 얼마나 나오는지만 아니라, 기기에서 나오는 전자파가 우리 인체에 어느 정도 영향을 끼치는지 알기 위해서는 정확한 평가가 필요하다. 이것을 우리는 ‘전자파 인체노출량 평가’라고 표현한다. 가전기기 전자파(특히 저주파수대역)의 인체노출량을 평가하기 위해서는 국제표준(IEC 62233)에 적합한 장비와 측정방법을 이용하여야 하며, 인체노출량의 정도를 확인하기 위해 측정값을 ‘전자파 인체보호기준’과 비교하여 ‘기준 대비’ 어느 정도 수준인지 확인을 하여야 한다.

▶ 제2절 IEC 62233

가전기기의 전자파 인체노출량 평가방법 국제표준인 IEC 62233의 내용에 대해서 간략하게 소개를 하자면 다음과 같다. IEC 62233은 ‘가전 제품 및 유사기기(전동공구, 전기로 작동하는 장난감 등)의 인체노출에 대한 전자기장 측정방법’으로서 IEC TC106 기술위원회의 작업을 통해 2005년에 제정되었다. IEC 62233은 0 ~ 300 GHz 사이의 전자기장 중에 10 Hz ~ 400 kHz 사이의 자기장 측정방법을 제시하고 있다. 자기장 측정방법은 크게 2가지 방법이 있으며 시간영역 평가와 선스펙트럼평가이다. 또한 IEC 62233에는 측정대상을 통상 사용시의 동작 조건에서 측정을 해야 하며, 최대 동작 조건으로 설정하여야 한다고 명시되어 있다. 인체 부위와 접촉한 상태로 사용하는 기기는 대상기기와 프로브를 밀착하여 측정하고, 그 밖의 기기는 별도의 사용조건이 명시되지 않는 한 30 cm 이격하여 측정하여야 한다고 되어 있다.



[그림 1-1] 국제표준에 적합한 측정프로브 예시

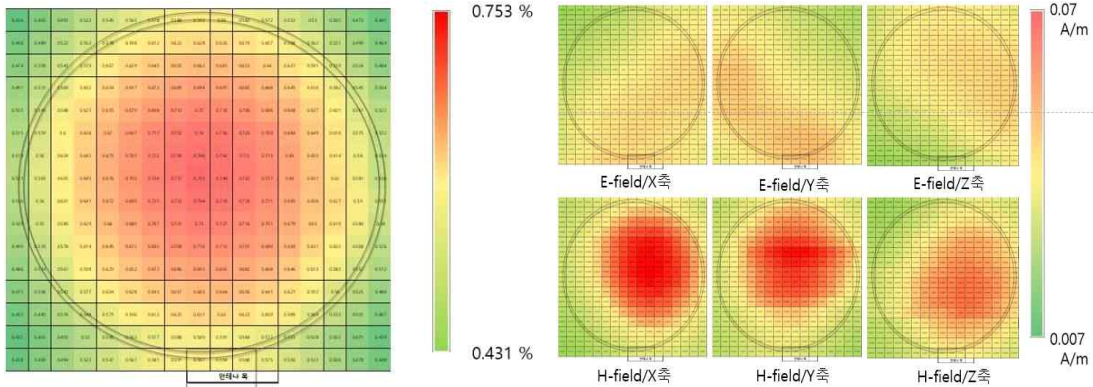
IEC 62233에 따르면 강한 비균일장에서의 평가는 기본 측정값 외에 결합계수를 추가로 고려해야 한다. 여기서 결합계수란 일정한 거리에서 기기 주변 전자기장의 불규칙도, 센서의 측정면적, 측정자의 몸통 및 두부 치수를 고려한 계수를 의미한다. 이 결합계수의 결정 방법은 다음과 같다.

1. Hot spot(열점)의 범위 평가(Hot spot ~ hot spot 신호의 1/10, 이때 측정 프로브는 3 cm²의 면적을 갖는 등방성 프로브 사용)
2. 실제 신호원의 등가 코일 결정
3. 등가 코일과 인체(전신, 몸통, 머리, 사지 등) 사이의 계수 k 결정
4. 최종 결합계수를 결정하여 측정값에 적용

이러한 내용들을 우리나라에서 적용하고 있는 전자파 인체보호기준과 사용 환경에 맞게 수정·검토하여 ‘전자과강도 측정기준 별표2(가전기기

및 유사 기기의 자기장 측정방법)’를 2017년에 제정하였다. 전자과강도 측정기준 별표2에서는 IEC 62233에서 언급한 2가지의 자기장 측정방법 중 시간영역평가만 준용하고 있다. 선스펙트럼 평가는 측정되는 신호가 기본주파수(우리나라의 경우 60 Hz)와 그 고조파 성분으로만 구성되어 있을 때 적용이 가능하나, 실제 가전기기 및 유사기기에서는 기본 주파수 및 고조파 외에도 수많은 주파수가 발생하기 때문이다. 시간영역평가는 복합적으로 구성된 주파수 성분에 대해서도 평가가 가능하므로 우리나라의 전자파 인체노출량 평가 방법으로 적용하였다.

앞서 설명한 바와 같이 특정 기자재에서 발생하는 전자파의 인체영향을 평가하는 전자파 측정기는 국제표준에서 요구하는 측정 안테나(프로브)의 규격에 만족하여야 한다. IEC 62233에서 요구하는 측정 안테나의 규격은 다음과 같다.(그림 1-1 참조)



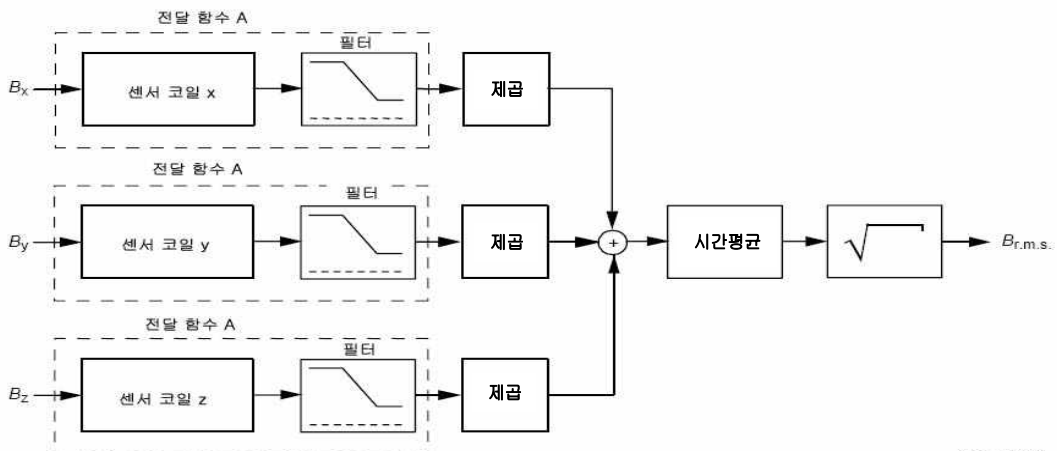
(a) 등방성 프로브 측정결과

(b) 비등방성 프로브 측정결과

[그림 1-2] 등방성 프로브와 비등방성 프로브로 측정한 자기장 분포 비교

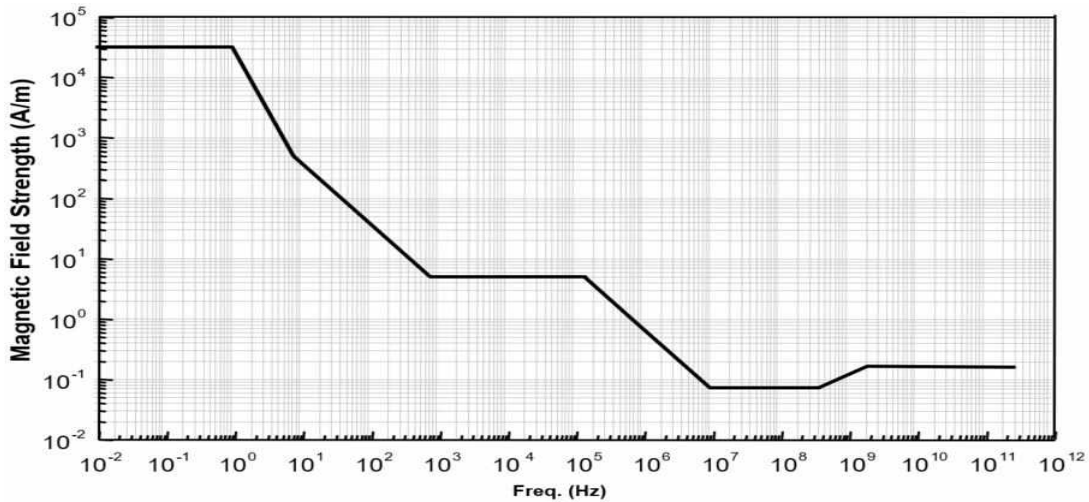
1. 측정 프로브는 서로 수직을 이루는 세 개의 동심 코일로 구성되고, 등방성이며 3축(X, Y, Z)을 측정할 수 있어야 한다.
2. 자기장강도(자속밀도)는 각 방향의 100 cm²의 면적(± 5 cm²)에서 평균하여야 한다.
3. 측정 프로브의 외부 지름은 13 cm 이하이며, 등방성 특성은 ± 2.5 dB 이내이어야 한다.

그림 2-2는 등방성 프로브(오른쪽)와 비등방성 프로브(왼쪽, 정육면체 모양)의 측정 결과를 비교한 것이다. 동일한 송신원(루프안테나)을 대상으로 동일한 위치에서 측정한 결과, 등방성 프로브는 방사패턴에 따른 측정값 분포를 정확히 나타내지만, 비등방성 프로브의 경우, 송신원으로 향하는 프로브면의 방향 및 종류에 따라 다른 측정값 분포를 나타내고 있다. 3축 코일로 구성되어



[그림 1-3] 시간영역평가 방법의 구성 사례

IEC 1717/05



[그림 1-4] 등방성 프로브와 비등방성 프로브로 측정된 자기장 분포 비교

있지만, 비등방성이어서 중심축이 측정면마다 다른 프로브의 경우, 제품을 대상으로 한 전자파 인체노출 평가 또는 방사특성을 확인하기 위해 사용하기보다, 대상에서 발생하는 전자파의 주파수 성분을 확인하거나 원거리 환경에서 전자파 노출 분포를 확인할 때 사용하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

IEC 62233에서 제시하고 있으며, 우리나라의 측정방법으로 적용하고 있는 시간영역평가 방법의 순서는 다음과 같다.(그림 1-3 참조)

1. 각각의 코일(X, Y, Z)신호를 개별적으로 측정한다.
2. 전달함수를 사용하여 각 신호에 가중을 적용한다.
3. 가중이 적용된 신호를 제공한다.
4. 제공한 신호들의 합계 평균을 구한다.
5. 평균값의 제공근을 구한다.

여기서 전달함수를 사용하여 각 신호에 가중을 적용한다는 것은 각 신호에 전자파 인체보호기준의 기준치를 적용한다는 의미이다.

제3절 전자파 인체보호기준

서두에 언급한 바와 같이 국제표준에 적합한 측정장비로 측정을 하고, 측정된 값을 ‘전자파 인체보호기준’과 비교해야 한다. 전자파 인체 보호기준은 국제기구인 ICNIRP(국제비전리복사방호위원회)에서 전 세계 생체영향에 대한 연구결과를 바탕으로 제정된 기준인 ICNIRP Guideline에 근거하여 2000년에 제정되었다. 전자파는 주파수 성분마다 인체에 영향을 끼치는 정도와 그 특성이 다르기 때문에 측정된 값이 높다고 해서 무조건 인체에 끼치는 영향이 큰 것이 아니다. (그림 1-4 참조) 주파수 성분마다 고유의 기준 값이 다르기 때문에 주파수 성분별로 측정값과 비교를 해야 한다. 예를 들어 선풍기 모

터는 직류(DC) 성분의 자기장이 주로 발생하며 회전속도에 따라 70 Hz, 112 Hz, 85 kHz, 166 kHz 등 다양한 주파수 성분의 전자파가 발생한다. 인체노출량을 평가할 때는 이러한 주파수 성분을 모두 합산(총노출지수 평가)하여야 한다.

▶ 제4절 마치며

국민들이 전자기기를 전자파에 대한 걱정 없이 안심하고 사용할 수 있도록 하는 것은 국립전파연구원의 막중한 임무이다. 국제표준에 맞지 않는 방법으로 전자파를 측정하여 그 값을 과대하게 포장하는 것을 방지하고 국민들의 오해를 해소하는 것도 본원의 역할이라고 할 수 있다. 앞으로도 국립전파연구원에서는 전자파에 대한 국민들의 불안을 해소하기 위해 전자파 안전 관련 사항에 대한 지속적인 연구와 더불어 교육 및 홍보를 강화할 계획이다.

참고문헌

- [1] 62233(2005.10.)
- [2] 전자파 인체보호기준(과학기술정보통신부 고시 제2019-4호, 2019.1.16.)
- [3] 전자파강도 측정기준(국립전파연구원고시 제2021-22호, 2021.11.29.)

제2장 국내 전자파 인체안전 리스크 커뮤니케이션 활동

안재희, 안준오
(미래전파공학연구소)

제1절 서론
제2절 전자파 인체안전 양방향 소통 주요 활동
제3절 결론

▶ 제1절 서론

4차 산업혁명과 코로나 팬데믹으로 인한 디지털화의 진전으로 전파를 활용하는 기기의 사용이 증가하고 있고, 실내에서 생활하는 시간이 증가하면서 일반인들은 전자파로 인한 인체영향에 관심이 증가하고 있는 상황이다. 일반인들의 전자파 인체안전에 대한 염려는 전자파에 대한 다양한 정보의 제공에도 불구하고 감소하지 않고 있는 추세이다. 이러한 상황에 더해 전자파가 건강에 심각한 문제를 일으키고 있다는 음모론까지 등장하고 있어 전자파에 대한 불안감은 더욱 증폭되고 있는 상황이다.

물론 코로나로 인해 전자파에 대한 관심이 분산되는 효과는 있었으나, 건강에 대해 염려하는 증상은 한층 더 증가하여 코로나가 엔데믹으로 바뀌면 전자파의 이슈가 언제 다시 부각될지 모를 일이다. 따라서 전자파에 대한 잘못된 부정적인 정보의 확산을 완화시키고 올바른 정보를

제공하기 위해서는 과학적인 전자파 인체영향에 관한 연구와 더불어 다양한 정책적 노력을 지속적으로 기울일 필요가 있다. 이러한 노력의 일환으로 정부에서는 민간과 협동으로 다양한 커뮤니케이션 활동을 전개하고 있다. 본고에서는 미래전파공학연구소가 국립전파연구원과 함께 올해 실시한 다양한 전자파 양방향 소통 프로그램 운영 등의 활동에 대하여 소개한다.

▶ 제2절 전자파 인체안전 양방향 소통 활동

올해에도 국민들에게 전자파에 대한 부정적인 인식을 불식시키고, 전자파 인체영향에 관한 막연한 불안감을 해소하기 위해 온·오프라인을 통한 다양한 양방향 소통 프로그램을 진행하였다. 이러한 프로그램 중 올해 진행한 대표적인 활동으로는 일반인을 대상으로 <제10차 전자파 안전포럼>을 개최하였고, 국립전파연구원과 한국전력공사가 공동으로 <전자파 바로알기! 어린이 퀴즈 대회>를 개최하였으며, 다양한 협



[그림 2-1] '22년도 제10차 전자파 안전포럼

력 기관(국립중앙과학관, 전라남도교육청, 국립광주과학관 등)과 연계하여 <전자파 교육체험 프로그램> 운영 및 <전자파 맞춤형 전자파 안전교육프로그램>도 운영하였다. 이러한 양방향 소통 활동의 구체적 내용은 다음과 같다.

1) 제10차 전자파 인체안전 포럼 개최

전자파 인체영향 대국민 소통을 위해 매년 추진해 온 포럼은 올해로 10회째를 맞이하였다. 올해 개최된 <제10차 전자파 인체안전 포럼>은 '우리 곁에 전자파 팩트체크'라는 슬로건 하에 '전자파 안전포럼 돌아보기(1~9회차 전자파 안전포럼 동영상)'를 시작으로 최형도 책임연구원(한국전자통신연구원)의 '생활 속 전자파 이해하기', 하미나 교수(단국대학교)의 '휴대전화 전자파 역학연구 공부하기', 김기희 연구관(국립전파연구원)등 전문가 주제발표가 진행되었다.

또한, 전자파 홍보물 및 전자파 측정 기기들을 직접 체험하는 자리도 마련되었다. 이 밖에도 국민들이 평소에 갖고 있던 전자파에 대한 궁금증을 포럼에서 해결할 수 있도록 전문가들이 일반인의 질의에 대해 답변하고 토론하는 등 소통의 시간도 가졌다.

2) 전자파 바로알기! 어린이 퀴즈대회

국립전파연구원과 한국전력공사가 공동으로 전국 초등학생(4~6학년)을 대상으로 <전자파 바로 알기! 어린이 퀴즈대회>를 개최하여 전자파에 대한 올바른 정보제공 및 안전한 이용을 확대하고 오해를 해소하고는 기회를 가졌다. 국립과천과학관에서 열린 이 프로그램에는 전국 초등학교(4~6학년) 중 89명의 학생이 참여하였으며, 예선(O/X퀴즈), 결선(골든벨)의 퀴즈대회를 진행하였다. 20명의 학생이 결선에 진출하여 최종 7명(대상1명, 최우수상2명, 우수상4명)이 수상하였다.

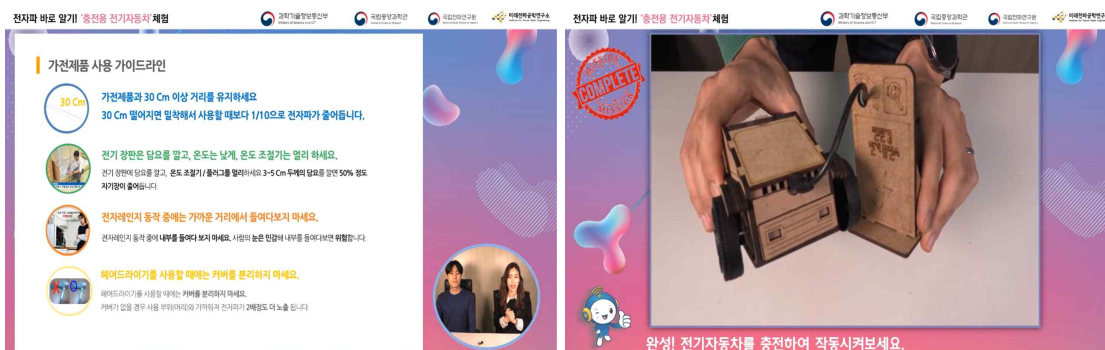


[그림 2-2] '22년도 전자과 바로 알기! 온라인 퀴즈대회'

3) 협업기관 연계 전자과 교육·체험 프로그램 운영

협업기관과 연계하여 온라인·오프라인 등 전자과 교육·체험 프로그램을 운영하였다. 사이언스데이(중앙과학관)에 직접 전자과 관련 키트도

제작해보고 전자과에 대한 교육도 온라인으로 진행하였으며 50명의 학생들이 전자과 체험 프로그램에 참여하였는데, 그중 41명(82%)이 본 행사에 매우 만족한다고 응답하였으며 체험프로그램 교육을 통해 생활 주변 전자과를 이해하는데 38명(76%)의 학생이 매우 도움이 되었다고 응답하는 등 호응도가 높았다.



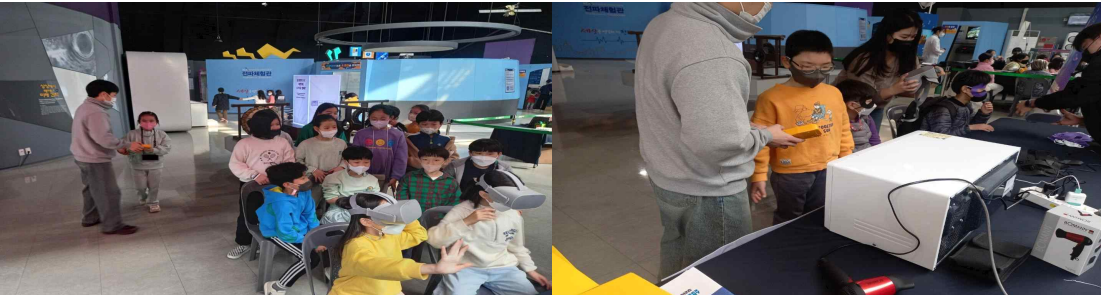
[그림 2-3] 국립중앙과학관 「사이언스 데이」 전자과 교육·실습 프로그램(온라인)



(a) 국립중앙과학관 「수학체험전」 전자파 체험 부스 운영



(b) 전남독서문화한마당「전자파 체험 부스 운영



(c) 전파방송산업진흥주간 전자파 체험부스 운영

[그림 2-4] 협업기관 연계 전자파 교육·체험 프로그램 부스 운영

또한 수학체험전(국립중앙과학관), 독서문화한마당(전라남도교육청), 전파방송산업진흥주간(국립광주과학관)에서 전 연령층을 대상으로 전자파에 대한 부정적인 인식을 해소하고 흥미를 유발하기 위해 VR장비를 활용하여 흥미롭게 전자파를 이해시켰다. 또한 누구나 쉽게 가전제품을 측정할 수 있도록 전자파 체험 부스 운영 및 룰렛·뽑기 등 재미있는 행사진행을 통해서 과학에 대한 이해, 전자파에 대한 오해와 진실, 전자파를 피하는 법 등 다양한 커뮤니케이션 활동을 진행하였다.

4) 어린이 맞춤형 전자파 인체안전 교육 개최

매년 어린이를 대상으로 맞춤형 전자파 인체안전 교육을 실시하고 있는데, 올해는 전문가 강연을 통한 전자파에 대한 이론적 이해와 실험을 통한 전자파 인체영향에 관한 올바른 정보를 제공하고 궁금증을 함께 풀어보는 시간을 가졌다. 어린이 교육은 총 6회(서울 강동초, 일산 한산초, 서울 대은초, 서울 은평초, 인천 부개초, 서울 거원초) 실시하였는데, 초등학교(4~6학년)를



(a) 어린이 전자파 안전교육

(b) 어린이 초청 전자파 안전교육

[그림 2-5] 어린이 맞춤형 전자파 교육

대상으로 진행하였고 O/X퀴즈, 전자파 이해, 전자파 측정 등을 통해 초등학생 눈높이에 맞는 쉽고 재미있는 교육이 진행되었다. 어린이 교육의 경우, 교육 후 전자파에 대한 기본적인 이해는 약 79%가 개선된 것으로 조사되었고, 가장 흥미 있는 교육 과정으로는 O/X퀴즈라고 응답하였다. 또한 어린이 초청 교육도 실시하였는데, 초청 교육의 경우 중앙전파관리소에서 진행하는 '2022년 어린이 초청 전자파 교실'의 일환으로 서울 중앙전파관리소 50여 명의 어린이를 대상으로 진행하였다. 교육 후 교육 중에 유익하고 재미있었던 것이 무엇이라는 답변에 77%의 어린이가 OX퀴즈라고 응답하였다.

▶ 제3절 결론

코로나19 바이러스로 인해 재택근무, 화상회의, 온라인 수업 등이 일상화되면서 전파를 활용한 실내 기기의 사용이 과거보다 증가하고 있다. 이로 인해 전자파 인체영향에 대한 관심도 증가하고 있으며 일반인들은 막연하게 전자파에 대한 두려움을 안고 살아가고 있는 상황이다. 전자파와 인체영향이라는 주제는 현재 다양한 연구가

진행되고 있으며 또한 인체 유해성에 대한 명확한 결론이 나지 않은 상태이다. 전자파가 인체에 무해하다는 주장과 유해하다는 주장이 공존하고 있는 현 상황과 전자파 발생 기기의 사용을 중단할 수 없는 현실에 비추어 전자파에 대한 정확한 상황을 이해시키는 대국민 소통 활동이 과거 어느 때보다 중요한 시점이라 생각한다. 이러한 활동은 전자파에 대한 잘못된 정보의 유통으로 일반인들이 가질 수 있는 부정적인 인식의 확산을 막고, 일반인들이 전자파 인체영향에 대해 올바른 판단을 하는데 도움을 줄 것이다.

이러한 맥락에서 올해도 다양한 전자파 리스크 커뮤니케이션 활동을 전개하였다. 특히 시대적 흐름에 맞추어 유튜브를 활용한 소통 진행, 주부 등이 참여하는 포럼 진행, 공익광고를 통한 일반인들의 관심 유도 등의 활동을 전개한 점은 매우 시의적절한 활동이 아니었나 생각된다. 전자파 인체영향과 관련된 갈등은 단시간에 해결될 주제는 아닐 것이다. 따라서 전자파에 대한 막연한 두려움을 없애고 정확한 정보의 전달을 위한 다양한 소통활동은 지속적이고 확대되는 방향으로 진행되는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

제3장 휴대기기 전자기장의 인체 노출량 연구

방진규
(영산대학교)

제1절 이동통신 주파수 특성
제2절 주파수별 인체영향 기준
제3절 인체 노출량 기준 주파수
제4절 휴대기기 전자기장의 동시 노출

2세대 (2G)에서 5세대 (5G) 통신까지 모바일 이동통신 시스템은 약 10년을 주기로 비약적인 발전을 이루고 있다 [1]. 이와 함께 산업체를 중심으로 2020년부터 6세대 통신기술에 대한 비전에 대한 논의가 시작되고 있으며 [2], 학계에서는 6세대 (6G) 통신의 핵심기술 개발을 위한 활발한 연구가 진행 중이다. 무선 통신을 위해 전자기장을 방출하는 이동통신 기기는 인체의 radio frequency (RF) electromagnetic field (EMF) 등 전자파 인체 노출량 관련 규제 수준을 만족하도록 설계되어야 하며, 주파수 특성에 따라 인체에 투과되는 성질이 달라지므로 주파수에 따른 RF EMF 규격의 선제적 연구가 필요하다. 새로운 통신기술 개발 및 다양한 웨어러블기기 증가로 인해 이에 따른 다양한 기기에서 방사하는 복수의 전자파에 대한 동시 노출 평가 기준을 제시하여 차세대 이동통신 기기 개발 및 시스템 발전을 도모할 필요성이 있다. 특히 와이파이 테더링, 블루투스 등을 활용한 기존 4G 이하 통신 기반의 확장 방식과 5G 밀리미터파 / 6 GHz 이하 (sub

6) 통신 및 와이파이 6E 등 신규 통신 방식에서 동작하는 다양한 기기의 전자파 인체 동시 노출 평가기술 개발 및 제도화는 필수적이다. 특히 5G 밀리미터파 통신기술이 적용된 최초 휴대기기가 시장에 출시된 이후, 5G 통신 초기 단계에 적용되는 New Radio (NR)과 롱텀 에볼루션 (LTE) 동시 동작과 같이, 주파수 특성 및 인체 노출 평가 물리량이 상이한 전자파의 인체 동시노출 조건에 대하여 많은 논의가 진행되었다.

▶ 제1절 이동통신 주파수 특성

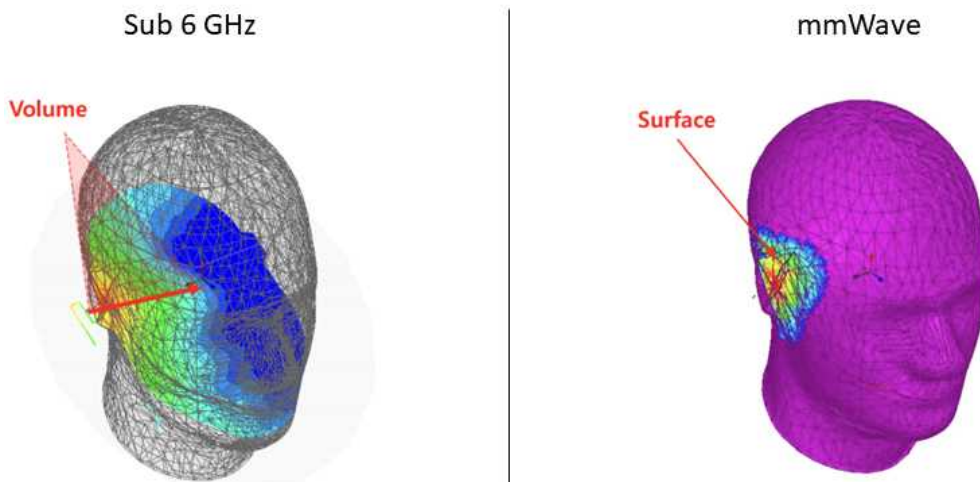
이동통신 사업자를 통해 서비스되는 4G LTE 이동통신 주파수는 600MHz부터 2.8GHz로 상당히 넓은 스펙트럼을 가지고 있다. 5G 통신은 사용자 증가 및 고품질 데이터 통신 서비스를 위해 기존 LTE 이동통신 주파수 외 3.5 ~ 6GHz, 27 ~ 29GHz, 37 ~ 40GHz 등 매우 높은 주파수

영역을 사용하고 있다. 또한, 비면허 대역으로 자유롭게 사용할 수 있는 와이파이 주파수는 2.4 GHz, 5 ~ 6GHz를 사용 중이며, 최근 6GHz 이상 주파수에 대하여 와이파이 서비스가 가능한 이동통신 기기가 출시되었다.

이동통신 기기에서 방출하는 전자기장은 주파수의 특성에 따라 인체 내부로 침투하는 거리가 달라지며, 주파수가 낮을수록 침투 거리는 길어지고, 주파수가 높을수록 침투 거리는 짧아진다. 그림 3-1은 주파수에 따른 전자파 침투 거리를 모의 실험한 결과이다. 그림에서 기존 4G 롱텀 에볼루션의 주요 주파수인 900MHz에서는 전자파가 인체 내부로 상당 거리를 침투함을 알 수 있다. 이에 반해 5G 통신의 주요 주파수인 28GHz 밀리미터파 대역에서는 전자파 침투 거리가 짧아 인체 피부 표면에서 전자파 노출이 형성됨을 알 수 있다[3].

제2절 주파수별 인체영향 기준

일반적으로 이동통신 기기에 적용되는 전자파의 인체 노출기준은 기준 주파수를 중심으로 구분하며, 기준 주파수 이하 저주파 대역은 인체 전자파 흡수율 (SAR: specific absorption ratio), 기준 주파수 이상 고주파 대역은 전력밀도 (PD: power density)로 구분한다. SAR는 인체 내의 단위 질량 당 전력 흡수량을 나타내며 PD는 인체 표면의 단위 면적당 전력 흡수량을 나타낸다. 이는 앞서 언급한 주파수 특성에 따라 무선 휴대기기의 주파수가 낮은 경우 전자기장의 인체 침투 거리가 상당하므로 인체 내부 단위 질량에 흡수되는 전력량을 측정하며, 밀리미터파와 같이 주파수가 높은 경우 대부분의 전자기장은 인체 표면에 존재하므로 인체 표면의 단위 면적 당 전력량을 측정한다.



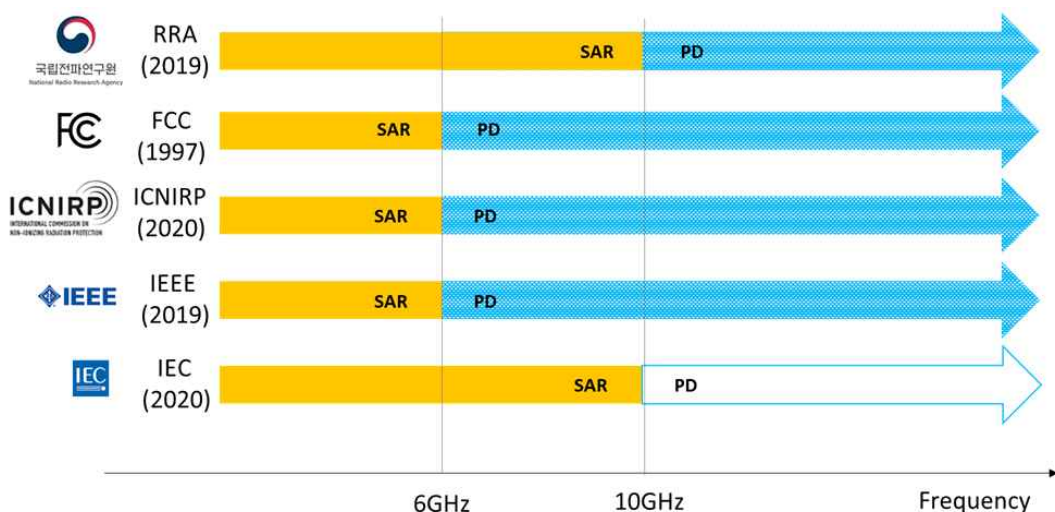
[그림 3-1] 주파수별 전자기장 침투 거리 (모의실험)

제3절 인체 노출량 기준 주파수

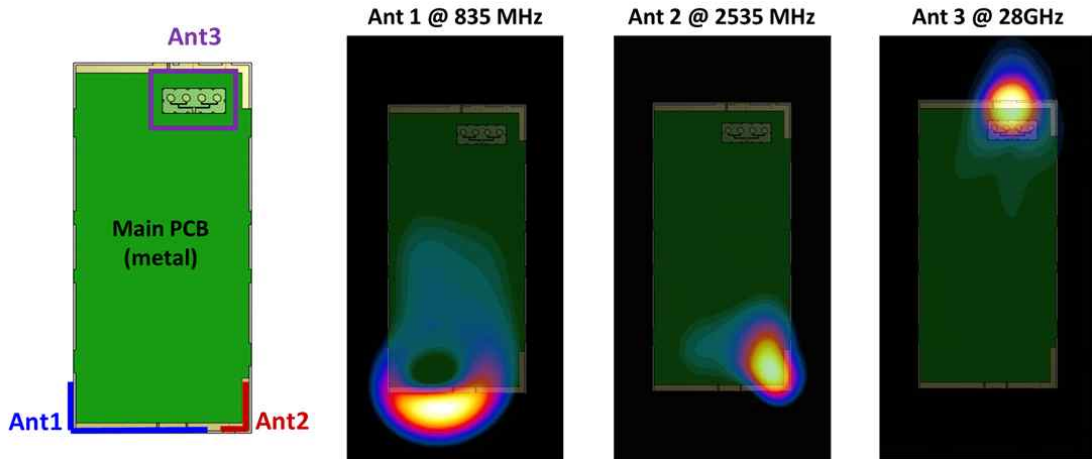
무선 통신을 위해 전자기장을 방출하는 이동 통신 기기는 인체 노출량에 대한 관련하여 규제 수준을 만족하도록 설계되어야 한다. 국제비전리복사방호위원회 (ICNIRP: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), 국제전기기술위원회 (IEC: International Electrotechnical Commission), 미국 전기전자공학자 협회 (IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers) 대한민국의 국립전파연구원 (RRA: National Radio Research Agency), 미국 연방통신 위원회 (FCC: Federal Communication Commission)와 같은 여러 기관에서 휴대기기 전자기장의 인체노출량을 객관적으로 평가할 수 있는 기준과 지침을 제시하고 있으며, 많은 국가에서 휴대기

기의 전자기장의 인체노출 기준으로 참고하고 있다. 그림 3-2는 각 연구 기관별 전자기장의 인체노출량 기준 주파수를 나타내며, 기준 주파수를 중심으로 SAR와 PD의 평가방법을 선택한다. 국립전파연구원과 IEC는 10GHz를 기준으로, ICNIRP, IEEE, FCC는 6GHz를 기준으로 휴대기기 전자기장의 인체 노출량 평가 기준을 구분하고 있다 [4-8].

IEC의 전문기술위원회인 TC (Technical Committee) 106 등에서 기준 주파수의 경계에서 SAR와 PD의 연속성 및 측정방법에 대한 논의가 있으며, 특히 경계 주파수인 6 ~ 10GHz 주파수 대역에 대하여 ICNIRP에서 정의한 SAR와 PD 측정 방법이 복합된 흡수 전력밀도 (Absorbed Power Density)[4]에 대한 일부 논의가 시작되고 있다.



[그림 3-2] 휴대기기 전자기장의 인체 노출량 기준 주파수 [4-8]



[그림 3-3] 휴대기기 형상의 모델에 대한 전자기장 인체 노출량 모의실험

제4절 휴대기기 전자기장의 동시

휴대기기의 전자기장 인체 노출량 지표인 SAR와 PD의 정밀한 측정결과를 얻기 위해 로봇 팔을 활용한 정규 SAR / PD 측정 장비를 사용한다. 이러한 측정 장비는 특성상 하나의 동작 주파수에서 측정할 수 있는 한계점이 발생하여, 동시 방사 동작을 지원하는 휴대 기기에 대한 전자기장의 인체 노출량 도출 방법이 필요하다.

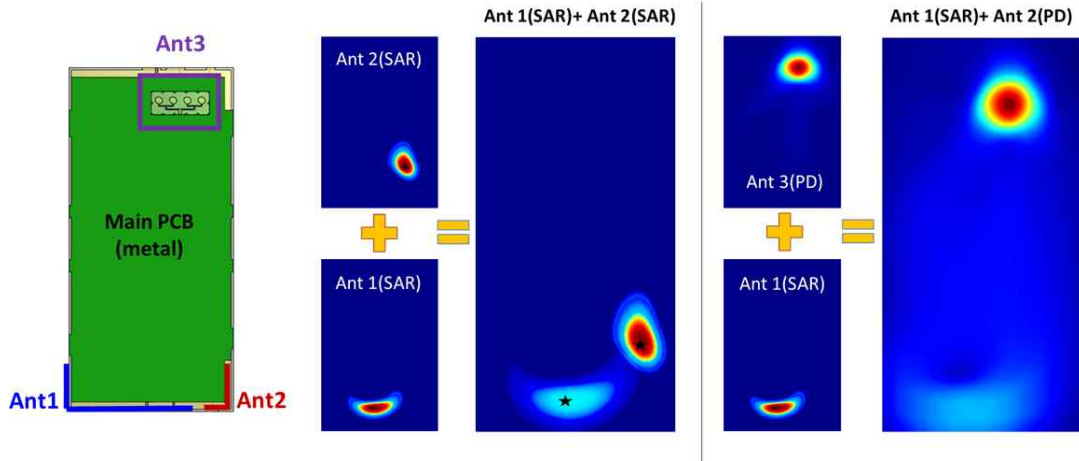
휴대기기의 전자기장 동시 노출 조건은 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 첫 번째 조건은 이동 통신 주파수로 대부분 사용되는 6GHz 또는 10GHz 이하의 서로 다른 주파수를 사용하는 경우이며, 이때 전자기장의 동시 노출량은 복수 개의 SAR값이다. 두 번째는 6GHz 또는 10GHz 이하의 주파수와 밀리미터파와 같이 28GHz 높은 주파수를 사용하는 조건이며, 전자기장의 동시 노출량은 SAR와 PD로 표현된다. ICNIRP 에서

는 복수의 동시 방사 조건에 대하여 각각의 인체 노출량을 합산하는 방법을 제시하고 있다. 이때 첫 번째 조건인 SAR 간의 합산은 동일 물리량이므로 합산에 문제가 없으나 두 번째 조건은 질량 기준의 SAR와 면적 기준의 PD 간 물리량이 상이하므로 각각의 기준으로 정규화하여 합산하는 방식을 사용하며, 식 (1)로 나타낼 수 있다. 여기서 SAR 기본 한계값은 SAR 측정결과, PD 기본 한계값은 PD 측정결과를 나타낸다 [4].

$$\sum \frac{SAR}{SAR_{BR}} + \sum \frac{PD}{PD_{BR}} \leq 1 \quad \text{식 (1)}$$

그림 3-3은 휴대기기 형상 모델의 인체 노출량 분포에 대한 모의실험 결과를 나타낸다. 하단 2개 안테나는 6GHz 이하의 통신 주파수를 지원하고 상단 1개 안테나는 28GHz 밀리미터파 통신 주파수를 지원한다.

그림 3-4는 그림 3에서 도출한 SAR 및 PD



[그림 3-4] 휴대기기 형상의 모델에 대한 전자기장 인체 동시 노출량 모의실험

분포를 이용하여 전자기장의 동시 노출 조건을 영상화한 결과이다. 하단 2개 안테나 기준, 실제 ICNIRP에서 제시한 전자기장 인체 동시 노출 도출 방법은 2개의 SAR 최대값을 선택하고 수치적으로 합산하여 동시 노출 조건에 대한 SAR 결과를 표현할 수 있다. 하단 1개 안테나의 SAR와 상단 안테나의 PD 조건에 대한 동시 노출 해석 방법은 SAR 분포의 최대값과 PD 분포의 최대값을 추출하고 식 (1)을 통해 정규화하여 얻을 수 있다. 즉, 휴대기기의 전자기장 동시 노출 결과는 1개의 대표값으로 도출되며 이 결과가 인체 노출량의 기준으로 적용된다.

현재 활용 중인 인체 동시 노출량 해석방법은 SAR 및 PD 분포를 고려하지 않고 각각 인체 노출량의 최대값의 합만을 고려한 것으로 가장 엄격한 사용자 시나리오를 고려한 것이다. 이러한 방법은 동시 방사되는 안테나가 근접하여 각각의 SAR 또는 PD 분포의 최대값이 겹치는 경우 유효하지만, 휴대기기의 상 하단 안테나와 같이

각각의 분포 최대값 위치 간의 거리가 상당히 이격된 경우에는 인체 동시 노출량이 과대 평가되어, 인체 노출량 규격 만족을 위해 실제 기기의 성능을 저하시키는 경우도 발생할 수 있다. 따라서 휴대기기의 성능과 인체 동시 노출량을 모두 만족시키기 위해 동시 노출 조건에서 각각의 최대값을 합산하는 방법뿐만 아니라 각각의 SAR 및 PD 분포를 활용하여 분포 자체를 합산하는 방법에 대한 연구도 고려할 수 있다. 그리고 현재 다각도로 논의 중인 시간 평균 SAR 및 PD 측정 방법이 휴대기기 인체 동시 노출량에 적용하는 방법에 대한 연구도 필요하다.

참고문헌

- [1] Cisco, "Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2017-2022," Cisco, Feb. 2019.
- [2] Samsung research, "6G the next hyper-connected experience for all,"

- Samsung, Jul. 2020.
- [3] T. Wu, T. S. Rappaport, C. M. Collins, “The Human Body and Millimeter-Wave Wireless Communication Systems: interactions and Implications,” 2015 IEEE International Conference on Communications (ICC), Jun. 2015.
- [4] ICNIRP, “ICNIRP guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100kHz to 300GHz)”, Health Phys, 118(5), 483-524, Mar. 2020.
- [5] 국가법령정보센터
- [6] FCC office of Engineering & Technology (OET), OET Bulletin No. 65, Aug. 1997.
- [7] IEEE Standard. C95.1-2019 (Revision of IEEE Std. C95.1-2005)
- [8] IEC/IEEE 62209-1528:2020

제4장 100 GHz 대역 광센서 기반 전자파 인체노출량 측정 기술 연구

주영준
((주)이레테크)

제1절 6 GHz 이상 대역에서 전자파 인체노출량
제2절 광센서를 이용한 전자파 측정 기술

5G 통신, AI, VR, 자율주행 기술의 발전에 따라 대용량의 데이터를 실시간으로 전송하기 위해 전파 자원의 수요가 급증함에 따라 주파수 부족 현상을 해소하고자 사용주파수가 표 4-1과 점점 높아지고 있다. 특히 향후 10년 이후에 상용화 될 것으로 예상되는 6G 통신의 경우 100 GHz 이상 대역을 사용할 것으로 예상되며, 기기와 기기사이, 기기와 사람 사이에 IoT 기술 적용으로 다양하고 복잡한 다중 전자파 인체 노출이 예상된다. 이에 따라 전자파 인체 노출에 대한 우려가 커지고 있어, 6 GHz 이상의 주파수 대역을 사용하는 에서 발생하는 전자파에 대한 인체 노출량 측정 기술 연구가 필요하다. 기존 전자파 인체노출량 측정 기술의 경우 다이폴 안테나 기반의 센서를 이용한 측정 기술로 주파수가 높아

짐에 따라서 센서의 물리적 한계에 이르렀고, 다이폴 안테나로 인한 왜곡 현상으로 정확한 측정값을 측정하기 어렵다. 따라서 본 기고에서는 전자파 왜곡현상이 적고, 센서 크기의 소형화가 가능한 광센서를 이용하여 6 GHz 이상의 주파수 대역에서 전자파 인체 노출량을 측정하는 기술에 대하여 소개하였다.

제1절 6 GHz 이상 대역에서 전자파 인체노출량

휴대 단말기의 전자파 인체 노출 제한치는 국제비전리복사방호협회(ICNIRP)에서 제한하고 있으며, 6 GHz 이하의 경우

[표 4-1]. 이동통신 방식에 따른 이용주파수대역

통신방식	2G	3G	4G	5G	6G
사용주파수	800-900 MHz 1.8 GHz 대역	1.8 GHz 대역 2.1-2.6 GHz 대역	800-900 MHz 1.8 GHz 대역 2.1-2.6 GHz 대역	3.5 GHz 대역 28 GHz 대역	100 GHz 대역 예상

전자파흡수율(SAR)로, 6 GHz 이상의 경우 전력밀도(PD)로 제한하고 있다. 국부 SAR의 경우 10 gram SAR 값으로 제한하고 있으며, 전력밀도의 경우 30 GHz 이하에서는 4 cm² 평균전력밀도를 30 GHz 이상에서는 1 cm² 평균전력밀도로 제한하고 있다. 표 4-2는 주파수 대역에 따른 인체노출량 제한치를 나타낸 것이다.

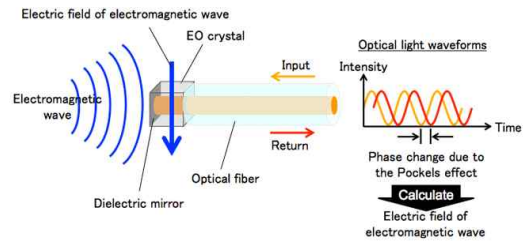
[표 4-2]. 이통통신 방식에 따른 이용주파수대역

		전신평균 SAR (W/kg)	국부머리 몸통SAR (W/kg)	국부사지 SAR (W/kg)	국부 전력밀도 (W/m ²)
직업인	100 kHz ~ 6 GHz	0.4	10	20	—
	6 GHz ~ 300 GHz	0.4	—	—	100
일반인	100 kHz ~ 6 GHz	0.08	2	4	—
	6 GHz ~ 300 GHz	0.08	—	—	20

제2절 광센서를 이용한 전자파 측정 기술

광센서를 이용한 전자파 측정 기술은 그림 4-1과 같이 전자파에 노출된 광센서에 기준 광신호를 입력하면, 전자파의 세기에 따라서 광센서의 굴절율이 변화되는 전광효과에 의하여 광센서 프로브 끝단에서 반사되는 광신호의 위상이 입력된 위상파의 차이가 발생하게 되며, 이를 통하여 전기장의 세기를 측

정하는 기술이다. 광센서를 이용한 전자파 측정 기술은 일본, 미국, 프랑스 등에서 100 GHz 대역까지 전자파 측정용 광센서 기술을 확보하고 있으나 인체노출량 측정에는 적용되지 않고 있다. 우리나라는 한국표준과학연구원서 20 GHz 대역까지 측정 기술을 가지고 있다. 따라서 광센서를 이용한 전자파 인체노출량 측정 기술 연구가 진행되고 있다.



[그림 4-1] 광센서를 이용한 전기장 측정원리

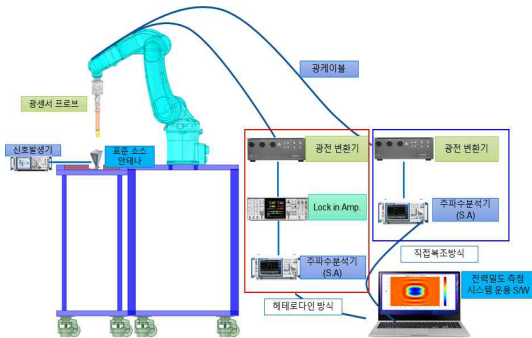


[그림 4-2] 국외 광센서 프로브 및 광신호의 전기신호 변환기

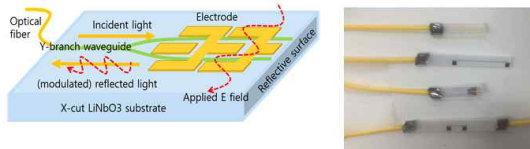
광센서를 이용한 전자파 인체노출량 측정 시스템은 그림 4-3과 같이 광센서, 광 신호를 전기신호로 변환해 주는 광전 변환기, Lock in Amp. 스펙트럼분석기, 로봇 암, 운영 S/W로 구성되며, 광 신호를 전기신호를 변환해주는 광전 변환기의 방식에 따라서 헤테로다인복조방식과 직접복조방식으로 나뉜다.

□ 광센서 기술

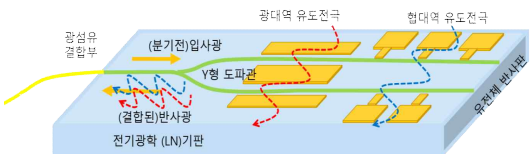
광센서는 그림 4-4와 같이 리튬나이오베이트 (LiNbO₃) 기판 위에 2개의 광 도파로로 구성되어 있으며, 그림 4-5와 같이 광센서의 감도와 광대역



[그림 4-3] 광센서 전자파인체노출량 측정시스템 구성도



[그림 4-4] 1축 광센서 구조



[그림 4-5] 복합형 유도전극 기반의 전기광학 센서 구조

특성을 높이기 위해서 유도전극을 배열하기도 한다.

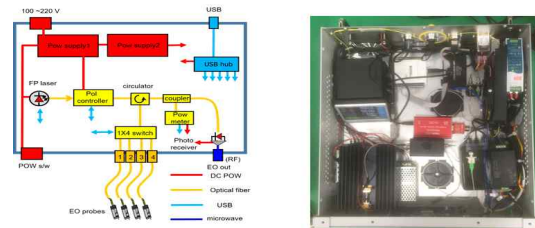
그림 4-4의 광센서는 로봇암에 설치 가능하도록 그림 4-6과 같이 프로브 형태로 설계 제작하였다.



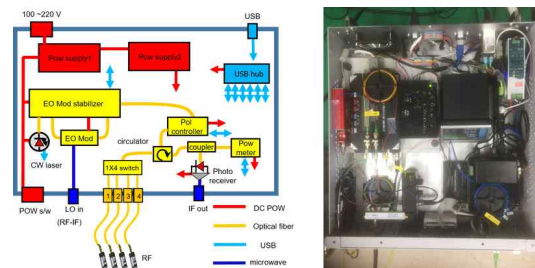
[그림 4-6] 광센서 프로브

□ 광전 변환기 기술

광센서에서 감지된 신호를 전기신호로 변환해주는 광전 변환기는 그림 4-7과 같이, 광센서로 검출된 RF 주파수를 포토다이오드를 이용해서 입력된 RF 주파수 그대로 변환하는 직접복조방식과, 그림 4-8과 같이 국부발진기(LO, Local Oscillator)를 사용하여 측정 RF 주파수와 혼합하여 MHz 대역의 중간주파수(IF, Intermediate Frequency)로 하향 복조하는 헤테로다인 방식이 있다.



[그림 4-7] 직접 복조 방식의 광대역(40 GHz) 광전 변환기구성도 및 제작된 모습



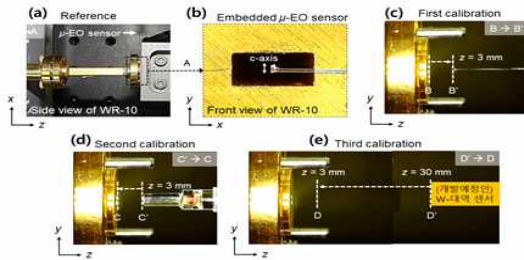
[그림 4-8] 헤테로다인 복조방식 광전 변환기 구성도 및 제작된 모습

직접복조방식의 광전 변환기의 성능은 포토다이오드와 LNA(Low Noise Amplifier) 성능에 민감하게 반응한다. 현재 전 세계적으로 포토다이오드는 90 GHz까지 상용화 되어 있지만, 성능이 좋지 않고 가격이 비싸다는 단점이 있다. 40 GHz 포토다이오드를 이용하여 직접복조방식

광전 변환기를 제작하여 헤테로다인방식의 광전 변환기와 성능 비교 테스트를 결과 20 GHz 이상 주파수 대역에서 포토다이오드를 이용한 직접복조방식이 헤테로다인복조 방식보다 성능이 낮은 것을 확인하였다.

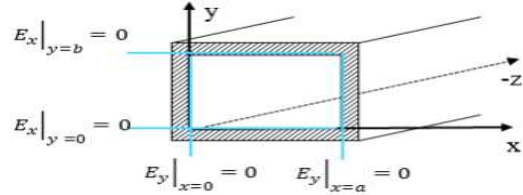
□ 광센서의 교정 기술

광센서의 성능 교정을 위해서는 표준 전기장 발생장치가 필요하다. 6 GHz 이하의 전자파 인체노출량 평가를 위해서는 다이폴 안테나를 사용하지만, 6 GHz 이상 주파수에서는 다이폴 안테나의 물리적 크기로 사용이 불가능하다. 따라서 그림 4-9와 같이 OEW(Open Ended Waveguide)를 이용하여 센서의 크기가 0.5 mm 이내인 μ -EO 센서를 OEW 내부에서 삽입하여 교정하고, OEW 개구면에서 3 mm 이격된 거리에서 μ -EO센서를 이용하여 전기장 세기를 측정하고 mm-EO센서를 교정하고 30mm 이격된 거리에서 개발예정 광센서를 이용하여 전기장 세기를 측정하는 방식으로 광센서를 교정한다.



[그림 4-9] 광센서 교정 시스템 구성도 (a) 교정시스템 (b) 도파관내 삽입된 μ -EO 센서 (c) 1단계 교정 (d) 2단계 교정 (e) 3단계 교정

그림 4-10과 같은 도파관 내에서의 전기장 세기는 TE_{10} 인 경우 아래의 식 1과 식 2로부터 계산할 수 있다.



[그림 4-10] 도파관 내의 전기장 세기

$$E_y(x, y, z) = \frac{-j\omega\mu\pi}{(\beta^2 - k^2)a} A_{10} \sin\left(\frac{\pi x}{a}\right) e^{-j\beta z} \quad (\text{식 1-1})$$

$$E_x(x, y, z) = E_z(x, y, z) = 0 \quad (\text{식 1-2})$$

$$H_y(x, y, z) = \frac{-j\beta\pi}{(\beta^2 - k^2)a} A_{10} \sin\left(\frac{\pi x}{a}\right) e^{-j\beta z} \quad (\text{식 1-3})$$

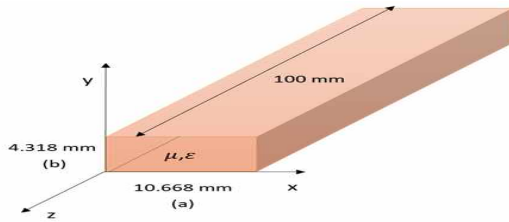
$$H_x(x, y, z) = 0 \quad (\text{식 1-4})$$

$$H_z(x, y, z) = A_{10} \cos\left(\frac{\pi x}{a}\right) e^{-j\beta z} \quad (\text{식 1-5})$$

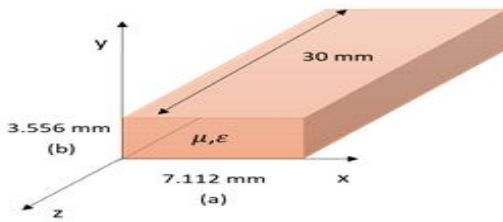
$$\langle S \rangle = P_{10} = \frac{\omega\mu\beta a^2}{2\pi^2} A_{10}^2 \sin^2\left(\frac{\pi x}{a}\right) \quad (\text{식 2-1})$$

$$A_{10} = \sqrt{\frac{4\pi^2 P_{10}}{\omega\mu\beta a^2 b}} \quad (\text{식 2-2})$$

OEW 내의 전기장 세기를 확인하기 위하여 그림 4-11과 같은 WR42, WR28 구형 도파관에 대하여 Analytic solution과 상용 수치해석 결과를 비교 분석하였다. 그림 4-13은 WR42와 WR28 도파관 내의 전기장 세기에 대하여 Analytical Solution과 수치해석 결과를 비교하여 나타낸 것이며, 두 결과 사이의 오차는 5% 이내로 일치하는 것을 확인하였다. 그림 4-14는 WR42 및 WR28을 이용하여 광센서에 대하여 20 GHz와 40 GHz에서의 광센서 성능을 측정하여 나타낸 것이다.

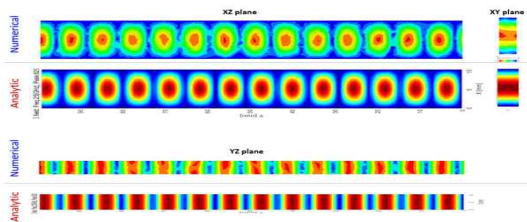


(a) WR42 구형 도파관 구조

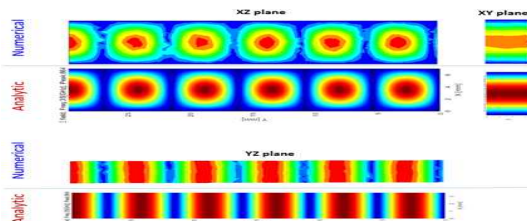


(b) WR28 구형 도파관 구조

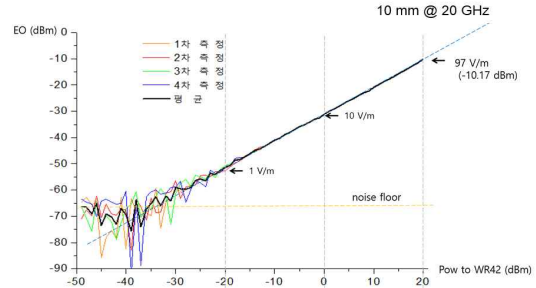
[그림 4-11] 전기장 세기 검증에 사용한 구형 도파관 구조



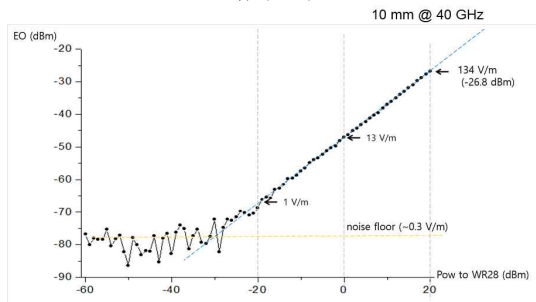
[그림 4-12] WR42 도파관 내의 전기장 세기(1 Watt, @25 GHz)



[그림 4-13] WR28 도파관 내의 전기장 세기(1 Watt, @35 GHz)



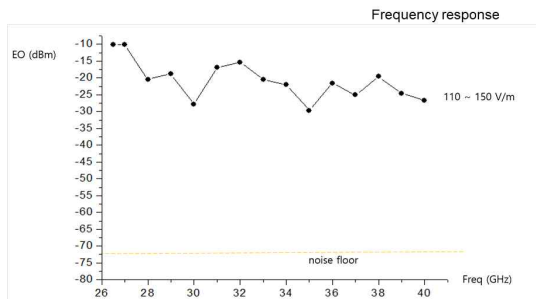
(a) 광센서 교정, WR42 도파관, @ 20 GHz, 100 mW 입력전력



(b) 광센서 교정 WR28도파관, @ 40 GHz, 100 mW 입력전력

[그림 4-14] 유도전극형 EO 프로브 Calibration 결과

그림 4-14에서 확인할 수 있듯이 광센서를 이용하여 20 GHz에서 최소 10 mV/m까지 전기장 세기를 측정 할 수 있음을 확인하였고, 40 GHz에서 약 100 mV/m까지 전기장 세기를 측정할 수 있음을 확인하였다.



[그림 4-15] 유도전극형 EO 프로브 대역폭 Calibration 결과 (WR28 OEG, 26.5 ~ 40 GHz, 100 mW 입력전력)

그림 4-15는 26.5 ~ 40 GHz에서 광센서의 광대역 특성을 측정한 결과이다. 그림 4-15에서 하나의 광센서를 광대역에 대해서 전기장 세기를 측정할 수 있음을 확인할 수 있다.

광센서를 이용한 전자파 인체노출량 측정 기술은 전세계에서 처음 개발하고 있는 기술이다. 아직 초기 개발 단계이지만 광센서의 성능 향상을 통하여 100 GHz 대역까지 전자파 인체노출량 측정기술이 상용화를 위한 기술 개발이 진행 중이다.

[Acknowledgement]

본 연구는 과학기술정보통신부, 국립전파연구원 및 정보통신기획평가원의 정보통신-방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음.

[2021-0-00228, 100 GHz 대역 광센서 기반 전자파인체노출량 측정 시스템 개발]

참고문헌

- [1] David M. Pozar, Microwave Engineering 3rd edition, 2004.
- [2] ICNIRP 2020, Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 KHz to 300 GHz), 2020
- [3] IEC/IEEE 63195-1, Measurement procedure for the assessment of power density of human exposure to radio frequency fields from wireless devices operating in close proximity to the head and body- Frequency range of 6 GHz to 300 GHz, 2022.

제5장 자기공진방식 대형무선전력전송기기 (전기자동차)의 인체노출량 평가 연구

안치형
(한국기술교육대학교)

무선전력전송(WPT, Wireless Power Transfer)기술은 물리적인 전선이 없이 전기에 에너지가 필요한 기기 및 공간에 에너지를 전달할 수 있는 기술을 의미한다. 무선전력전송 시스템은 전력선 없이 충전할 수 있기 때문에 사용자의 편리성 및 이동성 뿐만 아니라 안전성이 향상된다. 시장조사 기관인 Allied Market Research의 자료에 따르면 세계 무선 전력 전송 시장 규모는 2020년에 57억 510만 달러를 기록, 2021년부터 2030년까지 연평균 성장률은 21.3%로 확대되며 2030년에는 352억 2,640만 달러에 달할 것으로 예측하고 있다[1]. 또한 한국과학기술기획평가원(KISTEP)에서는 2018년도에 발표한 “10대 미래유망기술”에 무선전력전송을 유망 기술로 포함하였다[2]. 이처럼 무선전력전송의 시장규모가 성장하고 기술이 발달함에 따라 수 W 급의 소전력 및 수십 kW 급의 대전력은 물론 다양한 응용분야에서 연구가 활발히 진행되고 있다[3]. 이런 무선충전의 상용화를 위해 관련된 국제공식 표준기구는 IEC, ITU-R, CISPR, APT 등이 있으며, 산업 표준단체로는 WPC, Airfuel Alliance가 대표적이다.

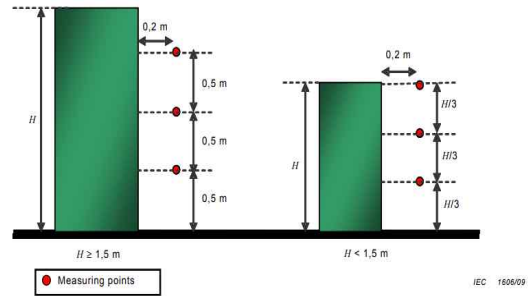
최근 세계 각국이 탄소중립을 달성하기 위해

전기자동차를 온실가스 저감 방안의 핵심 과제로 삼았으며 유럽연합(EU) 집행위원회는 2035년부터 유럽 내 내연기관 자동차 판매를 금지하는 방안을 확정하였다. 국내에서도 매년 전기차 등록대수가 증가하는 상황으로 올해 총 35만대 정도가 등록된 것으로 국토교통부에서 집계되었다. 전기차 보급이 크게 늘면서 충전기술이 이슈가 되고 있다. 현재 일반적으로 사용되는 플러그인 방식은 높은 전류가 흐르는 충전케이블을 사람이 직접 연결해야 하는 불편함과 불안감이 존재한다. 무선충전기술은 충전소에 주차만 하면 충전이 되어 기존의 편리성과 안전성을 개선할 수 있는 대안기술로 가까운 미래에 핵심적인 전기자동차 기술로 인식되고 있다. 국내·외적으로 무선충전 전기자동차의 상용화를 위하여 기업과 학계에서 활발하게 연구를 진행하고 있으며, 특히 국내 현대자동차는 무선 충전 기능을 도입한 제네시스 GV60의 시범운행을 통하여 국내 무선충전 자동차의 상용화를 앞당길 전망이다.

다양한 무선충전기기들의 상용화를 위해서 충전환경에 따른 전자파 인체 노출량 평가 방법 및 제도화가 필수적이다. 특히 상용화가 진행 중인 무선 전력전송 기기에 대하여 인체 노출량 평

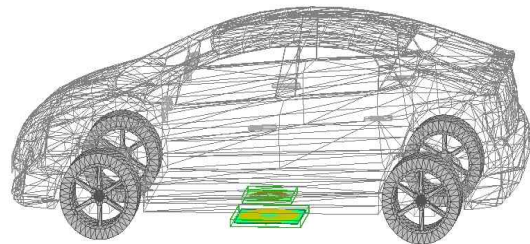
가방법에 대한 선제적인 연구가 필요하며, 측정 뿐만 아니라 시뮬레이션에 기반한 상세한 평가 방법 확보 및 표준화 대응이 필요하다. 특히 가까운 미래에 상용화 예정인 전기자동차 무선충전 관련 인체 노출량 평가방법에 대한 연구가 매우 시급하고 우선적으로 연구되어야 할 필요가 있다.

전자기장의 인체 영향에 대한 안전기준은 IEC (International Electrotechnical Commission) 국제 표준에 의한다. IEC 62110 환경조건 표준을 기준으로 IEC 61980-1과 IEC 63184 표준에는 전기자동차 무선 충전의 실외와 실내 측정 시의 측정방법에 따른 기준이 적용된다. 이때 제시하는 자기장의 인체 노출량 규제치는 ICNIRP 가이드라인 기준을 따른다[4]. 또한, IEC 62110 표준에는 AC 전원 시스템에서 생성된 전기장 및 자기장의 인체 노출량에 대한 평가방법이 기재되어 있다[5]. 균일 전기장 노출 시에는 단일 측정 방법이 적용되며, 자동차와 같은 비균일 전기장 노출 시에는 자동차 외각부분에 대한 자기장 측정 방식으로 3-point 방법을 이용하고, 자동차의 실내 자기장 측정을 위하여 5-point 측정 방식을 적용한다. 특히 전기자동차 무선충전 시 충전 환경에 따른 영향을 받을 가능성이 높은 차량 실내 부분에 대한 측정 방식이 보다 중요하다. 국제표준문서인 IEC 63184[6], JASO TP-13002[7], RSS-102[8] 등에서 전기자동차용 무선전력전송기기의 전자파 인체노출량 측정 방법으로 그림 5-1에서 기술되는 것과 같이 3-point 방법을 채택하고 있으나 대상 차량의 충전환경이 자유공간상에 위치한 경우만을 고려한 한계가 있다. 이에 따라 자유공간상에 3-point 결과를 기준으로 다양한 충전 환경에서의 자기장 세기 변화에 대한 분석을 하였다 [9].

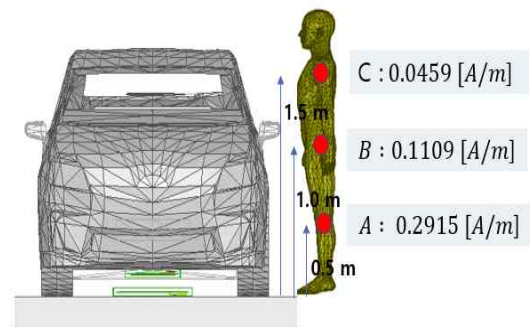


[그림 5-1] 3-point 측정 방법

고출력 대형 무선충전 기기 분석을 위하여 차량 길이 1700 mm, 폭 4400 mm, 높이 1500 mm의 구조를 그림 5-2 와 같이 모델링하였으며, 차량에 설치된 공진기 구조는 SAE 2954에서 제시된



[그림 5-2] 공진기를 장착한 전기자동차 모형



[그림 5-3] 3-point 방법 기반 측정 결과

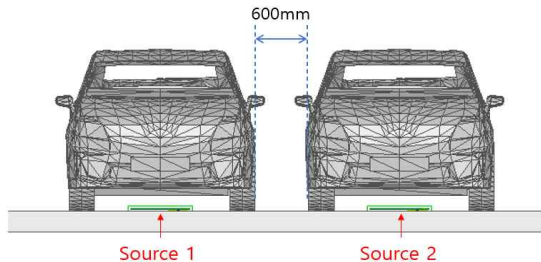


[그림 5-4] 인접 차량의 유·무에 따른 전자파 측정의 필요성

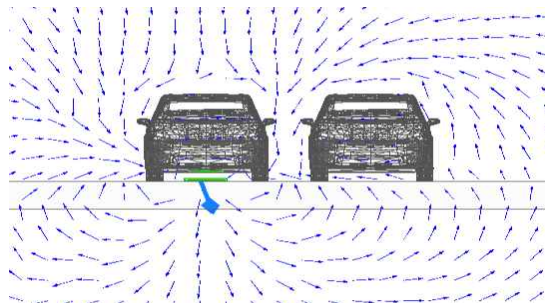
공진기 모델을 참조하여 설계하였다. 송신단 코일의 턴수 18, 공진기 박스 크기는 500x500[mm]이며 수신단 코일의 턴수는 9, 공진기 박스 크기는 320x320[mm]이다. 송수신단 코일에는 직렬 캐패시터를 연결하여 주파수 85kHz에서 공진하고 최대 효율은 약 92%로 시뮬레이션을 수행하였다. 표준문서상에 제시된 3-point 값을 도출하기 위하여 차량 4면의 외곽이격 0.2 m에서 자기장 최대지점을 확인하고, 그 위치에서 수직방향으로 0.5 m, 1.0 m, 1.5 m 지점의 자기장 값을 각각 0.2915 [A/m], 0.1109 [A/m], 0.0459 [A/m]로 확인하였다. 세 개의 지점에서 측정된 값에 대한 평균인 3-point 값으로 0.1494 [A/m]가 계산되었다. 인체 모델의 신장은 1.7 m이며 인체의 자기장 노출량을 총 체적으로 나눈 인체 평균 자기장량은 0.1445 A/m로 3-point 계산값과 비교하여 오차가 3.4%라는 것을 확인하였다. 이에 따라 표준문서상에서 제시된 3-point 평가방법이 자유공간상에서 유효함을 검증하였다.

전기자동차 무선충전이 실용화 되는 경우 주차 공간에서 여러대의 전기자동차가 다양한 조건으로 무선충전을 할 수 있다. 그림 5-4는 주차장

에서 인접차량이 존재하는 경우 차량 간격에 대하여 분석한 이미지이다. 차량의 크기와 주차장 크기를 고려했을 때, 인접 차량 간 거리는 0.6 m이며, 한 칸 띄워져 주차되어있는 경우 차량 간격은 약 3.0 m이다. 주차장 형태의 무선충전 인프라 시스템에서 인접차량의 상태에 따라 전자파 간섭의 형태가 달라질 수 있다. 그림 5-5에서 Source 1의 입력 전력을 6.6 kW, Source 2의 입력 전력을 0W로 설정하였다. 즉, 전기자동차 무선충전 시 무선충전하지 않는 인접차량이 존재하는 경우에 대한 시뮬레이션 환경을 표현한 것이다. 그림 5-6은 인접차량이 존재하는 경우 자기장 벡터가 인접 차량을 우회하는 시뮬레이션 결과를 보여주는 것이다. 전기차 무선충전 중 인접차량이 존재할 경우 3-point 값이 약 20% 감소하는 것을 확인하였다. 이는 인접차량



[그림 5-5] 인접 차량의 유·무에 따른 전자파 측정 시뮬레이션 모델링



[그림 5-6] 인접 차량이 있는 경우 자기장 벡터 분포

으로 인하여 무선충전 중인 자동차가 발생시키는 누설 자기장이 감소되는 현상은 도체에 의한 수동차폐 효과 영향으로 해석할 수 있다. 즉, 기존의 자기장을 상쇄하는 방향으로 새로운 자기장이 인접차량에 의해서 생기는 것이다. 그림 5-5에서 Source 1의 입력 전력을 6.6 kW, Source 2의 입력 전력을 6.6 kW로 설정하여 인접차량 두대가 동시에 무선충전하는 환경을 설정하였다. 이때 두 차량의 무선충전 시스템간에 위상을 변화하여 누설되는 자기장 세기 변화를 확인하였다. 두 차량의 위상이 같은 조건에서의 3-point 값은 0.2698 [A/m]로 차량 1대가 자유공간상에 위치한 조건에 비해 80% 자기장이 상승하였다. 두 시스템의 위상차가 90°인 경우 자기장 값은 0.1921 [A/m]로 기준대비 28% 증가하였다. 하지만, 두 시스템의 위상차가 180°, 270°인 경우 자기장 값이 0.0963 [A/m], 0.1182 [A/m]으로 기준대비 각각 35%, 20% 감소된 것을 확인하였다.

보고서[9]의 시뮬레이션 결과로부터 현재 국제표준에서 제시된 차량 한 대에 대한 충전 조건에 비해 다양한 충전 환경이 인체 노출량 변화에 큰 영향을 주는 것을 확인하였다. 향후 시뮬레이션 분석과 실험 검증을 통하여 무선충전 환경과 충전 조건에 따른 인체 노출량 변화와 평가방법의 차별화가 필요하다.

참고문헌

- [1] Wireless Power Transmission Market By Technology,, Type, and Application : Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2021-2030
- [2] 권소영 외. 2018년 KISTEP 미래유망기술 선정에 관한 연구:사람 중심의 스마트 소사이터 구현을 위한 10대 미래유망기술. 한국과학기술기획평가원, 2018.
- [3] 문정익 외. "중전력 무선충전 기술 동향." 정보통신기획평가원 주간기술동향 1995호 2021: 2-12.
- [4] ICNIRP, "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300GHz)," Health Physics, vol. 74, pp. 494-522, 1998.
- [5] IEC 62110-Electric and magnetic field levels generated by AC power systems - Measurement procedures with regard to public exposure, Aug.,2009.
- [6] IEC 63184:2021, "Assessment methods of the human exposure to electric and magnetic fields from wireless power transfer systems - Models, instrumentation, measurement and numerical methods and procedures (frequency range of 1 kHz to 30 MHz)", 2021.
- [7] JASO TP-13002, "Measurement methods for electromagnetic field of vehicles with regards to human exposure", 2013.
- [8] PRS-002, Supplementary Procedure for Assessing Compliance of Equipment Operating from 3 kHz to 10 MHz with RSS-102
- [9] 방진규, 안치형 외. "무선전력전송기기 등 전자파 인체노출량 평가 기술 연구 용역." 국립전파연구원 보고서 2022.

제6장 5G 전자파의 인체영향

이애경
(한국전자통신연구원)

전자기장과 생체관계연구회 5G EMF 위원회
(한국전자과학회)

제1절 서론
제2절 5G NR 전자파의 위험 인식
제3절 5G NR 주파수 대역의 인체보호기준
제4절 5G NR 전자파 노출량 평가
제5절 5G 및 후보 주파수 대역 전자파의 생체영향
제6절 결론

▶ 제1절 서론

지난 2019년 한국은 세계 최초로 3.5 GHz 주파수 대역에서 5G NR 이동통신 기술을 상용화시켰고, 현재 세계에서 가장 높은 보급률을 보이고 있다. 그러나 한편으로 한국을 비롯한 많은 국가의 일반 대중은 5G NR 전자파에 대해 상당한 우려를 갖고 있는 것으로 보고되며, 이는 과학적 정보의 부재에 의한 막연한 두려움에서 비롯된다고 볼 수 있다. 이러한 상황을 고려하여 2021년 9월 한국전자과학회의 전자기장과 생체관계연구회에서는 5G 이동통신 기술에 관련된 주파수 대역의 전자파 노출과 관련하여 공학적 및 생물학적 연구 현황과 결과를 포괄적으로 정리하고자 5G EMF 위원회³⁾를 조직하여 「5G 전자파의 인체영향」 보고서

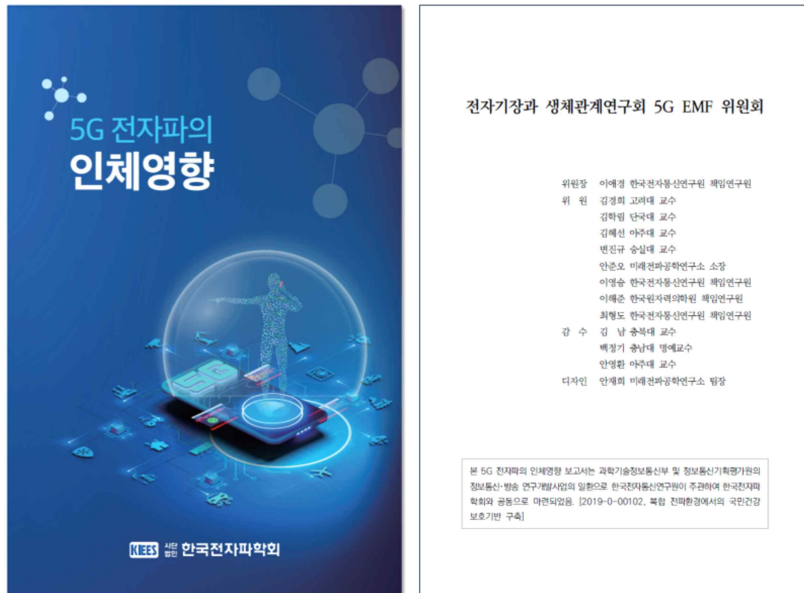
(이하 5G 보고서)[1]를 마련하게 되었다 (그림 6-1). 위원 구성, 보고서의 내용 구성, 자료 수집 및 분석, 집필, 자문에 이르는 방대한 작업에 약 1년 넘게 소요되어 2022년 11월에 책자를 발간하게 되었으며, <http://emf.or.kr>에 전자책으로 공개되어 있다.

5G 보고서는 제1절. 개요, 제2절. 5G NR 전자파의 위험인식, 제3절. 5G NR 주파수 대역의 인체보호기준, 제4절. 5G NR 전자파 노출량 평가, 제5절. 5G 및 후보 주파수 대역 전자파의 생체영향, 제6절. 결론 그리고 국내 28 GHz 세포실험 결과[2] 등을 포함하는 부록으로 구성되었다. 본 고에서는 5G EMF 위원회를 대표하여 보고서의 주요 내용을 요약하여 소개하고자 한다.

▶ 제2절 5G NR 전자파의 위험인식

전자파의 ‘위험인식(risk perception)’은 ‘위험성 인식’으로도 종종 사용되며, 전자파 노출로 인해 대중이 우려하는 주관적 인식을 말한다.

3) 전자기장과 생체관계연구회 5G EMF 위원회: 이애경 (ETRI), 김경희 (고려대), 김학림 (단국대), 김혜선 (아주대), 변진규 (숭실대), 안준오 (미래전파공학연구소), 이영승 (ETRI), 이혜준 (한국원자력의학원), 최형도 (ETRI).



[그림 6-1] 「5G 전자파의 인체영향」 보고서

전문가들은 위험을 사망률, 발생률 등의 정량적 지표에 의해 평가하지만 일반 대중들은 다양한 심리적 요인에 의해 위험을 평가하기 때문에 전문가의 판단과는 다르게 위험인식을 형성한다. 대중들과의 효과적인 커뮤니케이션을 위해서는 주관적으로 위험을 평가하는 위험인식 과정과 위험인식 형성의 영향 인자를 분석하는 것이 매우 중요하다.

해외에서는 5G NR 등의 이동통신 관련 장비에서 발생하는 전자파가 인체에 면역력 저하를 가져와 COVID-19 확산에 관여할 수 있다고 주장하는가 하면 [3], 5G 기지국 안테나 설치를 반대하는 집회가 국회의사당 앞에서 벌어지기도 하였다⁴⁾.

국내 5G 전자파에 대한 위험인식을 분석한 결과를 종합하면, 성별 및 연령과 같은 인구사회학적

변수에 따라 5G 전자파에 대한 위험인식의 정도가 상이하였으며, 음주 또는 흡연의 여부 등도 위험 인식에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 5G가 기존 기술보다 더 위험하다고 생각하는 주된 이유가 기술적 이해의 부족에서 비롯된 것으로 판단되어 일반 대중을 대상으로 새로운 기술의 이해도를 높이는 리스크 커뮤니케이션 전략이 요구됨을 시사하였다.

따라서 5G 보고서에서는 이러한 조사 결과와 전문가들에 의해 제시된 리스크 커뮤니케이션

방안을 참고하여 국내 5G에 대한 전주기 소통 실현을 위한 세가지 전략을 제시하였다 (그림 6-2). 첫째, ‘과학적 근거 기반 5G 전자파 정보 전달 플랫폼 구축’이다. 앞서 언급한 바와 같이 5G와 COVID-19 바이러스의 확산 사이의 비과학적 연관성 등과 같은 사회적 혼란을 방지하기 위해서는 국내 이동통신 사업자, 유관기관 및 정부 부처가 협력하여 5G를 포함하는 통합 EMF 정보

4)

<https://www.euronews.com/my-europe/2020/09/11/unreported-europe-5g-fears-and-unanswered-questions>



[그림 6-2] 리스크 커뮤니케이션 전략

플랫폼을 구축하고, 이를 통해 과학적 결과를 근거로 투명하고 일관된 정보를 대중에게 제공하는 것이다. 둘째, ‘5G 전자파 리스크 커뮤니케이션 메시지 개발 및 전달 방안의 구축’이다. 메시지 개발의 궁극적인 목표는 대중의 행동 변화를 목적으로 하며, 대중의 공감을 확보하여 대중의 불신, 걱정 및 무관심 등을 극복하는 것이다. 따라서 메시지는 지속적으로 모니터링된 대중의 위험인식을 바탕으로 개발되어야 하며, 해당 연령층에 적합한 전달 매체와 시기 등의 전략이 수립되어야 한다. 마지막으로 셋째, ‘이해당사자 간 역할 구분 명확화’이다. 대중을 대상으로 한 리스크 커뮤니케이션 메시지를 개발할 때 전문가적 관점의 지식제공에만 의존하게 되면 대중의 반발을 야기하여 제대로 메시지가 전파되지 못한 경우가 많았다[4].

따라서 5G 리스크 커뮤니케이션 전략을 수립하는데 있어 이해당사자별 역할을 명확히 할 필요가 있다. 전자파와 관련된 기업은 일반 시민들이 5G 기술에

대한 이해도가 부족하여 위험하다고 인식하는 경향이 매우 높기 때문에 통신기술 관점의 교육과 참여 프로그램을 마련하여 운영할 필요가 있다.

전문가는 5G 전자파와 관련한 전자파인체보호 기준 및 연구 결과 등에 대해 대중과 소통하고 피드백을 모니터링하도록 한다. 한편, 시민단체는 전자파 위험성 및 전자파 발생장치들의 노출 수준에 대한 대중의 우려 해소를 위해 문제를 제기하고, 신뢰성 있는 기관으로부터 얻은 정확한 노출 수준을 대중에게 알려야 할 것이다. 마지막으로 정책 입안자들은 메시지 매핑 (message mapping)⁵⁾에 입각하여 소통 전담 부서를 설치하고, 위험성 평가 전 과정과 노출을 최소화하는 예방 대책 등을 투명하게 제공하여야 할 것이다.

5) 메시지 매핑 (message mapping)은 메시지 개발 원칙으로 상위메시지 (top line)와 상위메시지의 근거자료인 사실 (fact on science evidence), 그리고 커뮤니케이터가 이에 대해 증명할 수 있는 증거 포인트 (proof point) 등을 체계화하는 것을 의미한다.

▶ 제3절 5G NR 주파수대역의 인체보호기준

한국의 이동통신 3사가 세계 최초로 3.5 GHz 대역의 5G NR 서비스를 상용화한 2019년 IEEE ICES (국제전자기안전위원회, International Committee on Electromagnetic Safety)는 0~300 GHz 주파수 대역의 전자기장 노출에 대한 인체 보호를 위한 표준 C95.1을 개정하였으며[5], 이듬해인 2020년 ICNIRP (국제비전리 복사방호위원회, International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)가 100 kHz~300 GHz 주파수 대역의 인체 보호 지침을 개정하였다[6].

한편, 이동통신 3사는 28 GHz 5G NR 서비스 창출을 위해 음악 공연장, 스포츠 경기장, 문화 유적지 등에서의 서비스 실증을 확대하고 있으며, 2021년 11월 과학기술정보통신부와 이동통신 3사는 터널 내에서 긴 도달 거리를 확보할 수 있는 특성을 활용하여 지하철 와이파이 28 GHz 백홀에 대한 실증 결과를 발표했다.

전자파인체보호기준은 일반적으로 3.5 GHz와 28 GHz 주파수 대역에서 노출 한계 또는 물리량이 서로 다르지만, 상호 연계되므로 5G 보고서에서는 개정된 ICNIRP 지침을 살펴보고, 현재 과학기술 정보통신부의 전자파인체보호기준[7]의 국제적 조화를 위해 필요한 논점을 서술하였다. 본고에서는 제한된 지면(紙面)을 고려하여 전자파인체보호기준의 국제적 조화를 위한 논점들만 거론하고자 한다.

첫 번째는 첨두 공간평균 SAR (psSAR)의 평균하는 조직의 질량과 노출 제한값이다. 한국이 수용한 IEEE C95.1 표준 (1999)의 국부 SAR 제한은 첨두 공간평균 SAR과 전신평균 SAR 비 20:1의

공학적 계산 결과를 토대로 일반인에 대해 1.6 W/kg ($\leftarrow 0.08 \text{ W/kg} \times 20$) 및 직업인에 대해 8.0 W/kg ($\leftarrow 0.4 \text{ W/kg} \times 20$)를 도출하였으며, 조직 1 g의 평균 질량을 선택한 것은 당시 온도 측정의 최적 정밀도를 1 cm³ (1 g에 해당하는 부피)로 보았기 때문이다. 그러나 이후 급속도로 발달한 노출량 평가 기술을 이용하였을 때 이러한 접근 방법은 부적절한 것으로 판단되었고, 이후 개정된 IEEE C95.1 표준 (2005)은 안구 노출과 관련된 ICNIRP의 생물학적 근거 및 생체 조직에서 무선 주파수 에너지투과를 정량화하는 연구 결과를 바탕으로 ICNIRP 지침 (1998)과 동일한 psSAR 즉, 일반인의 머리와 몸통 노출에 대해 조직 10 g의 평균 질량에 대한 2 W/kg으로 기본한계를 개정하였다. 현재 일본, 호주 및 유럽 국가들은 모두 10 g 평균 질량에 대한 2 W/kg의 제한값을 채택하고 있으며, 특히 호주 정부 (ARPANSA)는 2021년 2월 ICNIRP 지침 (2020)에 따라 기준을 개정하였다[8]. 미국, 캐나다, 볼리비아, 인도 및 한국은 1 g 평균 질량에 대한 1.6 W/kg 제한값을 규정하고 있다.

두 번째는 SAR 기본한계의 상한 주파수의 변화이다. ICNIRP 지침 (1998)에서는 전신평균 SAR 및 psSAR 기본한계의 상한 주파수가 10 GHz였으며, 한국 정부의 인체보호기준 또한 이 주파수를 따랐다. 그러나 2020년 개정된 ICNIRP 지침에서 전신평균 SAR 및 psSAR의 상한 주파수를 각각 300 GHz와 6 GHz로 변경하였다. 전자파의 주파수가 높아짐에 따라 신체 노출로 인한 가열은 더욱 표피에 가까워지며, 약 6 GHz를 넘어서면 이 가열이 피부 층 내부에서 두드러지게 발생한다. 표피 조직의 열은 열에너지가 외부 환경에 전달되기 더 쉽기 때문에 심부 조직의 열에 비해 신체에서 더 쉽게 사라진다. 심부 온도 상승으로부터 신체를

보호하기 위한 기본한계 상한 주파수를 과거 1998년 발행 지침의 10 GHz보다 낮은 6 GHz로 제한한 이유가 바로 이 때문이다.

한편, 300 GHz를 초과하는 주파수에서도 신체 중심부 온도를 운용건강영역효과임계값인 1 °C보다 높게 증가시킬 수 있는 것으로 나타났으며, 이는 적외선 방사에서도 진피 내에서 가열이 일어나면 진피 내의 방대한 혈관망(vascular network)이 이러한 열을 신체의 심층으로 전달할 수 있음을 의미한다. 그러므로 ICNIRP 지침(2020)에서는 6 GHz를 초과하는 주파수에서도 심부 온도 상승으로부터 신체를 보호하는 것이 적절하다고 보았기 때문에 전신평균 SAR 제한의 상한 주파수를 300 GHz로 확장하였다.

세 번째 논점은 국부 S_{ab} (흡수 전력밀도) 및 S_{inc} (입사 전력밀도)의 도입과 평균 면적이다. 6~300 GHz 대역에서 전자파 에너지는 주로 표피 조직에 침투되므로 심부 조직의 10 g 평균 SAR은 이 주파수 범위에서 노출 적합성 평가의 적절성이 떨어지고, 대신 S_{ab} 가 표피 온도 상승에 근사하는 조직 내 평가 물리량으로서 역할을 제공한다.

6~30 GHz 주파수 대역에서 정사각형의 평균 면적 4 cm²에 대한 노출이 국부적 최대 온도 상승을 잘 예측하는 것으로 보고되었다[9],[10]. 개정된 ICNIRP 지침에서 이 평균 면적은 국부 노출에 대한 S_{ab} 와 S_{inc} 에 모두 적용되며, 주파수가 높아짐에 따라 더 작은 빔 직경의 가능성을 고려하기 위해 평균 면적을 줄일 필요가 있으므로 6~300 GHz에서 정사각형 평균 면적 4 cm²를 실용적인 보호 사양으로 사용하되, 30~300 GHz 대역에서는 1 cm²에 대해 평균한 값이 4 cm² 면적에 대한 제한값의 2배를 초과하지 않도록 S_{ab} 와 S_{inc} 에 대해 부가 기준을 설정하였다.

현재 한국의 인체보호기준의 전자파강도 기준

값은 ICNIRP 지침(1998)에 따르며, 국부 노출을 구분하지 않는다. 10 GHz 이상의 주파수 대역에서 전력밀도는 20 cm²에 대해 평균된 최댓값으로 평가되어야 하고, 1 cm²에 대해 평균한 전력밀도는 제한값의 20배를 초과하지 않도록 설정하였다. 따라서 28 GHz에서 20 cm²와 1 cm²에 대해 평균한 일반인의 전력밀도 제한값은 각각 10 W/m²와 200 W/m²가 된다. 개정된 ICNIRP 지침을 따른다면 일반인의 입사 전력밀도 기준레벨은 전신 노출에 대해서는 전신이 차지하는 공간에 대해 평균한 10 W/m², 국부 노출에 대해서는 4 cm²에 대해 평균한 30 W/m²가 된다. 특히, 국부 노출에 있어 어떤 기준을 택하느냐는 낮은 주파수 대역의 SAR 한계 및 평균 체적(질량)과도 연관되므로 SAR로부터 전력밀도로의 전이 주파수에서 한계값 간의 상관성이 입증되어야 한다.

마지막으로 논의되어야 할 것은 노출 한계에 대한 평균 시간이다. ICNIRP 지침(1998)은 국부 노출과 전신 노출 한계에 평균 시간을 구분하지 않았다. 그러나 국부 노출에 대한 조직의 온도 상승은 대부분 신체 표면 가까운 일부 영역에서 일어나며, 전신 노출의 경우에는 심부 체온의 상승이 있을 수 있으므로 이 관점을 구분하여 평균 시간을 고려해야 한다.

ICNIRP 지침(2020)은 평균 시간을 초기 온도에서 평형 상태 온도까지의 온도 상승의 80~90%인 정상 상태까지의 도달하는 시간으로 간주하였다. 6 GHz 이하 전자기장의 전신 노출에 대해 정상 상태까지 도달 시간은 30분 이상으로 보고되었다[11]. 6 GHz를 초과하는 주파수에서 전력 흡수는 주로 표면 조직 내에 국한되며, 이 주파수 영역에서 심부 온도 상승의 시정수에 관한 정량적 조사 연구가 부재하므로 이 주파수에서도 전신 노출에 대한 평균 시간을 6 GHz 미만의 경우와 동일하게 30분을

유지하는 것이 합리적이라고 보았다.

국부적인 신체 영역에 대한 무선 주파수 전자파 노출의 경우, 신체 심부 온도를 변화시키지 않고 인체의 일부에서만 온도가 상승할 수 있다. 800 MHz 및 1.9 GHz에서 정상 상태 온도 도달에 필요한 시간은 12~16분이라고 보고되었으나 6 GHz를 초과하는 주파수에서는 정상 상태 국부 온도 상승에 필요한 시간은 주파수가 높아짐에 따라 서서히 감소한다[12]~[15]. ICNIRP 지침 (2020)은 6 분을 국부 노출 시 온도 상승에 대한 적합한 평균 시간으로 선택했다.

국제적 조화에 앞서 노출 한계를 설정하는 데 있어 정책적 판단 기준이 검토될 필요가 있다. 2000년 당시 정부가 전자파인체보호기준을 채택하여 공포할 때는 가장 엄격한 기준을 채택하여 국가 기준으로 설정하였다. 그러나 28 GHz 5G NR과 관련된 주파수 대역의 기준의 개정을 고려할 때 가장 엄격한 제한값을 채택하였던 과거의 정책 기조를 유지할 것인지 아니면 국제적 지침과 조화를 위해 모든 주파수 대역의 전면적인 개정을 추진할 것인지를 고민할 필요가 있다.

▶ 제4절 5G NR 전자파 노출량 평가

2019년 5G NR 서비스가 개시되면서 전자파 환경이 더욱 복잡해지고 있으며, 이러한 새로운 무선 통신 기술에 적합한 노출 평가 방법을 마련하는 것은 매우 중요하다. 휴대용 기기와 기지국 등의 전자파 발생원은 주파수를 포함한 노출원의 특성에 따라 다른 물리량과 평가 방법이 적용될 수 있다. 따라서 28 GHz 5G NR 휴대전화와 기지국은 6 GHz 미만의 기기나 설비와 다르게 평가되어야 하며, 또한 3.5 GHz 5G NR에 관련해서도 통신

특성으로 인해 기존의 평가 방법에 일부 변화가 있다. 5G 보고서에서는 휴대전화와 기지국 노출 평가에 대한 IEC 표준 동향, 국내 현황 및 서울의 실 환경에서의 5G NR 전자파 노출 수준을 포함하였으며, 그 내용을 요약하도록 한다.

가. 휴대전화

1) 3.5 GHz 5G NR

2020년 개정된 휴대용 무선기기의 전자파 인체 노출 적합성 평가 표준 (IEC/IEEE 62209-1528, 2020)이 IEC/IEEE 이중 로고 (dual logo) 계약에 따라 양 기관의 긴밀한 협력을 통해 공동 개발되어 기존의 IEC 62209-1 (2016), IEC 62209-2 (2010) 및 IEEE Std 1528-2013을 대체했다.

3.5 GHz 5G NR 휴대기기의 경우 통신기술이 복잡해짐에 따라 단말의 SAR 수준에 영향을 미치는 매개 변수가 증가하게 된다. 따라서 채널 대역폭, 변조 방식, 할당된 자원 블록 (resource block, RB)의 수, 채널 대역폭 내 RB의 오프셋 등을 고려하여 5G NR 단말의 합리적인 SAR 평가 구성을 도출하여 노출 적합성 시험을 간소화할 필요가 있다.

IEC 표준에서 눈에 띄는 기술적 변화는 시간주기 평균 SAR (time-period averaged SAR, TPAS) 평가 기법의 도입이다. 최근 휴대기기는 송신 전력 및 듀티 인자를 실시간으로 계산하고 제어하는 기능이 크게 발전하였기 때문에 IEC는 시험 시간 동안 최대 전력을 일정하게 송신하는 측정 방법뿐만 아니라 송신 전력과 듀티 인자를 모니터링하면서 이 두 가지를 조정하여 규정된 평균 시간 (예, 6분) 동안 평균된 SAR이 노출 제한값 아래로 유지되도록 하는 전력 제어 알고리즘을 활용한 TPAS 평가 방법을 새 표준에 포함시켰다.

2) 28 GHz 5G NR

배열 안테나의 획기적 발전 및 무선 주파수 소자들의 혁신을 통한 소형화, 손실 저감, 발열 문제 해결 등 기술적 난제가 극복되면서 2018년 말부터 5G NR FR2 대역의 휴대용 무선기기가 점차 상품화되고 있다. IEC에서는 2015년부터 측정 장비 개발, 시험, 연구, 규제 등에 관련된 다양한 기관들이 신규 노출량 평가 방법 논의를 시작하여 2022년 5월 6~300 GHz 주파수 대역에서 동작하는 휴대기기의 노출 적합성 평가를 목적으로 측정 및 계산 방법에 의한 평가 표준 IEC/IEEE 63195-1 및 IEC/IEEE 63195-2를 발행하였다. 이 표준들에서는 공간평균 전력밀도의 정의와 규정, 펜덱과 피시험기기의 위치 및 평가 면 설정, 측정 영역의 측정값으로부터 평가 면의 값으로 변환 또는 전기장 측정으로부터 자기장 정보를 복원하는 재구성 알고리즘, 그리고 5G NR FR2의 필수 요소인 빔 조향 (beam-steering) 기술에 따른 전력밀도 도출, 6 GHz 미만에서 평가된 SAR과 S_{inc} 결과의 통합과 총 노출지수 산출 등을 주요하게 다룬다.

FR2에서 이동통신 서비스를 위해 배열 안테나의 빔 형성 (beam-forming) 기술을 사용하는 경우 기기의 적합성 평가를 위한 시험 횟수가 크게 증가하므로 평가 간소화를 위한 기술적 대응이 요구된다. 이에 IEC는 IEC/IEEE 63195-1 측정 표준에서 수치 시뮬레이션을 통해 높은 전력밀도를 갖는 시험 구성들을 도출하여 그에 대한 전력밀도 측정을 고려하고 있다.

또한 6 GHz를 초과하는 기기에 대해서도 기기가 규정된 시간 동안 송신 전력을 모니터링 및 제어하는 기능을 가지고 있는 경우, 전력밀도를 평가할 때 시간주기 평균 전력밀도 (time-period

averaged power density, TPAPD)를 적용할 수 있다.

3) 국내 규제 동향

한국 정부 (과학기술정보통신부 국립전파연구원)는 5G 기술 도입 초기부터 단말의 시험 간소화 차원에서 제조업체 및 지정 시험기관과 함께 휴대용 무선기기의 최대 전도 전력을 제공하는 신호 모드, SAR 측정을 위한 자원 블록 할당 및 변조 방식 설정 등에 관해 분석하여 2020년 ‘3.5 GHz 5G 휴대전화의 전자파흡수를 측정방법 세부 지침’을 마련함으로써 KS C 3370-1과 3370-2에 따른 기기의 SAR 측정 평가의 인증 부담을 해소하는 효과를 제공한다.

또한 같은 해에 국립전파연구원은 ‘시간주기 평균 (TPA) 알고리즘이 적용된 휴대용 무선설비의 전자파 인체노출량 평가 방법’ 지침도 발표함으로써 기기의 전자파 발생 수준이 전자파인체보호 기준을 만족하면서도 전파 음영 지역을 최소화할 수 있도록 전력의 효율적 사용이 가능하게 되었다.

5G NR FR2의 휴대기기에 대해서도 ‘전자파광도 측정기준’ 고시의 별표4 ‘6 GHz 이상의 휴대용 (송신) 무선설비의 전력밀도 측정방법’에 적용할 수 있는 전력밀도 측정 방법 세부 지침을 마련하여 전력밀도를 측정해야 하는 평가 빔, 채널 대역폭, 통신 모드 및 변조 방식을 제한함으로써 평가 비용을 절감하도록 가이드하고 있다.

나. 기지국

무선 기지국의 전자파 노출 평가 표준을 개발하는 IEC TC 106 MT3는 2017년 IEC 62232 Ed. 2.0 발행한 이후 최근 5G NR을 서비스하는 기지국의 특성을 고려하여 2022년 10월에 개정 표준 Ed. 3.0이 발행되었다.

한국은 기지국에서 발생하는 전자파로부터 인체를 보호하기 위해 안테나 공급전력의 합이 30 W를 초과하는 이동통신 기지국은 전자파 강도 측정 및 측정 결과 보고의 대상이 되며, ‘전자파강도 측정기준’ 고시의 별표1에 따라 노출량이 평가되어야 한다.

본 절에서는 기지국의 노출량 평가 관련 IEC 국제 표준 동향과 국내 규제 동향을 요약한다.

1) 국제 표준 동향

IEC 62232는 무선 기지국의 전자기장 및 SAR 평가를 모두 포괄하지만 「5G 전자파의 인체영향」 보고서에서는 일반인이 접근 가능한 영역에서 요구되는 평가 물리량인 전자기장 (또는 전력밀도) 측정에 한정하여 IEC의 주요 현안을 다루었다.

LTE 또는 5G NR 기술에서는 서로 다른 신호가 공간 상 서로 다른 빔으로 전송될 수 있다. 또한 서로 다른 빔의 전력, 안테나 이득, 방향, 형태 및 편파 면은 시간에 따라 달라질 수 있다. 따라서 이러한 새로운 통신 기술을 사용하는 기지국에 대해 기존의 노출 평가 방법을 적용할 경우 측정 결과의 불확정도가 증가할 수 있다. 따라서 IEC 62232는 기지국의 전자파 노출 평가 시 안정적인 SSB의 기준 신호 평가 결과로부터 최대 노출량을 얻기 위해 외삽 방법의 사용을 권고한다. 즉, 기준 신호 PBCH-DMRS를 해독하여 시간과 주파수 영역의 최소 자원 단위인 RE (resource element)에 의해 복사되는 전기장 값 ($E_{\text{broadcast}}$)을 얻은 후 해당 기지국의 전 주파수 대역에서 시간 평균된 최대 노출량을 평가하기 위해 $E_{\text{broadcast}}$ 에 주파수 및 시간 영역에 대한 외삽 인자, 기준 신호에 대한 트래픽 신호 세기로의 외삽 인자, 전력 감소 인자 등을 반영한다. 여기서 전력 감소 인자는 실제 운용 중인 망의 특성을 고려하여 최대 송신 전력

대신 실 최대 송신 전력 (actual maximum transmitted power)으로 대체할 수 있도록 하는 것이다.

2) 국내 규제 동향

국립전파연구원은 2019년 3월 개정된 ‘전자파강도 측정기준’ (국립전파연구원고시 제2019-3호)에 5G NR 기지국 평가를 포함시켰다. 주요 개정은 TDD (Time Division Duplexing) 방식의 5G NR 기지국 측정을 위한 절차가 추가되었으며, IEC의 권고에 따라 기지국에서 방사되는 기준 신호를 분석하여 전기장 강도를 평가하고 외삽을 통해 최종적인 노출량을 도출하도록 하였다. 이후 2021년 기준 신호 측정 및 외삽 방법 보완, 3.5 GHz에서의 측정 간격 개선 그리고 옥상·화단형 기지국에 대한 측정 지점의 명확화 등을 위해 추가 개정이 진행되었다 (국립전파연구원고시 제2021-22호).

기지국에 대해 측정된 기준 신호의 외삽과 관련하여 국내 측정 기준에서는 최대 데이터 처리속도 (throughput)가 기지국 전력에 비례한다는 가정 하에 이론적인 최대 2 Gbps 대비 실제 운영 최대 처리속도 0.9 Gbps를 적용하여 0.45를 전력 감소 인자로서 적용하고 있다 (국립전파연구원고시 제2021-22호).

다. 실 환경의 5G NR 전자파 노출

지금까지 5G NR 망의 실제 노출 수준에 대해서는 보고된 바가 많이 없다. 5G NR 전자파 노출에 대한 대중의 우려를 불식시킬 수 있는 과학적 근거 마련 및 이동통신 망 전체에 대한 통합 노출 수준의 도출 방법 모색의 일환으로 서울 지역을 대상으로 3.5 GHz 5G NR 서비스 환경에서 2019년 하반기부터 2020년 초에 1차 측정이 실시되었고[16], 2021년 상반기에 2차 측정이 이루어졌다.

측정 장비와 각 사업자 망과 연결된 5G NR 단말기를 차량에 탑재하여 서울 423개 행정동의 90% 이상을 차지하는 지역의 이면도로에서 차량 운행 동안 단말의 상향링크 전력, 하향링크 전력(기지국의 SS-RSRP) 등을 비롯한 다양한 데이터를 수집, 기록하였다. 대량의 전력 샘플들은 세계 사업자가 운용하는 5G NR 시스템의 노출 평가에 요구되는 필수적인 특성을 고려하여 전기장 또는 SAR 값으로 환산되었다. 수집 데이터를 기반으로 각 통신 주파수 대역별 노출 수준을 (그림 6-3)과 같이 추정하였다.

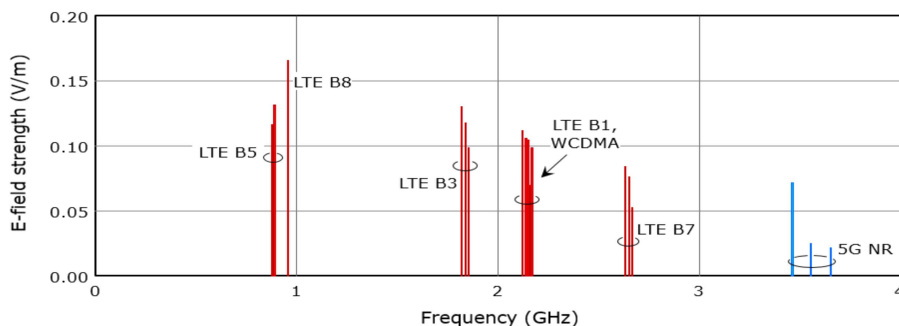
SSB 빔은 5G NR 망에서 항상 존재하는 유일한 신호로 서울 지역의 노출 수준은 2019년 측정 당시 $5 \mu\text{W}/\text{m}^2$ 미만에서 기지국의 지속적 증설로 2021년 상반기에는 모든 이동통신 사업자의 망에서 노출 수준이 증가했으나 $15 \mu\text{W}/\text{m}^2$ 미만이었다. 이와 같이 기지국으로부터의 수신 전력 수준이 낮았기 때문에 상당한 시간 동안 휴대전화에서 파일 업로드 및 다운로드 중 최대 출력인 23 dBm에 가까운 송신 전력이 관찰되었다. 송신 전력을 근거로 추정된 휴대전화의 1 g psSAR은 최대 약 0.2 W/kg이었다.

과학기술정보통신부에 따르면 2020년 5월 1일 기준 전국 5G 기지국 수는 약 11만 5400개였으며,

이는 LTE 기지국 87만개의 약 13%에 불과하다. 5G 기지국 수는 향후 몇 년 동안 급격히 증가할 것이다. 따라서 보고서의 측정 결과는 서울의 5G NR 서비스의 초기 상황만을 나타내므로 변화하는 망 환경을 지속적으로 모니터링하여 이동통신 전자파 환경에 대한 장기간의 누적 노출을 고려할 수 있어야 한다.

제5절 5G 및 후보 주파수 대역 전자파의 생체영향

이동통신에 사용되는 무선 주파수 전자파 노출로 인한 생체의 생물학적 변화는 인체에 대한 전자파 영향을 예측하는데 도움이 된다. 100 kHz 이상의 주파수 대역에서 주된 생체영향은 열 발생에 의한 체온 상승으로 알려져 있으며, 주파수가 높아지면 신체 조직 내부로의 침투 깊이가 감소한다. 개정된 ICNIRP 지침에서도 6~300 GHz의 주파수 범위에서는 피부 표면과 눈의 과도한 열을 방지하도록 하고 있다. 5G 보고서에서는 6 GHz 이상의 5G 및 그 후보 주파수에 해당하는 24~70 GHz 대역의 전자파 노출에 대해 기존에 수행된 동물실험 및 세포실험 연구 자료를 분석하여 그 결과를



[그림 6-3] 이동통신 기지국 환경 노출 수준 (2021년 상반기, 서울 이면도로)

보고하였다.

이를 위하여 5G 전자파의 건강 영향에 대한 해외 보고서 2편 [17], [18]과 리뷰 논문 2편 [19], [20]에 기재된 생체영향 논문을 중심으로 분석하였고, 1980년도 이후 2021년까지 출간된 연구논문을 미국보건원의 Pubmed⁶⁾와 EMF portal⁷⁾에서 검색하여 추가로 분석하였다. 인체에 대한 영향을 유추하기 위해 동물실험의 경우, 설치류 이상 척추동물을 이용한 연구 결과를 대상으로 분석하였으며, 세포실험의 경우, 진핵세포(eukaryotic cell)를 대상으로 하였다. Pubmed와 EMF portal에서 논문 검색을 위해 키워드로 '5G wireless communications', 'millimeter wave' 등을 사용하였으며, 논문의 제목과 초록을 확인하여 관심 주파수 대역인 24~70 GHz를 벗어나는 문헌은 제외하였다. 검색된 유효 논문의 원문을 통해 노출 대상, 노출 기간, 전력밀도 (또는 다른 물리량)와 같은 노출 수준 및 최종 영향 등을 조사, 분석하였다. 원문을 확인할 수 없거나, 연구에 사용된 전자파 생체 노출량이 정확하지 않은 경우에는 조사 대상 문헌에서 제외하였다. 또한 생체 외(ex vivo) 연구와 인공 세포막을 이용한 연구는 동물실험(in vivo)이나 세포실험(in vitro) 연구와 비교하여 연구 결과를 해석하기에 어려움이 있어 이번 보고서에서는 제외하였다. 그리고 세포 실험 연구 중 38~48 GHz 및 65~75 GHz에서 1,770~10,000 W/m² 범위의 연구들에서 사용한 방사선 동위원소 노출법을 이용한 RNA 및 단백질 생성 변화 측정법은 현재의 기준으로 세포에서 발생하는 미세한 변화를 관찰하기에는 기술적으로 미흡하여 분석에서 제외하였다.

최종 검토 대상 문헌들은 세포실험 34편과 동물

실험 28편으로 분류하고, ICNIRP 지침에서 권고한 일반인과 직업인 노출 제한값을 기준으로 전력밀도에 따라 4 구간으로 나누어 분석하였다. 전력밀도 구간은 일반인 노출 제한값 미만 (10 W/m² 미만), 일반인 및 직업인 노출 제한값 사이 구간 (10~50 W/m²), 고전력밀도 구간 (직업인 및 직업인 노출 제한값의 10배 전력밀도 구간, 50~500 W/m²), 그리고 초고전력밀도 구간 (500 W/m² 초과)으로 구분하였다. 세포실험 연구 결과는 각 구간별 전력밀도에서 세포 종류에 따른 영향을 조사하였으며, 동물실험 연구 결과는 각 구간에서 생체영향 별로 분석하였다.

가. 세포실험

일반인 노출 제한값인 10 W/m² 미만의 전력밀도 구간에서는 신경세포, 신장세포, 섬유아세포와 면역세포를 이용하여 유전독성, DNA 손상, 활성산소 생성, 유전자 및 단백질의 변화가 조사되었고, 영향과 관련된 유의미한 결과가 관찰되지 않았다. 피부세포에서는 1분 이내의 0.3~2 W/m² 전자파 노출에 의해 세포막 손상 및 세포 소기관이 손상되는 유해 영향이 보고되었으나, 오히려 더 높은 전력밀도에서는 유사한 손상이 관찰되지 않았다. 따라서, 향후 피부세포에 대한 추가적인 생체 유해성 규명 연구가 수행되어야 할 것이다.

일반인 및 직업인 노출 제한값 사이 (10~50 W/m²) 구간에서는 피부세포와 안구세포만을 이용한 소수의 연구가 수행되었고, 유해한 영향은 관찰되지 않았다. 한편, 국내 연구팀에서도 피부세포를 28 GHz, 10 W/m² 전력밀도에 노출시킨 후, 세포의 성장 및 사멸, 펩타이드 합성에 대한 영향을 조사하였으나 유해 영향은 관찰되지 않았다.

고전력밀도 (직업인 및 직업인 노출 제한값의 10배 사이 50~500 W/m²) 구간에서는 피부세포,

6) <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

7) <https://www.emf-portal.org/en>

혈액세포, 면역세포, 신경세포에서 세포 내 신호 전달, 단백질 및 유전자 발현 변화 등에 대해 조사되었으나, 유해 영향은 관찰되지 않았다.

본 장에서 검토한 대부분의 세포실험에서 24~70 GHz 전자파 노출은 전력밀도와 노출 시간에 따라 다양한 세포 내 신호 전달 및 생체 반응에 영향지표의 변화를 유도했지만, 세포의 사멸, 증식, 단백질 합성과 같은 세포 기능에는 유해한 영향을 미치지 않았다. 그러나 전력밀도나 노출 시간에 따라 온도 상승이 유도되는 경우에는 세포에 열에 의한 손상을 유발할 수 있음이 관찰되었다. 또한 각 문헌에서 사용된 세포의 종류와 전자파 노출 조건이 다양하고, 실험마다 관찰하는 영향 지표가 상이하여 본 장에서 검토된 내용만으로 세포에 대한 전자파의 유해 영향의 유무를 명확하게 결론 내리기는 어려웠다.

나. 동물실험

일반인 노출 제한값 미만의 전력밀도 구간에서는 종양, 면역, 염증, 연골분화, 생식기능 및 소화기능 등에 대한 생체영향이 조사되었고, 실험에 따라 유해한 영향이 보고되기도 하고 유익한 영향이 보고되기도 하였다. 종양에 대한 영향을 관찰하기 위해 림프성 백혈병 세포를 이식한 마우스에 5 W/m^2 전자파를 장기간 노출시켰을 때는 생존율이 길어졌지만, 폐암세포를 이식한 경우에는 종양 성장이 증가하는 상이한 결과를 나타냈다. 또한 흑색종세포를 이식한 마우스에 오히려 더 높은 133 W/m^2 전력밀도 (직업인 및 직업인 노출 제한값의 10배 사이 구간)의 전자파를 노출시켰을 때는 종양 성장을 억제되는 결과가 보고되었다. 이와 같이 종양에 대한 전자파의 영향은 종양세포의 종류나 전력밀도에 따라 상반된 결과가 보고되어 현재까지의 연구 결과로는 전자파의 유해성을 결

론짓기 어렵다.

정상 동물을 $0.2 \sim 2.14 \text{ W/m}^2$ 전력밀도의 전자파에 노출시켰을 때 백혈구 수치의 감소나 산화스트레스 증가와 같은 생체에 유해한 영향이 보고되었으나, 약물 처리로 면역세포의 기능을 저하시킨 뒤 고전력밀도 ($100 \sim 310 \text{ W/m}^2$) 전자파에 노출시켰을 시에는 오히려 면역세포의 기능의 활성화가 보고되었다. 이러한 결과는 동물의 건강 상태에 따라 전자파 노출이 면역기능에 미치는 영향이 다를 수 있다는 것을 시사하기 때문에, 향후 추가 연구를 통해 다양한 건강 상태에서 일반인 노출 제한값의 전자파 노출에 대한 생체영향을 규명해야 할 것이다.

일반인 및 직업인 노출 제한값 사이 전력밀도 구간 ($10 \sim 50 \text{ W/m}^2$)에서는 신경 및 소화기관에 대한 영향이 각 1편씩만 조사되었고, 유해한 영향이 관찰되지는 않았다. 그러나 해당 전력밀도 구간에 대한 연구 결과가 매우 부족하므로, 향후 생체영향 규명을 위한 다양한 동물실험이 수행되어야 할 것으로 생각된다.

고전력밀도 (직업인 및 직업인 노출 제한값 10배 $50 \sim 500 \text{ W/m}^2$) 구간에서는 다른 전력밀도 구간에 비해 안구, 종양, 피부, 통증, 신경, 관절, 소화기능에 대한 영향 연구 등 다양한 동물실험이 수행되었고, 대부분의 연구에서 유해한 영향이 관찰되지 않거나 오히려 생체에 유익한 영향이 보고되었다. 유익한 영향을 보고한 문헌들을 분석해보면, 정상 상태보다는 약물이나 수술에 의한 생체손상 상태 (모델)에 전자파를 노출시킨 뒤 증상의 개선을 보고한 경우가 많았다. 일부 동유럽 국가에서 5G NR 상용화 이전부터 의료기기에 수십 GHz 대역 주파수를 사용해 왔고, 치료효과에 대한 역학연구 결과도 보고되고 있는 점을 고려하면, 기존에 수행된 고전력밀도 전자파 노출 동물실

험이 생체 유해성 규명보다는 의료기기의 치료효과 검증에 위한 목적으로 수행되었던 것으로 생각된다.

500 W/m²의 이상의 초고전력밀도 구간에서는 안구와 순환장애에 대한 영향이 조사되었다. 토끼의 안구에 초고전력밀도의 전자파를 노출시키면, 전력밀도에 비례하여 안구의 온도가 상승하고, 노출 부위의 안구손상이 유발되는 것이 관찰되었다. 마취상태의 흰쥐를 750 W/m² 초고전력밀도 전자파에 계속 노출시키면 수십 분 내에 동물이 폐사하는 것이 관찰되었는데, 이때 전자파에 노출된 피부 및 피하지방의 온도가 급격히 상승하면서 출혈이나 심장 기능 저하 등 순환기계에 대한 유해 영향이 유발되는 것으로 조사되었다. 그러나 동일한 전력밀도에서 동물을 단 기간만 노출시켜 온도 상승이 크게 유도되지 않을 때에는 이러한 유해 영향이 관찰되지 않았기 때문에, 초고전력밀도 노출에 의한 온도 상승이 직접적인 유해 영향을 유발하는 것으로 보인다.

제6절 결 론

2022년 6월말 현재 4G 가입자는 4700만 정도이고, 3.5 GHz 5G 가입자는 이미 2400만을 넘는 수준이나, 비슷한 시기 3.5 GHz 대역 5G 기지국의 설치 수는 21만 정도로 LTE 기지국 수에 훨씬 미치지 못한다. 한편, 아직 서비스 전인 28 GHz 5G NR은 기존 통신망에 비해 주파수가 매우 높기 때문에 전파 도달거리가 짧고 장애물을 피해가는 회절성이 약하므로 실질적인 상용 서비스를 위해서는 기존 망에 비해 훨씬 기지국을 촘촘하게 설치해야 한다. 또한 28 GHz 대역의 활성화를 위해서는 장비, 단말, 서비스가 모두 갖춰져야 할뿐만 아니

라 B2B (기업 간 거래) 분야의 실질적인 수요가 필요하다.

그럼에도 불구하고 3.5 GHz 5G NR이 상용화된 지 3년 이상이 지난 시점에서 일반 대중 및 관계자를 대상으로 5G NR과 관련한 인체보호기준, 노출 현황, 국내외 연구 동향 등을 분석하여 정리된 자료를 공유하는 것은 연구자 및 정책 입안자에게 필요한 연구 주제를 정립하고, 전자파 정책을 객관화하기에 좋은 계기가 될 것으로 본다. 향후 5G NR 기술의 상용화와 실 환경 노출 현황을 모니터링하면서 다음 단계의 보고서를 통해 지식적 공백을 지속적으로 메워나가고자 한다.

참고문헌

- [1] 전자기장과 생체관계연구회 5G EMF 위원회. 5G 전자파의 인체영향. 한국전자과학회. (2022)
- [2] Kim et al. 5G Electromagnetic Radiation Attenuates Skin Melanogenesis In Vitro by Suppressing ROS Generation. Antioxidants. 11(8), E1449 (2022)
- [3] Wigginton et al. Rely on Science to Reframe Perceptions of 5G, DELOITTE INSIGHTS. 2021.
- [4] 김영옥, 위험커뮤니케이션, 커뮤니케이션북스. 2014.
- [5] IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to electric, magnetic, and electromagnetic fields, 0 Hz to 300 GHz, IEEE Std C95.1-2019, 2019.
- [6] ICNIRP (International Commission on Non Ionizing Radiation Protection). Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz). Health Phys.

- vol. 118, pp. 483–524, 2020.
- [7] 전자파인체보호기준. 과학기술정보통신부고시 제2019-4호, 2019년 1월
- [8] Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency. Standard for limiting exposure to radiofrequency fields—100 kHz to 300 GHz, Radiation Protection Series S-1 (Rev.1), ARPANSA, Australian Government (2021)
- [9] Hashimoto et al. On the averaging area for incident power density for human exposure limits at frequencies over 6 GHz. *Phys. Med. Biol.* 62, 3124–3138 (2017)
- [10] Foster et al. Thermal modeling for the next generation of radiofrequency exposure limits: commentary. *Health Phys.* 113, 41–53 (2017)
- [11] Hirata et al. Temperature elevation in the eye of anatomically based human head models for plane-wave exposures. *Phys. Med. Biol.* 52, 6389–6399 (2007)
- [12] Van Leeuwen et al. Calculation of change in brain temperatures due to exposure to a mobile phone. *Phys. Med. Biol.* 44, 2367–2379 (1999)
- [13] Wang et al. FDTD computation of temperature rise in the human head for portable telephones. *IEEE Trans Microwave Theory Tech.* 47, 1528–1534 (1999)
- [14] Bernardi et al. Specific absorption rate and temperature increases in the head of a cellular-phone user. *IEEE Trans Microwave Theory Tech.* 48, 1118–1126 (2000)
- [15] Morimoto et al. Time constants for temperature elevation in human models exposed to dipole antennas and beams in the frequency range from 1 to 30 GHz. *Phys. Med. Biol.* 62, 1676–1699 (2017)
- [16] Lee et al. EMF levels in 5G new radio environment. *IEEE Access.* 9, 19716–19722 (2021)
- [17] ANSES. Expositions aux champs électromagnétiques liées au déploiement de la technologie de communication «5G» et effets sanitaires éventuels associés. Agence nationale de sécurité sanitaire. (2021)
- [18] Health Council of the Netherlands, 5G and health. No. 2020/16e (2020)
- [19] Simkó et al. 5G Wireless Communication and Health Effects—A Pragmatic Review Based on Available Studies Regarding 6 to 100 GHz. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 16(18), 13 (2019)
- [20] Karipidis et al. 5G mobile networks and health—a state-of-the-science review of the research into low-level RF fields above 6 GHz. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology.* 31(4), 585–605 (2021)

제7장 5G 28 GHz 전자파의 피부세포 영향

임경민
(이화여자대학교)

최근 5세대(5G) 네트워크 시대의 도래와 함께 28GHz 주파수 대역의 5G 통신기기가 우리 생활에 널리 사용되고 있다. 이뿐만 아니라 5G의 적용 범위는 개인 통신 자비를 넘어, 4G, Wi-Fi, mmW(밀리미터파)를 통합한 다양한 전자 기기 및 기타 무선 기기로 확대되고 있다 (West, D.M et. al., 2016). 그러나 5G 통신기기의 광범위한 사용은 인간의 건강과 환경에 대해 영향을 미칠 수 있음에도 불구하고, 그 안전성에 대한 정보는 턱없이 부족하여, 일반 시민들의 불안감과 우려를 야기하고 있어(Hardell, L. and Nyberg, R, 2020, Karipidis, K. et al., 2021) 이에 대한 적절한 연구의 필요성이 제기되고 있다.

특히, 5G 전자기 방사선(Electromagnetic radiation, EMR)의 인체 피부에 미치는 영향이 주목받고 있다(Di Ciaula, A., 2018, Betzalel. N. et al., 2018). 이는 피부가 신체와 외부 환경 사이의 인터페이스이자 환경으로부터 노출되는 EMR의 주요 표적 조직이기 때문이다.

실제로 자외선과 같은 EMR, 청색광과 같은 가시광선 및 적외선은 피부 생리에 상당한 영향을 미치며 (Gromkowska-Kępa, et al., 2021), 이는 5G EMR이 피부에도 영향을 미칠 수 있음

을 시사한다.

그런데 자외선에서 원적외선까지 EMR의 파장이 길어질수록 투과 깊이가 증가하여 체내 심부까지 도달할 수 있으나, 장파장 (760 - 3000 nm)의 근적외부에 도달하면, 투과깊이가 줄어들고, IRC 영역 (3000 nm - 1 mm)은 다시 피부 표면까지만 투과할 수 있다 (Stefan M. Schieke, 2003).

이에 따라 5G 통신기기 사용으로 인해 생활환경에서 노출되는 28GHz EMR은 우리 몸에 2 mm 이상 깊이 침투할 수 없기 때문에 피부가 5G EMR의 1차 표적 조직이 될 가능성이 높다. 또 EMR은 그 파장에 따라 인체에 대한 효과가 상이한데, 전자파의 피부에 대한 영향은 크게 열 전달 효과(Thermal Effect)에 의한 영향, 전자파의 피부암 유발 상승 효과 (Roszkowski W et al., 1980), 20 Hz대의 극저주파 전자기장 (ELF-EMF)이 멜라닌세포의 색소침착 유발효과 (Cho, 2016), Skin Microbiome growth에 대한 전자파의 영향 (Crabtree, 2017), 전자파의 세포 유전자 발현과 대사체에 대한 세포 수준의 영향(Habauzit, D., et al., 2014) 등이 보고되었다. 그러나 이러한 효과들은 사용된 전자파의 파장이 다양하고, 노출된 강도가 비현실적이어서,

실제 생활에서 나타날 것이라고 보기에는 무리가 많다.

그런데 이러한 전자파의 인체 영향 중 피부색소 침착에 대한 효과가 주목할 만한데, 이는 피부가 다양한 전자기파에 노출되어 나타나는 효과이기 때문이다. 즉 자외선이나 청색광에 노출된 후 피부에서 가장 눈에 띄는 변화는 피부의 색소 침착, 즉 피부 표피에 멜라닌이 축적되는 현상이다. 이는 피부에 자외선 및 청색광을 조사하면, 멜라닌 생성이 활성화되어, 과색소침착을 유발할 수 있기 때문이다. 멜라닌은 피부 표피의 기저층에 있는 멜라닌 세포에 의해 생리학적으로 합성되는데, 기저층에서 피부의 상층으로 분화하는 각질 세포로 멜라노솜의 형태로 운반된다 [15,16]. 호르몬, 효소, 전사 인자, 자가분비 및 주변분비 인자, 수송체 및 수용체를 포함하여 100개 이상의 유전자가 피부 색소 침착 경로에 참여하는데 멜라노솜에서 멜라닌은 티로시나제, 티로시나제 관련 단백질 1(TRP-1) 및 티로시나제 관련 단백질 2(TRP-2)에 의해 1-티로신으로부터 합성되고 성숙된다. 또 멜라닌 합성 과정에서 멜라닌 합성 진행에 필수적인 활성산소 종이 생성되는데 이는 피부 색소 침착에 중요한 역할을 한다.

이러한 배경에서 이전에 본 연구실에서는 LTE(1.762GHz) 또는 5G(28GHz) EMR의 노출이 정상적인 스마트폰 사용 조건에서 피부 과색소침착을 유도하는지 연구한 결과, 정상적인 조건에서는 그 자체로는 피부색소 침착을 유발하지 않음을 확인하였다 (Kim et. al., 2020). 흥미롭게도 우리는 TYR과 TRP-1의 mRNA 발현 수준이 거시적 피부 과색소 침착이 관찰되지 않았음에도 약간의 영향을 받는 것을 발견했는데, 이는 5G EMR이 자체적으로 멜라닌 생성에

영향을 미칠 수 있음을 시사하였다. 이 발견을 바탕으로 본 연구팀에서는 5G EMR이 정상적인 피부색소 침착에 어떤 영향을 받는지 연구하였으며, 그 결과 5G EMR 조사가 멜라닌세포가 멜라닌생성촉진호르몬 (α -MSH)에 의한 활성산소종 생성을 억제하여, 멜라닌생성을 억제함을 밝혔다 (Kim et al., 2022). 이를 통해 지금까지 5G EMR의 인체영향이 부정적인 측면에 집중되어진 편견이 있었음을 지적하고, 긍정적인 측면의 효과도 연구되어야 함을 제시하였다.

참고문헌

- [1] West, D.M. How 5G Technology Enables the Health Internet of Things: Brookings Center for Technology Innovation: Washington, DC, USA, 2016; Volume 3, pp.1-20.
- [2] Hardell, L.; Nyberg, R. [Comment] Appeals that matter or not on a moratorium on the deployment of the fifth generation, 5G, for microwave radiation. *Mol. Clin. Oncol.* 2020, 12, 247-257.
- [3] Karipidis, K.; Mate, R.; Urban, D.; Tinker, R.; Wood, A. 5G mobile networks and health —A state-of-the-science review of the research into low-level RF fields above 6 GHz. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.* 2021, 31, 585-605.
- [4] Di Ciaula, A. Towards 5G communication systems: Are there health implications? *Int. J. Hyg. Environ. Health* 2018, 221, 367-375.
- [5] Betzalel, N.; Ishai, P.B.; Feldman, Y. The human skin as a sub-THz receiver-Does 5G pose a danger to it or not? *Environ. Res.* 2018, 163, 208-216.

- [6] Mehdizadeh, A.R.; Mortazavi, S. 5G Technology: Why Should We Expect a shift from RF-Induced Brain Cancers to Skin Cancers? *J. Biomed. Phys. Eng.* 2019, 9, 505-506.
- [7] Gromkowska-Kępa, K.J.; Puścion-Jakubik, A.; Markiewicz-Żukowska, R.; Socha, K. The impact of ultraviolet radiation on skin photoaging—Review of in vitro studies. *J. Cosmet. Dermatol.* 2021, 20, 3427-3431.
- [8] Li, W.; Seo, I.; Kim, B.; Fassih, A.; Southall, M.D.; Parsa, R. Low-level red plus near infrared lights combination induces expressions of collagen and elastin in human skin in vitro. *Int. J. Cosmet. Sci.* 2021, 43, 311-320.
- [9] Schieke SM, Schroeder P, Krutmann J. Cutaneous effects of infrared radiation: from clinical observations to molecular response mechanisms. *Photodermatol Photoimmunol Photomed.* 2003 Oct;19(5):228-34.
- [10] Roszkowski W, Wrembel JK, Roszkowski K, Janiak M, Szmigielski S. Does whole-body hyperthermia therapy involve participation of the immune system? *Int J Cancer.* 1980 Feb 15;25(2):289-92. doi: 10.1002/ijc.2910250218. PMID: 7390652.
- [11] Cho, S.-E., et al., Pigmentation effect of electromagnetic fields at various intensities to melanocytes. *Tissue engineering and regenerative medicine*, 2016. 13(5): p. 560-567.
- [12] Crabtree, D. P., Herrera, B. J., & Kang, S. (2017). The response of human bacteria to static magnetic field and radio-frequency electromagnetic field. *Journal of Microbiology*, 55(10), 809-815.
- [13] Habauzit, D., Le Quément, C., Zhadobov, M., Martin, C., Aubry, M., Sauleau, R., & Le Dréan, Y. (2014). Transcriptome analysis reveals the contribution of thermal and the specific effects in cellular response to millimeter wave exposure. *PloS one*, 9(10), e109435.
- [14] Kim K, Lee YS, Kim N, Choi HD, Kang DJ, Kim HR, Lim KM. Effects of Electromagnetic Waves with LTE and 5G Bandwidth on the Skin Pigmentation In Vitro. *Int J Mol Sci.* 2020 Dec 26;22(1):170. doi: 10.3390/ijms22010170. PMID: 33375304; PMCID: PMC7794711.
- [15] Kim K, Lee YS, Kim N, Choi HD, Lim KM. 5G Electromagnetic Radiation Attenuates Skin Melanogenesis In Vitro by Suppressing ROS Generation. *Antioxidants (Basel).* 2022 Jul 26;11(8):1449. doi: 10.3390/antiox11081449. PMID: 35892650; PMCID: PMC9331092.

제8장 생활공간에 설치된 28GHz 대역 기지국의 전자파 인체노출량 측정방법 제안

황태욱
(한국방송통신전파진흥원)

제1절 서 론
제2절 28 GHz 기지국 설치 현황
제3절 전자파 인체노출량 측정방법
제4절 결 론

▶ 제1절 서 론

5G 기술이 도입된 이후 밀리미터파 대역을 활용 사례가 늘어나고 있다. 우리나라는 26.5 ~ 28.9 GHz 대역(이하 28 GHz 대역)을 5G 이동통신 서비스용으로 할당하였다. 최근 이동통신 3사의 기지국 설치 투자 지연으로 주파수 회수 등 28 GHz 대역 활성화가 아직 갈길이 먼 상황이기도 하나, 이음 5G 서비스를 중심으로 28 GHz 대역 활용도가 늘어나고 있는 추세는 부정할 수 없다.

이 대역은 직진성이 강하고 광대역을 활용한 초고속 통신에 용이한 장점이 있다. 반면에, 이 대역에 대한 전자파 인체노출량 평가 사례는 많지 않으며, 주로 실내에 일반인에 근접한 곳에 설치되는 등 기존 기지국과는 다른 형태로 설치되어 전자파 인체영향에 확인이 필요하다. 그러나 우리나라의 경우, 무선국의 안테나 출력이

30W를 초과한 무선국은 전자파 강도를 측정하고 전자파 인체보호기준 적합여부를 확인하도록 의무화하고 있다. 반면, 28 GHz 대역 기지국은 안테나의 출력이 대부분 1 ~ 3W로 전자파 강도 의무측정 대상에서 제외된다. 기지국의 설치는 실내에 설치되어 일반인에 근접하지만 안테나의 출력이 낮다는 이유로 전자파 인체노출량을 확인할 근거가 없어진 셈이다. 또한 현재 기지국의 전자파 강도 측정방법을 제시하는 전자파 강도 측정기준 고시에 제시된 측정방법은 기지국이 실외에 설치되는 전통적인 경우를 가정한 경우로 이를 실내 환경에 적용하는 데는 한계가 있다.

이에, 본 고에서는 주로 실내에서 설치되는 28 GHz 기지국의 전자파 강도를 실내 환경에서 측정할 수 있는 방법을 제시하고자 한다. 본 고에서 생활공간이라 함은 28 GHz 기지국의 주 서비스 용도인 B2B 서비스를 위해 설치되는 환경으로

설치위치 주변에 일반인이 쉽게 통행 또는 거주하고, 기지국에 접근이 용이한 공간을 의미한다. 예를 들면, 스마트 공장, 융복합시설, 대형 전시장 등이 고려할 수 있다.

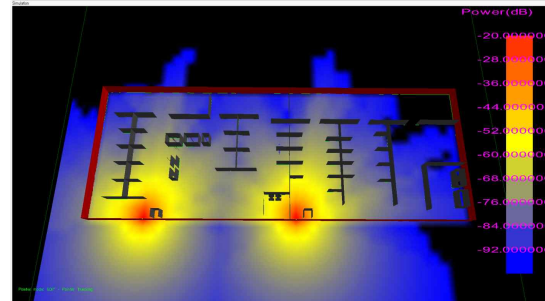
▶ 제2절 28 GHz 기지국 설치 현황

‘22년 12월 초 기준으로 우리나라에 설치된 28 GHz 기지국은 2,168개이다. 주로 설치된 곳은 스마트 공장, 대형 전시장과 경기장, 수도권 지하철 운행 구간, 스마트 캠퍼스를 지향하는 일부 대학, 일부 지자체 시설과 이음 5G를 할당받은 사업체 등이다. 28 GHz 기지국이 설치되기 시작한 초기에는 그림 8-1의 (a)와 같이 기지국 장치의 크기가 크고 벽면에 설치하는 경우가 많았지만 최근에는 크기가 작아져 그림 8-1의 (b)와 같이 천정에 설치하는 사례가 늘고 있다. 그림 8-1의 (c)와 (d)는 28 GHz 기지국으로부터 방출되는 전자파 강도의 범위를 전파전파 시뮬레이션 툴로 시뮬레이션한 결과를 개략적으로 보여준다. 그림에서 보는 바와 같이 기지국 주변이 핫존인 것을 알 수 있다. 그림에서 보여주는 핫존이 전자파 인체노출량의 위험구간을 의미하는 것은 아니지만 기지국 설치장소 주변은 상대적으로 전자파 강도가 높음을 의미한다. 기지국이 실내 공간에 설치되기에 그림 8-1의 (c)와 (d)에서 보는 핫존 내에 사람이 오고 가거나 거주하는 공간일 가능성이 높다. 28 GHz 기지국의 안테나 출력이 4G나 3.5 GHz 5G 기지국에 비해 1/30 ~ 1/60 수준으로 매우 낮지만 최대 EIRP는 74 dBm 기준 기지국과 큰 차이가 없어 안테나 출력이 낮더라도 전자파 인체노출량을 확인하여 안전하게 운영될 수 있도록 관리할

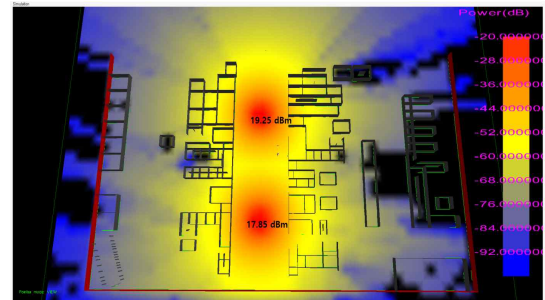


(a) 벽면 설치

(b) 천정 설치



(c) 실내공간 전자파 강도 시뮬레이션(벽면설치)



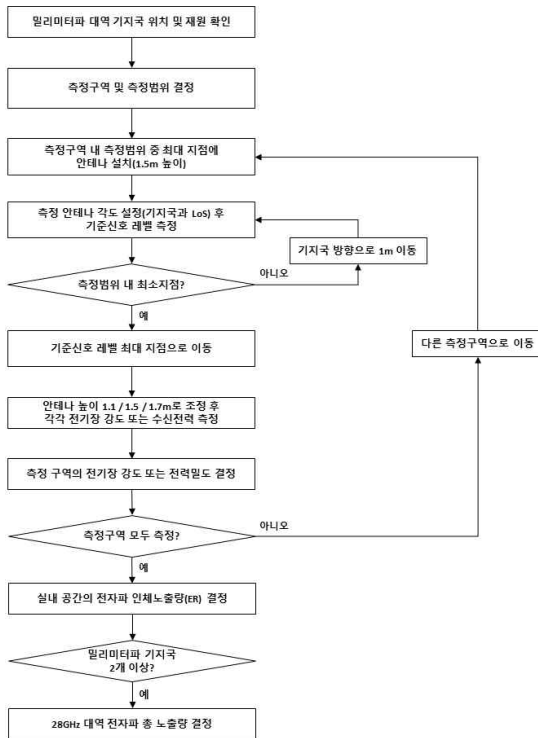
(d) 실내공간 전자파 강도 시뮬레이션(천정)

[그림 8-1] 28 GHz 기지국 설치 및 전자파 강도 시뮬레이션 예시

필요가 있다.

▶ 제3절 전자파 인체노출량 측정방법

28 GHz 대역 기지국이 설치된 생활공간의 28 GHz 대역 전자파 인체노출량 측정 방법 및 절차를 요약하면 그림 8-2와 같으며, 본 절에서는 세부적으로 측정방법 및 절차를 설명한다.



[그림 8-2] 28 GHz 기지국 설치 생활공간의 전자파 인체노출량 측정방법

국내의 전자파 인체보호기준 고시와 전자파 강도 측정 기준 고시에는 28 GHz 대역도 전기장 강도를 측정하여 기지국의 전자파 인체노출량을 평가할 수 있도록 되어 있으나, 2020년 ICNIRP(국제비전리복사방호위원회)에서 개정 한 전자파 인체보호 기준에 따르면 6 GHz 이상 대역은 전력밀도로 평가할 것을 권고하고 있다. 이에, 본 고에서는 전기장 강도 및 전력밀도 측정에 의한 평가 방법을 함께 제안한다.

(1) 측정구역 및 측정범위 결정

28 GHz 기지국이 설치된 생활공간의 전자파 인체노출량을 측정하기 위해 먼저 측정구역 및 범위를 결정해야 한다. 28 GHz 대역 기지국은 그

림 8-3에서 보는 바와 같이 복수 개의 좁은 빔 폭을 갖는 빔들이 기지국의 수평 및 수직 빔폭 사이 가상의 영역을 분할하여 전자파를 방출한다. 측정구역은 측정하고자 하는 28 GHz 대역 기지국이 설치된 생활공간에서 일반인의 활동 패턴을 고려하여 선정하되, 기지국 안테나의 수평 빔 폭에 따라 표 8-1에 제안한 바와 같이 측정구역을 분리할 수 있다. 측정구역을 분리하는 이유는 28 GHz 기지국이 그림 8-3에서 보는 바와 같이 복수의 빔을 사용하여 트래픽을 하향링크하는데 특정 빔에 트래픽이 몰려 특정 빔의 전자파 강도가 제일 높아지며, 이러한 빔을 예측하기 어려워 빔 폭을 고려해 구역으로 나눠 측정하고자 함이다.

측정범위는 표 8-1에서 설정한 각 측정구역에서 식 (1)과 같이 측정 대상 기지국의 근거리장 영역 밖에서부터 계산 안전경계거리의 5배 또는 측정 구역 내에서 무선국과 직선으로 LoS가 보장되는 최대 거리 중 먼 거리까지로 정한다. 측정범위는 28 GHz 기지국이 설치된 실내환경을 고려하여야 하며, 상한값을 유연하게 결정할 수 있다.

표 8-1. 28 GHz 대역 기지국이 생활(실내)공간에 설치된 경우의 측정구역 설정 기준

수평 빔폭	측정 구역 수	측정구역 설정
< 30°	1개	무선국 정면 LoS가 되는 가상의 선을 있는 공간
30°~60°	2개	무선국 정면 중심으로 가상의 좌우 공간
60°~120°	3개	무선국 정면을 중심으로 가상의 3등분 공간

> 120°

$$\frac{2D^2}{\lambda} \leq d \leq \max \left[5 \sqrt{\frac{AP10^{G/10}}{4\pi E_{RL}^2 / \eta_0}}, LoS \text{ 최대거리} \right] \quad (1)$$

D : 기지국의 안테나 크기

λ : 송신 안테나로부터 방출되는 전파의 파장

A : 지면반사 상수(여기서는 2.56)

P : 기지국 안테나의 공급전력

G : 기지국 안테나의 이득

E_{RL} : 전자파 인체보호기준값(여기서는 61 V/m)

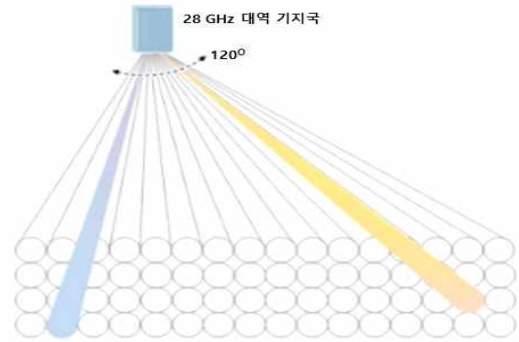
η_0 : 자유공간 파동 임피던스(여기서는 377 Ω)

(2) 측정 안테나의 기울기 각도 설정

일반적으로 전자파 강도 측정을 위해서는 등방성 안테나가 주로 사용되나, 현재 28 GHz 대역을 측정할 수 있는 상용 등방성 안테나가 존재하지 않기에 지향성 안테나를 사용하여 측정한다. 지향성 안테나를 측정 안테나도 선택한다면 기지국 안테나와 가상의 직선으로 이어지도록 설치하여야 한다. 28 GHz 대역을 측정할 수 있는 등방성 안테나가 도입되기 전까지는 본 절에서 제시하는 측정 안테나의 기울기 각도 결정은 유효할 것이다. 만약, 28 GHz 대역을 측정할 수 있는 등방성 안테나를 사용한다면 본 절의 안테나 기울기 각도 결정은 무시할 수 있다.

생활공간에 설치되는 28 GHz 대역 기지국은 대개 5 m 이내 높이에 설치되며, 측정 안테나는 지면으로부터 1.1~1.7 m 높이에 설치하기 때문에 측정 안테나를 기지국 안테나와 일직선이 되도록 하기 위해서는 측정 안테나를 일정 각도로 기울여야 한다. 이때 측정 안테나의 기울기 각도는 수식 (2)에 나타낸 바와 같이 결정할 수 있다.

$$\theta = \tan^{-1} \frac{h_{BS} - h_{ant}}{d} \quad \text{또는} \quad \theta = \sin^{-1} \frac{h_{BS} - h_{ant}}{L} \quad (2)$$



[그림 8-3] 28 GHz 대역 기지국의 빔 포밍 예시

θ : 측정 안테나 각도

h_{BS} : 기지국 설치 높이

h_{ant} : 측정 안테나 설치 높이

L : 기지국 안테나와 측정 안테나 사이 직선 거리

d : 기지국 위치와 측정 안테나 사이의 지면 거리

(3) 측정지점 및 측정위치 선정

측정지점과 측정위치 선정방법은 기존 전자파 강도 측정기준 고시에서 제시하고 있는 기지국의 전자파 강도 측정방법과 동일하다.

측정지점은 측정범위에서 기지국과 LoS로 직선이 되는 최대 지점부터 최소 지점까지 0.5 m 간격으로 선정할 수 있다. 측정위치는 복수의 측정지점에서 전자파 강도를 개략적으로 측정하여 지점별 전자파 강도를 1차 측정한 후에 최대 전자파 강도가 측정되는 하나의 측정지점을 결정한다. 이때 이 측정지점은 이제 이 지점에서 기지국으로부터 방출되는 전자파 강도를 정밀하게 측정하는 지점이 되며, 측정위치는 해당 지점에서 수직으로 1.1 m, 1.5 m, 1.7 m 높이를 측정 위치로 선정한다.

(4) 전기장 강도 측정에 의한 28 GHz 대역 전자파 인체노출량 측정방법

측정지점에 측정 안테나를 측정위치 높이에 따라 각각 설치하고, 각 측정위치에서 수신되는 각 빔들의 기준신호 레벨을 6분 이상 측정하고, 그 결과를 기록한다. 만약, 측정구역이 2개 이상이라면, 각 구역별 측정지점과 측정위치에서 기준신호 레벨 측정을 반복한다

- a) 각 측정위치의 전기장 강도는 식 (3)을 통해 산출한다. 자세한 내용은 전자파 강도 측정기준 고시인 참고문헌 [1]의 별표 1의 부록 A를 따른다.

$$E_{asmt} = E_{SSB} \times \sqrt{\frac{F_{extSSB}}{F_{BW} F_{TDC} F_{PR} F_{extBeam}}} \quad (3)$$

E_{asmt} : 기준신호 측정값에 환산계수를 적용한 최대 전기장 강도(V/m)

E_{SSB} : 기준신호의 전기장 강도(V/m)

F_{extSSB} : 하나의 SSB 주기의 최대 전기장 강도 산출을 위한 환산계수

F_{BW} : 주파수 대역 내 전체 주파수 자원 블록(RB)수와 보조반송파 개수를 곱한 값

F_{TDC} : 한 동기신호그룹 주기의 총 자원요소(RE) 개수 대비 한 동기신호그룹 주기에서 전력이 점유된 총 자원요소 개수 비

F_{PR} : 전력의 감소계수

$F_{ExtBeam}$: 측정위치로 복사되는 기준신호 빔과 통신신호 빔의 이득의 비(같은 경우 1)

- b) 식 (4)에 따라 각 측정위치의 전기장 강도 산출 결과 중 최대 측정값을 측정구역의 전기장 강도로 결정한다.

$$E_{R_n} = \max[E_i] \quad (4)$$

E_{R_n} : n번째 구역의 전기장 강도

E_i : i 번째 측정위치의 전기장 강도 산출결과

- c) 측정구역이 2개 이상이라면, 각 측정구역에 대해서 상기 과정을 반복한다.

- d) 측정구역의 전기장 강도는 식 (5)에 따라 각 측정구역의 전기장 강도 중 가장 높은 값으로 결정한다.

$$E = \max[E_{R_n}] \quad (n : \text{측정 구역 수}) \quad (5)$$

- e) 전자파 인체노출량은 식 (6)의 노출 지수로 결정한다. 여기서 전자파 인체보호기준(E_{RL})은 참고문헌 [2]의 일반인 대상 전자파 강도 기준 중 28 GHz 대역에 해당하는 값으로 61 V/m이다.

$$ER = \left(\frac{E}{E_{RL}} \right)^2 \quad (6)$$

ER : 생활공간의 28 GHz 대역의 전자파 노출지수

E : 측정구역의 전기장 강도

E_{RL} : 28 GHz 대역 전기장 강도 기준(61 V/m)

- f) 만약 ER이 1을 초과한다면 생활공간에 설치된 28 GHz 대역 기지국들이 전자파 인체보호기준을 초과한 것으로 판정할 수 있으며, 전자파 안전이 확보되도록 적절한 조치를 취하여야 한다.

(5) 전력밀도 측정에 의한 28 GHz 대역 전자파 인체노출량 측정방법

측정지점에 측정위치 높이에 측정 안테나를 설치하고, 수신전력을 측정한다. 이때, 최대값을 확인하기 위해 Max. Hold 모드로 설정한다. 측정기기의 분해능 대역폭(RBW)은 측정 대역폭 보다 작은 값으로 설정하고, 비디오 대역폭(VBW)은 분해능 대역폭과 같거나 크게 조정하되, 과도한 측정결과를 피하기 위해 VBW/RBW 비율을 최소 1/10 이하로 설정할 것을 권장한다. 측정시간은 6분 이상으로 한다. 측정위치마다 수신전력을 반복 측정한다. 만약, 측정구역이 2개 이상이라면, 측정구역 모두 이 과정을 반복한다.

a) 측정 위치에서 각각 기지국의 수신전력을 측정하고, 식 (7)을 통해 수신안테나 이득 및 케이블 손실 등을 고려한 수신전력을 산출한다.

$$P_c = P_r - G_a + G_{CL} \quad (7)$$

P_c : 수신 안테나의 이득, 케이블 손실 등을 고려한 보정된 수신전력(dBm)

P_r : 수신 안테나로부터 수신된 전력(dBm)

G_a : 수신 안테나의 이득(dB)

G_{CL} : 케이블 손실(dB)

b) 28 GHz 대역 기지국 측정에 사용된 수신 안테나의 개구면 면적을 고려하여 식 (8)에 따라 전력밀도를 산출한다.

$$S_i = \frac{10^{(P_c/10)}}{1,000 \times A} \quad (8)$$

S_i : i번째 측정위치의 전력밀도 (W/m²)

P_c : 수신안테나 이득, 케이블 손실 등을 고려한 수신전력 보정값(dBm)

A : 안테나의 유효 개구면 면적(m²)

c) 식 (9)에 따라 각 측정위치의 전력밀도 결과 중 최대 측정값을 측정구역의 전력밀도로 결정한다.

$$S_{R_n} = \max[S_i] \quad (9)$$

S_{R_n} : n번째 구역의 전력밀도

S_i : i 번째 측정위치의 전력밀도 산출결과

d) 측정구역이 2개 이상이라면, 다른 측정구역에 대해서도 상기 과정을 반복한다.

e) 측정구역에 설치된 기지국의 최대 송신전력은 식 (10)에 따라 각 측정 구역의 수신전력 중 가장 높은 값으로 결정한다.

$$S = \max[S_{R_n}] \quad (n : \text{측정 구역 수}) \quad (10)$$

f) 전자파 인체노출량은 식 (11)의 노출 지수로 결정한다. 여기서 전자파 인체보호기준(S_{RL})은 참고문헌 [2]의 일반인 대상 전자파 강도 기준 중 28 GHz 대역에 해당하는 값으로 10 W/m²이다.

$$ER = \frac{S}{S_{RL}} \quad (11)$$

ER : 생활공간의 28 GHz 대역의 전자파 노출지수

S : 측정구역의 전력밀도

S_{RL} : 28 GHz 대역 전력밀도의 인체보호기준(=10 W/m²)

g) 만약 ER 이 1을 초과한다면 생활공간에 설치된 28 GHz 대역 기지국들이 전자파 인체보호기준을 초과한 것으로 판정할 수 있으며, 전자파 안전이 확보되도록 적절한 조치를 취하여야 한다.

(6) 생활공간의 28 GHz 대역 전자파 인체노출량 결정

동일 공간 내에 28 GHz 대역 기지국이 복수 개 설치되어 있는 경우에는 각 28 GHz 대역 기지국의 전자파 강도를 앞에 제시한 절차에 따라 개별적으로 실시한 후에 식 (12)에 따라 생활공간의 28 GHz 대역의 전자파 인체노출량을 결정할 수 있다. 식 (12)의 결과인 28 GHz 대역 전자파 인체 노출지수의 합이 1을 초과한다면 생활공간에 설치된 28 GHz 대역 기지국들은 전자파 인체보호기준을 초과한 것으로 판정하며, 전자파 안전이 확보되도록 적절한 조치를 취하여야 한다.

$$TER_{28GHz} = \sum_f \left(\frac{E_f}{E_{RL,f}} \right)^2$$

$$\text{또는 } TER_{28GHz} = \sum_f \frac{S_f}{S_{RL,f}} \quad (12)$$

TER_{28GHz} : 생활공간의 28 GHz 대역 전자파 인체 노출지수의 합

E_f : 주파수 f 를 사용하는 기지국의 전자파 강도
여기서 f 는 26.5 ~ 28.9 GHz

$E_{RL,f}$: 주파수 f 를 사용하는 기지국의 일반인 대상 전기장 강도 기준 (61 V/m)

S_f : 주파수 f 를 사용하는 기지국의 전력밀도,
여기서 f 는 26.5 ~ 28.9 GHz

$S_{RL,f}$: 주파수 f 를 사용하는 기지국의 일반인 대상 전력밀도 기준 (10 W/m²)

참고문헌

- [1] “전자파강도 측정기준”, 국립전파연구원고시 제2021-22호, 국립전파연구원, 2021. 11.
- [2] “전자파인체보호기준”, 과학기술정보통신

부고시 제2019-4호, 과학기술정보통신부, 2019. 1.

- [3] “ICNIRP Guidelines for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields(100kHz to 300GHz)”, ICNIRP, 2020

제9장

제27차 WHO IAC (국제자문위원회) 회의

최형도

(한국전자통신연구원)

백정기

(충남대학교)

제1절 Non-ionizing radiation 세션

제2절 Electromagnetic field 세션

제3절 맺음말

▶ 제1절 Non-ionizing radiation 세션

코로나 19의 엔데믹을 준비하는 상황에서 많은 회의들이 대면/비대면을 병행하는 가운데 이번 WHO IAC 회의는 작년과 마찬가지로 비대면으로 6월 7일과 8일에 개최되었다. 첫째 날 NIR (Non Ionizing Radiation) 세션에는 약 90명 정도가 참석하였다.

WHO Dr. Emilie는 업데이트된 WHO 활동을 보고하였는데, 소통과학 (communicating science)이라는 혁신적 개념을 제시하였고, 타겟 청중 즉 어린이, 결정권자, 언론인, 일반인, 직업인 등에 대한 COVID-19에 대한 케이스 연구를 간단히 소개하였다. 특히, WHO에서는 데이터, 재원, 파트너십(NGOs, 협력기관)에 대한 투명성, 정보의 접근성, 모든 활동에 대한 젠더, 평등, 인권적인 측면을 고려, 영향을 평가, 그리고 좋은 사례 등의 중요성을 강조하고 있다. ‘22~’23년 NIR에 대한 주요 Workplan은 ① NIR노출을 평가하고 관리하기 위한 정보 생산, 가이드, 툴,

② NIR의 연구아젠더, ③ 국가 지원, ④ NIR network, ⑤ 복사방호를 위한 글로벌 파트너십, ⑥ WHO 조직 (RAD) 관리를 포함하고 있다.

호주 ARPANSA (Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency)의 R. Tinker는 NIR 방호에 대한 framework (R. Tinker, et. al., A coherent framework for non-ionising radiation protection, J. of Radiological protection, 2022)에 대해 논문을 중심으로 설명하였다. NIR 방호에 대한 국제적 프레임워크는 아직 개발되지 않았고, 짜집기된 입법형태로서 많은 정부가 서로 다른 규제를 유지하고 있으며, 새로운 기술의 등장과 빠른 진화로 일반인, 직업인 그리고 환자들에 대한 다양한 노출 상황이 만들어지기 때문에 EMF 규제에 대한 framework이 필요하다고 주장하고 다음과 같이 언급하였다. 먼저, framework의 목적은 방호에 대한 일관된 접근 방법을 촉진하는 것으로 NIR 소스를 보다 잘 응용하고, 안전하며 윤리적으로 사용하게 하는 것이고, 또한 다양한 이해 관계자가 취해야 할 조치들을 설명하는 것이다.

NIR 노출은 크게 3가지로 직업적 노출, 의료적 노출 그리고 이를 제외한 모든 노출 즉 일반인 노출로 구분된다. 복사 방호의 실행은 가능한 과학적 증거에 기초하여 결정을 내려야 하며, 노출 관련된 건강위험에 대한 완전한 지식이 부족한 경우 사회적, 경제적 문제를 고려해야 한다는 것을 인식해야 한다. 또한, 건강에 유익한 영향과 동시에 건강에 해로운 영향이 발생할 가능성이 있는 경우, 방호와 안전 그리고 노출 제한에 대한 균형 잡힌 판단이 필요하다. NIR 프레임워크는 3가지 관점, 즉 과학적 지식, 방호원칙 그리고 실질적 경험을 고려해야 한다. 과학적 지식은 NIR의 노출로부터의 건강 결과를 이해하고, NIR과 관련된 일상활동에 과도한 제한이 없이 적절한 수준으로 사람을 보호하는 것을 가능하게 하고, 다학제간 과학적 연구와 국제기구나 국가기관으로부터의 과학적 증거에 대한 검토를 기반으로 한다. 방호원칙은 제한 (limitation), 정당화 (justification), 최적화 (optimisation)로서, 환자의 노출 이외의 NIR 소스로부터 개인의 노출은 적절한 한계를 초과하지 않아야 하며, 모든 결정은 해로움보다 이로움이 더 커야 하고, 위험과 이익의 균형을 맞추는 프로세스이어야 한다는 것이다.

A. Reis는 ‘NIR과 윤리’란 주제로 글로벌 건강 윤리의 원칙과 가치 그리고 윤리 이슈에 대해 발표하였다. 윤리의 원칙과 가치는 ① 정의와 공정, ② 자율, ③ 선의와 악의, ④ 신중함과 예방조치, ⑤ 가중된 위험과 이익, ⑥ 투명성과 신뢰성, ⑦ 존중, ⑧ 균형, ⑨ 연대책임이라고 언급하였고, 정보와 동의는 자율의 원칙에 기반하며, 정보는 항상 가능하지만 동의는 항상 필요하거나 얻을 수 있는 것이 아니라고 이 둘을 구별하여 설명하였다. NIR의 원칙은 제한된 증거로 인해 신중함과 예방조치를 취함으로써 위험을

피하도록 하며, 이러한 조치의 일례로 스위스의 법, 유럽 환경기관, 새로운 기술에 대한 WHO의 문서를 언급하였다.

▶ 제2절 Electromagnetic field 세션

둘째 날도 약 90명이 접속하였으며, WHO, IARC, ITU, EC DG Health, DG Research 등 전자파 관련 국제기구들의 활동에 대한 업데이트가 보고되었으며, 최근 건강 관련 분야별 연구에 대한 검토와 논의가 있었다.

Dr. Emilie와 Dr. Jos는 WHO EMF Project의



업데이트 현황을 보고하였는데, 본 프로젝트는 1996년 발족하여 EMF 노출이 건강에 미치는 영향에 대한 과학 문헌을 검토하고 건강 위험을 공식적으로 평가

하는 것이 목적이다. 약 60여개국 이상이 참여하고, 관련 국제기구, 공동협력기관, NGO 등과 네트워크를 이루고 있다. IAC는 프로젝트 수행을 조인하며, 건강영향을 다루는 전문가 논의의 장을 제공하고 있다. EMF 협력센터들은 호주의 ARPANSA, 영국의 HSA (Health Security Agency)가 2020~2024까지 지정되었으며, 독일의 BFS (Bundesamt für Strahlenschutz) (2022~2026), 스위스 FOPH (Federal Office of Public Health) (2022~2026), 이탈리아의 ISS (Italian National Institute of Health)는 2022~2026까지 재지정되었다.



NIR에 대한 2022~2023년도 주요 활동으로 RF monograph, 관찰 보고서 (scoping report), 체계적 검토, NIR에 대한 프레임워크, RF 연구의제, EMF 이해소통 핸드북의 업데이트 등 기술적인 결과물을 도출할 계획이다. RF 모노그래프의 업데이트 일정은 위와 같다.

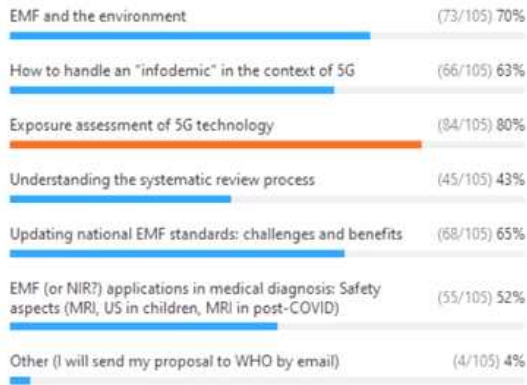
또한, SR (Systematic Review)의 필요성 및 진행사항을 보고하였다. 비뚤림을 줄이고 연구 폐기물을 줄이기 위한 SR의 필요성을 강조하고, 지정된 10개의 건강결과에 대해 그룹화하여 관련 프로토콜 마련하고 이를 2022년 Environment International의 특별호에 게재하였다. 현재 SR은 모든 팀이 연구선정을 마쳤으며, 일부는 데이터 추출 및 risk-of-bias를 수행하고 있고, 현재 선정된 연구결과에 대한 메타분석 및 노출반응 관계에 대한 메타분석에 대해 논의 중에 있다. 예를 들어 동물에서의 생식에 대한 영향 검토는 1978~2017년까지 한국 결과를 포함하여 36개의 연구결과가 선정되었고, 1991년 이래 생식영향에 대한 연구결과에 달라진 것이 없다고 하였다. 한편, RF와 건강 관련 연구의제는 2023년에 발표될

것으로 계획하고 있다. 전문가 작업그룹은 20명의 전문가가 후보자 명단에 올라와 있으며, scoping report 초안을 검토하고, EHC에 각각의 건강 결과에 대한 결론을 도출하는 것을 주 업무로 한다. WHO 웨비나 토크에 대한 참석자를 대상으로 한 즉석 설문 결과는 작년과 유사하게 5G에 대한 건강영향에 이해소통이 가장 높은 응답률을 보였으며, EMF 기준에 대한 업데이트 부분도 여전히 관심이 높다는 것을 알 수 있었다. SR 프로세스에 대한 응답은 전년 대비 상승한 것으로 SR이 많은 진전을 보이고 있어 참여 전문가들의 관심이 높아진 것이라 판단된다.

한편, 2002년에 발간한 'EMF Dialogue Handbook'은 우리나라를 비롯하여 14개국에서 번역이 되었으며, social media와 디자인을 검토 수정하고 있으며, 업데이트를 진행하고 있다.

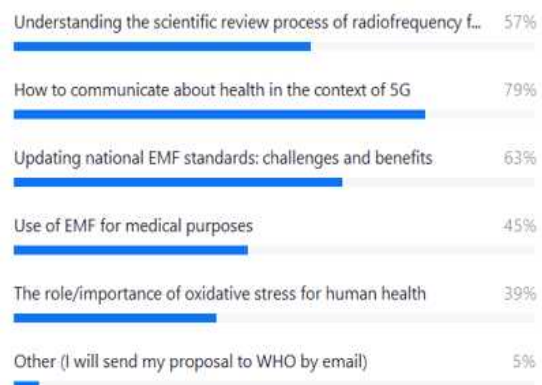
다음은 IARC (International Agency for Research on Cancer)에서의 EMF 연구 관련 프로그램에 대한 발표가 있었다. RF 전자파와 ELF 전자파의 그룹 2B 분류에 대한 추가적인 분석과 관련하여 프랑스의 COSMOS 코호트 연구

2. Webinar topics of your interest (Multiple choice)



2021년

2. Webinar topics of your interest (선다형) *



2022년

경과를 보고하였다. 18,500명을 추적 중인데, 그 중에서 약 30%에 대해서는 3개 통신사로부터 연간 개인별 휴대전화 트래픽에 대한 자료를 제공받았다. 또한, 전자파 노출량 평가와 관련하여 Coriolis research project 등에 대해 언급하였고, 휴대전화 사용과 glioma 발병 추세에 대한 분석 결과를 보여 주었다.

ITU의 ITU-T Study Group 5에서는 전자파, 환경, 기후변화, 지속가능한 디지털화 및 순환경제에 대해서 다루고 있다.

Rita Araujo는 EU의 EMF 활동에 대해서 2000년부터 2021년도까지의 환경과 건강 관련

연구 프로그램, 연구비 현황 그리고 Horizon 2021의 주요 내용을 보고하였다. 이 중 전자파 관련 Horizon-HLTH-2021-ENVHLTH-02-01 (Exposure to EMF and health)에 GOLiAT (5G exposure, causal effects, and risk perception through citizen engagement) 등 4개 프로젝트를 간단히 설명하였다.

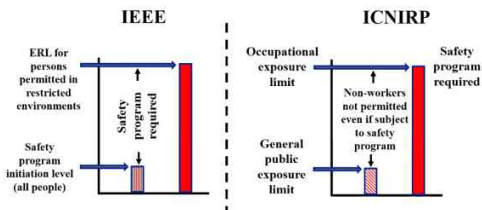
작년에 이어 ICNIRP와 IEEE/ICES TC95에 대한 보고가 있었는데, ICNIRP는 그동안 기준의 업데이트 현황과 2020년도 개정된 RF 전자파 인체보호기준에 대한 내용을 다루었다.

ITU-T Study Group 5 develops standards on:

- Electromagnetic compatibility, resistibility and lightning protection
- Soft error caused by particle radiations
- Human exposure to electromagnetic fields
- Circular economy and e-waste management
- ICTs related to the environment, energy efficiency, clean energy and sustainable digitalization for climate actions



IEEE/ICES TC95에 대해서는 Jafer Keshvari가 업데이트 상황을 보고하였다. ICES의 활동에 대해 다시 한번 살펴보면 TC 95에서는 EMF 노출 제한치를 개발하고, TC 34에서는 제품의 적합성 평가 표준을 개발하고 있다. IEEE 표준과 ICNIRP 지침의 중요한 차이점을 다음 그림과 같이 표현하였다. 여기에서 safety program은 잠재적 노출 레벨, 관련된 인구, 노출 위험성 등을 평가하는 것을 말하며, 필요한 경우 노출을 기준값 미만으로 제한하기 위해 관리하는 것을 말한다.



금년에도 Italy의 Maria Rosaria Scarfi는 2021년 1월부터 12월까지 발표된 동물 및 세포 실험 연구논문 중 EMF-portal (www.emf-portal.org)에 있는 자료를 중심으로 총 64개, 즉 정자기장 (15.6%), 50~60 Hz 자기장 (17.2%), 중간주파수 (4.7%), 무선주파수 (62.5%)에 대한 영향을 검토하였다. 작년에 비해 극저주파수 자기장에 대한 연구결과 (34.7→17.2)가 급격히 줄고 중간주파수 (1.4→4.7) 및 무선주파수 (54→62.5) 영향에 대한 논문이 증가한 경향을 보였다.

작년에는 중간주파수 대역 (300 Hz~10 MHz) 세포실험 논문이 하나도 없었던 반면 금년에는 난자 성숙 및 배아 발달에 대한 세포실험이 있었으며, 동물실험으로 종양 발생, 체중, 행동, 독성 그리고 혈액 파라미터에 대한 분석 논문이 발표되었다. 한편, 무선주파수 전자파에 대한 동물실험은 행동과 인지, 호르몬과 성장 인자, 산화스트레스, DNA 손상, 뇌, 생식 및 발달 그리고 안구 시스템에 대한 25개 논문이 발표되었으며, 세포실험의 경우 11개의 논문이 발표되었고 보고하였다.

결론적으로 많은 논문이 NIR 분야에서 발표되고 있지만 논문의 질적 수준 문제로 인해 건강 위험 평가에 유용하지 않는 논문이 약 50%로서, 부적절한 실험 절차 (EMF 노출/생물학적)로 인해 결과를 신뢰할 수 없다고 하였다. 해마다 질적인 문제가 제기되고 있으며, EMF의 작용 메커니즘의 이해를 위한 연구와 새로운 신기술에 대한 공동연구의 필요성을 제기하였는데, 이는 3년 연속 동일하게 내린 결론이다.

한편, 역학연구에 대한 검토는 IARC의 Isabelle Deltour가 3년 연속 발표하고 있는데 금년에는 영국의 여성에 대한 cohort study와 Mobi-Kids 환자-대조군 연구결과에 대해 중점적으로 소개하였다. 영국 여성 코호트 연구는 영국 건강 서비스와 연계하여 1935에서 1950 기간에 태어난 2001부터 2017까지의 뇌종양 환자 3,268명, 2001과 2011년에 조사한 776,156명에 대한 설문과 생존에 대해 분석한 결과, 통상적인 상황에서의 휴대전화 사용은 뇌종양 발생을 증가시키지 않는다는 축적된 증거를 뒷받침한다고 하였다. 또한 Environment International에 금년 초에 발표된 14개국 공동으로 수행된 휴대전화 사용과 어린이·청소년 뇌종양 발생과의 연관성

규명을 위한 환자-대조군 연구인 Mobi-Kids 연구결과는 휴대전화 사용과 청소년의 뇌종양과의 인과적 관련성에 대한 증거를 제공하지 못한다고 결론지었다. 그 밖에 Martin 등의 논문을 포함하여 5개의 논문이 역학연구 분야에서 발표되었다고 언급하였다.

제3절 맺음말

세 번째로 개최되는 비대면 회의이기 때문에 참석자들에게는 매우 익숙한 회의 방식으로 자리를 잡은 것 같았다. 하지만 짧은 회의 시간으로 인해 진지한 토론은 이루어지지 못하고 발표자들의 일방적인 보고 형태로 진행이 되었으며, 참석자 모두는 내년에는 코로나 엔데믹으로 반드시 오프라인 미팅이 개최되기를 기대하였다.

ICNIRP가 2010년 ELF 기준 개정에 이어 2020년 RF 전자파의 인체보호기준을 개정함에 따라, ICNIRP 1998의 기준을 대부분 준용하고 있는 우리나라이기 때문에 기준 개정에 대한 논의가 본격적으로 필요하다고 생각한다. 한편 WHO, ICNIRP 등에서 논의되고 있는 NIR 방호 원칙은 현재 국제적 프레임워크가 아직 개발되지 않았고, 짜집기된 입법형태로서 많은 정부가 서로 다른

규제를 유지하고 있으며, 새로운 기술의 등장과 빠른 진화로 일반인, 직업인 그리고 환자들에 대한 다양한 노출 상황이 만들어지기 때문에 framework이 필요한 상황이다. 따라서 한국전자과학회 전자기장과 생체관계연구회에서는 내년부터 전문위원회를 구성하여 국내의 NIR 철학 수립과 기준 개정에 대한 연구를 시작할 것이다.

이번 회의도 한정된 시간의 짧은 이틀간의 회의였지만, 국제적으로 진행하고 있는 EMF 활동들에 대한 최신 동향을 공유할 수 있었으며, 특히 우리나라에서 향후 전자파에 대한 이해소통을 위해 무엇을 추진해야 하는지에 대해 깊이 생각하는 계기가 되었다. 한편, 각국에서는 5G 전자파가 실질적 건강 영향에 비하여 과도한 우려를 하는 점과 또한, 이에 대한 대응에 전 세계가 고심하고 있기 때문에 세계 5G 보급률 1위인 우리나라에서는 더욱더 선도적인 정책 마련 및 연구 추진 등을 통해 고도의 안정화된 국가 인프라 구축에 대한 기반을 만들어야 한다고 판단한다.

향후 WHO IAC meeting에서 논의된 내용을 국내 전자파 인체보호를 위한 마스터 플랜 수립 등의 정책과 이해소통 채널 구축에 적극 활용될 수 있도록 노력할 것이다.



제 10 장

오택규
(한국정보통신기술협회)

2022년 IEC TC106 (전자파인체보호위원회) 국제표준화 동향

제1절 서론
제2절 IEC TC106 국제표준화 동향
제3절 결론

▶ 제1절 서론

5G 이동통신(이후 5G) 및 무선전력전송(이후 WPT) 기술 개발 및 상용화가 활발히 진행되고 있는시점이며, 산업계에서도 관련 기술에 대한 많은 상용 제품들과 기술 개발이 진행중에 있다. 새로운 기술이 도입되며, 기존에 우리가 사용하지 않고 있던 주파수 대역이 새로이 사용되고, 우리의 전파환경에 새로운 영향을 미치고 있다. 본격적으로 5G와 WPT가 우리 생활에 도입되어 신규 주파수대역의 전파 이용이 급격히 증가 중이다. 우리 생활은 점점 더 다양한 주파수 대역에 대한 전자파 생활권에 진입하고 있다. 이로 인해 전세계적으로 전자파 인체 영향에 대한 관심도가 점차 증가하고 있으며, 동시에 이에 대한 불안감도 날로 커져가고 있다. 위와 같은 문제점을 해결하기 위해 국제표준화기구인 IEC(국제전기기술위원회

: International Electrotechnical Committee)에서는 1999년 10월 전자기장 인체노출 기술위원회인 TC(Technical Committee) 106을 설립하여 다양한 인체전자파노출 분야에 대한 국제 표준을 개발 및 제정하고 있다. 최근 TC106에서는 저주파대역을 주로 사용하는 WPT 기술과 고주파대역을 사용하는 5G 기술에 대해서 IEEE(미국전기전자학회Institute of Electrical and Electronics Engineers)와의 협력을 통해 인체보호 관점에서의 제품 측정방법에 대한 연구 및 표준화를 진행 중에 있다.

TC106은 2개의 WG(Working Group: 작업반)과 2개의 PT (Project Teams), 4개 MT(Maintenance Teams) 10개 JWG (Joint Working Groups)로 구성되어있다.[표 1참고]. IEC TC106 표준화에 참여하고 있는 국가는 우리나라를 비롯하여 총 40개국으로, 직접 표준화 작업에 참여할 수 있는 정식대표(P-member)

작업반	작업반장(컨비너), 국적	작업반명
WG8	Mr Kenichi Yamazaki, 일본	전기, 자기 및 전자기장에 대한 전자파흡수율 측정방법
WG9	Mr Teruo Onishi, 일본	무선전력전송기기에 대한 전자파흡수율 측정방법
PT62764-1	Mr Marco KLINGLER, 프랑스	자동차 환경에서의 전자파 인체영향 측정방법
PT 63480	Mr Chris Rouse, 캐나다	RF 무선 전력 전송 시스템의 전자기장에 대한 인체 노출 평가: 측정 및 계산 방법 (30 MHz ~ 300 GHz)
JWG62209-3	Mr Jafar Keshvari, 핀란드	고속 SAR 측정 방법
JWG62704-1	Mr Andreas Christ, 스위스	FDTD 방법에 대한 SAR 해석
JWG62704-2	Mr Giorgi Bit-Babik, 미국	차량내장형 안테나의 방사량에 대한 FDTD 해석 방법
JWG62704-3	Mr Vikass Monebhurrun, 프랑스	휴대폰 SAR에 대한 FDTD 해석 방법
JWG62704-4	Mr Andreas Christ, 스위스	FEM 방법에 대한 SAR 해석
JWG 63184	Mr Akihiko Nojima, 일본	무선전력전송시스템의 전자파 인체노출
MT2	Ms Isabelle Magne, 프랑스	1Hz~100kHz 대역에서의 전자파흡수율 측정 방법
MT3	Mr Desmond Ward, 호주	중계기에 대한 전자파흡수율 측정 방법
MT62226-3-1	Mr Kenichi Yamazaki, 일본	2D모델링 수치해석
MT62233	Mr Uwe Kampet, 독일	가전기기에 대한 인체전자파 노출에 대한 분석
MT62311	Mr Bernd Jäkel, 독일	0~300GHz 전자기장범위에서의 인체노출 제한값 분석
JWG11	Mr Andreas Christ, 스위스 Mr John M Roman, 미국	머리, 몸에 근접 사용기기에 대한 전력밀도 수치 해석
JWG12	Mr Kai Niskala, 핀란드 Mr Teruo Onishi, 일본	머리, 몸에 근접 사용기기에 대한 측정 방법
JWG13	Mr Sami Gabriel, 영국 Mr Jafar Keshvari, 핀란드	SAR 측정절차 정의

[표 10-1] IEC TC106 작업반 현황

27개국, 단순 참가만 하는 참관자(O-member) 13개국으로 구성되어 있다. 의장은 Mr Michael Wood (AU)이며, 간사국은 독일이며, 간사는 Mr Matthias Meier (DE)가 수임하고 있다.

IEC/TC106회의는 정기적으로 국제총회 1회 및 메가미팅 2회등 매년 3회 회의를 진행중에 있으며, 산하 작업반 회의의 경우 수시 웹 미팅을 개최하며, 활발하게 운영이 되고 있다. 국내에서는 국립전파연구원을 필두로 산·학·연·관이 TC106에 참여하여, 우리나라의 의견 및 연구 개발 평가 등에 대한 기고를 진행하고 있다.

※ Covid-19로 인해 20 ~ 21년동안은 대면회의가 없이 전면 전자회의로 회의가 진행되었으며, 22년 9월부터 대면회의진행

제2절 IEC TC106 국제표준화 동향

1) 단말기 관련 표준 개발 방향 및 주파수 대역 국제표준화 동향

단말기 관련 전자파 인체영향 측정방법 관련 표준은 IEC 63195-1/2 로 넘버링되어 개발 중에 있다. 18년 2월 발간된 기술보고서를 토대로 현재

Frequency band	Hand power – interactive hand use (active proximity sensor) (dBm)	Hand SAR – interactive hand use (active proximity sensor) (W/kg)	Head power – voice routed to ear piece* (dBm)	Difference between head and hand power levels (dB)	Predicted hand SAR based on head power level (W/kg)
GSM1900	26.0	3.0	26.0	0.0	3.0
WCDMA 2	20.5	3.0	24.0	3.5	6.7
WCDMA 4	20.0	3.0	24.0	4.0	7.5
LTE B7	21.5	3.0	24.0	2.5	5.3
LTE B25	22.5	3.0	24.0	1.5	4.2
LTE B30	20.0	3.0	23.0	3.0	6.0
LTE B66	21.0	3.0	24.0	3.0	6.0
LTE B41	21.5	3.0	24.0	2.5	5.3
5g NR n25	22.5	3.0	24.0	1.5	4.2
5g NR n41	22.0	3.0	27.0	5.0	9.5
5g NR n66	22.5	3.0	24.0	1.5	4.2

[그림 10-1] Hand SAR 측정값 예시

작업이 완료되어, 22년 5월 정식 표준으로 발간되었다.

특히 휴대 단말의 인체영향 평가에서 핵심적인 내용은 6GHz 이상의 주파수 대역에서의 5G 이동통신 뿐만이 아닌 비 면허 주파수 대역을 주로 이용하는 6GHz 비면허 주파수 대역 (5.925GHz ~ 7.125GHz, 지역별 국가별 상이)을 주로 이용하는 WiFi 6E 기술에 대한 APD 인체영향 평가 방법도 SAR(전자파인체흡수율)평가 표준 및 측정장비 활용하여 측정 할 수 있도록 하는 평가 방법도 함께 수록되어 제정되었다.

추후 주파수 범위 확대 (~ 100GHz) 및 Sub-THz 적용 범위 등에 대한 내용으로 개정을 추진 할 예정이며, 관련 사항은 표준의 신규 개정 작업 아이템으로 선정되어 논의 될 예정이다. mmWave 대역의 표준의 제정 후 22년도 주요 개발 화두는 기존 SAR 측정방법 표준인 IEC/IEEE 62209-1528/ 62209-3 표준의 개정 작업이 메인 개발 프로젝트로 선정되어 회의가 진행 중에 있다. IEC/IEEE 62209-1528 Ed.2.0의

개정을 위한 아이템이 아래와 같이 선정되었으며, 선정 아이템에 대한 주요 논의 사항은 다음과 같다.

1. Hand SAR(AHG1)

- 최근 출시되는 단말기의 안테나 부분이 하단에 집중되어 있어, 손에 대한 SAR 측정방법이 요구되어 가고 있으며, JWG13 아래 AHG1을 구성하여 검토를 진행 중이다.

- AHG1에서는 관련 내용에 대한 측정결과를 본 회의에서 발표하였으며, 손에 대한 SAR의 필요성을 제안하였고, Head SAR 허용기준 [1.6 W/kg(1g) 또는 2 W/kg(10g)]과 Hand SAR 허용기준[4 W/kg(10 g)]간의 (IEC/IEEE 62209-1528의 섹션 6.3 참조) 내용은 예전의 단말기를 기준으로 한 값으로 개정 필요성 제기 측정결과 검토시 상단 안테나는 머리 SAR > 손 SAR이지만, 하단 안테나는 손 SAR > 머리 SAR 값을 보이는 결과가 도출

- Hand SAR 적용시, 휴대폰 사용 전력 및 측정거리에 대한 기준 검토가 더 필요하다는

의견이며, 관련 내용에 대해서는 지속적인 AHG1 회의를 통해 보완해 나갈 예정

2. Motion Sensor(AHG2)

· 단말기에 탑재된 Motion Sensor(자이로/그립/근접/모션 등)에 따라 출력전력이 가변되는 현상이 있어, Sensor의 영향을 최소화하기 위해 정규화된 측정방법 개발 중

· 단말기에 따른 모션 센서 모델, 데이터 시트 및 기타 관련 정보를 요구사항등으로 정하고, 측정된 각 무선 모드 구성 및 안테나에 대해 감지된 안정 및 이동 조건에서 수행된 전력 측정

· 실제 사용 상태시 모션 센서 영향에 따른 출력 변화 검토 예) 의자에 앉기, 서기, 걷기, 달리기, 운전 중 등의 상황별 동작 검토

· 모션센서 동작시 다양한 요구 조건과 환경에 따른 변화가 예상됨에 따라 이에 대한 확실한 검증 방법이 필요하다는 의견이 제안되었으며, AHG2에서 대응하고 차기회의에서 결과 발표 추진

· 모션 센서 적합성 테스트 절차 및 모션 센서 검증 부록에 대한 CD문서를 9월 말까지 개발을 추진 할 예정

3. Specific session on Device-Phantom position(AHG4)

· 기존 이격 거리*에서 측정되어 오는 것이 일반적인 측정방법이었으나, 대부분의 단말기는 대부분 얼굴에 밀착(0mm)하여 사용 중

* 표준 명시 25mm/국내는 제조사 선언/미국 10mm/유럽 5mm

※ 국내는 따로 이격거리가 법으로 정해져 있지 않으며, 제조사 선언으로 삼성(15mm)/애플(5mm)의 SAR측정

· SAR 측정시 실질적인 사용조건을 반영

하여야 한다는 의견에 따라 측정 이격 거리에 대한 검토가 진행 중

· 현실적인 사용 사례, 실제 사용 사례, 최악의 경우, 현실적인 최대 노출, 현실적인 실제 최대 노출 및 현실적인 평균과 같이 다양한 DUT를 이용하여 검증 진행이 필요

· AHG4에서는 관련 내용에 대해 심층적으로 여러 매개 변수를 선정하여 측정방법에 대한 검증을 추진 할 예정 (테스트 거리/필드 편광/커플링/근접 센서/모션 센서/ 안테나 분포/안테나 위치/유전체 특성/주파수대역 등)

IEC/IEEE 62209-1528에 대한 주요 개정 아 이템은 위와 같으며, 추가적으로 62209-3(고속 SAR)*과의 통합작업도 함께 이루어지고 있다. 62209-3과의 통합작업 중이나 표준 통합시 내용이 방대해짐에 따라 표준 통합이 어려워 기존과 같이 시리즈로 나누어 개발하자는 새로운 의견이 독일에서 제안되어 관련 내용에 대한 토 의가 이루어 졌다.

* 3축 전계(vector) 프로브등을 사용하여 기존 정규 SAR 시간을 단축한 측정 시스템

· 독일 NC에서는 아래와 같이 분리를 제안

1. SAR을 결정하기 위한 요구사항

- generic measurement procedure. (일반측정절차)
- generic reference antennas. (기준안테나)

2. 실험실 요구사항

- phantoms (모의인체)
- uncertainty requirements (측정불확도)

3. 장비 요구사항

- test equipment of scanning systems (정규 SAR 측정장비)
- test equipment of array systems

(고속 SAR 측정장비)

- measurement system verification and validation (유효성 및 검증 시스템)

– 미국 NC에서는 아래와 같이 분리를 제안

1. 휴대용 및 신체 착용 무선통신 장치의 무선 주파수 영역에 대한 인체 SAR 평가를 위한 측정 절차(4 MHz ~ 10 GHz의 주파수 범위)
2. 시스템을 포함한 SAR 측정 절차에 대한 표준
3. SAR 측정 고려 사항, 근거 및 기술 권장 사항 (TR 또는 TS)

통합과 관련된 사항은 현재 106/583/DC로 발행되어 회람중이며, 관련 사항에 대해서는 회람문서 종료 후 검토 예정이며, 국내에서도 관련 내용에 대한 의견은 추후 전문위원회에서 검토하여 대응 할 예정이다.

2) IEC TC106 MT3(무선국 전자파강도 평가)

IEC TC106 MT3에서는 IEC 62232 Ed.3.0에 대한 표준문서 개정 완료되었다. 무선국도 마찬가지로 5G 이슈가 가장 부각되어 개발이 진행 중이며 단말기와는 다른 설치 및 사용 환경을 가지고 있어 드론으로 측정하는 방법 등을 검토하고 있다. 5G mmWave 무선국과 같이 새로운 주파수 대역 및 통신 방식을 이용하는 전자파 노출원이 사용됨에 따라 새로운 측정 및 계산 방법 적용이 필요하며, 이를 반영하기 위해 IEC 62232 Ed.3.0 22년 10월 발간되었다. 5G 이동통신과 관련하여, 추가된 핵심적 측정방법은 최대 노출 전력 (Actual maximum transmitted power)을 이용한 평가방법과 5G NR(New Radio)의 동기신호블럭

(SSB, Synchronization Signal Block) 측정을 통한 외삽 방법 등이 있다. 그 중 최대 노출 전력은 기존의 무선국의 전자파 노출량 평가 방법과는 차이가 있다. 기존에는 무선국의 최대 노출 전력을 이용하여 최악의 노출 조건을 가정하여 평가가 진행되었으나, 최근 사용되는 무선국들은 전력을 효율적으로 활용하기 위한 전력 제어 방법을 사용하고 있다. 5G NR 서비스의 경우 트래픽 변동에 따라 무선국의 출력이 가변적으로 변함에 따라, 일반적으로 설계된 전력에 비해 시간 평균된 전력은 낮게 측정된다. 이런 전력 가변을 고려한 실제 전력에 대한 평가방법이 이번 개정판에 반영되었다. Ed.3.0에서 주요 변경된 사항은 다음과 같다.

- ① EMF measurement based on the actual maximum transmitted power for NR FR2 base station
- ② French use cases of 5G FR2 exposure evaluation
- ③ Ericsson EMF research related to IEC 62232 Ed 3 and beyond
- ④ Spatial Indetermination of MaMIMO Antennas

이후 무선국 작업반에서는 후속 작업으로 TR 62669에 대한 개정 작업 추진 예정이며, 추진 일정 및 개정 내용은 다음과 같다.

- 22년 12월: 사례연구의 리스트 수립
- 23년 02월: 모든 섹션의 초안 작성
- 23년 06월: 각 섹션에 대한 제출 문서 완료
- 23년 10월: 1 st TR IEC에 제출
- 24년 10월: DTR 문서 승인

※ IEC 62232 Ed.4.0의 개발은 TR 문서 완료 후 추진

무선국 측정방법에도 우리나라는 현재 국내 측정기술을 제안하여 반영되었으며, 국내 측정 기술과 국제표준이 우리나라의 특화된 5G 무선국의 측정방법이 아닌 IEC 표준에서 검토하고 있는 내용과 융화 될 수 있도록 대응 중이다.

3) IEC TC106 WG9/PT63184(무선전력전송)

이번 9월 총회에서는 회의가 개최되지 않았다.

4) 23년도 IEC TC106 회의 일정

- 23년 4월 3일 ~ 6일 (미국 플로리다)
- 23년 8월 7일 ~ 11일 (스위스 취리히 ITIS)
- 23년 12월 (미정)

제3절 결 론

신규 기술(5G, 무선전력전송)의 개발로 인하여 국제적으로 인체전자파노출량 측정방법에 대한 새로운 표준 개발이 활발하게 이루어지고 있는 시점이다. 우리나라에서도 변화하는 국제 기준에 맞추어 IEC/TC 106 대응 위원회가 구성이 되어 적극적으로 국제표준작업을 대응중에 있으며, 규제와 긴밀한 상관관계를 가지고 있는 전자파 인체 안전 분야 국제표준 개발에 국익을 위해 적극적으로 대응하고 있다. 앞으로도 산학연관이 협조하여 국제 표준화 활동에 적극적으로 참여하고, 국내 IT와 전파 산업의 보호 및 국제 경쟁력 확보를 위해 지속적인 지원 및 노력이 필요할 것으로 판단된다.

마무리 글

5G 및 6G 이동통신을 포함한 다양한 방식의 무선서비스, AI, 빅데이터 등이 다양한 전기·전자 산업과 융합되어 사물인터넷, 자율주행 자동차 등 다양한 산업 분야별로 확산하고 있다.

5G 이동통신 기술은 초고속 이동통신의 구현을 위하여 28 GHz 밀리미터파 주파수 대역으로 서비스를 확대되고 있으며 더 높은 주파수 대역을 사용하기 위해 연구개발이 추진 중이다. 아울러 모든 기기를 네트워크로 연결하는 사물인터넷 분야, 자율주행 자동차나 실시간 로봇제어와 같은 실시간 제어 분야에 대한 서비스도 좀 더 구체화되고 있다. 특히, 우리나라는 5G 이동통신을 세계 최초로 서비스하였고, 5G 기술에 대한 상용화 및 실증사례를 개발하기 위해 노력이 지속되고 있다.

또한, 전자파로 전력을 공급하는 무선전력전송 기술은 정보통신기기, 가전기기, 전기자동차, 전기철도 등에 대한 응용기술 개발이 지속되고 있다. 아울러 태양광발전 등의 신재생 에너지 분야의 적용이 확대되고 있으며 전기자동차의 보급이 본격화되고 있다.

전파는 전기, 가전, 방송, 정보통신 등의 산업 분야에서부터 의료, 자율주행 자동차, 인공지능, 사물인터넷(IoT) 등의 첨단 산업 분야까지 모든 산업 분야에서 응용되면서 제4차 산업혁명의 기반 기술의 역할을 담당하고 있다. 이러한 전파기술과

전기 전자기기의 융합·지능화에 따라 전기·전자 기기로부터 발생하는 비의도성 전자파도 함께 증가하고 있으며, 이러한 비의도적 전자파로 인한 인체에 영향을 주는 것뿐만 아니라 기기 및 통신 서비스의 오동작 및 성능 저하를 일으킬 가능성 또한 커지고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 전기·전자기기 및 무선통신 기기로부터의 인체 안전을 확보하고 기기 간의 영향을 최소화하면서 공존할 수 있도록 하는 전자파인체보호(EMF) 및 전자파적합성(EMC)에 대한 인증 및 대책 기술이 필수적으로 요구되고 있다. 아울러 단일 제품에만 요구되던 전자파 인증이 철도나 생산설비와 같이 대형 또는 고정형 시스템으로 적용 범위가 점차 확대되는 등 전자파 안전관리의 필요성도 증가하고 있다.

이렇게 전자파 영향을 평가하고 적절히 통제하기 위한 표준의 중요성이 날로 부각됨에 따라 과학기술정보통신부 국립전파연구원에서는 전자파인체보호위원회와 EMC 기준전문위원회를 운영하고 있다.

전자파인체보호위원회는 국내 전자파인체보호 표준화 및 IEC TC106 국제표준화 활동을 통하여 휴대전화, 기지국 등 무선통신기기 및 생활가전, 무선전력전송 기술 적용 기기 등 신기술 관련

전자파 인체노출량 평가 표준 개발 등을 수행하고 있다.

표준협력 위원회는 IEC TC106 등 국제표준화에 대한 대응과 특별위원회에서 개발된 국가표준(안)에 대한 최종 검토가 이루어졌다. 올해는 IEC TC106 국제 화상회의에 참가하여 국내의 휴대전화와 기지국 및 무선전력전송 관련 연구 내용이 국제표준(안)에 포함되도록 대응하였다.

정책 제도 위원회는 국내 전자파인체보호 관련 정책, 제도, 인증평가 방법 수립을 위한 논의와 제반 활동을 수행하였으며, WHO, ICNIRP, GLORE 등 전자파인체보호 분야의 국제회의에 주로 대응하였다. 전자파 인체보호와 정책, 제도 개선과 관련되어 논의한 내용으로는 ICNIRP Guideline 개정에 따른 국내 전자파인체보호기준 개정 방향 및 개정 내용을 검토하고 국내 고시 개정에 반영할 예정이다.

EMF측정지침 위원회는 전자파흡수율 및 전자파강도와 관련한 고시에서 다루지 못하는 세부 측정방법을 제시하고 있으며 올해에는 전자파 인체 노출량 시험성적서 간소화 방안에 대해 논의하였으며 국립전파연구원의 KSDB 측정지침에 대해 검토하였다.

생활속 전자파 위원회에서는 「생활속 전자파」 홈페이지를 통해 접수된 생활제품 및 공간 전자파 측정신청에 대해 중복성 및 대표성 등을 고려하여 상반기/하반기 측정대상을 선정하였으며 전자파흡수율 및 전자파 강도를 측정하고 측정결과를 검토하여 홈페이지 및 보도자료 등을 통해 국민들에게 공개하였다. 상반기 8종(생활제품 등), 하반기 12종(계절제품 등) 선정제품에 대해 전자파를 측정한 결과 전자파 인체보호기준을 모두 만족하는 것으로 나타났으며 전자파차단제품에 대한 성능검증을

통해 허위 및 과장광고 여부를 확인하여 국민들에게 정확한 정보전달이 이루어질 수 있도록 조치하였다.

무선국 위원회에서는 이동통신 기지국에 대한 전자파 강도 평가방법 및 측정방법을 검토하고 우리나라의 5G 무선국의 전자파강도 측정방법을 IEC TC106 MT3(무선국 전자파 인체노출량 측정방법)에 제안 및 기고하였으며, 다양한 실생활(in-situ) 환경의 전자파 노출원에 대해 전자파 강도 측정에 대응하기 위해 ‘전자파 인체노출 환경의 현장측정방법 국가표준(안)을 검토 및 개발하여 저주파 및 중간주파수, 고주파 대역의 세부 측정방법에 대해서 면밀하게 검토하였다.

휴대기기 위원회에서는 휴대기기의 전자파흡수율 및 전력밀도 등 전자파인체노출량 측정방법 개선 방향을 검토하였다. 특히, 휴대기기의 전자파흡수율 측정 관련 국제표준인 IEC 62209-1528의 머리 및 몸통 평가 통합문서가 발표됨에 따라 국내 전자파흡수율 측정기준 고시 개정이 필요하며 이에 대한 검토를 추진 중이다. 또한, 휴대기기의 전자파흡수율 측정기준 및 몸통 측정 이격거리에 대하여 제조사 및 관련 전문가들과 함께 연구 및 논의를 추진하였다.

WPT-EV 위원회에서는 전기 자동차 및 무선전력전송기술의 보급이 급속도로 확대됨에 따라 전기자동차 및 무선전력전송위원회를 통합하여 운영하였고, 올해에는 전기자동차의 무선충전시스템의 규제 샌드박스 제도가 추진됨에 따라 전기자동차의 85 kHz 무선충전시스템의 전자파인체노출량 평가방법 동향 및 관련 연구동향에 대해서 검토하고 논의하였다. 뿐만아니라, 신기술이 적용된

무선전력전송기기에 대한 연구동향에 대해서 검토하고 전기자동차의 개발동향에 대해서도 검토하였다.

EMF용어사전편찬위원회는 '09년도에 편찬된 EMF용어사전을 새롭게 개정하기 위해 전자파인체보호 관련 중요 및 신규 문서를 검토하여 총 966개의 EMF 용어에 대해서 검토를 추진하였으며 부록, 용어정의, 용어설명 등으로 구분하여 검토를 추진하여 '22년에 새로운 EMF 용어사전을 편찬할 예정이다.

전자파적합성에 대한 국제표준을 추진하는 기관은 크게 국제전기기술위원회(IEC) 산하 국제무선장해특별위원회(CISPR) 및 77기술위원회(TC77), 국제전기통신연합(ITU-T SG5) 등에서 담당하고 있다. IEC CISPR는 전자파적합성 분야의 대표적인 국제기구이다. 매년 정기적으로 표준화 회의를 개최하여 일반 및 제품군별 표준을 제·개정하고 있으며, 이 표준들은 다수의 국가와 지역별 표준기구들에서 기준으로 준용되고 있다. ITU-T SG5에서는 정보통신망 시스템과 연계된 환경으로부터의 전자파적합성, 휴대전화 등 통신 장치 및 설비에 의해 발생하는 전자파에 대한 평가, 저감, 인체 보호 등을 연구하고 있다.

CISPR는 기본규격(A), 전기 및 ISM기기(B), 자동차 및 전장품(D), 가전 및 조명기기(F), 무선서비스 간섭(H), 정보 멀티미디어기기(I) 6개의 소위원회와 운영위원회로 구성되어 있다. 각 소위원회는 공통으로 적용되는 측정 장치와 측정 방법에 대한 기본표준, 제품별 측정 방법 및 기준, 무선서비스 보호를 위한 허용기준을 제·개정한다. 운영위원회는 CISPR 전략 정책 승인 및 분과위원회별 연구 조정 등의 역할을

수행한다. TC 77 기술위원회는 저주파수 관련 내성을 담당하는 77A 분과와 고주파수 관련 내성을 담당하는 77B 분과, 고출력 전자기와 내성을 담당하는 77C 분과로 구성되었으며 내성 공통 규격과 내성 항목별 시험 방법에 대한 규격을 제·개정하고 있다.

IEC CISPR는 매년 국제회의를 통하여 각 국가의 규격에 대한 정보를 공유하고 의견을 제시할 수 있도록 하고 있다. 2022년도 CISPR 총회는 11월 4일, 소위별 회의는 10월 28일부터 11월 3일 미국 샌프란시스코에서 개최되었고, CISPR D 회의는 10월 17일부터 10월 27일 미국 오스틴에서 개최되었고, 우리나라를 비롯하여 아시아, 유럽, 미주 등 여러 나라의 전문가들이 참석하여 열띤 논의를 진행하였다.

이번 EMC 표준화 동향보고서에는 2022년에 논의된 국제 EMC 표준화 회의 내용 및 표준 문서를 중점적으로 다루었다. 우리나라는 18 GHz 이상 대역 시험장평가법 검증, C2X 통신에 대한 전자파 내성 시험 시 부품과 차량에 EMC TR 신규 제정, 가정용기기 시험방법 개정, 조명기기 시험방법 개정, 6 GHz 이상 주파수 대역에 방출 허용기준 마련 등에 대한 표준화 활동을 전개하였고, 광대역 신호 방사 내성 시험표준 제정을 제안하여 5G 등 방해원의 영향을 평가하는 새로운 기본 표준화의 발판을 마련하였다.

앞으로도 4차 산업혁명을 실현하기 위해 전파 및 ICT 기술이 모든 산업 분야의 전기 전자기기와 융합될 것이다. 따라서 안전한 전파 이용을 보장하기 위해서는 기기 및 시스템의 전자파적합성을 확보할 수 있도록 지속적으로 관리하여야 하고 전자파 안전관리가 주요 설비 및 시스템으로 확대될 수 있도록 제도기반이 확대되어야 한다. 이를 위해서는 다양한 분야의

산·학·연 전문가들의 지속적인 노력이 필요하며, EMC 기술발전 및 표준화 대응을 위하여 적극적인 연구수행과 활발한 표준화 활동이 수반되어야 할 것이다.

이 동향보고서가 우리나라 산업체와 EMC 및 EMF 관련 전문가에게 조금이나마 도움이 되길 바란다.

끝.

편집위원

이종일(국립전파연구원)
안재희, 안준오(미래전파공학연구소)
방진규(영산대학교)
주영준(이레테크)
안치형(한국기술교육대학교)
이애경(한국전자통신연구원)
임경민(이화여자대학교)
황태욱(한국방송통신전파진흥원)
최형도(한국전자통신연구원), 백정기(충남대학교)
오택규(한국정보통신기술협회)
김정환(교정기술원)
김강욱(광주과학기술원), 전양배(KAIST), 안중선(LS Electric)
나원수(성균관대학교), 김원진(HCT)
성관영(한국화학융합시험연구원), 김대웅(S-Global)
권종화(한국전자통신연구원),
홍장희(씨티케이), 조성정(KCSS)
금홍식(이엔알)
김희수(한국스마트헬스케어협회)

편집

심용섭 연구사(과학기술정보통신부 국립전파연구원)
이종일 주무관(과학기술정보통신부 국립전파연구원)
장주동 연구사(과학기술정보통신부 국립전파연구원)
장건호 선임(한국전파진흥협회 전자파기술원)
박세호 선임(한국전파진흥협회 전자파기술원)

전자파(EMC, EMF) 표준화 동향 보고서



국립전파연구원

National Radio Research Agency

58323 전남 나주시 빛가람로 767

발행일 : 2022. 12

발행인 : 서성일

발행처 : 과학기술정보통신부 국립전파연구원

전화 : 061) 338-4567

인쇄 :

I S B N : 979-11-5820-212-5 <비매품>



주 의

1. 이 연구보고서는 국립전파연구원에서 수행한 연구결과입니다.
2. 이 보고서의 내용을 인용하거나 발표할 때에는 반드시 국립전파연구원 연구결과임을 밝혀야 합니다.