

전력선통신의 CISPR 전자파 장애 표준화 동향

김희수 · 조원서 · 조희곤*

산업기술시험원 · *대우전자

I. 서 론

PLC(Power Line Communication)란 50~60 Hz의 상용 교류 전력선에 수십~수백 kHz의 고주파 통신 신호를 함께 실어보내고 모뎀 등 기타 신호 복조기 등을 이용하여 그 신호를 검출함으로써 전력선을 통한 원격 통신이 가능하게 하는 기술이다. PLC는 현재의 유·무선 통신시스템에 비해 별도의 선로 설치 없이 기존 전력선을 그대로 사용함으로써 투자비가 저렴하고 기존 변압기를 그대로 활용함으로써 공간 점유 비용이 불필요하다는 등 높은 장점을 가지고 있는 반면에 제한된 전송 전력, 높은 부하 간섭 및 잡음, 높은 감쇄 손실, 임피던스 부정합 및 신호 왜곡 등 해결해야 할 많은 문제점들을 가지고 있다. 그러나 최근 우리나라는 물론 해외 각국에서는 PLC 기술의 눈부신 개발이 이루어져 홈 오토메이션, 원격 검침 및 LAN을 대신하는 광대역 통신 등의 서비스를 개시하고 있으며 특히 전송 속도 10 Mbps의 고속통신 상용화를 목전에 두고 있는 실정이다.

최근 PC, 모니터 등 정보기기를 비롯한 유·무선 통신기기의 사용이 급증하고 있으며 이와 더불어 파생되어지는 전자파장애(EMI) 현상에 대한 우려도 점차 높아지고 있다. 이런 전자파 환경에 따른 부작용을 미연에 방지하기 위해 이미 선진 각국은 20여 년 전부터 EMI를 규제하여 왔으며 PLC 또한 이러한 대상에 포함되어 우리나라(MIC), 미국(FCC), 독일, 영국 등에서 이미 규제 대상으로 관리되고 있다. 또한 PLC 기술의 상용화로 많은 제품이 세계 각국에서 사용됨에 따라 국제기구인 국제전기기술위원회(IEC)산하 CISPR(국제무선장해특별위원회)에서는 I

기술전문위원회의 WG 3을 중심으로 PLC에 관한 EMI 규제 표준화 활동을 진행하고 있다.

II. CISPR 조직

1933년 EMI에 대한 국가간의 문제를 논의하기 위한 특별 회의가 프랑스 파리에서 개최되었다. 이 회의에서의 가장 중요한 결과는 국가간 교역의 편의를 위하여 한계치 및 측정 방법을 통일한다는 합의에 도달이었으며, 이듬해인 1934년 IEC, UIR, CCITT 등 관련 기관의 대표자들이 파리에서 모여 최초의 공식 회의를 개최하여 이들 관련 기관들의 협력기구로서 CISPR를 발족시켰다. 그후 CISPR는 LISN 측정기기의 개발 및 준침두치 검파방식 규정 등 전원선 관련 뿐만 아니라 무선 방사 전계 특성을 측정하기 위한 규격 개발에 큰 역할을 해오고 있다. 오늘날 CISPR는 분야별로 5개의 기술전문소위원회(A, B, D, F, H, I)를 갖고 있으며 무선 장애에 대한 측정기기 개발, 새로운 측정 방법 및 한계치 설정 등에 대해 국제적인 합의를 촉진시키고 있다. 특히 CISPR의 중요성은 유럽의 여러 나라들이 EU로 통합하면서 더욱 부각되기 시작했다. EU로 통합되기 전까지만 해도 CISPR 규격은 국제적인 권고 규격에 불과한 비강제적인 성격의 규격이었지만, EU에서 강제적인 유럽의 EN 규격으로 대부분의 CISPR 규격을 동일하게 채택함으로써 그 양상이 급속히 달라지게 된 것이었다. 또한 WTO 협정 이후 세계화를 위해 각 나라별로 관세 철폐가 이루어짐에 따라 새롭게 부각된 규격 및 인증을 통한 비관세 장벽으로 자국의 이익을 지키려는 노력이 더욱 활발해지고 있다.

2-1 CISPR 목적과 기능

CISPR는 무선 장애에 대한 제반 규정의 국제적인 합의를 통해서 국가간의 교역을 촉진시키고자 하는 것이 그 목적이다. 이를 위한 주요 관심분야로서는;

- (1) 무선 장애 발생원(전기기기, 접화장치, ISM 기기, ITE 기기 및 방송수신기 등)으로 부터의 무선 수신 보호
- (2) 무선 장애 측정을 위한 장비 및 방법
- (3) 무선 장애 발생원에 대한 한계치
- (4) 음성 및 TV 방송 수신기의 전자파장애에 대한 내성 및 그 측정 방법
- (5) CISPR, 기타 IEC 및 ISO 기술 위원회에서 채택한 규격이 중복될 때, 수신기 이외의 기기에 대한 방사 및 내성 요구사항 협조 고려
- (6) 전기기기의 전자파 장애의 억제로 인한 안전 규격상의 영향 등이다.

CISPR는 미국과 독일을 비롯한 거의 모든 유럽 국가 및 대부분의 선진국이 참여하는 세계적인 기관으로서 EMC에 관련된 유명 국제기관과 광범위한 협력관계를 구축하고 있다. CISPR 규격은 자율 규격으로 법적 강제성을 지닌 것은 아니다. 그러나 CISPR의 규격은 모든 참여 국가의 합의로 제정하며, CISPR는 이와 같이 제정된 규격에 대한 국제적인 조화를 촉진시키기 위하여 각 국의 IEC 위원회에 해당 국가의 정책이 허용하는 한 CISPR 규격을 국가 규격으로 채택할 것을 권장하며, 이와 같은 과정을 거쳐서 법적 의미를 지닌 국가 규격화된다.

2-2 CISPR 조직

CISPR의 조직은 총회, 운영위원회 및 6 개의 기술전문위원회(SC: Sub-Committee)가 있으며, 각 기술전문위원회는 1~3개의 작업반(WG: Working Group)으로 구성되어 있다. 총회는 매 3년 이내의 주기로, 운

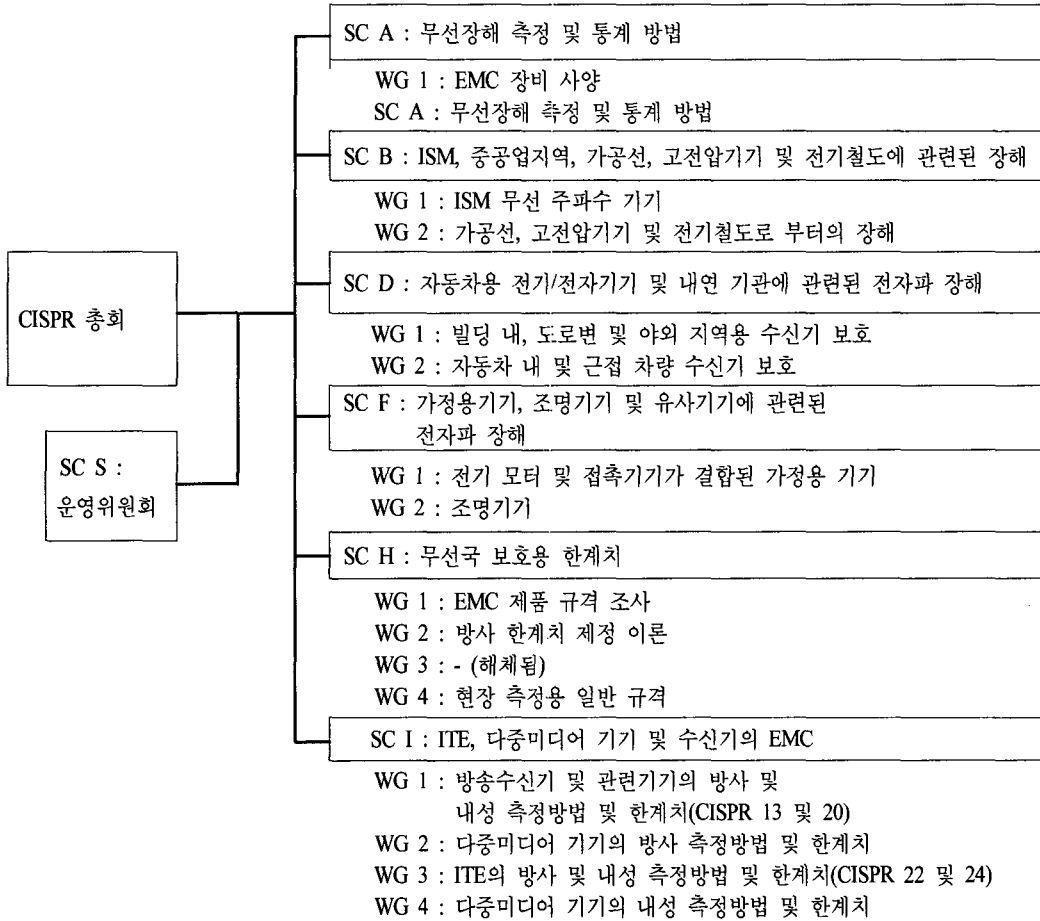
영위원회는 매 1년 이내의 주기로 개최되며, 기술전문위원회는 총회와 운영위원회에서 동시에 개최될 수 있다. 기타 요청이 있을 경우 개최되는 회의로서 각 기술전문위원회는 전자파 장애에 대한 측정 방법, 측정 기술 및 한계치 등 권장사항에 관한 심의 조정 및 표준화를 추진한다.

작업반은 필요시 수시로 개최되며, 기술전문위원회 개최시 동시에 개최될 수 있다. 이상의 CISPR 조직을 요약하면 <표 1>과 같다.

III. PLC에 관한 CISPR 전자파장애 표준화 동향

PLC를 운영함으로써 발생되어지는 EMI 성분은 크게 PLC 전력선이 마치 안테나와 같은 역할을 함으로서 공중으로 전자파 형태로 방출되어지는 방사성 잡음 성분과 PLC 통신 신호 및 그 고조파 신호가 잡음 형태가 되어 전력선 자체를 통해 유출됨으로서 기타 주변 기기에 간섭을 유발시키는 전도성 잡음전압 성분으로 나뉜다. 현재 PLC의 EMI를 규제하고 있는 영국 등 각국의 주요 규제는 대부분 방사성 잡음으로 저주파 대역(30 MHz 이하)에서는 자계 성분, 고주파 대역(30 MHz 이상)에서는 전계 성분을 각각 그 대상으로 하고 있다(미국의 FCC에서는 방사성 뿐만 아니라 전도성 성분도 규제하고 있음). CISPR에서는 약 4년 전부터 PLC 전자파장애에 관한 표준화 작업을 착수하였으며 I 기술전문위원회(간사국: 일본)의 WG 3에서 그 표준화 작업을 담당하고 있다. 2004년 9월 상하이 CISPR 국제회의 이전까지 제안된 최근 문건으로는 CISPR/1/44/CD(2002년 7월), CISPR/1/63/CC(2002년 12월), CISPR/1/89/CD(2003년 11월) 및 CISPR/1/102/CC(2004년 4월) 등이 있었으며 금년 상하이 회의에서는 본 PLC 표준화 작업이 핫이슈로 다루어졌다. 그동안 진행되었던 CISPR의 표준화 작업은 크게 다음과 같은 3 가지

<표 1> CISPR 조직도



주요 특징을 가지고 있다.

- (1) PLC 기기를 CISPR 22의 ITE 기기로 분류한다.
- (2) 방사성 잡음 대신에 이에 상응하는 common mode current의 전도성 잡음을 규제한다.
- (3) common mode current의 전도성 잡음 측정용으로 새로운 T-network를 개발한다.

특히 상기 특성 중 (2)번 사항은 기존 규격들과는 상이한 방향으로 접근되고 있으며, 이 방법이 국제적인 방법으로 채택되었을 때는 기존의 방법보다는 좀더 간편하게 EMI를 측정할 수 있으며 결과의 재

현성도 높일 수 있을 것으로 판단되어 높은 관심을 끌고 있는 실정이다.

향후 PLC 표준화 동향을 판단하는데에 있어서는 현재 표준화 작업의 근간을 이루는 CISPR/89/CD 문건을 중심으로 표준화 작업의 실제 방향과 본 문건에 대한 각국 위원회의 문제 제기 사항과 관심사를 알아보는 것이 많은 도움이 될 것 같아 먼저 이에 대한 내용을 살펴보기로 한다.

3-1 CISPR/89/CD

본 문서는 기존 CISPR 22(Information technology

equipment - Radio distyrbance characteristics - Limits and methods of measurement) 규격에 PLC 응용 기기에 관한 EMI 사항을 추가함으로써 규격 개정을 제안한 문서이다.

3-1-1 주요 내용

(1) 정의 추가

- 다중 목적용 단자: 정보통신 단자 및 전원선 단자 기능을 조합하여 데이터 전달 및 정보통신을 지원하는 저전압 분배망에 연결되는 단자.

(2) 한계치 추가: 다중 목적용 단자는 다음과 같은 mode에서 두 번 시험하여 각각의 한계치를 만족시켜야 한다(측정주파수 범위: 0.15~30 MHz).

- 통신기능 비작동 mode: 한계치 <표 1>(Class A) 또는 <표 2>(Class B)만족 (AMN 사용)
- 통신기능 작동 mode: 한계치 <표 3>(Class A) 또는 <표 4>(Class B)만족 (신규 T-ISN사용)

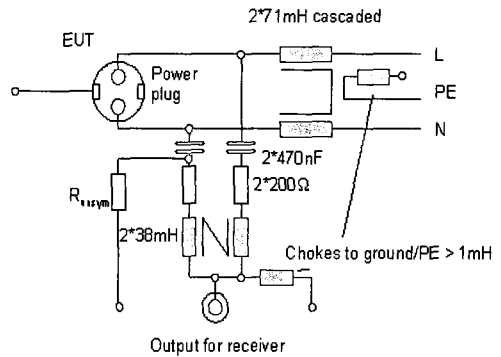
(3) PLC 기기의 common mode current의 전도성 잡음 측정용 T-ISN 설계 및 사양[그림 1]

- 횡변환 손실(LCL: Longitudinal Conversion Loss): 30 ± 6 dB(150 kHz~30 MHz)
- 공통모드 단자 임피던스: $150 U \pm 20 U$, 위상각: $0^\circ \pm 20^\circ$ (150 kHz~30 MHz)
- 격리도 : 150 kHz~1.5 MHz > 35 dB~55 dB
1.5 MHz~30 MHz > 55 dB

(4) Common Mode Current의 전도성 잡음 측정 방법[그림 2].

- 시험품의 전송은 정상 작동 조건하에서 최대가 되게 조정한다.

3-1-2 CISPR/189/CD에 대한 회원국의 주요 의견



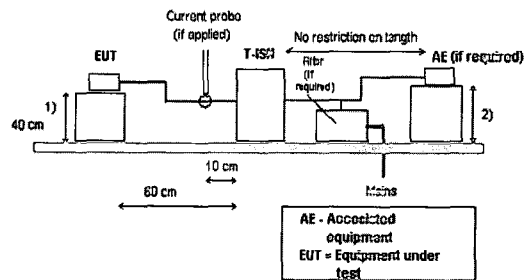
[그림 1] T-ISN 회로 구성 도면

(1) 호주

- 방사 자체 측정 대신에 LCL을 사용하는데 대한 타당성 있는 자료가 없으므로 추가 자료 요청.
- 제안된 문헌 상의 LCL은 유럽 국가에 대한 측정치이므로 다른 국가들에 대한 추가 자료가 요구됨.
- 기존 전력선을 그대로 사용함으로써 새로운 T-ISN 없이 기존 V-ISN으로 측정해도 무관함 (PLC: ON 및 OFF 상태).

(2) 중국

- 제안된 T-ISN이 30 Mbps의 고속 PLC에도 사용이 가능하여야 함.



[그림 2] Common mode current의 전도성 잡음 측정 방법

(3) 독일

- T-ISO의 임피던스를 25 ohm으로 제안하며 한계치 표3/4 대신에 표1/2 사용함.
- LCL의 불확도를 ± 6 dB \rightarrow ± 3 dB 변경.

(4) 덴마크

- LCL 값을 30~6 dB(150 kHz~30 MHz)로, 불확도를 ± 6 dB \rightarrow ± 3 dB로 변경.
- T-ISO의 임피던스를 100 ohm으로 제안.

(5) 프랑스

- PE(보호접지) 단자가 있는 제품을 구분하여 시험.
- 새로운 ISO 대신에 61000-4-6의 ISO를 사용.
- 30 MHz 이상에서의 방사 측정 항목 추가.

(6) 이탈리아

- LCL의 불확도를 ± 6 dB \rightarrow ± 3 dB 변경.

(7) 일본

- “다중 목적용 단자” \rightarrow “PLC 단자”로 변경.
- T-ISO 사용은 보류하고 기존 V-ISO로 측정(PLC ON 상태), 한계치 표1/2 적용.
- LCL: 25 \pm 3 dB로 제안.

(8) 네덜란드

- T-ISO의 LCL 값은 저전압 회로망 방사 특성과 관련이 없음.

3-2 2004년 CISPR 상하이 국제 회의

2004년 9월 13일~16일까지 4일 간 중국의 상하이에서 개최된 I 전문기술소위원회의 처리 안건으로 여러 가지가 있었지만 그 중 가장 논란과 관심이 많았던 문건이 PLC에 관련된 것이었다. 기존 제안된 문건 CISPR/1/89/CD에 대해 각 나라마다 연구 조사

한 의견을 발표하면서 많은 토의가 이루어졌는데 그 중점 사항들은 3-1-2에서 거론된 것들로서 요약하면 다음과 같다.

- (1) 한계치 <표 3>과 <표 4>의 존재 여부
- (2) T-ISO의 LCL 및 공통 mode 임피던스 결정
- (3) PLC 최대 전송속도 결정
- (4) PE line 평가 여부(Current 측정시)

T-ISO의 LCL 값이 CISPR/1/89/CD 문건에는 30 ± 6 dB(150 kHz~30 MHz)으로 제안되었으나 ± 6 dB가 너무 큰 허용 오차라는 지적이 있었으며 30 dB의 값도 유럽 4개국(영국, 프랑스, 스페인 및 독일)만을 측정하였기에 유럽 전체를 대표될 수 없으며 특히 일본 자체의 측정치는 25 dB이라는 측정 자료가 제시되었다. 또한 T-ISO의 공통 mode 임피던스를 25 ohm, 100 ohm 및 150 ohm 등이 제시되어 CISPR/1/89/CD 문건을 즉석에서 수정하여 2개의 수정안(CISPR/1/xyz/CDV Opt A 및 CISPR/1/xyz/CDV Opt B)이 제출되었으며 주요 내용은 <표 2>와 같다.

제안된 2개 수정안을 표결에 부쳐졌으나 수정안 모두 회원국의 절대적인 찬성을 얻지 못해 부결되었으며, I 전문기술소위원회 전체 회의시 최종 수정안 PAS(Publicly Available Specification)를 CISPR 22의 부록 형태로 제안되었으나 이 역시 부결되었다.

PAS안의 주요 내용

- “PLC 단자” 용어 채택.
- 한계치 추가: 다중 목적용 단자는 다음과 같은 mode에서 두 번 시험하여 각각의 한계치를 만족시켜야한다(측정주파수 범위: 0.15~30 MHz).
 - 통신기능 비작동 mode: 한계치 <표 1>(Class A) 또는 <표 2>(Class B)만족 (AMN 사용)
 - 통신기능 작동 mode: 한계치 <표 3>(Class A)

<표 2> XPLC21의 home networking용 MAC사양

수정 문서명	LCL 값	공통 mode 임피던스 및 한계치 표
CISPR1/xyz/ CDV Opt A	<ul style="list-style-type: none"> o 30 ±3 dB (4개국, 영국, 프랑스, 스페인, 독일) o 25 ±3 dB (일본) o 25 ±3 dB (기타 지역) 	<ul style="list-style-type: none"> o 임피던스: 150 U ±20 U, 위상각: 0° ±20°
CISPR1/xyz/CDV Opt B	<ul style="list-style-type: none"> o 30 ±3 dB (유럽) o 25 ±3 dB (일본) o 25 ±3 dB (기타 지역) 	<ul style="list-style-type: none"> o 임피던스: 25 U ±3 U, o 위상각: 0° ±20° o 한계치 표 3/4 삭제 및 표 1 / 2 수정

또는 <표 4>(Class B)만족 (신규 T-ISN 사용)

- 통신기능 비작동 기능이 불가능한 경우: 한계치 <표 1>(Class A) 또는 <표 2>(Class B) 만족 (AMN 사용)
- PE 접속용 기기인 경우: 전류 한계치와 전압 한계치 모두를 만족해야 함.
- T-ISN 사양:
 - LCL: 30±3 dB(150 kHz~30 MHz) 또는 25±3 dB(150 kHz~30 MHz)
 - 공통모드 단자 임피던스: 150 U ±20 U, 위상각: 0° ±20° (150 kHz~30 MHz)
 - 격리도: 150 kHz~1.5 MHz > 35 dB~55 dB
1.5 MHz~30 MHz > 55 dB
- 시험품 전송 mode: 최대 출력 레벨에서 최고로 높은 data rate.

많은 논란 끝에 결국은 금년 상하이 회의에서는 PLC 전자파 장애에 관한 표준화 작업의 합의를 이루지 못하게 되었으며, 기존의 TF 팀은 해체가 되고 새로운 TF 팀을 구성하였다. 새로운 팀은 New PAS안을 제출할 예정이며 향후 2개월 내로 투표로 결정하기로 하였다. 통과될 경우 2008년까지 CISPR 22의 별책 기준으로 유지되며, 만일 합의 도출에 실패할 경우에는 I 전문기술소위원회 의장이 새로운 NP를 준비하기로 하였다.

IV. 맺음말

이상으로 금년 국제회의를 중심으로 PLC 응용기에 관련된 CISPR의 EMI 표준화 작업을 살펴보았다. 수 많은 논란 끝에 결국은 표준안 합의 도출에는 실패하는 등 표면상으로는 큰 진전은 없어 보이지만 기술적으로 볼 때는 많은 문제점들이 노출되었으며 그에 대응되는 많은 연구가 진지하게 진행되어야 함을 깨닫게 하는 회의였었다. 특히 국내 저전압분배망의 LCL 및 공통임피던스에 대한 실태 측정 및 연구 등은 가장 시급한 과제로 간주된다. CISPR의 표준화 작업은 향후 2개월 후에 어느 정도 윤곽이 드러나겠지만, 안테나를 통한 방사잡음 측정 대신에 T-ISN을 통한 Common Mode Current의 전도성 잡음 측정 방법의 채택은 CISPR 표준화의 핵심으로 여겨진다. 따라서 현재 국내에서 제정하고자 하는 고속전송용 PLC 응용기에 관한 EMI 규격에도 이러한 국제적인 흐름을 정확히 반영하여 작성되어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

[1] MPT 1570 : Radiation Limits and Measurement Standard, Electromagnetic radiation from telecommunications systems operating over material substances in the frequency range 9 kHz to 300 MHz.

- [2] CISPR 22 : Information technology equipment- Radio disturbance characteristics-Limits and methods of measurement.
- [3] FCC Part 15.
- [4] CISPR/1/89/CD : Amendment to CISPR 22 : Clarification of its application to telecommunication

- system on the method of disturbance measurement at ports used for PLC.
- [5] CISPR/1/102/CC.
- [6] Powerline communications equipment-radio disturbance characteristics-limit and methods of measurement.

≡ 필자소개 ≡

김 희 수



1982년 2월: 성균관대학교 전자공학 (공학사)
 1994년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
 1986년 12월~현재: 산업기술시험원 정보통신팀
 [주 관심분야] EMI/EMC, 안테나 및 전

파전파

조 원 서



2000년 8월: 중앙대학교 전자공학과 (공학박사)
 1991년 8월~1999년 3월: 생산기술연구원 선임연구원
 2000년 12월~2004년 6월: 산업기술시험원 전자파 팀장
 2004년 7월~현재: 산업기술시험원 정

보통신 팀장

2001년 3월~현재: CISPR 국내전문위원회 간사
 2002년 10월~현재: Asia Network Forum, EMC Group Leader
 2004년 9월~현재: CISPR/B 국제위원회, Project Leader
 [주 관심분야] EMI/EMC 측정 표준화, 안테나, 수치해석

조 희 곤

현재: 대우전자(주) 품질경영연구소 제품신뢰성팀 선임연구원