

무선통신시스템 활용을 위한 원자력발전소 EMC 확보방안에 관한 연구

A Study on the EMC for Application of Wireless Communication System in Nuclear Power Plants.

고도영 *, 배병환**

Do-Young Ko *, Byung-Hwan, Bae **

Abstract - Recently, nuclear power plants have been testing for application of wireless communication system to improve communication easier. Improving the availability of communication in NPPs, plant operation ability and good communication have contributed to the lower reactor trip frequency. In these regards, the possibilities of improvement in communication systems are reviewed detail. Especially, we reviewed the wire communication system, facility effect, regulation and new technologies. In this paper, we described the application of wireless in NPPs by studying EMI/RFI, EMC effect.

Key Words : EMS, EMC, EMI, RFI, Nuclear Power Plants.

1. 장 서 론

원자력발전소 계측제어설비(Instrumentation & Control System)의 EMI/RFI(Electro Magnetic Interference/Radio Frequency Interference)의 영향으로 인한 원자력발전소 운영 정지 등의 고장을 예방하기 위하여 휴대폰을 비롯한 일체의 무선통신시스템의 사용하지 않고 있다[1].

그러나, 해외사례를 조사한 결과 약 46개 원자력발전소에서는 운전능력 향상, 발전소 비상상태 대응능력 제고, 소방, 보안, 기기 유지보수, 핵연료처리 등의 다양한 용도 때문에 폭넓은 주파수 대역과 출력 그리고 다양한 특성을 가진 무선통신시스템을 운용하고 있다고 조사된 바 있다.[2] 최근에는 프랑스전력공사[EDF]의 원자력발전소에서도 그 동안 무선통신시스템을 사용하지 않다가 최근 6개 원자력발전소에서 무선통신시스템을 사용하고 있다고 조사되었다.

무선통신을 유선통신과 비교할 때 저렴한 설치비용(유선 통신 대비 \$2000/ft 절감), 신속한 유지보수 가능, 많은 비용을 들이지 않고도 중요한 장비의 모니터링 가능, 신증설 및 교체용이, 고장개소 감소, 우수한 이동성 제공 그리고 신속한 통신 등 많은 장점을 가지고 있다. 유선통신시스템만 사용할 경우 아래와 같은 정확한 의사전달의 어려움이 있는 것으로 사료된다.

- 원자력발전소 유선통신시스템의 대표적인 시스템 중의 하나인 Paging phone은 동시 통화 채널수(5채널)로 제한되어 있어 발전소 정기보수시 다수 사용자 이용이 어려우며, 특정 인과의 통화를 위하여 원자력발전소 전 지역을 호출해야 하므로 소음을 발생시킨다.

- 원자력발전소 주제어실(Main Control Room)과 원자력발전소 현장에서 Paging phone을 사용하거나 호출로 인하여 통화를 해야 할 경우 작업위치에서 작업을 중단하고, Paging phone이 설치된 부스로 이동하여야 하므로 작업지속성 및 작업효율성이 저하된다.

- 현장 고소음(터빈건물 등) 지역에서는 유선통신기기의 호출음성을 수신하기 관련하여 통화가 어렵다.

- 1:1 통화, 3자 통화, 다자간통화, 전체호출 및 전체통보 등 목적과 용도에 따른 다양한 통신이 불가능하다.

따라서, 본 논문에서는 국내 원자력발전소에서의 무선통신시스템의 도입 검토, 구축 및 운영을 위하여 원자력발전소 보호 및 안전관련 아날로그, 디지털 I & C (Instrumentation & Control) 시스템에 전자파양립성 (EMC : Electro Magnetic Compatibility) 확보방안을 제시하고자 한다.

저자소개

* 한국수력원자력(주) 연구원, 서울시립대 대학원 전자전기컴퓨터공학부 공학박사 수료

** 한국수력원자력(주) 책임연구원, 한국과학기술원 핵공학과 공학석사

2. 장 본 론

2.1절 EMC 확보를 위한 규제

원자력발전소 무선통신과 관련한 가장 영향력이 있는 규정은 U.S Nuclear Regulatory Committee(NRC) Regulatory Guide 1.180[3] 으로 "안전관련 계측제어시스템에 대한 EMI/RFI 영향평가 지침서 Revision 1(October 2003) 이다. 이 지침서는 시험방법 및 기준을 IEC(International Electrotechnical Commission) 61000, 계측제어기기의 접지 및 차폐는 IEEE Std 1050, 전자기 방사 및 감응성 요건은 U.S Military Standards 461E 등을 준용하도록 규정하고 있고, 10 CFR(Code of Federal Regulation) Part 50의 요건을 충족하고 있다.

원자력발전소의 안전 및 보호관련 계측제어시스템과 무선통신기간에는 8dB 차이가 유지되어야 한다. 또한, 10V/m (140dB μ V/m)의 방사 전계 동작영역을 위하여 제한구역내의 휴대용 무선 송수신기기로부터 방출되는 방사 전계가 원자력발전소 계측제어시스템 근처에서 4V/m(132dB μ V/m)로 제한되도록 하여야 한다.

따라서 무선통신용 기기가 원자력발전소 I & C 시스템으로부터 사용금지 해야 하는 최소이격거리는 다음과 같이 계산된다.

$$d = (30 PG)^{0.5}/E \text{ -----식. 1}$$

- P = EMI/RFI 방출기기 방사출력(Watts)
- G = EMI/RFI 방출기기 방사출력 이득(G=1, 최악)
- E = EMI/RFI 방출기기 설치지점에서 허용 방사 전계 강도(V/m)

2.2절 EMI/RFI 및 EMC 측정 사례

원자력발전소의 오동작, 고장문제를 최소화하기 위하여 발전소 현장에 디지털 계측제어시스템을 설치하기 전에는 전자기파 환경경중 시험을 통하여 설비가 충분한 EMS (Electro Magnetic Susceptibility)를 갖추고 있음을 확인하며, 현장 설치 후에는 EMI/RFI로 인한 영향을 줄 수 있는 기기의 사용을 제한하여야 한다. 그 대표적인 시스템이 바로 무선통신시스템이다.

현재 국내 원자력발전소에서는 무선통신시스템을 현장(특히, 원자력발전소 안전 및 보호관련 계통 설비가 운전되고 있는 지역 또는 근처)에서 사용하는 것을 엄격히 통제하고 있다.

EMI/RFI 측정 사례[4]로는 영광 3호기와 고리 1호기 MCR 주변에서 EMI 실태를 실험 (측정자 : 미국 Wyle Lab./94.5) 하였는데 각각 25dB μ V/m ~ 105dB μ V/m와 25dB μ V/m ~ 115dB μ V/m 로 측정되어 EMI 내성을 10V/m(140dB μ V/m)로 할 때 전자기기 방출 허용치 4V/m(132dB μ V/m) 보다 작으므로(8dB 이상 차이) 안전함을 증명 하였다.

EMC 측정 사례[4]로는 영광 3호기 AFS-1000 캐비닛의 도어를 개방한 상태에서 14KHz ~ 10GHz의 주파수로 실험 (측정자 : 미국 Wyle Lab./94.5) 하였는데 10V/m 까지 이상

이 없었고, 울진 5, 6호기 DPPS 캐비닛 (Proto Type) 에서도 같은 실험(측정자 : 미국 Wyle Lab./94.5)을 하였는데 4V/m ~ 10V/m 까지 측정되어 역시 이상없음을 증명 하였다.

3. 장 결 론

지금까지의 무선통신에 의한 전자파 장애사례와 관련한 원자력발전소의 오동작 사례는 주로 고출력 무선통신기기 사용과 이격거리를 준수하지 않았기 때문인 것으로 사료된다.

원자력발전소 I & C 계통 설비의 전자파내성(EMS)은 10V/m를 만족하며, 원자력발전소와 동일한 설비를 사용하고 있거나 유사설비 시설장소인 화력발전소 MCR, 전력소(변전소), 전자통신실, 전산실 등에서 CT-1 및 셀룰러폰을 아무 문제없이 사용하고 있다.[5] 따라서, 국내 원자력발전소에서도 저출력 무선통신기기를 적당한 이격거리를 두고 사용한다면 문제없이 사용할 수 있다. 해외에서는 이미 오래전부터 많은 원자력발전소에서 무선통신기기를 자유로이 쓰고 있거나 (Cooper 원자력발전소 등 12기), 사용금지구역, 최소이격거리, 출력 등을 설정한 후 사용(미국 등 50여기) 하고 있다.[2]

전자기파 검증방법은 방출 및 내성시험으로 하며, 이를 위한 EMC 확보요건은 U.S NRC Regulatory Guide 1.180에 따라 앞에서 살펴본 식.1을 만족한다면 문제될 것이 없다.

EPRI TR-102323[6]은 U.S NRC에 의해 승인되어졌는데, 여기에서도 더 이상의 추가적인 발전소의 전자기파 환경조사는 불필요하다고 언급하고 있다.

그림. 1은 EPRI TR-102323 권고 방사성 전계 방출기준을 나타내고 있다.

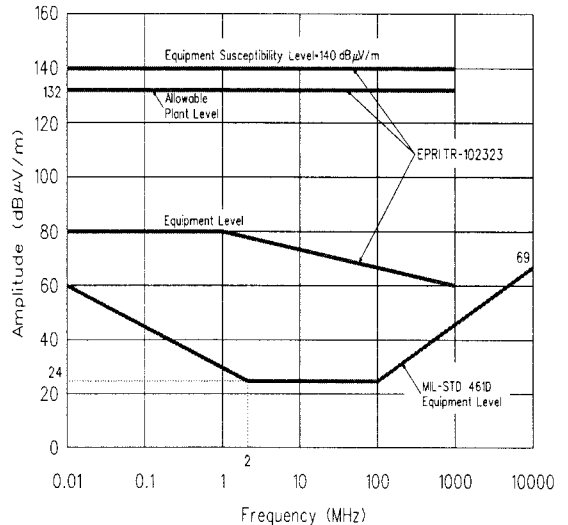


그림.1 EPRI TR-102323 권고 방사성 전계 방출기준

무선통신시스템의 기술적인 측면에서 EMC를 확보할 수 있는 방법으로는 사용 제한지역 설정, 무선통신용 기기의 출력제한, 무선통신용 기기와 원자력발전소 계측제어시스템과의

이격거리 등을 설정하는 방법이 있다.

또한, 무선통신시스템의 운영 측면에서 EMC를 확보할 수 있는 방법으로는 전자파에 민감한 지역에 무선통신용 기기를 가지고 출입시 자동 검색장치가 경보를 발생하여 무선통신용 기기의 전원을 끄고 출입하도록 하는 방법과 무선통신용 기기와 중계기(또는 기지국 등)의 통신이 일정한 시간 동안 연결되지 않을 경우 무선통신용 기기의 지속적인 과다 출력을 방지하기 위하여 자동으로 전원을 차단시키는 방법 등을 적용하면 된다.

이상과 같은 내용을 규정한 가칭 “원자력발전소 무선통신 시스템 설치 및 운영에 관한 절차서”를 제정하여 사용한다면 원자력발전소에서의 무선통신시스템 활용을 위한 EMC 확보가 충분히 보장된다고 확신한다.

그리하여, 국내 원자력발전소도 가능한 빠른 시일내에 무선통신시스템을 적용한다면 원자력발전소 운전 및 보수의 편의성 제공, 설치비용 등 경제성 향상 및 향후 원자력발전소 유비쿼터스 기반 조성 등 많은 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 고도영 외 “원자력발전소내 최적 무선통신시스템 적용성 검토”, CICS 2005, KIEE · IEEK, 2005.10
- [2] 지문구 외 “차세대원자력발전소 무선통신계통 적용성 검토보고서”, KEPRI, 1999. 7.
- [3] U.S Nuclear Regulatory Commission “Regulatory Guide 1.180 Revision 1”, Guidelines for evaluation electromagnetic and radio-frequency interference in safety-related instrumentation and control systems, October 2003.
- [4] 박세웅 외 “원자력발전소 제어계통에 대한 EMI 영향 연구”, KEPRI, 1995. 1.
- [5] 박세웅 외 “전력소 구내에서의 전자용융설비에 미치는 EMI 영향 연구”, KEPRI, 1991. 8.
- [6] EPRI TR-102323 “Guidelines for Wireless Technology in Power Plants”, December 2002.