

삼중수소 모니터링 중앙감시시스템

송규민 · 고병욱 · 이계우 · 손순환 · 이동환* · 임훈* · 손창호*
한전전력연구원 · 삼창기업(주)*
E-mail: kmsong@kepri.re.kr

중심어 (keyword) : 삼중수소, 검출기, 중앙감시시스템, 삼중수소 실험실

서론

월성원전 TRF(Tritium Removal Facility)의 본격적인 가동에 따라 국제핵융합실험로 운영 시 필요한 삼중수소 공급에 대해 관심이 높아지고 있다. 삼중수소를 소비자가 원하는 형태와 용량으로 공급하기 위해 삼중수소를 안전하게 계량·분배할 수 있는 설비가 필요하다. 이를 위한 인프라로 한전전력연구원에 삼중수소 실험실(KEPTL: KEPRI Tritium Laboratory)을 구축 중에 있다. 삼중수소 실험실은 삼중수소를 받아 계량·분석하고 분배하는 기능 이외에 삼중수소를 회수하고 감시하는 기능을 가진다. 삼중수소를 함유하는 기기들은 삼중수소 누설을 대비하여 글로브박스 내에 설치되지만, 작업자 안전과 환경방출을 최소화하기 위하여 실내 및 배기구의 삼중수소 농도를 감시할 필요가 있다.

본 연구에서는 삼중수소 실험실의 글로브박스, 실험실 내 그리고 배기구 등에 삼중수소 검출기를 설치하고 이를 통합·감시하기 위한 시스템에 대해 소개하고자 한다.

시스템 개요 및 구성품

삼중수소 실험실은 <표 1>과 같이 총 9개의 삼중수소 검출기(detector)가 설치될 예정이다. 검출기는 ion chamber 방식으로 측정감도 $1 \mu\text{Ci}/\text{m}^3$ 에 측정범위 $0\text{--}10 \text{ Ci}/\text{m}^3$ 이다. 검출기의 부피는 1 l 이며 삼중수소 검출을 위해 $2 \text{ l}/\text{sec}$ 의 유량이 요구된다. 검출기의

전류신호를 전압신호로 변환하는 전치증폭기(pre-amplifier)와 결합되어 있고 연장케이블을 사용하여 콘트롤러와 연결된다.

<표 1> 삼중수소실험실 공기 중 삼중수소 감시기

구분	지역/위치	감시지역
TM1	실험실 배기구	
TM2	글로브박스-1	실험실
TM3	글로브박스-1	
TM4	글로브박스-2	
TM5	글로브박스-2	
TM6	삼중수소계량분배계통	
TM7	삼중수소저장용기 검중장치	
TM8	삼중수소회수계통-1	
TM9	삼중수소회수계통-2	

삼중수소 검출기 콘트롤러는 산업용 컴퓨터를 이용하여 자체 제작한 신호처리모듈과 신호취득모듈로 작동한다. 신호취득모듈에서 검출기 신호를 취득하여 컴퓨터 프로그램에 의해 데이터로 저장되고 LCD 화면에 표시된다. 그리고 이 데이터를 multiport serial board를 통해 삼중수소 중앙감시시스템에 제공함으로써 효율적인 데이터 관리를 할 수 있다.

신호취득모듈은 각각 2채널의 검출기와 연결되며 하나의 콘트롤러에 최대 4채널까지 연결할 수 있도록 설계하였다. 신호처리모듈은 신호취득모듈에서 취득된 신호를 입력신호로 받아 산업용 컴퓨터와 RS-232 인터페이스를 통해 데이터를 전송한다. 또한 PCI 인터페이스를 통해 측정범위선택 신호, 알람신호, 과전압 on/off 신호를 신호취득모듈에 출력신호로 제공한다.

신호처리모듈의 구성요소와 기능은 다음과 같다.

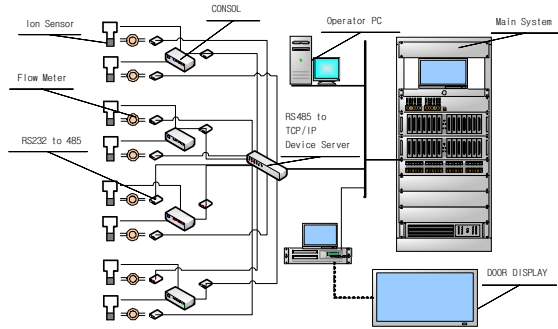
- input protection: 16 bit 다중통신장치(multiplexer)의 입력신호를 보호해주는 기능을 하며 $\pm 12\text{VDC}$ 를 공급함.
- 16 Bit 다중통신장치(ADG506AKN) : 16채널의 입력을 받아 Microm에서 제어하는 4Bit 신호에 의해 입력이 선택되어 A/D 변환기로 전달함.
- 12 Bit A/D 변환기(AD574AJN) : 아날로그 입력신호를 12 Bit 디지털 신호로 변환하여 Microm에 전달함.
- Microm(89C51): 4 Bit 제어신호를 이용해 다중통신장치의 각 채널 아날로그 신호를 순차적으로 디지털 신호로 변환하여 RS-232 드라이버를 통해 산업용 컴퓨터에 데이터를 전송함.
- RS-232 Driver(MAX232CPE): 산업용 컴퓨터와 RS-232 Interface, 검출기에서 취득된 데이터 및 기타(내부온도, 과전압감시 등) 데이터들을 산업용 컴퓨터에 제공함.
- PCI: 산업용 컴퓨터와 PCI Interface, 범용 I/O 51개를 이용하여 검출기 및 신호취득모듈에 제어신호를 제공함.

신호취득모듈은 검출기에 -100 VDC 를 공급하고 전치증폭기 회로 동작을 위한 $\pm 15\text{ VDC}$ 의 전원을 공급한다. 신호처리모듈에서 제공된 0.1mCi/m^3 , 0.01Ci/m^3 , 1Ci/m^3 등에 대한 선택신호에 의해 검출기의 측정범위가 결정되고 검출기의 출력신호는 버퍼를 통해 취득되어 신호처리모듈에 공급된다. 신호처리모듈에서 제공된 알람신호는 릴레이를 통해 외부에 전달되고 과전압 on/off 신호는 릴레이를 통해 전치증폭기 동작 전원에 공급된다.

삼중수소 중앙감시시스템

삼중수소 실험실(KEPTL) 중앙감시시스템은 <그림 1>과 같이 구성된다. DB 서버, 통신서버, 활용서버, 운영자 PC로 구성되며 추가로 허브, 멀티포트, 프린터, CDMA 모뎀 등으로 구성된다. 서버들은 HP Proliant DL380을 적용했다. 검출기 콘트롤러와 기본적인 통신방법은 자체 네트워크를 이용한 랜 방식이

며, 한전전력연구원 6시험동 네트워크 장비를 이용하여 망을 구성한다. 중앙감시시스템과 각 검출기 콘트롤러 간에는 TCP/IP Device 서버를 이용하여 통신을 수행한다.



<그림 1> 중앙감시시스템 모식도

결론 및 향후계획

한전전력연구원은 삼중수소의 계량·분배를 위한 인프라를 구축 중에 있다. 또한 본 설비의 안전한 관리를 위해 글러브박스, 실험실내, 배기구에 삼중수소 검출기를 설치하고 이를 통합·감시하기 위한 삼중수소 중앙감시시스템을 구축 중에 있다. 향후 삼중수소 계량·분배 및 관련 삼중수소 취급설비들의 구축 일정에 따라 중앙감시시스템 운영방안 개발과 최적화 작업을 수행할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부의 전력산업연구개발사업으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 전력연구원, "삼중수소 자원화 기술 개발(2차년도 중간보고서)", (2008).
2. S.H.Sohn, K.-M.Song, Y.G.Chung, "Tritium removal and applications for Wolsong heavy water reactors", Tritium 2007, Rochester (2007)