

소내방사선 감시시스템의 개발

김 시환*, 하 달규*, 홍 기성**, 이 석홍**

* 삼창기술(주) ** 한국전력공사

Development of Radiation Monitoring System

Kim Si Hwan*, Ha Dal Kyu*, Hong Kee Seong**, Yi Seok Hong**

*SAM CHANG ENGINEERING, **KEPCO

Abstract

In this paper, we developed a LCU which can be apply Radiation Monitoring System. LCU composed of Controller and Detector Pulse Input Module and so on. we explained concept of PIG Monitor and a study of Radiation Algorithm.

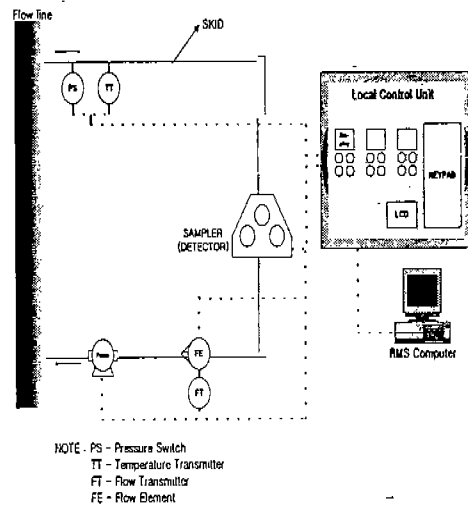
Keywords RMS, LCU, DPIM, CPM

I. 서론

소내 방사선 감시시스템(Radiation Monitoring System)은 현재의 원자력 관련 시스템 기술 수준에 비하여 현저히 낙후되어 있으며, 일부 선진국의 기술 독점으로 재정적 부담 및 시스템의 유지보수 등 기술적으로 선진국에 종속되는 결과를 초래하고 있다. . 그러므로 본 연구에서는 국내의 사례를 참고하여 기존의 방사선 감시시스템보다 성능 및 기능이 개선된 시스템의 국산화 개발에 그 목적을 두었다. RMS의 방사선 계측알고리즘개발과 콘트롤러 모듈, DPIM(Detector Pulse Input Module)을 국산화하여 각 검출 장치로부터 데이터를 수집하고 분석하여 정확한 방사선 선량을 중앙제어시스템에서 관리할 수 있고 중앙시스템으로부터 제어가 용이하도록 설계하였다.

본 연구에서는 NaI 센서와 개발한 DPIM을 통하여 정확한 방사선 누출을 알 수 있도록 하였다.

2. 소내 방사선 감시시스템



<그림 1> 계통 방사선 감시시스템

소내 방사선 감시시스템은 발전소 내 특정 지역의 방사선 준위를 감시하는 지역 방사선 감시계통(Area Radiation Monitoring System)과 액체와 기체가 통과되는 방사선 준위를 감시하는 계통 방사능 감시계통으로 크게 구분된다.

본 연구에서는 계통 방사능 감시계통인 기체 방사능을 측정하는 PIG(Particulate Iodine Gas) 모니터 시스템을 개발한다. RMS의 일반적인 구성은 <그림 1>과 같이 SKID와 LCU(Local Control Unit)로 구별되

며 SKID 부분은 검출기(detector)를 포함하는 샘플러(sampler), 퍼지밸브, 펌프, 압력스위치, 유량 전송기, 압력 전송기 관련 배관 등으로 구성되고 LCU 부분은 검출기 및 전송기의 신호를 받아서 제어, 지시기, 경보기 및 표시램프를 포함하는 현장 패널로 구성된다

2.1 RMS의 기능

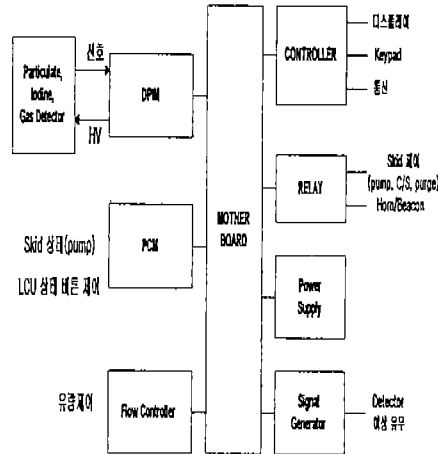
기체 방사능 감시기는 격납용기 내 및 공기 정화 계통의 기체 속에 포함된 방사성 물질의 방사능을 측정한다. 모니터는 도관(duct)의 기체를 off-line 방식으로 시료를 채취하여 측정한다. 시료는 샘플러를 지나면서 내부에 있는 검출기에 의하여 방사능 값을 감지하여 그 신호를 LCU로 전송하여 LCU에서는 검출기에서 받은 신호를 마이크로프로세서의 측정 알고리즘에 의하여 전면 패널에 표시하여 주고 모니터의 각 프로세서 제어 및 경보, 표시램프 및 프로세서 상태 및 방사능 값을 순차적으로 중앙제어 전산기에 전송하여 항상 현장의 방사선 준위를 감시한다.

2.2 PIG Extended Gas Monitor

PIG 모니터는 샘플러를 사용하여 그 내에 장치된 검출기에서 측정한다. Particulate 측정에는 샘플러와 필터를 사용하고 iodine과 gas 측정에는 하나의 샘플러로 구성되며 각 필터는 fixed 필터를 사용한다. 그 이외의 SKID의 구성품은 퍼지밸브, 펌프, 유량 전송기, 압력 전송기, 고압력 차단스위치, 관련 배관 등으로 구성된다. 또한, LCU의 기능은 검출기신호와 각 콘트롤 신호를 받아서 SKID 제어, 방사능값 디스플레이, 경보, 램프 기능을 포함한다.

3. LCU(Local Control Unit)

검출기의 신호를 받아서 방사능값을 디스플레이하고 SKID의 상태점검, 제어등을 처리하고 방사능 값의 기준값에 대하여 경보, 알람 기능을 하며 SKID 상태 및 방사능값을 중앙 전산기에 전달한다.

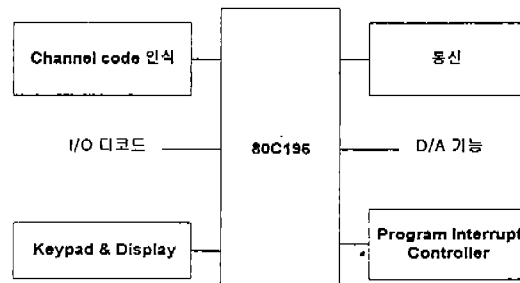


<그림 2> LCU의 Block Diagram

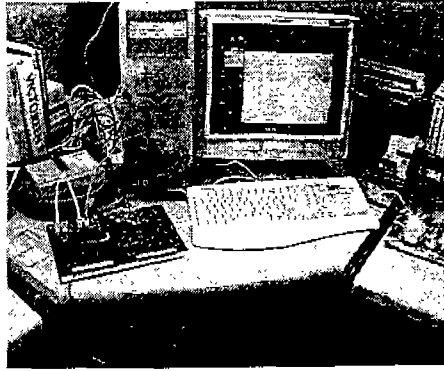
3.1. Controller Module

80C196 16비트 프로세서가 모든 주변 디바이스의 동작을 관할한다. LCD, 시리얼 통신, Programmable Interrupt의 사용으로 등의 동작을 제어한다. 80C32 콘트롤러를 통해서 키값을 입력받고, 또한 7-Segment Display 출력을 내보낸다. ROM 2개, RAM 2개를 외부 메모리로 사용한다. 그리고 RAM에는 백업배터리를 부착하여 전원 Off 시의 RAM 데이터 손실을 방지한다.

시리얼 통신은 8251을 사용하여 중앙전산기와 현장 데이터를 주고받을 수 있도록 되어 있다. DIP 스위치와 연결되어 64개의 채널 ID를 입력 받을 수 있다.

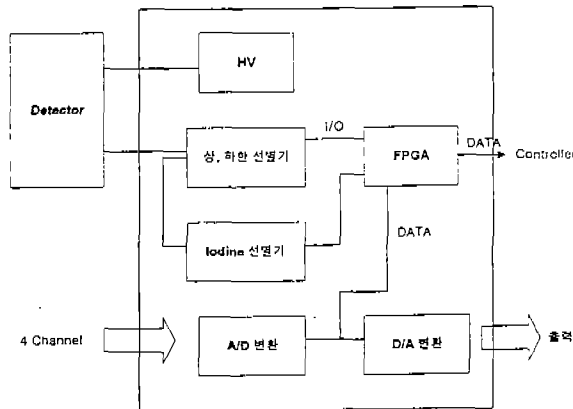


<그림 3> 컨트롤러의 구성



<그림 4> 콘트롤러 실험

3.2.DPIM



<그림 5> DPIM Block diagram

3.2.1 Detector 입력회로

입력신호는 섬광검출기에 따라 (+), (-)로 될 수 있는 펄스신호이다. 입력신호는 0-10V이며 OP AMP 회로로 구성된다.

3.2.2 판별기(Discriminator)

판별기의 기능은 카운터에 클럭펄스를 제공하며, 그 펄스들은 상하한 판별기 드레스홀드 레벨 사이의 피크치이다. 하한과 상한의 쓰레스홀드는 가변저항으로 조정한다. 상하한 신호는 FPGA로 보내진다.

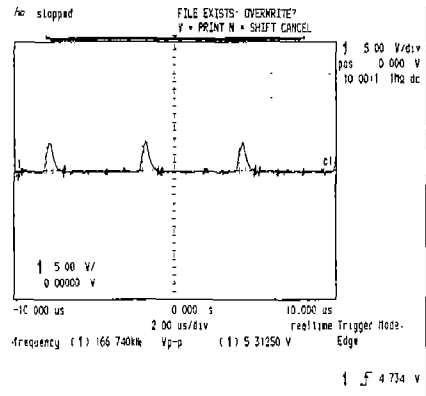
3.3.3 카운터

판별기로부터 입력된 상한과 하한신호는 리셋/프리셋 D-플립플롭으로 입력되어진다. D-플립플롭의 출력은 카운터로 보내져 검출기로부터 검출되는 방사능 펄스를 계수하며,

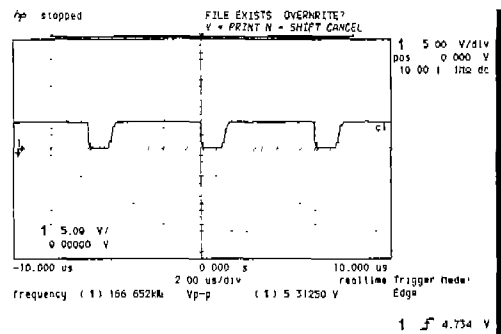
외부 데이터버스를 경유하여 콘트롤러로 보내진다. D-플립플롭과 카운터는 FPGA에 내장되어 있다.

3.3.4 고전압 공급기

스케일러는 고전압을 400-1800V까지 조정할 수 있다.



<그림6> DPIM 입력 회로파형



<그림7> DPIM 출력 회로파형

4. 방사선 측정 알고리즘

소내 방사선 감시 시스템의 세가지 검출기의 신호처리 알고리즘에 대한 분석 결과를 정리하였다. 이 알고리즘들은 기본적으로 각 CHANNEL의 계수 입력 데이터를 읽어 들인 후 이를 디스플레이와 이력 평균을 저장하기 위한 (1) 계수율(CPM) 및 (2) 농도(uCi/cc)의 값으로 전환하는 역할을 한다. 이러한 전환의 기본적인 과정은 각 검출기별로 다음과 같다.

4.1 PARTICULATE의 경우, 매초마다, 이전의 60개 데이터로 부터 CPM을 계산하고, 이 값이 지난 20분간의 평균값보다 2배의 분산치 만큼 크거나 작을 때, 이를 CPM으로 택한다. 다음으로 데드타임 보정과, 백그라운드 보정, 그리고 방사능 농도로 환산하는 과정을 거치게 된다. 마지막으로 테이프 스피드보정 유량을 보정을 거쳐 디스플레이변수로 저장된다. 또한 방사능 농도 값을 이용하여, 매분당, 분당, 시간당, 일일당 평균치를 업그레이드한다.

4.2 IODINE의 경우, 매초마다, 검출기의 CPM 값을 계산하는 과정외에, 3중창 분석의 세 CHANNEL 데이터값으로부터, Iodine peak 값을 다음식으로 계산해 낸다. $W4 = W2 (W1+W3)/2$. 매분마다, 분당 peak count 값 및 이 값의 분산을 계산하고, 이들을 저장해 둔다. 또한 매분마다, 지난 40분간의 데이터값들을 두 그룹으로 나눈 값으로부터 CPM의 분당 변화율 CPMM을 계산하고, 이 값으로부터 유량을 보정 및 환산 과정을 거쳐 공기중 IODINE 농도(IC)를 계산한다. 이 값이 1분전의 값(ICON)에 비해 변화가 작을 때는 과거의 값들과 합한 후 평균값을 현재의 농도로 결정한다. 이 값이 디스플레이변수로 저장된다. 또한 Iodine 농도 값을 이용하여, 매분당, 분당, 시간당, 일일당 평균치를 업그레이드한다.

4.3 GAS의 경우, 매초마다, 이전의 60개 DATA로 부터 CPM을 계산하고, 이 값이 지난 20분간의 평균값보다 2배의 분산치 만큼 크거나 작을 때, 이를 CPM으로 택한다. 다음으로 데드타임 보정과,

백그라운드 보정, 그리고 방사능 농도로 환산하는 과정을 거치게 된다. 마지막으로 개스 압력보정을 거쳐 디스플레이변수로 저장된다. 또한 방사능 농도 값을 이용하여, 매분당, 분당, 시간당, 일일당 평균치를 업그레이드한다.

5. 결론

본논문에서는 소내방사선 감시시스템의 LCU의 설계 및 하드웨어, 방사선 측정 알고리즘에 대해 기술하였다. 기존 컨트롤러의 8비트에서 16비트프로세서로 변경되어 데이터 처리소도 및 메모리용량이 64KB에서 1MB 이상으로 확장되었다. DPIM 계수회로를 18비트에서 24비트로 향상시켰고 FPGA를 사용하여 회로구성을 간단하게 구성하여 유지보수에 향상을 기하였으며 프로그래밍언어는 기존의 Assembly 언어에서 고급언어인 "C" 언어로 개발하였다.

참고문헌

1. 이창균, "방사선계측학", 신평출판사, 1995
2. Particulate Iodine & Gas Monitor Firmware Operational Requirements, S994340-110 REV.A, Victoreen.
3. G. F. KNOLL, "Radiation Detection and Measurement, 2nd Edition" John Wiley & Sons
4. Master Document 94960H00 REV.L Flow Chart, Manual, Victoreen.
5. Victoreen Controller Module 960CD220 Manual. 1991
6. Victoreen Scalér Module 960SF-220 Manual.
7. Victoreen Triple Windows Analyzer 960AN-200 Manual. 1993