

## 월성 2,3,4호기 컴퓨터 시스템과 한국형 표준원전 컴퓨터 시스템의 비교 분석

이경호, 이병채, 이순성, 전종선

한국원자력연구소

### 요 약

월성 3,4호기의 발전소컴퓨터계통(PCS)은 한국형 표준 원전의 컴퓨터 시스템으로 향후 완벽한 시스템으로의 구성을 위해서는 설계 개념의 재검토와 보완이 필요하다. 그 과정의 일환으로 국내 기술진에 의해 이미 상당부분의 기술을 습득한 월성 2,3,4호기의 발전소 제어 컴퓨터계통(DCCS)과 개념적인 비교를 통하여 PCS에서의 설계개선 사항을 구조적으로 제시하고자 하였다.

분석결과 PCS는 실시간 처리가 취약하였고, 몇몇 화면의 구성이 운전원의 요구를 만족시키기 위해 개선되어야 하였다. 또한, DCCS와의 공통적인 취약점으로는 개발환경의 낙후, 데이터 처리능력의 저조, 주변기기와 데이터 통신에 많은 시간이 소요되며 호환성 및 확장성이 대체로 취약하였다. 이에 대한 대응방안으로는 시스템의 전격적인 교체보다는 부하 분산을 통한 실시간 처리와 점진적인 주변기기의 교체가 바람직하며, 이러한 점진적인 시스템의 교체시 고려사항과 운전원에게 제공되는 화면의 재구성 방안을 제시하였다.

### 1. 서론

#### 1.1 표준원전 PCS (Plant Computer System)

PCS는 발전소의 상태 및 현장에서의 각종 데이터의 상태를 감시하는 컴퓨터 시스템으로 운전원에게 운전 중에 필요한 제반 정보를 제공한다. PCS는 9800여개의 ANALOG, DIGITAL 신호를 매 1초 간격으로 검색하여 필요한 경우, 경보 메시지를 내보내거나, 전달되어온 신호의 불량도를 측정, 원자로의 출력상태를 감시하고, 운전원에게 그래프나 프린트물로 제공하고 있다. 그러나, PCS는 이에 대한 실질적인 발전소 제어 기능을 가지고 있지 않으며, 제어기능은 각 기기마다 부착된 논리회로에서 독립적으로 수행한다. 매 5초/10분 간격으로 전달되어온 신호를 디스크에 임시 저장하고, 저장된 일정량의 데이터를 매일/매주 마그네틱 테입으로 옮겨 저장함으로써 반영구적인 보존을 할 수 있게 해준다. PCS의 소프트웨어 구성은 상용 운영체제인 OS/32를 기반으로 사용자 프로그램을 수행하며, 그중 입출력 신호를 읽어서 처리하는 ROUTINE에 높은 우선권을 부여하고, 사용자의 입력을 받는 부분, 테입 저장 부분, 빈도수가 낮은 루틴등 상대적으로 낮은 빈도수로 이용되는 프로그램은 낮은 우선권을 부여하여 시스템을 구현하였다. 소프트웨어는 고급언어인 포트란으

로 구성되어 있어 프로그램의 수정과 디버깅이 비교적 용이한 편이며, 화면구성에 관한 정보와 각 데이터에 대한 특성을 데이터베이스에서 관리하여 시스템 부팅시 발전소 신호에 관한 정보를 메모리로 옮겨 필요로 하는 신호 정보를 빠른 시간내에 제공함으로써 연관되는 데이터 처리가 실시간으로 이루어지도록 하고 있다.

## 1.2 월성 DCCS (Digital Control Computer System)

DCCS는 발전소의 출력 제어를 목적으로 하는 시스템으로 원자로에서부터 증기발생기에 걸친 모든 공정을 제어한다. DCCS도 PCS와 같이 두대의 컴퓨터가 HOT/STANDBY를 유지하여 작업을 수행하나, 두대가 모두 고장시 발전소는 운전정지가 된다. 주와 부 컴퓨터의 관계도 부 컴퓨터가 BACKUP역할을 하나, 핵연료 교환과 같은 독립적인 작업 기능을 가지고 있다. 핵연료 교환작업은 부 컴퓨터가 고장시 주 컴퓨터로 전달되지 않으며, 따라서, 부 컴퓨터가 완전 복구될 때까지 핵연료교환작업은 수행되지 않는다. DCCS의 소프트웨어는 크게 세부분으로 나뉜다. 첫째는 운영체제인 EXECUTIVE, 둘째는 FAST PROGRAM으로 중요도가 높은 시스템을 제어하고, 시스템 부팅시 주메모리에 상주하여 매 500msec마다 수행된다. 셋째는 SLOW PROGRAM으로 2초마다 한번씩 수행되는데, 보조기억장치(Megaram)로부터 주메모리로 읽어와서 수행되며, 제어 시스템중에서 중요도가 떨어지는 부분과 메시지의 출력, 화면의 구성에 사용된다. DCCS의 모든 프로그램은 저급언어인 어셈블리어로 되어 있어, 수행속도와 프로그램 크기면에서 최적화되어 있다.

## 2. H/W 구성

PCS와 DCCS의 H/W는 이중구조를 가진다. 즉, 두대의 컴퓨터가 HOT/STANDBY의 관계로 연결되어 있고, 한대가 보조역할 내지는 BACKUP용으로 사용된다. 이런 설계개념은 주변기기에도 그대로 적용되어 프린터, 디스크의 구성도 이중적이다. 다만, 이중구조의 운용방안은 서로 다르다. 표 1.에서는 원전에 사용되는 컴퓨터계통과 개인용 컴퓨터를 비교하였다. 개인용 컴퓨터에 비해 처리능력이나 구성사양이 많은 부분 뒤떨어짐을 알 수 있다.

### 2.1 PCS H/W의 구성상 특성

이중구조를 가지는 두대의 컴퓨터는 HEARTBEAT신호를 통해 상호 건전성을 확인한다. 현장으로부터 똑같은 입력을 받아 동시에 처리하여 출력하며, 주 컴퓨터의 고장시 부 컴퓨터의 출력이 자동 선택된다. 입력 신호의 임시 저장을 위해 디스크가 사용되며, 이의 영구적인 보존을 위해 마그네틱 테이프가 사용된다. 사용자의 입력을 받기위해 사용되는 키보드는 일반 컴퓨터 자판과 FUNCTION 자판의 혼합형으로 본체로부터 분리되어 있으며, 주제어실의 진동시 케이블의 단락을 막기위해 유연성이 있는 케이블로 본체와 연결되어 있다. PCS는 필수적인 안전 정보와 수치들을 운전원에게 제공하기 위하여 발전소의 운전기간중 항상 가동되며, 고장시 신속히 복구할 수 있어야 한다. 이러한 계속 가동의 요건을 만족시키기 위하여, 컴퓨터를 이중구조인 MASTER-SLAVE 형태로 구성하였다. 주 컴퓨터는 정상시에 모든 입출력 신호와 기기에 직접 연결되어 가동되며, 부 컴퓨터는 주 컴퓨터와 HEARTBEAT 신호 교환을 통해 상호 체크를 하다가, 주 컴퓨터로부터의 HEARTBEAT 신호가 오지 않을 경우에 스스로 주 컴퓨터임을 선언하고 모든 입출력 장치를 자신의 제어하에 둔다. 주 컴퓨터의 복구가 이루어진 다음에는 운전원의 요구에 의하여 주 컴퓨터로의 TRANSFER가 일어난다. 두 컴퓨터가 동시에 고장을 일으키는 경우에는, 80%의 출력을 유지하면서 24시간까지 복구유에

시간을 가진다.[3,4]

## 2.2 DCCS H/W 구성상 특성

이중구조를 가지고 있으며, 주 컴퓨터와 부 컴퓨터로 나뉘어 부 컴퓨터는 주 컴퓨터가 고장시 주 컴퓨터에서 수행되던 작업을 인수하여 수행한다. 핵연료교환기 제어는 부 컴퓨터에서 독자 수행되는 작업으로 있으며, 부 컴퓨터가 고장시 주 컴퓨터로 천이되지 않는다. 플로피 디스크와 하드디스크(MAD 대체용으로 설치된 개인용 컴퓨터에 부착), MEGARAM이 보조기억장치로서 작동하며, 시스템의 부팅, 프로그램의 1,2차 BACKUP 용도로 사용되나, 데이터의 저장을 위해서는 사용되지 않는다. 정밀한 실시간 기능을 수행하기 위해 8개의 CDR(COUNT DOWN REGISTER)를 사용한다. 키보드는 주제어실의 패널에 부착되어 있고, 10개의 수치키와 30여개의 기능키로 구성되어 있다. MASTER-SLAVE간의 통신은 디지털 신호를 이용한 HANDSHAKING에 의하여 상호간의 상태를 점검하게 되며, 각 컴퓨터에는 WATCHDOG이라는 특수 용도의 타이머가 있어서 지정된 시간(일반적으로 5초로 설정) 이내에 펄스를 상대 컴퓨터에 보내어 현재 정상동작함을 알려준다. 펄스가 지정된 시간내에 들어오지 않을 경우 WATCHDOG 타이머는 시간초과하며 이에 따라 상대 컴퓨터에 오류가 발생했음을 판단한다. 이 경우엔 상대 컴퓨터의 전체 혹은 일부의 제어기능을 가져오게 된다. 주 컴퓨터와 부 컴퓨터 두 대의 컴퓨터가 동시에 가동이 중단되는 경우 중수로 발전소는 안전 시스템에 의해 가동중지된다.[1,2]

## 3. S/W 구성 및 기능

### 3.1 실시간 처리 및 운영체제의 특성

원전에서의 실시간 처리는 처리를 목적으로 하는 시스템의 성격과 안전등급에 따라 다소의 차이를 보이고 있다. 간략한 비교 결과가 표 2.에 제시되었다.

DCCS 운영 체제의 가장 두드러진 특징은, 고급 언어에서 흔히 사용하는 서브루틴 호출에서의 STACK 사용에 따른 오버헤드를 없애기 위해 호출 프로그램으로의 귀환 주소를 항상 피호출 프로그램의 도입부 주소에 저장하여 놓고, 모든 TASK를 수행한다.[7]

### 3.2 사용자 프로그램

PCS에서 사용자 프로그램은 ACCOUNT라고 하는 개인영역에 보관된다. 특정 ACCOUNT를 시스템 ACCOUNT로 배정하여 PCS 프로그램을 보관하고, 이곳으로부터 파일을 읽어들이 부팅을 시작한다. 메모리로 옮겨진 사용자 프로그램은 운영체제로부터 TRAP명령을 받기전까지는 WAIT 상태에 머물게 되며, 프로그램 내부의 고장, 혹은 운전원의 수정에 의해 SUSPEND 상태에 이르게 된다. CANCEL하게되면 메모리로부터 제거되고 더 이상 작업을 수행하지 못하게 된다. 사용자 프로그램은 LOGICAL UNIT을 통해 다른 프로그램이나 입출력장치와 통신을 이룰 수 있으며, LOGICAL UNIT을 다른 프로그램과 공유함으로써 데이터 파일, 입출력 장치등을 공유할 수있다.

DCCS의 사용자 프로그램은 PC에 보관되어 필요시 DCCS로 DOWNLOAD된다. DOWNLOAD된 프로그램은 DCCS의 MEGARAM에 보관되고, 사용자 프로그램은 EXECUTIVE에서 배정한 동일한 RAM MEMORY에 항상 LOAD된다. 사용자 프로그램중 FAST 프로그램은 부팅시 RAM 메모리에 상주하며, SLOW 프로그램은 일부

를 제외하고는 모두 MEGARAM으로부터 매번 읽어들이어 수행된다. 사용자 프로그램 사이의 직접적인 통신은 금지되어 있으며, 필요시 EXECUTIVE에 요청하여 수행한다.

### 3.3 메모리 관리

PCS는 총 16MBYTE의 RAM 메모리를 가지며, 사용자의 개인별 ACCOUNT에서의 작업을 지원하며 PCS 작업을 지원한다. PCS는 RAM DISK를 이용하여 포트란에서 제공하는 RTL과 사용자가 정의한 라이브러리, 운영체제의 구성사항등 이러한 ROUTINE의 잦은 CALL에 빠른 대응이 가능하도록 운영하고 있다. 그림 1.은 PCS에서 사용하고 있는 메모리의 구조이다.

DCCS의 최초 모델이었던 VARIAN은 64 KBYTE용량의 CORE 메모리를 사용하였는데, 수행되어야 하는 프로그램의 양에 비해 부족했다. 이 문제점을 해결하기 위한 방법으로 OVERLAY 기법을 이용하여 메모리의 효율을 극대화 시켜왔다. 따라서 월성 2,3,4호기에서 부터는 UPGRADE된 시스템에서 1 MBYTE를 이용하면서도 과거의 메모리 관리 방식을 일부분 답습하고 있다. 메모리를 16개의 메모리 페이지로 나누어 FAST PROGRAM과 SLOW PROGRAM중 일부를 메모리에 상주시키고, 나머지 SLOW PROGRAM에 대해서는 가상 메모리 기법을 이용하고 있다.[2,7]

### 3.4 TASK SCHEDULING 및 관리

DCCS의 TASK SCHEDULING은 CLOCK 인터럽트에 의하여 주기적인 프로그램들을 개별적으로 체크하므로 각 프로그램들이 제대로 작동되는지의 여부가 매 주기마다 확인된다. 그러나, PCS의 SCHEDULING 방법은 TASK QUEUING 방법으로서 서로 다른 우선순위를 가진 여러개의 TASK들이 순서적으로 기다리다가 자기보다 높은 우선순위의 작업이 없을 때에만 수행이 시작되기 때문에, PCS는 우선순위가 낮은 작업이 우선순위가 높은 작업에 의해 밀려나는 경우에 대비하여 특정한 작업들을 APU(AUXILIARY PROCESSING UNIT)에 할당하는 방법을 사용하고 있다. 이러한 운영체제상의 특수한 설계는 시스템에 상당한 오버헤드를 준다. APU에는 되도록이면 주기적인 작업을 할당하지 않고 우선순위가 아주 낮은 작업, 예를 들면 HDSR(HISTORICAL DATA STORAGE & RETRIEVAL), 사용자 인터페이스 작업과 같은 것을 할당하는 것이 바람직하다.

#### a) PCS의 TASK SCHEDULING [4,13]

PCS의 작업들은 QUEUING 기법에 의하여 SCHEDULING이 이루어진다. TASK SCHEDULING은 각 작업의 수행되는 주기에 따라 매 1초부터 60초까지 구간별로 작업을 수행하는 방법이다. 이때, 각각의 작업은 주어진 우선순위에 따라 우선순위가 높은 작업부터 수행이 이루어진다. 주기적으로 수행되는 작업은 1초(혹은 프로그램에 따라서 그 이상) 주기마다 QUEUE\_CALL(QUEUE에 특정 작업의 한 싸이클을 보냄)을 하는 서브루틴이 있어서 QUEUE\_CALL을 한 다음에 그 해당 프로그램이 수행되고, TRAP\_WAIT라는 IDLE 상태에 머무르게 된다. 작업을 수행시키라는 신호가 들어오면, 다시 QUEUE\_CALL이 수행되어 그 프로그램의 한 싸이클이 TASK QUEUE로 보내져 차례를 기다리게 된다. 그림 2.에서 간단한 도식으로 이 알고리즘을 보였다.

QUEUEING을 할 때, 모든 주기성 프로그램들이 어느 한 시점에 물리게 되는 경우가 있는데, 이러한 프로그램들은 그 주기의 최소공배수가 되는 시점에서 다시 물리게 되므로, 우선순위가 낮은 프로그램은 우선순

위가 높은 프로그램들에 의해 밀려나서 자기 사이클을 지키지 못하고 다음 주기로 넘어가는 경우가 있다. 따라서, 이러한 현상을 예방하기 위해서는 시스템의 시작 시점에서 작업들을 한꺼번에 QUEUE에 보내지 않고 몇 사이클씩 걸러서 불규칙한 양상으로 몇개의 TASK들을 QUEUE에 보냄으로써 이러한 과부하를 분산하는 방법을 고려해 볼 만하다.

**b) PCS에서의 TASK PRIORITY [4,13]**

PCS 프로그램들의 우선순위는 크게 세가지로 분류된다. 우선순위가 높은 순서에 따라 세가지로 대별하면, 시스템의 운영체제, IPICS 소프트웨어의 EXECUTIVE 부분, 그리고 일반 프로그램들이다. 운영체제상의 소프트웨어는 어느 시스템에서와 마찬가지로 EXECUTIVE를 포함한 어떤 사용자 프로그램보다도 우선순위가 높다. IPICS의 EXECUTIVE는 TASK SCHEDULING과 입력처리, 그리고, DISPLAY 처리등과 같이 전체적인 SCHEDULE와 작업의 제어에 관여하므로 일반 프로그램들보다는 우선 순위가 높아야 한다. 일반 프로그램들은 주기적으로 수행되는 COLSS, CFM등의 CRITICAL APPLICATION과 완급도가 낮은 주기적 프로그램(BOP 등)이 있으며, 운전원의 요구에 따라 수행되는 비주기성 프로그램이 있고, 그 사이에서도 우선순위가 주어진다. 비주기성 프로그램들은 TASK SCHEDULING에 오버헤드를 주지 않도록 우선순위가 낮게 책정되어 있으며, 운전원의 요구에 의해 수행되는 프로그램들은 처리 속도면에서 볼 때 우선순위가 낮더라도 수행상 문제가 없으므로 가장 낮게 책정되어 있다. 예를 들어, 한꺼번에 많은 양의 자료를 읽고 쓰는 HDSR과 같은 프로그램의 경우, 프로그램 자체내에서 한 사이클에 수행할 자료 처리 분량을 소분하여 여러 사이클에 걸쳐 수행한다.

**c) DCCS의 EXECUTIVE와 사용자 프로그램 [7]**

운영체제의 기능에 속하는 작업 수행 계획 루틴, 인터럽트 메카니즘, 메모리 할당과 같은 기능을 수행하는 소프트웨어나 서브루틴들의 총칭을 EXECUTIVE라 하며, 이를 제외한 모든 루틴들은 일반 프로그램(디스플레이 프로그램과 제어 프로그램)으로 분류한다.

EXECUTIVE 루틴들은 EXECUTIVE 내부나 일반 프로그램의 내부에 쓰기 기능을 수행할 수 있고, 입출력 명령과 인터럽트 기능을 수행할 수 있지만, 일반 프로그램들은 자기 자신 내부이외에는 쓰기 기능을 수행할 수 없고 입출력 명령과 인터럽트 처리의 필요시, EXECUTIVE에 의뢰하여 이를 수행한다. 일반 프로그램에서는 매 500 mSEC 마다 TIME CLOCK 루틴이 수행되면서 주기적으로 수행되는 프로그램들의 이상 유무를 감시하고, 각 프로그램들은 그 중요도에 따라 FAST PROGRAM과 SLOW PROGRAM들로 구분한다. FAST PROGRAM은 통상 100내지 500 mSEC의 주기로 50 mSEC내에 수행되어야 하며, SLOW PROGRAM은 통상 2초의 주기로 200 mSEC 이내에 수행되어야 한다. FAST와 SLOW PROGRAM에 대하여 각각의 타이머 인터럽트를 이용하여 수행시간을 체크하며, 수행시간이 제한시간을 초과하는지를 감시하기 위하여 각각 별도의 타이머를 작동시킨다. 평소에는 주기적으로 수행되지 않다가 운전원의 요구에 의해 수행되는 프로그램을 DEMAND PROGRAM 이라고 하는데, 한 사이클의 수행시간이 너무 길어서 시간이 초과될 우려가 있는 경우, 그 프로그램을 작은 몇개의 요소로 분할하여 여러 사이클에 걸쳐 수행시키기도 한다. FAST PROGRAM은 일반적으로 주기억 장치 내부에 상주시켜서 수행시키고 오류 발생시에는 메모리내의 다른 곳에 보관된 BACKUP COPY를 읽어서 재수행을 시도한다. 이때 수행 오류가 다시 발생하게 되면, 프로그램 수행을 중단한다. SLOW PROGRAM은 주기억 장치와 보조 기억 장치 중의 한 곳에서 읽어 오고, 오류 발생시에는 보조

기억장치에서 직접 읽어서 재수행하고 오류가 다시 발생하게 되면 수행을 중단한다.

### 3.5 데이터베이스

PCS는 데이터베이스 운영을 위해 데이터베이스 언어중 하나인 RELIANCE를 사용하고 있다. RELIANCE를 사용하여 ON-LINE으로 공학적인 자료(경보 범위, 공학적 단위 등)와 GRAPHIC DISPLAY의 화면 자료(심볼, 정적 및 동적화면 자료)를 입력, 저장한다. 또한, 시스템의 초기화시 DISK로부터 RAM 메모리로 데이터베이스를 읽어들이어 모든 공학적 응용 프로그램들로 하여금 공학적인 자료를 사용할 수 있도록 해주고, EXECUTIVE의 프로그램들이 화면자료를 이용할 수 있도록 해준다. 데이터베이스의 운영방법에 있어서도 PCS는 RELIANCE DATABASE 언어와 FORTRAN에 의한 고급언어 접속방식을 써서 그 유지보수가 비교적 용이하다.

DCCS는 PCS와 같은 독립적인 데이터베이스를 가지지 않는다. 시스템의 오버헤드를 최대한으로 줄이기 위해 각 프로그램 내부에 사용하는 데이터에 대한 필요한 정보를 지니도록 하였다. 따라서, 프로그램과 데이터(Graphic LIST FILE등)의 분리가 사실상 이루어지지 않고 있으며, 데이터베이스 자료의 입력에 있어서도 여러 가지 일반화된 유틸리티와 호환성이 없어 유지보수가 비교적 까다로운 편이다.

### 3.6 시스템의 개발환경 및 시스템의 기능

표 3과 4에서 시스템의 개발환경 및 제공되는 기능별로 비교하였다.

## 4. 결론

이상에서 거론된 사항의 대부분은 시스템 설계 개념의 노후화로 인한 시스템의 낙후와 호환성의 부족등으로 인해 오늘날 사용자의 욕구를 충족시킬 수 없다. 따라서, 기본적으로 시스템의 교체가 불가피함을 암시하고 있다. 시스템의 교체는 곧 소프트웨어에서의 변경을 뜻하며 결과적으로는 시스템의 전격적인 재개발을 피할 수 없게 된다. 갑작스러운 시스템의 교체나 재개발은 발전소의 안전 운전 및 기능 수행에 지장을 줄 소지가 다분하다. 따라서, 점진적인 교체와 업그레이드를 통해 안정적인 교체방안이 구조적으로 마련되어야 한다.

## 참고문헌

1. AECL, DESIGN MANUAL FOR COMPUTER HARDWARE, 1988
2. AECL, DESIGN MANUAL FOR COMPUTER SOFTWARE, 1988
3. SYSTEM DESCRIPTION FOR PLANT COMPUTER SYSTEM FOR ULCHIN NUCLEAR POWER PLANT UNITS 3 & 4, rev.0, 1993
4. DESIGN SPECIFICATION FOR PLANT COMPUTER SYSTEM FOR ULCHIN NUCLEAR POWER PLANT UNITS 3 & 4, rev. 0, 1992
5. PLANT COMPUTER SYSTEM DESIGN REQUIREMENTS FOR ULCHIN NUCLEAR POWER PLANT UNITS 3 & 4, rev. 0, 1991

6. 이경호, 계측제어분야 참여-DCCS 제어 프로그램 작성, 1993
7. 김봉기, 이경호, 주재운, 장영우, 신현국, DCCS의 소프트웨어 운영체제, 1994
8. Terrence W. Pratt, PROGRAMMING LANGUAGES-Design and Implementation, second edition, CH.1,12,13,15,16,17,1984
9. James L. Peterson, Abraham Silberschatz, Operating System Concepts, second edition, 1985.
10. J.E.Lapin, PORTABLE C AND UNIX SYSTEM PROGRAMMING, 1987
11. 구용환, 어셈블리어 개념, 1986
12. SSCI-890 SYSTEM HANDBOOK, 1991
13. OS/32-SYSTEM GENERATION/32, ver. 8.2
14. Software Design Specification for the Application Executive Task for the UCN Nuclear Power Plant Units 3&4, rev. 0, 1994
15. MARK MULLIN, OBJECT ORIENTED PROGRAM DESIGN WITH EXAMPLES IN C++, 1989
16. Sybil P. Parken, McGraw-Hill Concise Encyclopedia of Science & Technology, 5th ed., 1982

| 원 전<br>항 목            | PCS                                       | DCCS   | 개인용 컴퓨터<br>(PENTIUM)                                       |
|-----------------------|---|--|--|
| 처리속도                  | 6 MIPS                                    | not available  | 66.1 MIPS (120 MHz)  |
| RAM 메모리               | 8 MBYTE                                   | 2 MBYTE  | 64 MBYTE까지 가능  |
| CASH 메모리              | 16 KBYTE                                  | 8 KBYTE  | 256 KBYTE  |
| 보조기억장치<br>(용량)        | 디스크(850 MBYTE)<br>마그네틱 테이프<br>(180 MBYTE) | * 보조기억장치가 따로<br>없이 PC의 하드디스크를<br>이용한 프로그램 backup<br>을 지원 | INTERFACE PROTOCOL 의<br>제공으로 각종 보조 기억장치<br>사용가능 (용량 제한 없음) |
| 데이터 버스 방식<br>(시스템 내부) | S-BUS                                     | E BUS (DMA)<br>* block mode 전송기능                         | ISA, AT-BUS, VESA, PCI,<br>EISA 등                          |
| 데이터 버스 속도<br>(시스템 내부) | 64 MBYTE/SEC                              | DMA : 512 KBYTE/S<br>BLOCK : 2 MBYTE/S                   | VESA : 132MB/S<br>PCI : 132 MB/S                           |
| CPU 구조/<br>처리방식       | 32 BIT MULTI-CPU/<br>4 STAGE PIPELINE     | 16 BIT SINGLE-CPU/<br>SERIAL PROCESSING                  | 32 BIT SINGLE-CPU/<br>SERIAL PROCESSING                    |

표 1

| PCS (OS/32)  | DCCS (EXECUTIVE)   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>· 선택사항에 따라 운영체제 재구성</li> <li>· 우선권 배정에 따른 작업 처리</li> <li>· TASK SLIPPAGE 현상 [3]</li> <li>- 우선권이 높은 작업에 의해 낮은 작업의 수행이 밀리는 현상</li> <li>- 키보드 입력, 디스플레이등 제때에 이루어 지지 않는 경우 발생.</li> <li>- SLIPPAGE 현상에 대한 체크나 대비책이 없음.</li> <li>· 준 실시간 운영체제라고 할 수 있음.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사용목적에 맞도록 자체 제작</li> <li>- TASK SCHEDULER, 인터럽트 메카니즘, 메모리 할당 및 사용, 메모리 입출력등 기본 기능만 지원</li> <li>- 가능한 모든 OVERHEAD 제거</li> <li>- 정밀한 실시간 처리</li> <li>- PROGRAM의 수행시간 한도를 규정하고, 넘길시 프로그램 FAIL로 간주</li> </ul> |

표 2

|                | PCS   | DCCS   |
|----------------|---|--|
| 프로그램 언어        | . ANSI 포트란<br>. RELIANCE<br>. 어셈블리 언어<br>* 대부분 FORTRAN으로 작성되어 수행속도가 낮고 실행파일의 사이즈가 큼 | . 어셈블리 언어<br>* 크기와 속도면에서 효율적이나, 차후 디버깅등 유지보수에 많은 시간이 소요                        |
| S/W 개발 UTILITY | . DOS와 WINDOW에서 실행가능한 전용통신 EMULATOR가 지원<br>. SIGNAL SIMULATOR<br>. 컴파일러, 링커, 에디터 등  | . PC용 어셈블러 EMULATOR<br>. SIGNAL SIMULATOR<br>. PC CONSOLE (UPLOAD, DOWNLOAD 등) |
| 호환성 및 확장성      | - 상용화된 운영체제의 사용으로 타시스템과의 호환성이 비교적 좋다.   | - 자체 제작한 운영체제의 사용으로 호환 및 확장 필요시 운영체제의 수정이 불가피                                  |

표 3. 시스템의 개발환경 비교

|                 | PCS  | DCCS  |
|-----------------|--|---|
| 제어 기능           | . 고도의 프로그램화된 제어기능 없을<br>논리회로가 제어 기능을 수행                              | . 원자로, 핵연료교환, 터빈제어 등  |
| 메시지 출력 기능       | . 화면, 프린터, 컴퓨터 파일<br>프로그램의 수행상태 및 발전소의 상태를 구체적으로 파악할 수 있음            | . 화면, 프린터, 컴퓨터 파일<br>대략적인 상태파악                              |
| 상태전이 디스플레이 기능   | . ON-LINE 및 OFF-LINE 기능 보유<br>모든 신호에 대해 파악 가능<br>- TOP-to-DOWN 으로 천이 | . ON-LINE 기능으로 중요 10개 변수와 기기의 상태 파악<br>- LEFT-to-RIGHT 로 천이 |
| 필수 안전긴급 감시 기능   | . 40개 그래픽 화면으로 제공<br>간략화되어 항상 화면에서 제공                                | . 기능 없음<br>- 안전관련기능은 정지계통에서 수행                              |
| 데이터의 보존 및 복구 기능 | . 하루, 일주일 단위로 모든 신호 보관<br>차후 복구 가능                                   | . 기능없음  |

표 4. 기타 기능의 비교



그림 1.

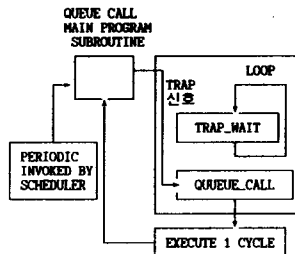


그림 2.