

채 품 서

한국에너지연구소

1. 서 론

요즘 사이클로트론의 제어는 '정확한 전장과 자장의 결정을 위한 고전압 고주파의 '동 제와 빔의 인출 전달 및 진단장치의 복잡성 그리고 20종 이상의 콤포넌트에 대한 파라미터로 컴퓨터에 의한 자동화 제어장치가 기본적인 구성장치로 인식되어지고 있다.

컴퓨터에 의한 제어장치는 '장치별로는 CPU 와 입출력장치 그리고 각 콤포넌트의 제어기로 나누어지며 작업수행별로는 data-aquisition 과 set-point 제어로 나누어 진다.

국내최초로 '84년 4월부터 '86년 5월 까지 한국에너지연구소 원자력병원에 건조된 '양성자 최대에너지 50.5 MeV 의 사이클로트론은 16 Bit data 의 CPU 와 8 bit microprocessor 의 연결을 통하여 입출력장치에 '병렬로 data 를 read/write 하여 CPU 내의 입출력 장치의 부하를 줄이고 tuning module

제어기를 통하여 콤포넌트의 파라미터를 조절할 수 있으며 또한 DMA 를 사용하여 입출력제어기로 data 를 전달한다.

2. 제어장치의 구성

사이클로트론은 마그네틱시스템, 시스템, 이온원시스템, 빔인출 시스템, 빔진단 시스템, 빔 라인 시스템, 진공시스템의 주요한 서브시스템으로 이루어지며 이들 서브시스템은 파워서플라이등의 많은 콤포넌트들로 구성된다.

서브시스템들을 제어하는 CPU 는 DEC 사의 PDP 11/23 +로 512 KB 의 CPU 메모리 와 2대의 10MB 보조기억 장치를 가지며 FORTRAN 77 언어의 사용을 위하여 Floating Point Chip 을 부착 연산 속도를 증대한다.

각 콤포넌트들에 대한 제어신호는 CPU 로 부터 디지털 신호로 발생되어 IOC 및 IO CRATE 들을 거쳐 콤포넌트의 제어기

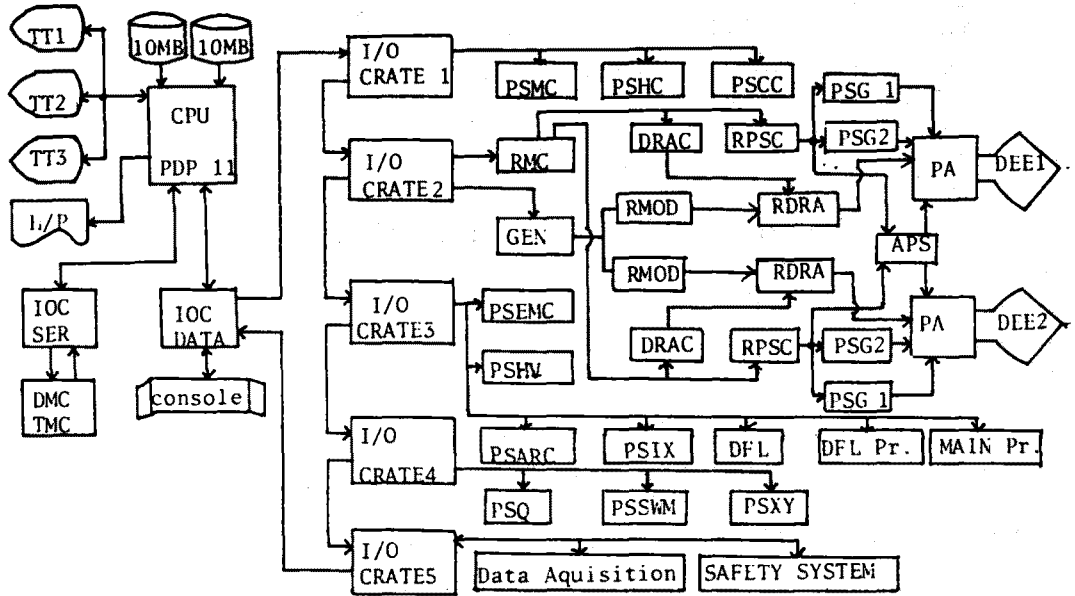


Fig. 1 Construction of Cyclotron Control System

에서 DAC 를 통하여 아날로그 신호로 변환되어 콤포넌트를 동작시킨다. 싸이클로트론 제어시스템의 구성은 그림 1과 같다.

3. 입출력 장치와 인터페이스

(1) 입출력 제어기

입출력 제어기는 CPU 와 각 콤포넌트 사이의 커뮤니케이션을 위한 장치로 다음의 4가지 작업을 수행토록 하였다.

- ① 튜닝모듈에 있는 인코더의 Set-Value 를 읽어들이어 CPU 에 전달
- ② CPU 로 부터 입출력 장치에 Set-Value 전달
- ③ 입출력 장치로부터 CPU 에 read-value 와 status 전달
- ④ CPU 와 IO Crate 사이의 매개체로 동작

입출력 제어기는 두 개의 독립된 마이크로 프로세서 시스템으로 IOC-DATA 와 IOC-SER 로 나누어진다.

- 1 IOC-DATA : CPU 와 모든 콤포넌트와의 링크
- 2 IOC - SER : 다른 마이크로 프로세서와의 링크

CPU 내에는 다음과 같이 16 bits/word로 DMA area 를 할당하였다.

- . DIP Status to CPU: 42 Words
- . ADC values to CPU: 164 Words
- . Testswitch status to CPU: 1 Word
- . Trash words not used in IOC: 9 Words
- . DOP setvalues from CPU: 20 Words
- . DAC setvalues from CPU: 84 Words
- . Encoder values from CPU: 6 Words
- . TUM information from CPU: 18 Words

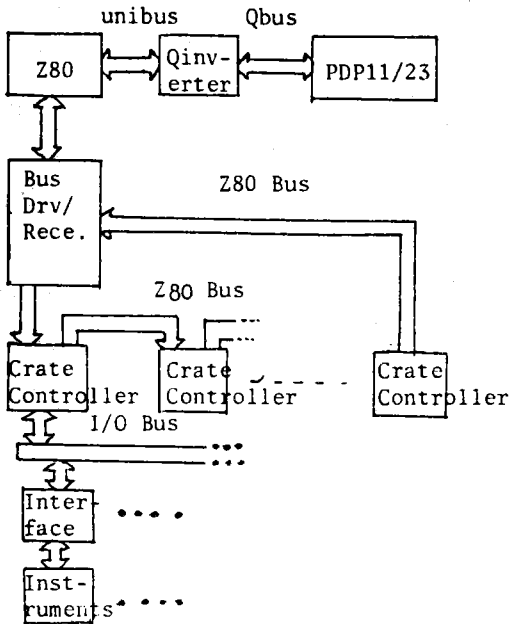


fig.2 I/O controller

(2) 입출력기

입출력기 (Input Output Crate)는 인터페이스 카드와 Crate 제어기로 구분하여 구성하였다. 단방향 I/O 버스는 각각의 Crate 제어기와 연결되어 번지가 지정 되면 입출력-제어기 (IOC)는 인터페이스 카드에 액세스 할 수 있다.

또한 Crate 제어기는 Interrupt 할 수 있는 기능을 갖도록 (Z-80 PIO 사용함) 하였다.

(3) 인터페이스

각 컴포넌트들과 인터페이스를 위하여 4가지 종류의 인터페이스 카드를 사용하였다.

- . 32 bit digital input card

- . 32bit digital output card
- . 4 channel analog output card
- . 8 channel differential analog output card

인터페이스 카드는 제어부분과 입출력부분으로 나뉘어져 구성되어 있다.

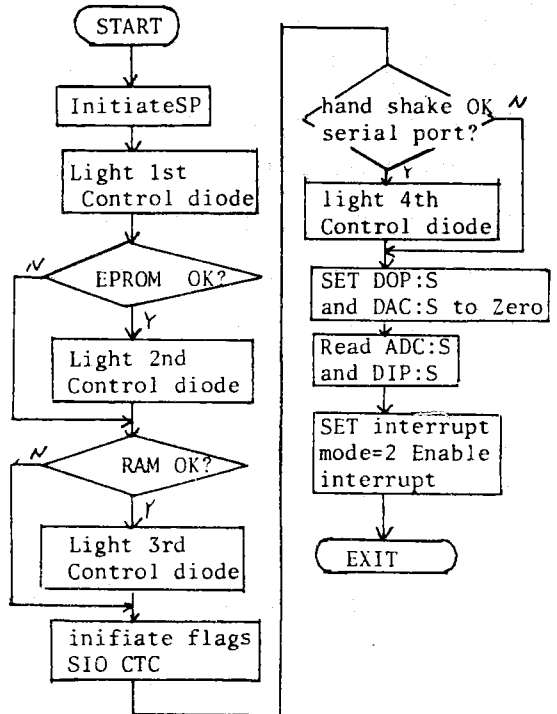


Fig 3 Flow chart of serial transfer

(4) 튜닝 모듈

튜닝모듈은 사이클로트론의 동작시 파라미터를 변경할 수 있도록 하며 콘트롤 콘솔에서 I/O프로세서를 통하여 CPU 로 파라미터 Set-reference 와 actual-parameter value 를 보내는 때 Metric 형태 마이크로 컴퓨터로 구성된다.

4. 결 론

1 사이클로트론의 컴퓨터 제어시스템의 구성을 통하여 산업용에 적용할 수 있는 바탕을 마련한다.

2 컴퓨터 제어를 통하여 기기의 정상 운전을 확인할 수 있었고 고장시 안전장치에 의한 동작 중지로 방사능의 피해를 막을 수 있다.

3 가속기 건조에 공동 참여하여 가속기의 제어구성 기술을 습득하였다.

4 세부 사항의 그찰을 통하여 국산화 가능성을 시사할 수 있었고 원자력기기의 전기전자공학의 중대성이 날로 증가되고 있음이 사료된다.

또한 사이클로트론은 CERN의 설계와 스웨덴 스칸디나비아의 세부 설계 및 시공임을 결론을 통해 밝힌다.

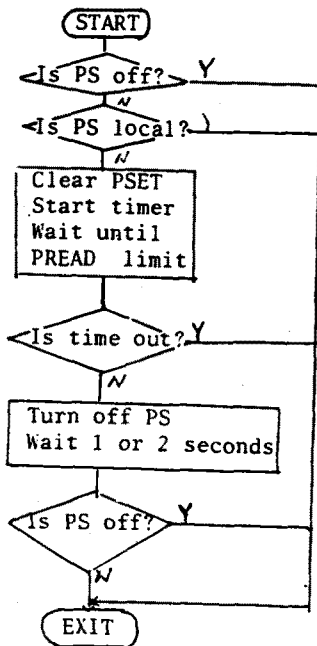


fig. 4. flow chart of PS On/Off

Table 1 Bus Signal of DOP Card

A7	A6 - A3	A1	A0	IORQ	WR	RD	D0 - D7
0	Card address	0	0	Act	Act	Inact	Outputs 1-8
0	" -	0	1	"	"	"	Outputs 9-16
0	" -	1	0	"	"	"	Outputs 17-24
0	" -	1	1	"	"	"	Outputs 25-36

Table 2 Bus Signal of DIP Card

A7	A6 - A3	A1	A0	IORQ	WR	RD	D0 - D7
0	Card address	0	0	Act	Inact	Act	Outputs 1-8
0	" -	0	1	"	"	"	Outputs 9-16
0	" -	1	0	"	"	"	Outputs 17-24
0	" -	1	1	"	"	"	Outputs 25-36

Table 3 Bus Signal of ADC Card

Operation	A7	A6-A3	A1	A0	IORQ	WR	RD	D0-D7
Write channel address	0	Card address	0	0	Act	Act	Inact	Channel address
Load address into MUX	0	" -	0	1	"	"	"	-
Start conversion	0	" -	1	0	"	"	"	-
Read high byte	0	" -	1	0	"	Inact	Act	High byte
Read low byte	0	" -	1	1	"	"	"	Low byte

Reference

1. H.D. Lancaster and S.B. Magyary
"A High performance control system
for a heavy ion medical accelerator"
IEEE. Trans. Nucl. Sci. Vol. NS-30
2311-2313 1983

2. A Conley and R. Ford
" The Proton storage ring control
System" IEEE. Trans. Nucl. Sci.,
Vol. NS-30 2305-2307, 1983

3. S. Magyary
" Operating experience with a new
accelerator control system"
IEEE. Trans. Nucl. Sci. Vol NS-28
1981 2201-2203

4. S. Magyary
"A High performance accelerator
Control system" IEEE. Trans. Nucl.
Sci. Vol. NS-28 1981 1461-1463

5. ORNL Electronuclear Div. Progr.
Rept. 12/68 4404, 96-101