

위성 자동 추적 장치에 관한 연구

이영훈, 고영철, 서갑석

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| I. 서론 | 4. Position feed-back interface |
| II. 자동 추적 장비의 구조 | 5. 자동 추적 회로 |
| 1. Front panel과 관련 구성품 | 6. IEEE-488 interface |
| 2. Control processor | III. 결 론 |
| 3. Servo/pedestal control회로 | IV. 참고문헌 |

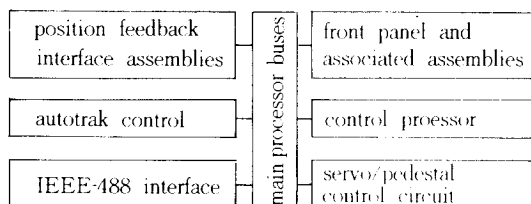
I. 서론

자연 과학의 발달로 인하여 선진국에서는 통신, 방송, 조난구조, 각종 자연 과학의 탐사, 비밀 첩보를 위한 인공 위성을 발사하고 있다.

이러한 위성을 효과적으로 추적할 수 있는 장비의 개발은 주로 선진국을 중심으로 개발되어져 왔다. 여기서는 당소가 보유하고 있는 Scientific Atlanta Co.의 자동추적 장비의 구조, firmware logic 구조에 대해서 고찰한다.

II. 자동 추적 장비의 구조

자동 추적 장비는 [그림 1]같이 구성되어 있다.



[그림 1]

자동 추적 장비는 그림과 같이 구성되어 있으므로 이에 대해서 간략하게 설명하면 다음과 같다.

1. front panel과 관련 구성품

front panel과 front panel interface board로 구성되어 있으며 front panel은 power supply sw, autotrack mode, pedestal 동작을 위한 mode control을 포함하고 있다.

1) Front panel interface board.

front panel interface 는 8080 processor를 사용하여 front panel에서 사람이 직접 mode를 선택하여 pedestal을 조작하고 각종 data를 front panel에 나타낼 수 있다.

(1) Front panel interface(FPI) PWB 구성

FPI는 processor부, 중앙 버스 연결부, DMA(direct memory access)부로 구성되며 이에 대해서 살펴본다.

* Processor 부.

Processor로 Intel 8080을 사용하였으며 front

panel 버스를 통하여 이용되며 각종 data를 TTL logic 형태로 변환한다.

그리고 여기에 8238 controller가 사용되며 이것은 주변 장치에 control 신호와 R/\bar{W} 신호, interrupt acknowledge 신호를 발생한다.

* 중앙 버스 연결부(Umbilical Bus interface)
이것은 front panel과 FPI board와 interface는 중앙 버스 연결부에 있는 buffer에 연결되고 그리고 control signal에 의하여 FPI board에 입력

된다.

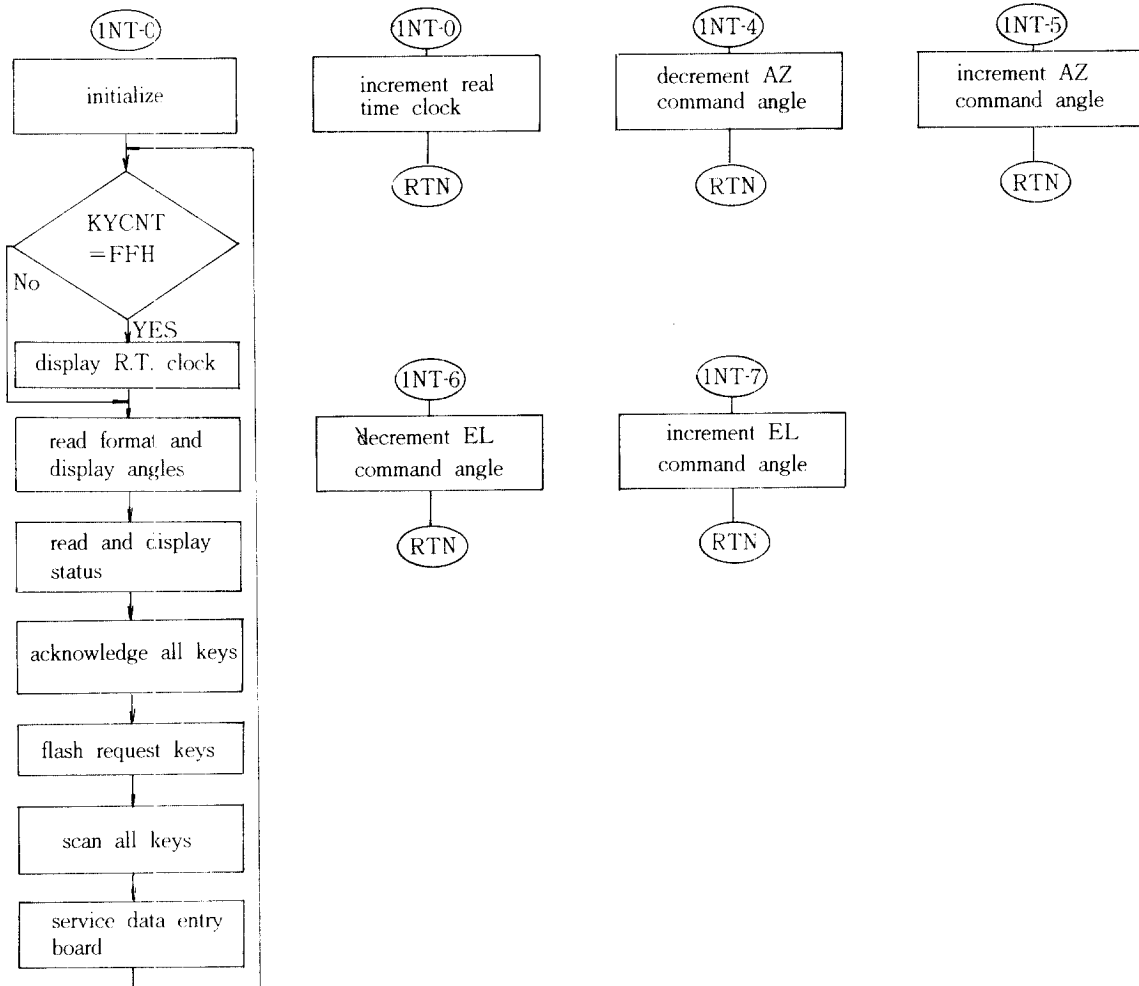
* DMA 부.

FPI board는 main processor의 common memory space에 DMA 기능을 가지고 있다.

이때 FBI processor의 bus는 I/O, memory, DMA를 거쳐서 main processor에 연결되어 있다.

(2) FBI firmware logic.

power를 ON 하면서 INT-0 loop를 실행하고 계속해서 INT-1, 4, 5, 6, 7를 계속 실행한다.



2. Control processor

control processor는 계속해서 four channel synchro-to-digital converter에서 위치 정보를 읽고 각종 mode에 따라서 servo를 구동하고 모든 DATA의 입·출력을 제어 한다.

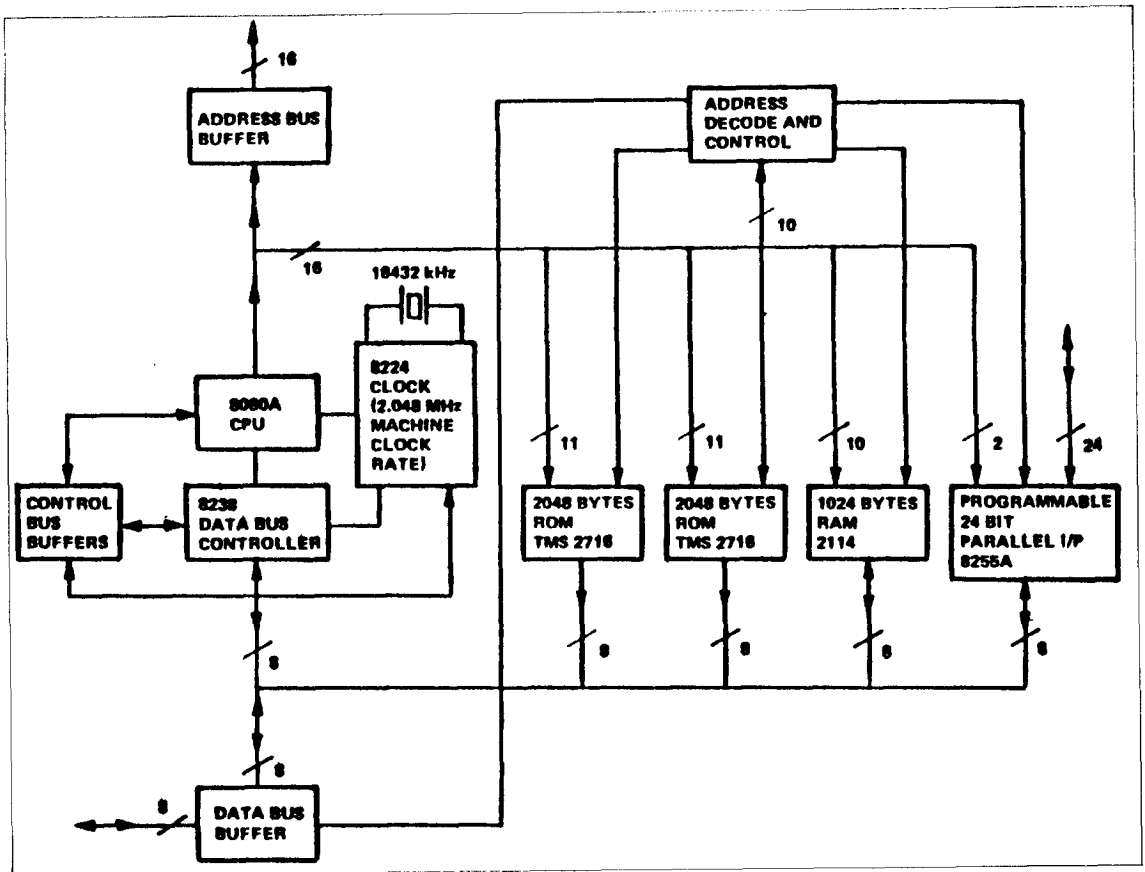
remote digital 입력인 pedestal 위치, position 명령등은 내부 interface를 통하여 processor로 보내진다.

pedestal의 DATA는 synchro-to-digital converter를 거쳐서 control processor에 보내진다.

위와 같은 기능을 수행하기 위해서는 control processor는 2개의 ROM, 8080 microprocessor PWB, I/O, memory, DMA board, interrupt co-

ntrol board로 구성되어 있다.

1) dual ROM microprocessor Board의 구성도는 그림 2와 같다.



[그림 2] dual ROM microprocessor 구성도

2) I/O, memory, DMN PWB.

8k의 ROM과 8k의 RAM, I/O port 용으로 2개의 8255 (PPI)로 구성되어 있으며, 이 board는 FPI PWB에 대해서 DMA common memory가 있다.

3) Interrupt controller PWB.

다중 interrupt 기능과 programmable timer 기능을 검비하고 있으며 8255에 의해서 interrupt 우선 순위가 정해져 있다.

이 interrupt는 8253에 의해서 우선 순위가 정해져 있다.

3. Servo/pedestal control.

pedestal과 AUC(autotracking control unit)와의 data 교환은 주로 servo drive command, tachometer feedback, travel limit, sector information 등으로 구성되어 있다.

다음에는 이러한 신호의 processing에 대해서 알아 본다.

1) Rear panel circuit

rear panel circuit는 pedestal과 ACU(Autotracking control unit)와의 인터 페이스로서 다음과 같이 구성된다.

-pedestal에 대한 limit status에 대한 관
제(그림 3참조)

-pedestal에 대한 power amp에 대한 구
동 명령과 pedestal tachometers의 dc tachometer
신호를 rear panel로 읽어 들인다.

-다른 장비(ex, Model 3723)을 이용한 경
우에 servo PWB에 대해서 position error 신호
를 공급한다.

2) Rear panel interface(RPI)

RPI는 control process와 data를 교환하기 위

해서 본체에 여러 종류의 구동 신호와 tachometer
신호, 제어신호(limit, operate circuit, 등)을
위한 것이며 serial data interface를 위해서 RS-
232-C 회로를 이용 한다. RPI와 processor과
연결도는 그림3과 같다.

3) Servo printed write board.

AZ, EL servo는 각축의 동작을 제어하기 위
해서 analog 회로가 적용 되었다. 이에 대한 구
성도는 그림 4와 같다. 그림 4는 한축에 대한
제어 상태를 나타낸 그림이다.

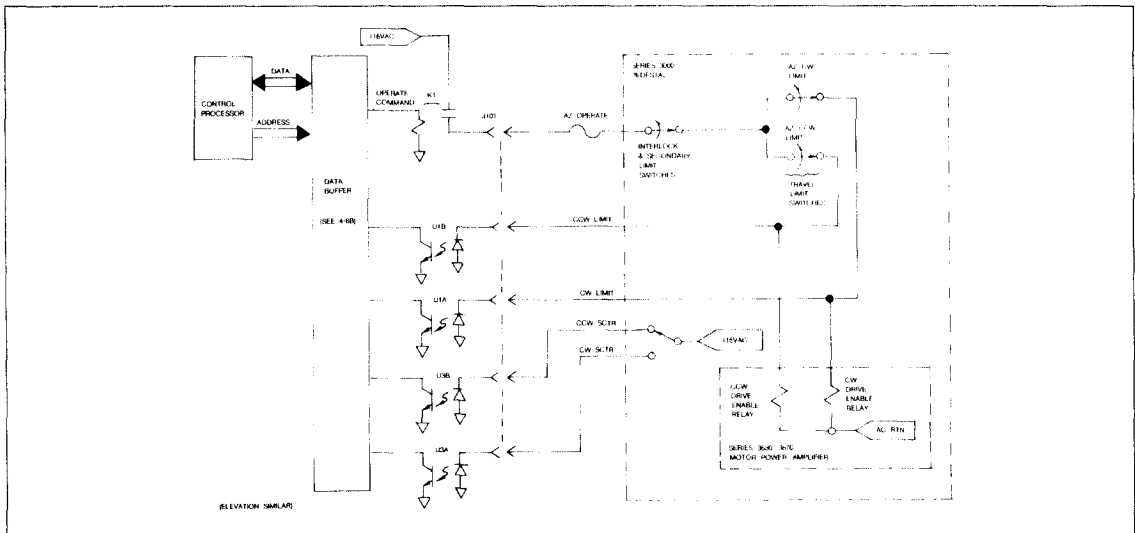


그림 3. RPI와 processor와의 연결도

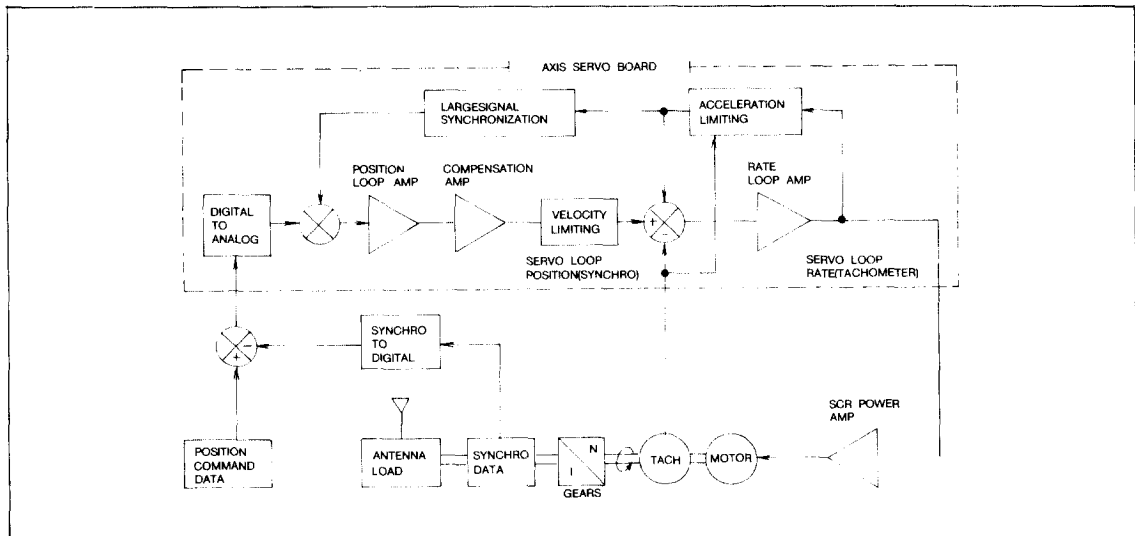


그림 4. Servo Loop 구성도

A/D 변환은 SDI board에서 되고 ACU에 입력 된다. 그리고 control processor는 command와 이동한 양을 비교하고 servo loop를 실행하고 결국 position error 신호는 analog 신호로 변환하여 각축 servo에 출력된다. analog position loop servo 보상은 position loop amp와 보상 amp에서 하고 그때 보상된 position error 신호는 각축 tachometer에 인가 된다. 그리고 가속과 속도 제한은 배율 amp에 의해서 보상되고 결국 servo 동작은 servo loop에 feed back 회로를 이용하여 각축상에서 synchro와 tachometer에 의해서 감지

된다.

자동 추적 장치에 대해서 position feed back error 신호는 tracking RF feed, 수신단, autotrack PWB에 의해서 발생되고 그리고 control processor logic에 의해서 servo 회로에 인가된다.

4. Position feed back interface 장치.

ACU(autotracking controller unit)의 position feed back interface 기능을 위해서 synchro-to-digital converter와 encoder interface가 있다. 당소가 보유한 장비의 synchro-to-digital converter의 구성도는 그림5와 같다.

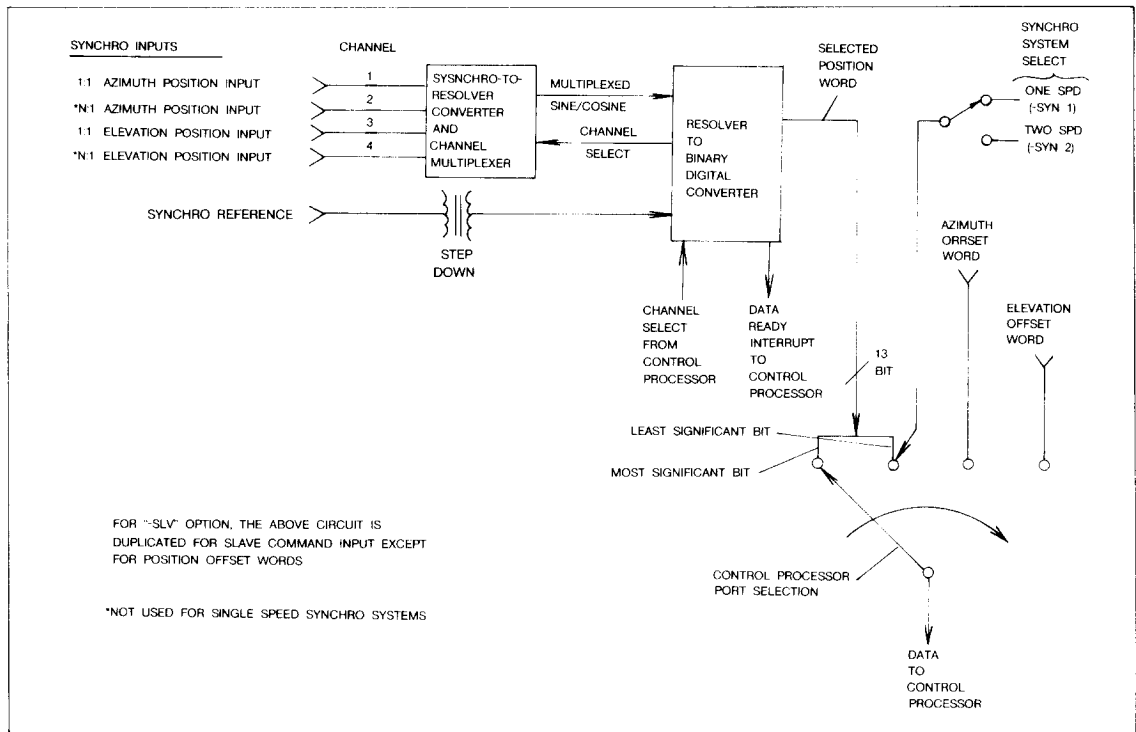


그림 5. Synchro-to-Digital converter

three-wire synchro information은 resolver sine-cosine 형태로 변하고 그리고 입력 정보의 4개의 CH은 하나의 출력 형태로 변하고 이 출력은 resolver-to-digital module(RDM)에 의해서 제어된다.

이 resolver 신호는 13bit로 변환 되고 이 과정은 power frequency에 의해서 발생된다.

이 RDM은 control processor에 interrupt를 발생시키고 control processor은 채널을 선택한다. 그리고 출력 데이터는 13비트이므로 byte를 나누고 bus에 multiplex된다. 그리고 SW 점점에 의해서 position에 대한 필요한 정보 8bit를 추출한다. 그리고 control processor에 데이터를 주고 출력 데이터는 AZ, EL에 인가된다.

5. 인공위성 추적 방법

인공위성 자동추적 방법은 다음과 같다.

1) Lode-in Tracking

- Beam-Scanning
- Beam-Switching
- Step-Tracking

2) Monopoles Tracking

- Multi-Horn Monopulse Tracking
- Higher-Mode Monopulse Tracking

당소가 보유하고 있는 추적 방법은 (2)의 방법을 채택하고 있으며, 이 방식에 대해서 서술한다. 이 장비에서 사용한 autotrack 회로는 scan code generator가 tracking converter로 구성하며 제어 기능을 위해서 microprocessor과 interface되어 있다.

3) single-channel monopulse 동작

그림 (6)은 자동 추적의 기본적인면을 설명한 그림이다.

안테나가 boresight를 가리키고 있을때 신호가 최대이며 이때에 합 Σ 신호를 발생하며 boresight 방향으로 움직일때 차신호(ΔEL , ΔAZ)를 얻는다. 여기서 monoscan converter는 이 세가

지 신호를 하나의 신호로 변화한다.

tracking converter는 tracking video 신호를 servo system에 인가하는 DC error 신호로 변화하는 ΔAZ , ΔEL demodulator를 말하며 scan code generator은 monoscan converter와 demodulator에 switching 신호를 발생하며 tracking video 와 demodulator 기준신호는 동기되어 있기 때문에 AM tracking video 신호는 ΔAZ , ΔEL 인가할 수 있는 DC error 신호를 발생한다.

monoscan converter를 통과한 신호는 scan code generator의 신호에 의해서 합신호(Σ)에 차신호(ΔEL , ΔAZ)를 인가하며 하나의 신호(e)를 발생한다. 여기서 신호(e)의 산출방법에 대해서 살펴보면 monoscan converter는 그림 6에서와 같이 방향성 결합기(directional coupler)에 scan code generator에서 발생하는 신호에 의해서 스위치 K1, K2를 포함한 것을 말하며 monoscan converter를 거친 신호(e)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

방향성 결합기에 입력되는 신호에서

$$\Sigma = 4, K=1, \text{ High Level}$$

$$\Delta EL = 1, K=0, \text{ Low Level}$$

$$\Delta AZ = 2$$

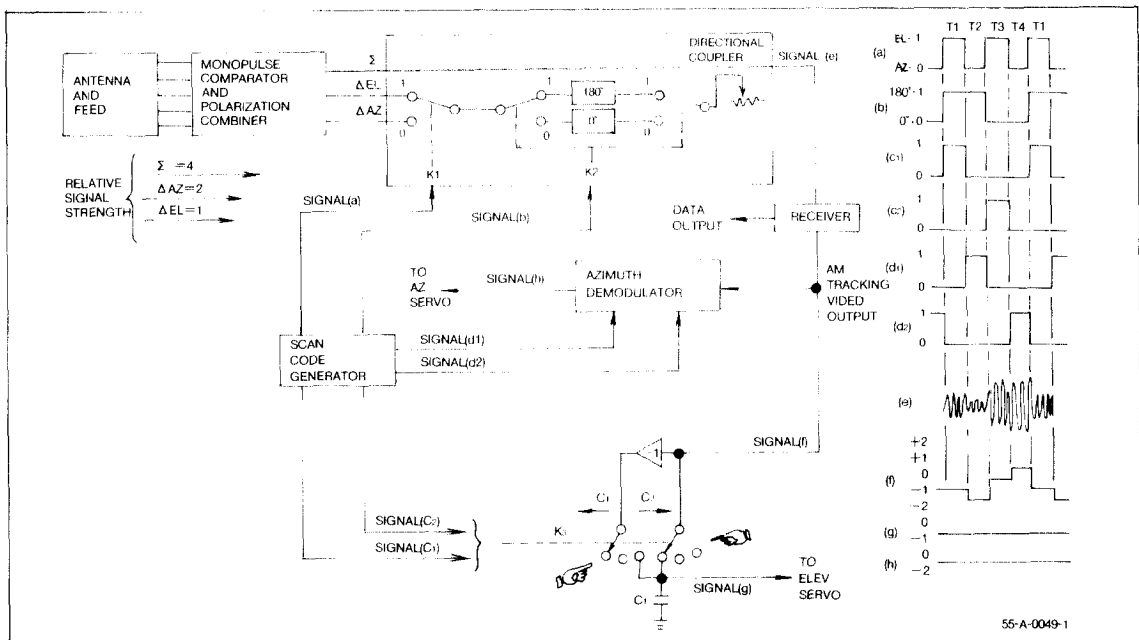


그림 6. 추적 오차 전압 발생 (TRACKING ERROR VOLTAGE GENERATION)

K1	K2	합신호+차신호=신호(e)
1	1	4 - 1 = 3
0	1	4 - 2 = 2
1	0	4 + 1 = 5
0	0	4 + 2 = 6

그러므로 신호(e)에서 크기는 그림 1에서 나타낸 신호(e)의 크기로 표시된다.

video 신호(f)는 추적신호(tracking receiver)에 수신된후 tracking converter의 tracking demodulator에 인가하고 scan code generator에서 발생하는 신호(c), (d)에 의해서 ΔAZ , ΔEL 신호를 검출하여 AZ, EL servo에 인가하므로써 pedestal을 구동하여 인공위성을 추적한다.

4) 자동추적 회로

그림2는 자동추적 회로의 간략화한 그림이다.

scan code generator은 monoscan converter(tracking modulator)에 기준 신호(reference signal)가

인가되며 이 신호는 합신호에 차신호를 인가하는데 사용되며 복조기에서는 ΔAZ , ΔEL error information 신호를 얻어 낸다. scan coding 방법에는 fixed frequency scanning, swept frequency scanning, external frequency scanning 방법이 있으며 주파수는 500-1200HZ이다.

여기서 AZ, EL dc error 신호는 servo control 회로와 front panel의 dc error meter에 인가 된다.

launch acquisition mode는 신호의 급격한 변화에 대해서 발생할 수 있는 pedestal의 섭동을 보호하는 회로이다. 이 회로를 거쳐서 EL servo에 인가한다. 수신된 AGC 전압은 loss, acquire를 비교한다.

loss는 수신된 신호로 위성을 추적할 수 있는 것을 의미한다.

이 loss threshold와 acquire threshold는 내부 potentiometer에 의하여 자동선택 되며 혹은 front panel의 조절에 의해서 선택된다.

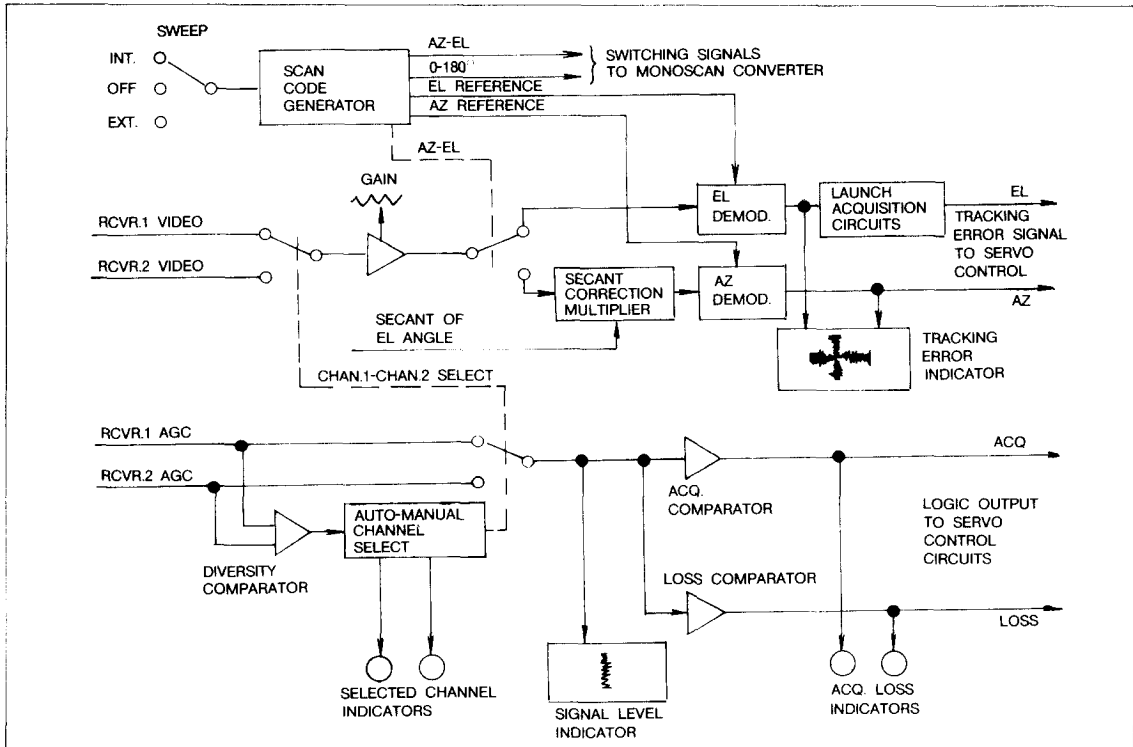


그림 6. 자동 추적 흐름도

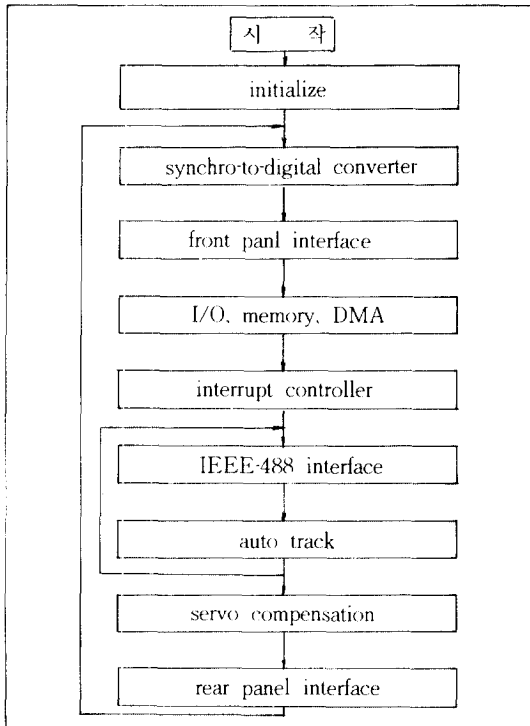


그림7. main processor의 Logic 구조

5. IEEE-488 interface.

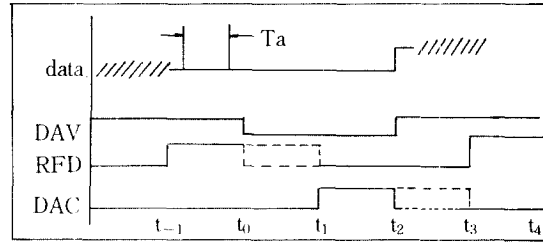
당소가 보유하고 있는 장비의 경우에 RDA(remote data access)를 이용할 경우 HP-IB를 이용하여 ACU를 작동 시킨다.

IEEE-488 interface는 16-line 양 방향 버스에 의해서 data의 교환이 되며 IEEE-488은 다음과 같다.

- 8개의 data bus
- 3개의 data 교환 제어 bus
- 5개의 인터 페이스 일반적인 bus

data의 전송은 비동기 신호이고 그리고 three-wire handshaking에 의해서 발생한다.

three-wire handshaking에 대한 동작은 다음과 같다.



t_{-1} : data를 받을 준비가 되었음

t_0 : 송신단은 $t - Ta$ 사이에 Data를 입력

t_1 : 수신단은 data를 받음.

t_2 : 송신단은 data의 송신을 끝냈음을 알려줌

t_3 : 수신단은 새로운 data를 보낼 준비가 되었음을 알려줌

t_4 : 위와 같은 동작의 시작점

t_n : DAV가 low 되기 전에 data를 access하는 시간

III. 결 론

현재 ACU의 processor는 INTEL 8080을 사용하고 있으나 다른 종류의 processor를 이용하면 제품의 소형화 뿐만아니라 정확하고 효과적으로 위성 추적에 이용할 수 있으리라 기대된다.

IV. 참고문헌

1. ———, "Autotracking manual," Scientific Atlanta Co.
2. 박승만, 허중, "제어용 마이크로 컴퓨터 제작과 응용," 수학사. 1987.
3. Lance A. Leventhil, "Assembly Language Programming 8080/8085," Osbrane Associate INC. 1978.
4. James W. Coffron, "Practical Hardware Details for 8080, 8085, Z80, 6800, Microprocessor system, Prentice-Hall, INC. 1981.