

위성통신 감시기술 연구 (DIGITAL 위성통신 감시 연구)

김 혁, 고 영 철

요 약 문

디지털 무선통신 기술의 급격한 발전으로 이의 응용기술은 지상통신망뿐만 아니라 위성통신망에서도 급속도로 확장되어 가고 있다. 따라서 위성전파 감시 차원에서 기존의 아날로그 통신망뿐만 아니라 디지털 통신망에 대한 전파감시 업무도 동시에 수행해야 할 필요성이 대두되었다. 따라서 전파연구소는 이를 위하여 각종 디지털 수신기를 최근 설치하였으며 본 연구에서는 이러한 수신기에 대한 특징과 운용법을 검토함으로써 향후 위성전파 감시기술연구에 활용하고자 한다.

이러한 디지털 수신기들은 HP9000/380 워크스테이션과 인터페이스할 수 있도록 프로그래밍 되어 있으나 지면 관계로 이는 생략하였고, 마지막 장에서는 벡타 Modulation Analyzer를 소개하여 실제 디지털 전파가 전파과정에서 생길 수 있는 패턴 및 운용법 그리고 디지털 수신기와 접속해서 이들 신호를 해석하는 방법등을 고찰하였다.

Abstract

In the wake of the rapidly developing digital radio communication technology, its applied technology has been extending over satellite communication network from ground communication network at a fast speed.

Consequently, it is required, from the satellite radio monitoring aspect, to conduct monitoring function for digital communication network as well as analog communication network.

This report therefore describes at large the basic subject of digital modulation/demodulation, and operating method, features of several types of digital receiver(e.g. FSK and PSK) installed for operation at RRL.

Digital receivers are programmed to interface with HP9000/380 workstation, however, the description is skipped due to a limited space available.

At the last chapter, introduction is made for Vector Modulation Analyzer together with actual digital wave pattern featured during propagation process at free space, its operational features and method to analyse signals obtained by connecting the Vector Modulation Analyzer with digital receivers.

목 차

제 1 장 서 론	5
제 2 장 DIGITAL 변조방식의 고찰	6
1. 진폭편이 변조방식	6
2. 주파수편이 변조방식	7
3. 위상편이 변조방식	9
4. 기타 PSK 변조방식	11
제 3 장 DIGITAL 수신기의 종류 및 개요	14
1. BPSK 수신기(MB-5615D)	14
2. QPSK 수신기(DMD-2000R)	20
3. QPSK 수신기(DMD-4000R)	35
4. SCPC 수신기(1100-PCDR)	53
5. FM/FDM 수신기(R70-MF4)	56
6. Multiplex(DTL 7300)	61
7. FSK 수신기(1280A)	74
제 4 장 벡타 Modulation Analyzer 해설(HP8981A)	83
제 5 장 결 론	94
참 고 문 헌	94

제1장 서론

현대 사회에서는 디지털 무선통신기술의 급격한 발전으로 이에 따른 디지털 무선통신 수요도 급증하고 있으며 이는 지상의 통신망뿐만 아니라 차후 위성통신망에 대해서도 급격한 수요가 있으리라 전망된다.

이런 추세에 따라 다양한 종류의 신호들(데이터, 팩시밀리, 텔렉스, 음성, 화상)마다 적절한 디지털 변조방식들이 제안되고 있으며 그 실용화 속도도 매우 빠르게 실제로 진전되어 가고 있다.

이런 변조신호들이 한정된 통신대역폭내에서 전송되는 경우 전리층에 의한 페이딩이나 고주파 펄스등에 의한 다양한 전파간섭 현상이 발생하고 만약 변조기에 부적합한 Band Pass Filter를 사용하는 경우에는 인접한 통신채널에 혼신을 야기할 수도 있고, 또한 허가 받지 않은 신호들에 의하여 전파질서에 혼란을 야기할 수도 있다. 현재의 Digital 통신시스템에서는 전송할 신호의 반송주파수, 전송속도, 변조방식등을 사전에 미리 알고 있는 경우에만 Digital 신호를 복조할 수 있는 것이다.

그러므로 이러한 사전정보가 없는 한 Digital 신호는 복조할 수 없으며 또한 통신방식의 디지털화가 종래의 단순한 변조방식에서 통신속도, 무선스펙트럼의 효율적 이용을 목적으로 점점 더 복잡한 방식으로 Digital 변조화가 되어 이에 따른 복조방식도 자동화 및 전산화가 필요하게 되었다.

따라서 본 연구는 전파연구소에 설치된 직경 10m ϕ 안테나System 및 Digital Demodulator System을 이용하여 위성에서 전송되는 각종 디지털 신호의 분석기법과 이러한 신호들을 복조할 수 있는(특히 FSK, BPSK, QPSK) 복조기에 대해서 중점 연구하였다.

제2장 Digital 변조방식의 고찰

본 장에서는 디지털 신호의 변복조 방식인 ASK, FSK, PSK 등의 변복조 원리를 간단히 고찰함으로써 다음장에서 검토하려는 각종 수신기에 대한 이해를 돕고자 한다.

1. 진폭편이 변조(Amplitude Shift Keying)방식

$f_b(t)$ 를 기저대역(Baseband) 데이터 입력신호라 했을때 고정된 위상 ϕ 에 대하여 진폭편이 변조된 신호 $f_{ASK}(t)$ 는 다음과 같이 표현할 수 있다.

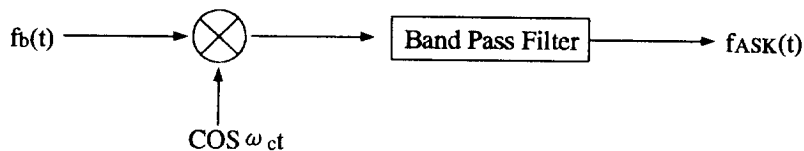
$$f_{ASK}(t) = f_b(t)\cos(\omega_c t + \phi)$$

이때 결과적인 신호의 모양이 단속적이므로 On-Off Keying(OOK)이라고도 한다.

가. 변조기의 구성

ASK변조기는 (그림 2.1)과 같이 구성된다.

이 변조기의 구성은 입력신호가 Digital인것을 제외하고는 AM 변조방식과 동일하다.

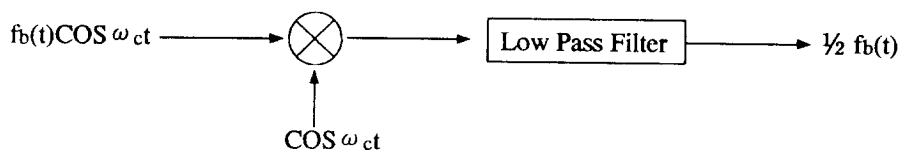


(그림2.1) ASK 변조기의 구성도

나. 복조기의 구성

변조된 신호에서 원하는 Digital 데이터를 추출하기 위한 다양한 종류의 복조방식중 대표적인 복조기는 다음과 같다.

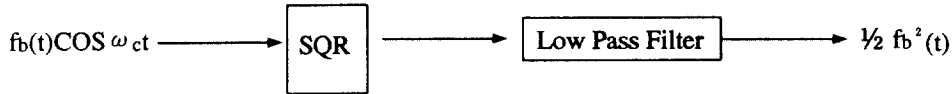
(1) Coherent 복조기



(그림2.2) Coherent ASK복조기의 구성도

(2) Incoherent 복조기

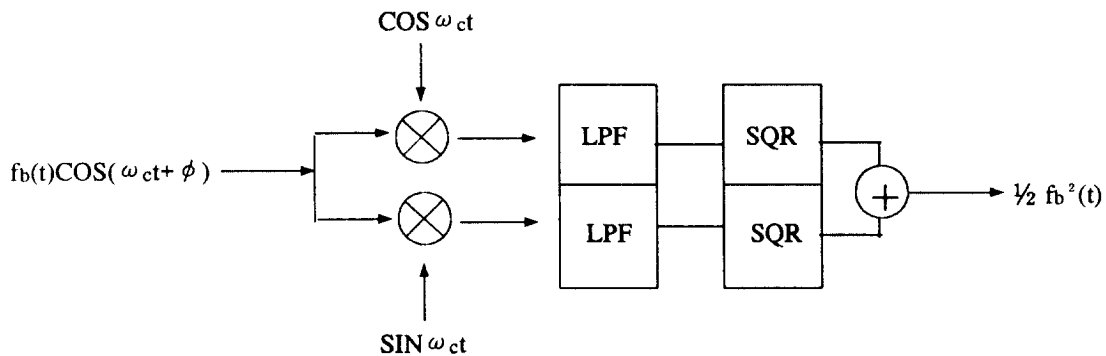
o Square-law detector



(그림 2.3) Square-law detector 구성도

o Quadrature detector

이 방식은 Phase 성분을 제거할 수 있는 장점이 있으며 구조는 (그림 2.4)와 같다.



(그림 2.4) Quadrature Detector의 구성도

다. ASK 방식의 오류특성

ASK 방식의 오류는 다음과 같은 식으로 표시된다.

$$P(e) = \frac{1}{2} \times \text{erfc}\left(\frac{S}{4N}\right)^{\frac{1}{2}}$$

2. 주파수 편이 변조 (Frequency Shift Keying) 방식

일반적인 FSK 또는 PSK 등의 각변조(Angle Modulation)된 신호의 모양은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$f(t) = A \cos(\omega_{ct} + \phi(t))$$

특히 f_d 를 주파수 편이 상수라고 할때

$$f_{FSK}(t) = A \cos(\omega_c t + 2\pi f_d \int f_b(t) dt)$$

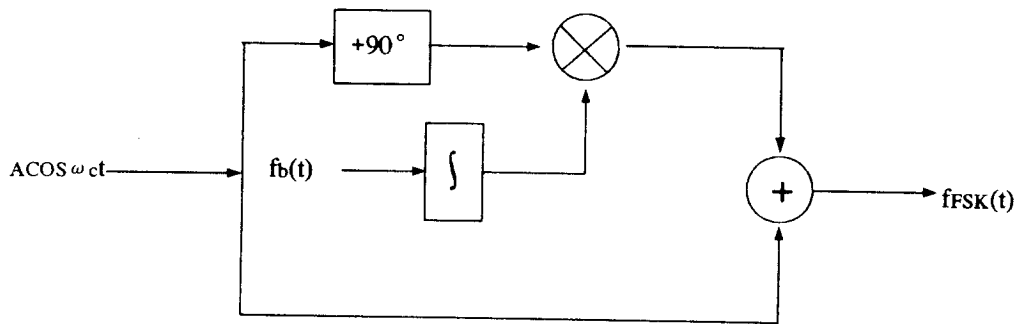
로 표시할 수 있다.

가. 변조기의 구성

대역폭이 제한 경우 $|\phi(t)| \ll 1$ 이므로 이때 FSK 변조된 신호는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} f_{FSK}(t) &= A \cos \omega_c t - A \phi(t) \sin \omega_c t \\ &= A \cos \omega_c t - A \sin \omega_c t 2\pi f_d \int f_b(t) dt \end{aligned}$$

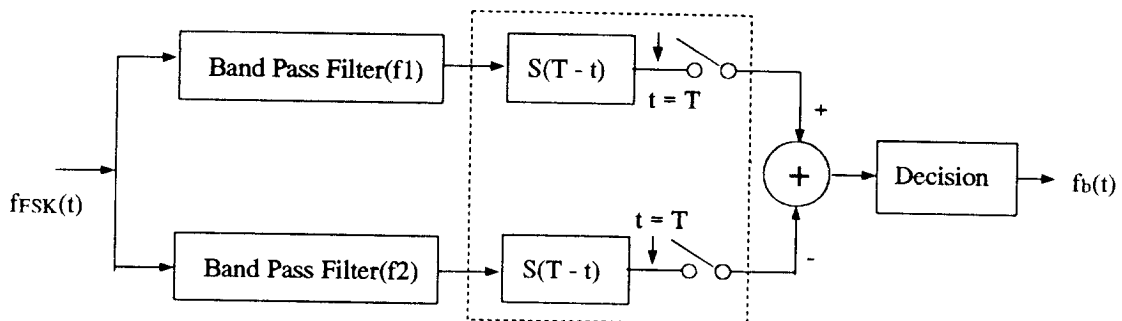
따라서 변조기는 (그림 2.5)와 같이 구성할 수 있다.



(그림 2.5) FSK 변조기의 구성도

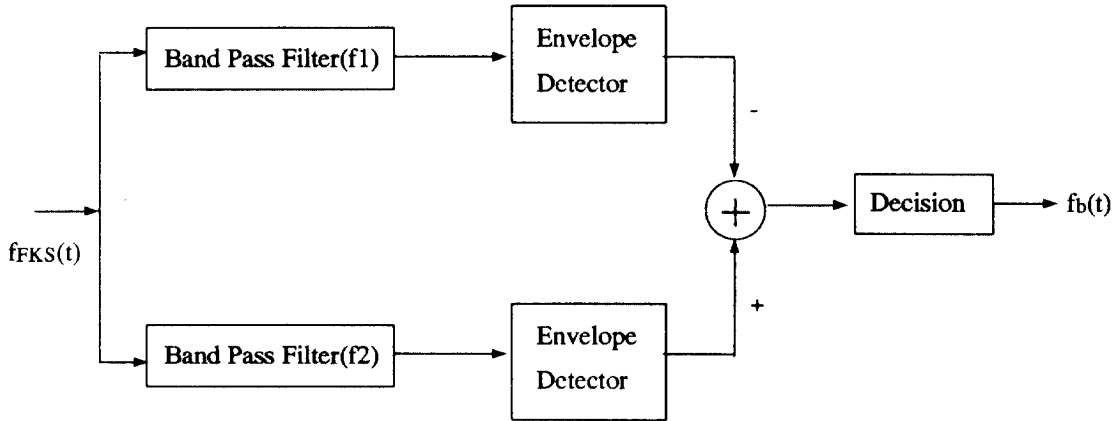
나. 복조기의 구성

(1) Coherent 복조기



(그림 2.6) Coherent FSK 복조기의 구성도

(2) Incoherent 복조기



(그림 2.7) Incoherent FSK 복조기 구성도

다. FSK 방식의 오류특성

FSK 방식의 오류 특성은 다음식과 같이 표현된다.

$$P(e) = \frac{1}{2} \times \operatorname{erfc}\left(\frac{S}{2N}\right)^{\frac{1}{2}}$$

3. 위상 편이 변조(Phase Shift Keying)방식

일반적인 FSK 또는 PSK등이 각변조(Angle Modulation)된 신호의 모양은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$f(t) = \operatorname{ACOS}(\omega_{ct} + \phi(t))$$

특히 K를 위상편이 상수라고 할때 신호는 다음식으로 표현할 수 있다.

$$\phi(t) = Kf_b(t)$$

이 위상함수를 이용하면 PSK 변조된 신호는 다음식으로 표현할 수 있다.

$$f_{PSK}(t) = \operatorname{ACOS}(\omega_{ct} + Kf_b(t))$$

이러한 PSK 변조방식중 가장 간단한 방식인 BPSK(Binary Phase Shift Keying)는 $\phi(t)$ 를 0과 1인 $f_b(t)$ 에 다음과 같이 대응시키는 변조방식이다.

$$|\phi_0 - \phi_1| = 180^\circ$$

가. 변조기의 구성

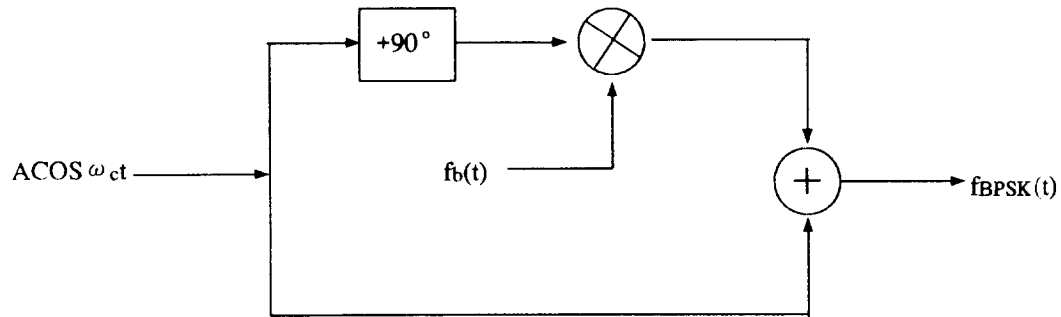
대역폭이 제한된 협대역 변조방식인 경우에 위상함수의 절대값은 다음과 같은 조건을 만족한다.

$$|\phi(t)| \ll 1$$

이 때 BPSK 변조신호는 다음식으로 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} f_{BPSK}(t) &= A \cos \omega_c t - A \phi(t) \sin \omega_c t \\ &= A \cos \omega_c t - A \sin \omega_c t K f_b(t) \end{aligned}$$

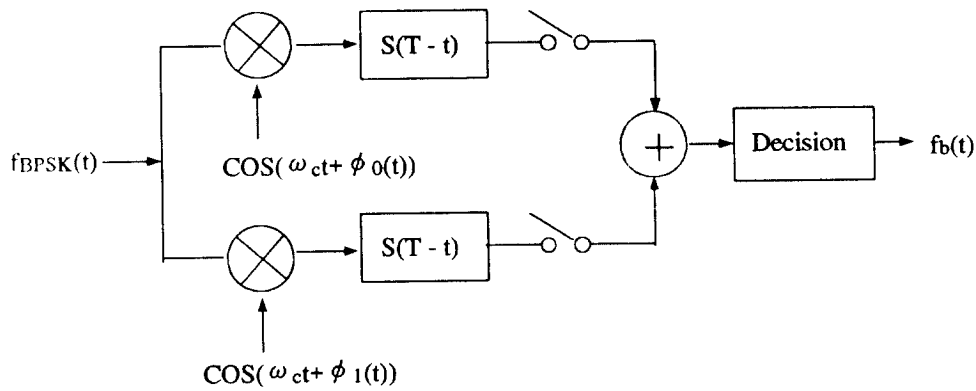
그러므로 이 식을 사용하면 BPSK 변조기는 (그림 2.8)과 같이 구성할 수 있다.



(그림 2.8) BPSK 변조기의 구성도

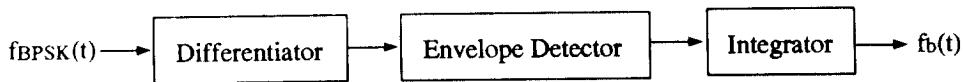
나. 복조기의 구성

(1) Coherent 복조기



(그림 2.9) Incoherent BPSK 복조기의 구성도

(2) Incoherent 복조기



(그림 2.10) Incoherent BPSK 복조기의 구성도

다. BPSK 방식의 오율특성

BPSK 방식의 오율특성은 다음식으로 표현될 수 있으며 FSK 방식보다 3dB 우수하다.

$$P(e) = \frac{1}{2} \times \operatorname{erfc}\left(\frac{S}{N}\right)^{\frac{1}{2}}$$

4. 기타 PSK 변조방식

가. DPSK(Differential PSK)

변조방식은 BPSK와 유사하나 절대위상을 사용하지 않고, 직전에 전송한 신호의 위상값에 따라 현재의 위상이 결정되어 전송되므로 수신기가 간단해 질 수 있다.

나. QPSK(Quadrature PSK)

4개의 위상을 가지므로 같은 Baud rate로 BPSK 보다 2배의 고속전송을 수행할 수 있는 특징이 있다.

다. MSK(Minimum Shift Keying)

일반적인 FSK 신호는 다음과 같이

$$S(t) = \text{ACOS}[\omega_c t + \phi(t)] \text{로 표현할 수 있으며 여기서}$$

$$\phi(t) = 2\pi f_d \int^t S_b(t) dt$$

f_d 는 최대 주파수 편이상수(Peak frequency deviation constant)이고 $S_b(t)$ 는 이진 입력데이터이다. 이러한 FSK의 단점은 한 주파수에서 다른 주파수로 천이될 때 위상의 불연속이 발생하여 위상의 분산이 크며, 따라서 큰 Spectral Side Lobe를 가지게 되어 인접 통신로에 간섭을 초래할 수 있다는 점이다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 위상의 연속성을 보장하는 변조방식이 연속위상 FSK(Continuous Phase FSK)이다. 먼저 두개의 다른 주파수로 입력되는 FSK신호가 각각

$$S_1(t) = \text{ACOS } \omega_1 t$$

$$S_2(t) = \text{ACOS } \omega_2 t \text{ 일때}$$

수신시 1 Baud rate 시간 T 동안에 각 신호가 겹치지 않을 조건은 다음과 같다.

$$\int_0^T S_1(t)S_2(t)dt = A^2/2[\sin 2\pi(f_1 - f_2)T + \sin 2\pi(f_1 + f_2)T] = 0$$

이 조건을 만족하는것중 가장 작은 값은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$f_1 - f_2 = (2f_d) = \frac{1}{2T}$$

주파수 편이비(frequency deviation ratio =h)를

$$h = 2f_d T \text{라고 정의하면}$$

$$h = 0.5$$

가 얻어지며, 이러한 조건을 만족하는 변조방식을 MSK라고 한다.

이것의 위상성분은

$$\phi(t) = 2\pi f_d S_b t + \phi(0)$$

$$= h\pi S_b t / T + \phi(0)$$

$$= \pi S_b t / 2T + \phi(0)$$

이므로 MSK 신호는

$$S(t) = \text{ACOS}[\omega_c t + \pi S_b t / 2T + \phi(0)]$$

로 표시된다. 즉 MSK는 위상의 불연속이 발생할 수 있는 FSK와 달리 위상의 연속성이 보장되는 연속위상 FSK(CPFSK)중 변조지수를 0.5로 최소화한 것이다.

이 방식은 이진부호에 대응하는 반송파가 상호 직교되어 BPSK와 동일한 복조효율을 보장하며, 전력 스펙트럼의 양호한 집중성, 일정포락선(Constant envelope), 비동기 검파 가능성 때문에 이동통신과 위성통신 방식으로 널리 사용된다.

또한 FSK와 구분되는 특징은 전송데이터 비트의 전송시간(T)이 주어질때, 중심 주파수(f_c)에 대하여 특정한 두개의 주파수 ($f_c + \frac{1}{4T}$, $f_c - \frac{1}{4T}$) 를 갖는 것이다.

MSK의 장점을 가지면서 가우시안 저역통과 필터를 사용하여, 전송시 대역폭을 제한하여 협대역화한 변조방식인 GMSK(Gaussian filtered MSK)는 전력 스펙트럼의 집중도가 더 우수한 특징을 가지므로 저 전력의 송신기를 사용하는 이동통신 시스템에서 주로 사용된다.

제3장 Digital 수신기의 종류 및 개요

본장에서는 최근 전파연구소에 설치된 BPSK, QPSK, SCPC, FM/FDM 및 FSK 수신기와 멀티플렉서에 대한 특징과 운용법을 검토함으로써 향후 위성전파 감시기술에 활용하고자 한다.

1. BPSK 수신기(MB-5615D)

MB-5615D BPSK 수신기는 주파수동조, 복조 및 비트동기의 기능이 하나의 유니트 안에 조합된 디지털 수신기로서 50MHz에서 90MHz(25KHz 스텝)까지를 동조할 수 있는 Synthesizer를 내장하였고 실제 사용 입력 주파수는 70MHz이다.

또한 사용장소의 환경에 맞도록 BPSK 수신기는 최적의 완전자동 비트동기, Doppler 주파수 편이하에서의 Carrier 및 Clock 주파수의 정확한 추적등 최상의 조건을 제공하고 NRZ-M 데이터를 복호할 수 있는 기능도 내장되어 있으며 아주 인접한 인근 채널과 함께 데이터를 수신할 수 있도록 최소한의 Post-detection 대역폭으로 설계되어 있다. 그리고 수신된 절대주파수를 측정하기 위하여 기기 뒷면 단자에서 Recover된 Clock carrier의 샘플을 측정할 수 있다. MB-5615D BPSK 수신기는 수신기의 운용상태를 사용자로 하여금 쉽게 파악할 수 있도록 마이크로프로세서에 의해서 제어된 40개의 Alphanumeric Display 패널을 가지고 있으며 이곳에서는 Error Message들도 표시된다.

수신기의 조작은 전면판 키보드 및 IEEE-488 bus에 의해서도 조작할 수 있으며 32 Kbps에서 부터 1.0Mbps의 데이터 Rate는 Plug-in 에셈블리들을 교체함으로써 처리할 수 있다.

가. 전면판 조작방법

o **FREQ** : 수신하고 있는 Center 주파수를 표시하고 25KHz Step으로 MHz 단위로 Display 된다. 수신기는 입력되는 BPSK 신호의 Center 주파수를 중심으로 $\pm 200\text{KHz}$ 를 탐색하여 적절한 BPSK 신호에 Lock 된다.

수신하고자 하는 Center 주파수는 SHIFT, FREQ를 누른후 4자리의 숫자를 입력시킨다. 단 마지막 4번째 숫자는 0, 2, 5, 7이어야 한다(25KHz Step). Display 패널의 Offset 부분은 .XXX MHz로, Display된 Center주파수로 부터 수신된 신호의 주파수 값을 읽는다. 만일 수신기가 적절한 주파수에 Lock이 되지 않았다면 Display 패널에서는 수신기가 Sweeping 중이라는 것을 표시하는 "SWP"문자가 깜빡거린다.

o **dBm** : IF 입력단 J2에서의 입력된 신호의 세기를 표시한다. 통상 -20~-60dBm 정도의 레벨에서 신호가 수신되고 -65dBm 이하이면 Display부가 깜빡 거린다.

o Lock Indicators : Display 패널의 4개 문자는 Lock이 되어 있으며 Y(yes) 그렇지 않으면 N(no)로 표시된다.

- REF : Synthesizer 내부 Reference Generator가 외부 5MHz Reference 신호에 Lock 되어 있는지 여부
- SYN : Synthesizer 위상이 내부 Loop 회로에 Lock 되어 있는지 여부
- CXR : 수신기가 수신되는 신호에 Lock 되어 있는지 여부
- CLK : Clock Generator가 수신되는 데이터에 Lock 되어 있는지 여부

o SWEEP Enable Control On/off : SWP가 "EN"으로 표시되어 있으면 수신기의 sweep 회로가 Enable 되어 있는 것이고 "DS"로 표시되어 있으면 Disable 되어있는 것을 의미한다. 이는 Keypad로 부터 Shift, Sweep을 누름으로서 변경할 수 있으며 수신기를 최상의 조건에서 항상 운용할 수 있도록 loss-of-lock의 경우에도 신속하게 신호를 Reacquire 할 수 있도록 Sweep을 수행할 수 있게 한다.

o DCD(Decoder) : Differential Decoder가 Active 상태인지의 여부를 표시한다. Keypad로 부터 Shift, DECOD를 누름으로서 Differential Decode (DF) 또는 Absolute (AB) 를 선택할 수 있다.

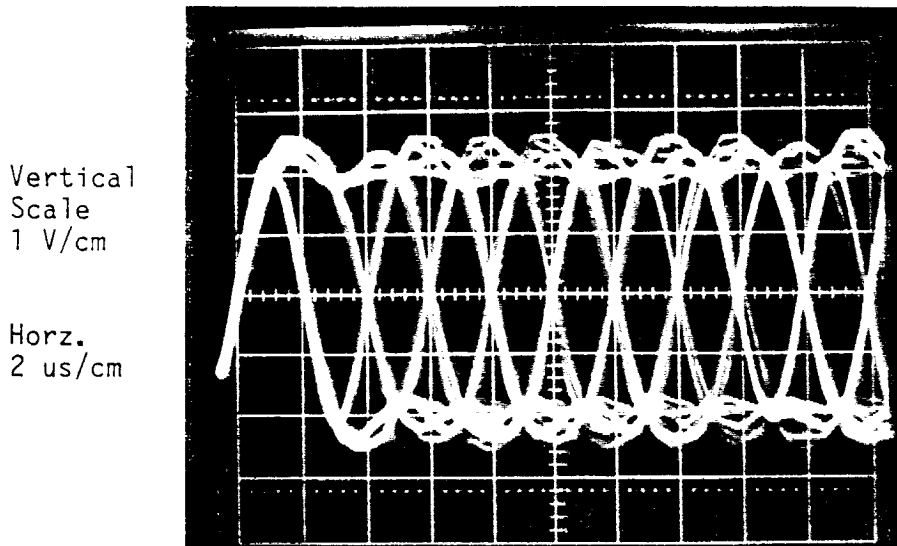
o Polarity Inversion : NRZ-L 형식으로 송신된 데이터는 Absolute 모드를 사용하고 NRZ-M 형식으로 송신된 데이터는 Differential decode 모드를 선택함으로써 NRZ-M형식으로 전환할 수 있다.

o Local/Remote : Display 패널의 L/R 부분은 수신기가 Keypad 또는 IEEE-488 버스를 통한 원격제어 상태인지를 표시하고 (L:Local, R:Remote) Keypad에서 SHIFT, L/R 키를 누르거나 IEEE-488 BUS 상에서 코멘드를 전송하여 전환할 수 있다.

나. 운용방법

MB-5615D BPSK수신기는 10m ϕ 안테나의 시스템의 70MHz IF를 수신기 입력단에 연결하고 수신할 신호의 Center 주파수를 Synthesizer에 동조시키므로써 원하는 데이터를 수신할 수 있으며 Sweep은 Enable 상태로 놓는다. Carrier(CXR) acquisition과 Clock recovery(CLK)는 수신되는 신호에 Lock 되어 있으면 "Y"가 지속적으로 Display 패널에 표시된다.

CLK가 Lock이 되지않는 CXR은 수신된 신호가 수신기 내부에 설치된 Clock rate와 같은 데이터 Rate로 변조되지 않았음을 의미한다. 이때에는 수신기 뒷면판의 I 아나로그 출력단을 오실로스코프에 연결하여서 수신된 데이터 Rate를 확인하고 (그림 3.1)에서 설명한 대로 평균 데이터 전송시간을 측정한다.



(그림 3.1) 아날로그 I 출력파형

$$\text{데이터 전송시간} = \frac{19.5 \mu s}{10 \text{ cycles}} = 1.95 \mu s$$

$$\text{데이터 Rate} = \frac{1}{1.95 \mu s} = 0.512 \text{ Mb/s}$$

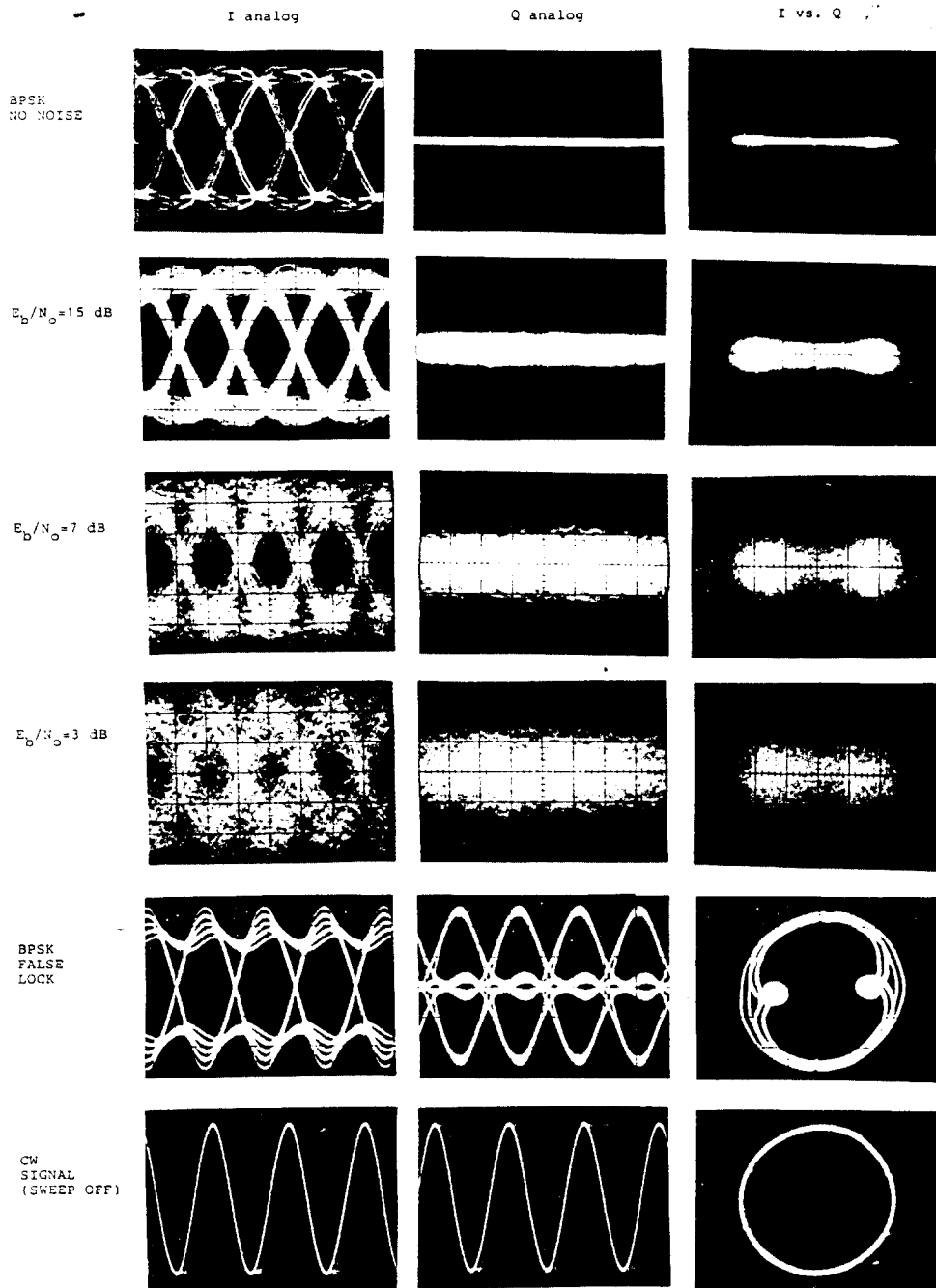
수신기는 심볼 Rate와 동일하거나 저역통과필터 모듈에서 규정한 데이터 Rate 보다 더 낮게 변조된 여하한 BPSK 변조신호도 수신할 수 있다.

입력단의 CW(Continuous Wave)신호는 아날로그 출력단에서 정현파 형식으로 출력되고 이러한 정현파 주파수는 LO 주파수와 수신된 주파수의 차로 나타나고 Sweep disable 시에는 일정한 상태로 지속된다.

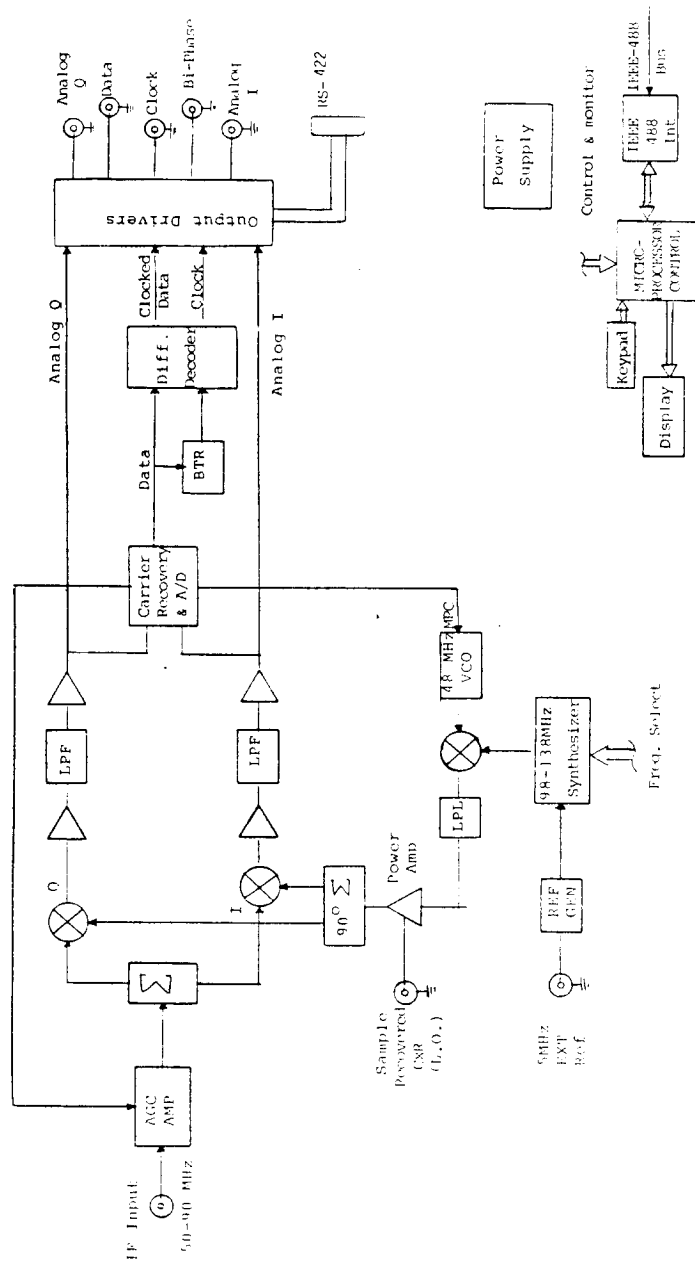
(그림 3.2)은 여러가지 조건하에서 나타날 수 있는 신호의 아날로그 출력파형을 설명하였고 Clock, 데이터, 그리고 Bi-phase 출력은 입력단에 여하한 신호가 주어지지 않더라도 주어지며 Clock generator는 항상 동작하고 데이터와 Bi-phase는 내부 Clock rate로 양자화 된다.

MB-5615D 수신기는 넓은 범위의 입력신호 레벨에서도 동작할 수 있도록 설계화되었으나 최상의 Acquisition 및 BER(Bit Error Ratio) 운용은 수신된 Carrier 레벨을 -30~-40 dBm의 범위내로 조정하므로써 이루어 진다.

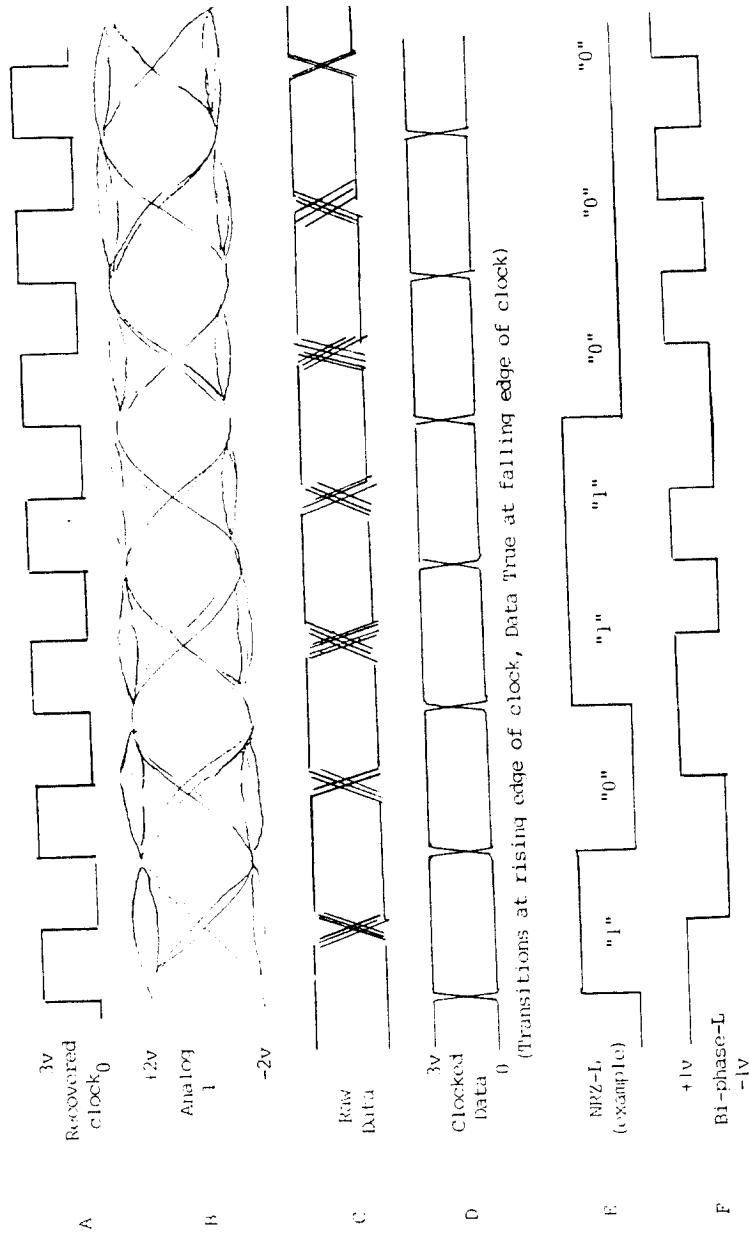
전파연구소에 설치된 BPSK 수신기는 심볼 Rate가 모델 MB-5615D는 56Kbps, MB-5615D-L은 9.6Kbps로 설정되어 있다.



(그림 3.2) 수신출력 파형



(그림 3.3) MB-5615D BPSK 수신기 Block Diagram



(그림 3.4) Clock 및 데이터 파형

2. QPSK 수신기(DMD - 2000R)

DMD-2000R QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 수신기는 QPSK로 디지털 변조된 신호를 복조할 수 있고 내장된 마이크로 프로세서에 의해서 수신기의 기능을 제어하고 컴퓨터에 의해서 원격제어도 할 수 있다.

가. 기능별 제어 모드

DMD-200R 수신기는 전면판에 3가지 기능별 제어 모우드가 있으며 이는 다음과 같다.

(1) Display Select

- Frequency
- Input Level
- Eb/No
- Offset Frequency
- Error Count
- Lamp Test

(2) Frequency Select

- Numerical Keys
- Clear Key
- Enter Key

(3) Mode Select

- Operate
- 2047 Test
- Channel Test

나. Display 선택

(1) 수신주파수 변환

수신주파수는 숫자 키들과 "E"(Enter) key를 누르면 변환된다. 눌러진 숫자 키들은 Display 패널상에서 오른쪽에서 왼쪽으로 움직이면서 표시되며 입력된 주파수가 아래의 조건에 해당되면 Error Message가 나타난다.

- 등록주파수가 49.9975MHz 이하일때
- 등록주파수가 90.0000MHz 이상일때
- 등록주파수가 6개의 Digit보다 작을때

위와 같은 조건으로 Error Message가 발생되면 "C"(Clear) 키를 누르고 다시 주파수를 입력시키며 현재 수신되는 주파수를 나타내려면 수신기 전면판의 Display Select Area에 위치한 "FREQUENCY" Control key를 누르면 된다.

(2) 입력 레벨

입력 레벨을 나타내기 위해서는 수신기 전면판의 Display Select area에 위치한 "INPUT LEVEL" Control key를 누르고 허용 입력레벨 범위는 -10.0dBm에서 -70.0dBm이다.

(3) Eb/No

Eb/No를 나타내기 위해서는 수신기 전면판의 Display Select area에 위치한 "Eb/No" Control key를 누르고 Eb/No는 3.5dB에서 16.0dB 이내에서 조절되어야 한다.

(4) Offset 주파수

Offset 주파수를 나타내기 위해서는 수신기 전면판의 Display Select area에 위치한 "OFFSET FREQUENCY" Control key를 누르면 되고 이는 양수 또는 음수의 헬츠 단위로 표시된다. 이 주파수는 full Scale Offset 주파수의 10% 이내 또는 4.2KHz 이내로 유지되어야 한다.

(5) Error Count

Error count 모드는 BER(Bit Error Ratio) test 모드가 Disable 될시에 동작한다. Error count는 Error counter의 값이며 Error들은 2047 Test 모우드에서 축적된다. Error count를 나타내기 위해서는 수신기 전면판의 Display select area에 위치한 "ERROR COUNT" Control key를 누르면 되고 그 값은 0에서 999,999이며 Error counter는 2047 test버튼을 누르므로서 0으로 Reset된다. 또한 Error count는 수신기가 BER test 모드에 Enable 되었을때 주기적으로 Reset될 것이다.

다. 모드 선택

(1) Operate 모드

수신기의 Operate 모드를 선택하기 위해서는 수신기 전면판의 MODE control area에 위치한 "OPERATE" control key를 누르면 되고 이 Operate 모드는 위성에서 전송된 데이터를 수신하기 위한 통상적인 운용모드이다.

(2) 2047 Test 모드

2047 TEST 모드가 선택되어지면 수신기는 수신된 2047 패턴과 동기 시켜지고 Error counter는 0으로 Reset되어진다. 다시 2047 TEST 모드가 Release되면 Error는 다시 카운트되기 시작한다.

(3) Channel Test

"CHANNEL TEST" key가 눌러졌을때 부정확한 데이터 Stream의 전체 Error를 계산한다.

라. Indicator

(1) Carrier Detect LED Indicator

LED가 푸른색일때는 AGC레벨은 AGC Threshold레벨 이하라는 것을 표시하고 수신감도가 적정하다는 것을 의미하며 유효한 Carrier를 수신하고 있다는 것을 의미하지는 않는다. 즉 신호의 레벨만을 의미하고 신호대 잡음비를 표시하지는 않는다.

(2) Data Valid LED Indicator

LED가 푸른색일때는 수신기가 Data stream에 Lock되어 있는 것을 표시하고 적색으로 깜빡거릴때는 Lock을 시도중이라는 것을 표시한다.

마. 주요제원

o Frequency Tuning

Range : 50 to 90MHz

Resolution : 22.5 or 25KHz

o Data Rates: 56Kb/s to 2.185Mb/s

o Receive Signal

Spectrum : Intelsat IESS-309 Compatible

Modulation : QPSK

o Descrambler : CCITT V.35

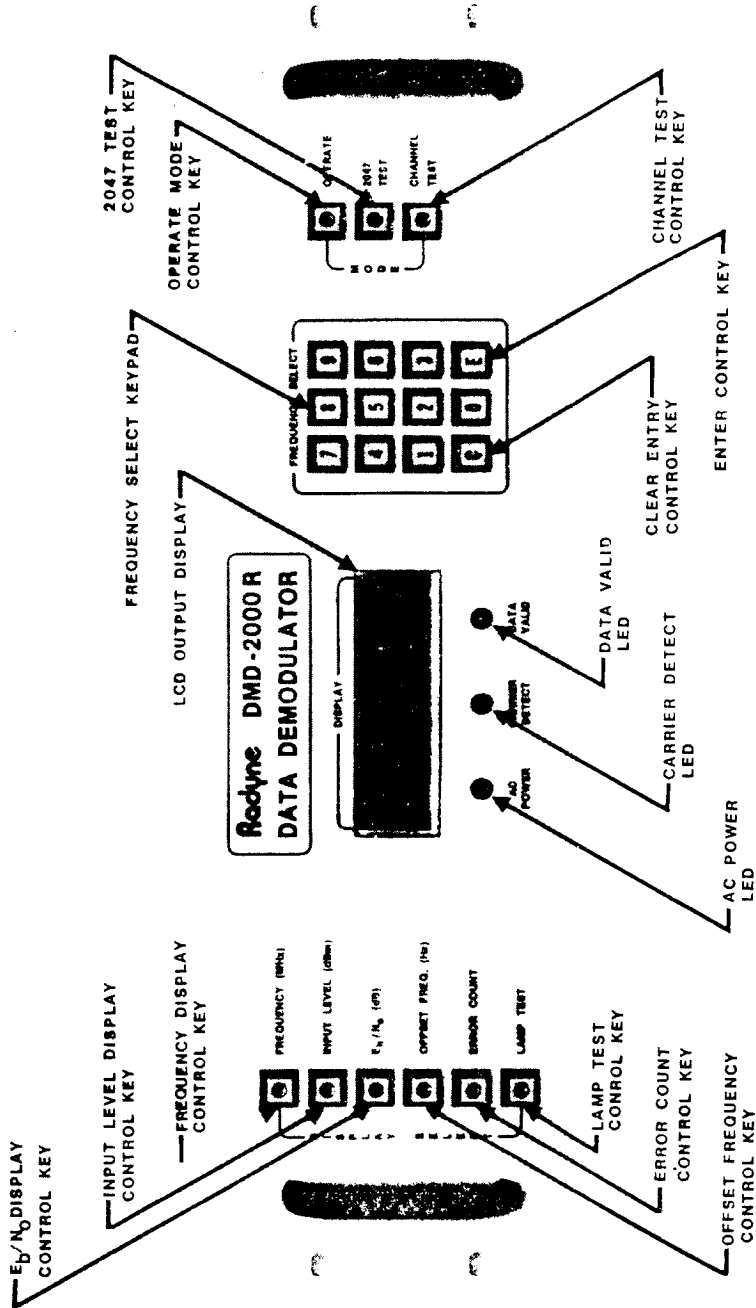
o Decoder

Type : IESS-309 Compatible, Viterbi

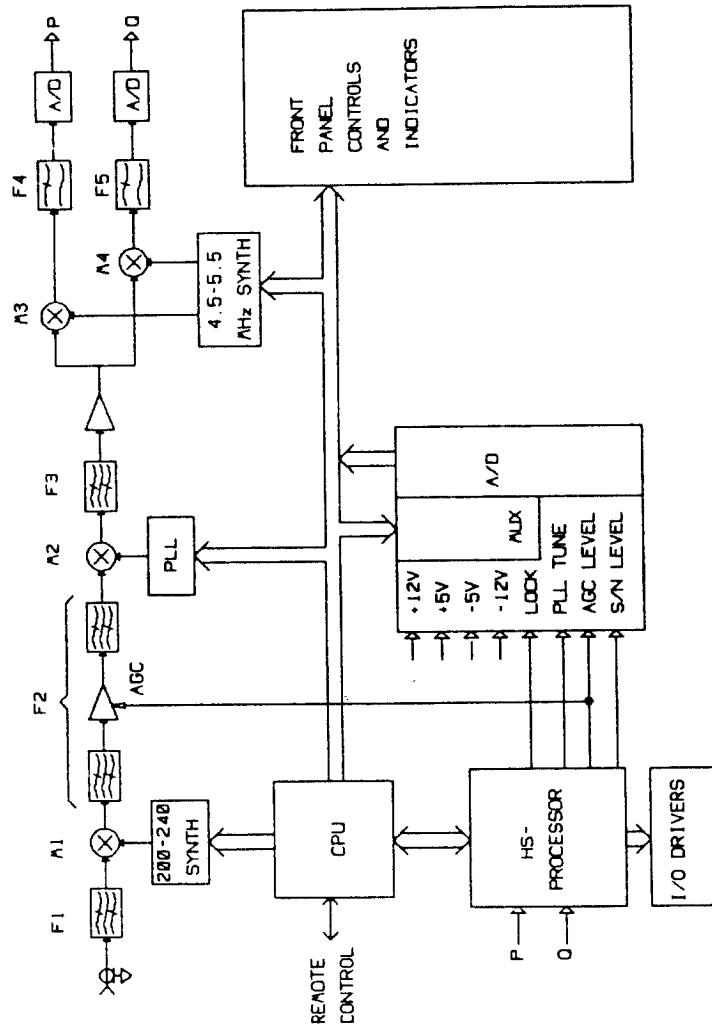
Rate : $\frac{1}{2}$, Constraint length : K=7

바. 파라메타 설정

(1) 일반사항



(그림 3.5) DMD-2000R 수신기 전면판넬



(그림 3.6) DMD-2000R Block Diagram

DMD-2000R 수신기는 32개의 프로그램할 수 있는 옵션들이 내장되어 있다. 이러한 옵션들은 4개의 분야로 나누어져 있고 이는 하드웨어 옵션인 990001, 수신기를 설치할 장소의 옵션인 990002, Decoder 옵션인 990003, 그리고 Acquisition 옵션인 990004가 있다. 이를 상세히 설명하면 다음과 같다.

- o Hardware Options (Entry Code 990001)
 - Frequency Plan
 - Decoder Type
 - Tuning Method
- o Site Specific Variables (Entry Code 990002)
 - Panel Lockout Flag
 - Summary Alarm Mask Byte
 - Carrier Alarm Mask Byte
 - Baud Rate
 - Multi-drop Address
 - Sweep Rate (Test Mode Variable)
- o Decoder Variables (Entry Code 990003)
 - Descrambler Disable Flag
 - Test Format
 - Descrambler Select
 - Open Network Flag
 - Channel Rate Band
 - Code Type
 - Divider Chain Select
 - Differential Decoding Flag
 - VCXO Divide Ratio
 - PLL Divide Ratio
 - Eb/No Offset Factor
 - Data Rate
 - Invert Spectrum

o Acquisition Variables (Entry Code 990004)

- Noise Threshold
- Coarse Step Size
- Coarse Step Delay
- File Step Delay
- Locked Window Delta
- AGC Threshold
- Sweep Bounds
- 5 Point Sweep Delay
- Coarse to Fine Step Delay
- Sweep Delay

위와 같은 특수한 기능모드의 옵션들을 변화시키려면 다음의 절차를 따른다.

- 1. 수신기 전면판 "FREQUENCY SELECT" Key pad에서 99000n을 누른다.
(여기서 n은 1에서 4까지)
- 2. "E"(Enter) 키를 누른다.
- 3. 운용자가 특수한 기능의 옵션을 바꾸려고 한다면 원하는 숫자를 누른다.
- 4. 다음의 특수한 기능의 옵션을 나타내거나 바뀌어진 옵션들을 수신기의 메모리에 저장시키기 위해서 "E" key를 누른다.
- 5. 순차적인 옵션들중에서 앞전의 옵션으로 돌아가기 위해서는 "C"(Clear) key를 누른다.
- 6. 특수한 기능모드를 벗어나기 위해서 "C"(Clear) key를 잠시계속 누른다.

(2) Hardward options(Entry Code 990001)

이들 옵션들중에는 **Maker** 측에서 조정하였기 때문에 운용자가 선택할 필요가 없는 것이 있으며 이것들 중 잘못 선택하면 수신기가 정상적으로 동작하지 않을 수도 있음을 유의하여야 한다. (* 표시는 현재 Setting 되어 있는 값을 표시한다.)

o Frequency Plan : 이 옵션은 주파수 Step Size나 Center 주파수를 위해서 Hardware를 교체하지 않는 한 바꾸지 말것

MNEMONIC	PARAMETER	
FP	Center Frequency	Step Size
* 0	= 70.0000MHz	25KHz
1	= 69.9975MHz	22.5KHz
2	= 70.0000MHz	22.5KHz

o Decoder Type : 이 옵션은 Decoder Board의 Hardware를 교체하지 않는 한 바꾸지 말 것

MNEMONIC	CODE
dt	0 - Long Decoder
	1 - Short Decoder
	2 - DMD-1000R Viterbi Decoder
	* 3 - DMD-2000R High Speed Decoder

o Tuning Method : Coarse 또는 미세동조를 선택한다.

Coarse Tuning	Fine Tuning
tu = 0	*tu = 1

(3) Site Specific Variables (Entry Code 990002)

이들 옵션들은 수신기의 운용조건에 따라서 바꿀 필요가 있는 것들이다.

o Panel Lockout Flag : 수신기의 전면 판넬 Control key를 Lock 시킨다.

MNEMONIC	CODE
	*1 = Lock
PL	0 = Unlock

o Summary Alarm Mask Byte : 8개의 서로 다른 Alarm 조건을 선택한다.

MNEMONIC	CODE
AL	0 to 127 = Force Summary Alarm to Alarm Condition
	128 = Alarms all Disabled
	129 to 254 = Various Alarms Disabled
	* 255 = All Alarms Enabled

o Programming an Alarm Mask Byte : 수신기의 Alarm들은 8bit로 조합되어 있다.

BIT	DECIMAL VALUE	FUNCTION
1	1	RAM/ROM Alarm
2	2	Power Supply Alarm
3	4	Front Panel Alarm
4	8	Decoder Registers Fail
5	16	Synthesizer Alarm
6	32	Carrier Detect Fail
7	64	Data Valid Fail
8	128	"1" for Normal Operation "0" forces relay fail

예를 들면 Power Supply Alarm(2), Carrier Detect Fail(32), Data Valid Fail(64)을 Enable 시키면 이진수로는 1110 0010으로 표시되고 이는 십진수로 226($2+32+64+128$)이다. 그리고 실제로 990002 Special 기능 모드의 AL 에서는 226이 표시된다.

o Carrier Alarm Mask Byte : I/O Carrier Detect Interface 출력단이 수신기에 설치되어 있을때 제공되어 지는 옵션이다.

MNEMONIC

CODE

CL

0-255

*254 = Carrier Detect Alarm Disabled

255 = Carrier Detect Alarm Enabled

o Baud Rate : DMD-2000R수신기는 모니터링 또는 원격제어를 위해서 외부 터미널과 연결할 수 있도록 설계되어 있고 다음의 Baud Rate로 통신속도를 설정할 수 있다.

MNEMONIC

CODE

br

0 = 300 Baud

1 = 600 Baud

2 = 1200 Baud

* 3 = 2400 Baud

o Multi - drop Address : DMD-2000R 수신기는 원격모니터를 할 수 있으며 Party line(공동선) 이나 Multi-drop(다중) 결선에 의해서 제어할 수 있다. 이 경우에 적당한

Addressing 형식과 함께 Multi-drop protocol이 필요하다.

MNEMONIC

CODE

PA

aaa = Decimal Address

o Sweep Rate : 수신기의 Test 모드 991002(50 - 90MHz Sweep모드)와 991005(PLL Test모드)에 관련하여 사용된다. 이 옵션은 1에서 255 중에서 선택할 수 있으며 1은 가장 빠른 Sweep rate이고 255은 가장 느린 Sweep rate이다.

MNEMONIC

CODE

Sr

* 1 = Fast Rate

255 = Slow Rate

(4) Decoder Variables(Entry Code 990003)

이 옵션들은 Decoder와 그 회로소자의 운용에 관한 것들을 규정하고 있으며 Maker측에서 조정하였기 때문에 CRK - 2000R 채널 Rate kit의 설치를 제외하고 이것들 중 잘못 선택하면 수신기가 정상적으로 동작하지 않을 수도 있다.

o Descrambler Disable Flag : Descrambler는 Open network가 선택되었을때 자동적으로 Disable 되고 Closed network가 선택되어지면 자동적으로 Enable되어진다.

MNEMONIC

CODE

SC

0 = Descrambler Enabled

*1 = Descrambler Disabled

o Test format : 수신기의 Test 패턴 형식을 선택할 수 있게 한다.

MNEMONIC

CODE

tF

0 = Space

* 1 = 2047 test

2 = Inverted 2047 Test

3 = Mark

o Descrambler Select : Descrambler select는 V.35 Self-Synchronous descrambler에 의해 사용되는 2개의 Different generator polynomial중 1개를 선택한다.

전파연구소 제50차, 1993년 연구보고서

MNEMONIC

CODE

SS

0 = 2^{20-1} (Generator가 20° Polynomial)

*1 = 2^{23-1} (Generator가 23° Polynomial)

o Open Network Flag : 이 옵션은 Intelsat IESS-309 Open network 규정이나 Closed network 시스템과 호환성을 가질 수 있게 한다.

MNEMONIC

CODE

On

0 = Closed Network Compatible

*1 = Open Network Compatible

o Channel Rate Band : 이 옵션은 수신기의 채널 Rate Band를 선택하는 것이고 Band가 선택되어지면 d1, d2, Cs, Cd 그리고 Fd가 자동적으로 선택되어 진다.

MNEMONIC

CODE

bA

0~34Band (Table 3.1 참조)

(Band 6으로 Set됨)

BAND	Fs max	Fs min	D1	<----- D2 vs Code Type ----->												13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Cs	Cd	Fd
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11															
1	9600.0	7200.1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	168	1	1	
2	7200.0	6400.1	3	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	0	146	1	1	
3	6400.0	5485.7	3	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	0	127	1	1	
4	5485.6	4800.1	3	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	-	-	-	0	110	1	1	
5	4800.0	3600.1	0	0	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	3	0	0	-	0	96	1	1	
6	3600.0	3200.1	3	0	0	0	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	-	-	0	84	1	1	
7	3200.0	2742.9	3	1	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0	0	1	0	-	1	73	1	1	
8	2742.8	2400.1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0	0	1	0	-	1	63	1	1	
9	2400.0	1800.1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	1	1	1	0	1	0	0	1	55	1	1	
10	1800.0	1600.1	3	1	0	1	0	1	0	1	0	0	-	0	-	-	-	-	1	1	1	1	1	0	0	1	42	1	1	
11	1600.0	1371.5	3	2	1	1	0	1	0	1	0	0	-	0	-	0	-	-	3	1	1	1	2	1	0	-	2	36	2	1
12	1371.4	1200.1	3	2	1	1	0	1	0	1	0	0	-	0	-	0	-	-	3	1	1	1	2	1	0	-	2	32	2	1
13	1200.0	900.1	0	2	1	2	1	2	1	1	0	1	0	0	-	0	-	-	3	2	2	2	1	1	0	2	29	4	2	
14	900.0	800.1	3	2	1	2	1	2	1	2	0	1	0	1	0	0	-	-	3	2	2	2	1	1	0	2	24	5	3	
15	800.0	685.7	3	3	2	2	1	2	1	2	1	1	0	1	0	1	0	0	3	2	2	2	2	1	0	3	21	6	4	
16	685.6	585.7	3	3	3	3	1	2	1	2	1	1	0	1	0	1	0	1	3	3	3	3	2	1	0	3	18	7	5	
17	585.4	437.7	4	3	3	3	3	2	2	2	1	2	1	1	1	0	1	0	3	3	3	3	2	1	0	3	16	8	6	
18	437.6	291.7	5	4	3	3	3	3	3	3	1	2	1	1	1	1	2	1	4	4	4	4	3	1	0	4	14	9	7	
19	291.6	216.9	6	4	3	4	3	4	3	3	3	3	2	1	1	1	2	1	4	4	4	4	3	1	0	4	12	10	8	
20	216.8	149.9	7	5	4	4	3	4	3	4	3	3	3	2	1	2	1	1	5	4	4	4	3	1	0	5	10	11	9	
21	145.8	109.5	8	5	4	5	4	5	4	4	4	3	3	2	2	3	1	1	5	5	5	4	4	3	1	5	9	12	10	
22	109.4	75.1	9	6	5	5	4	5	4	5	4	4	3	3	3	4	1	1	6	6	6	5	5	4	3	6	7	16	13	
23	75.0	54.7	10	6	5	6	5	6	5	5	4	5	4	4	3	4	1	1	6	6	6	6	5	5	4	6	5	21	17	
24	54.6	35.5	11	7	6	6	5	6	5	6	4	5	4	5	4	5	1	1	7	7	7	7	6	5	4	7	5	28	22	
25	35.4	31.5	12	7	6	7	6	6	5	6	5	6	5	5	4	5	1	1	7	7	7	7	6	6	5	7	5	37	31	

(Table 3.1)

* Channel Rate 계산방법

- Closed Network인 경우

Customer Data Rate = 128kb/s

Coding Rate = $\frac{1}{2}$ (ct가 0으로 Set 되었을시)

Channel Rate = 128kb/s \times 2 = 256kb/s

- Open Network인 경우

Customer Data Rate = 128kb/s

Coding Rate = $\frac{1}{2}$ (ct가 0으로 Set 되었을때)

Channel Rate = 128kb/s \times 16/15 \times 2 = 273.066kb/s

o Divider Chain Select : 이 옵션은 Viterbi Decoder에서는 사용하지 않으며 0으로 Set 되어야 한다.

MNEMONIC

CODE

dc

0

o Code type : 이 옵션은 수신기의 Coding 타입을 선택할 수 있게 하며 Coding타입이 선택되면 d2와 dd가 자동으로 선택된다.

Mnemonic

Code

Ct

0 = 1/2 Rate K=7
 1 = 1/2 Rate K=8
 2 = 2/3 Rate K=7
 3 = 2/3 Rate K=8
 4 = 3/4 Rate K=7
 5 = 3/4 Rate K=8
 6 = 7/8 Rate K=7
 7 = 7/8 Rate K=8
 8 = 1/2 Rate K=9
 9 = 1/2 Rate K=10
 10 = 2/3 Rate K=9
 11 = 2/3 Rate K=10
 12 = 3/4 Rate K=9

13 = 3/4 Rate K=10
 14 = 7/8 Rate K=9
 15 = 7/8 Rate K=10
 16 = 1/2 Rate K=7
 17 = 2/3 Rate K=7
 18 = 3/4 Rate K=7
 19 = 7/8 Rate K=7
 20 = 1/2 Rate K=7
 21 = 1/2 Rate K=8
 22 = 1/2 Rate K=9
 23 = 1/2 Rate K=10
 24 = 1/2 Rate K=7

- Open Network 일 경우 Channel Rate Band와 Code Type이 설정되면 다음의 옵션들은 자동으로 선택되고 자동으로 선택된 옵션들이 부정확하면 운용자는 다시 Channel Rate Band와 Code Type를 설정할 수 있다.

Descrambler ON/OFF

- SC

VCXO Divider Ratio

- d1

PLL Divider Ratio	- d2
Differential Decoding Flag	- dd
Eb/No Offset Factor	- Eb/No
Data Rate	- dr
Invert Spectrum	- IS
Coarse Loop Step Size	- CS
Coarse Loop Delay Time	- Cd
Fine Loop Step Size	- Fd
Coarse to Fine Delay	- td

- Differential Decoding Flag(dd) : 지정된 Code Type과 함께 관련해서 사용한다.

CODE TYPE	dd CODE
1, 4, 5, 7	0 Absolute Coding
0, 2, 3, 6	*1 Differential

- VCXO Divide Ratio (d1) : 이 옵션은 수신기의 VCXO Division ratio와 I/O 데이터 Rate를 일치시킬수 있도록 하게 한다.

MNEMONIC	CODE
d1	0~12 Range (3으로 set됨)

- PLL Divide Ratio(d2) : 이 옵션은 수신기의 PLL divide ratio와 Code type 및 I/O 데이터 Rate를 일치시킬 수 있도록 하게 한다.

MNEMONIC	CODE
d2	0~17 Range(0으로 set됨)

- Eb/No Offset Factor : Code rate가 바뀌어질때 표시되는 Eb/No의 정확한 Offset correction factor를 제공하고 이 Factor는 dB의 10배로 표시된다.

$$Eb = -100 \times \log(\text{Code Rate})$$

MNEMONIC	CODE
Eb	* 30(3.0dB for 1/2 rate codes) 18(1.8dB for 2/3 rate codes) 12(1.2dB for 3/4 rate codes) 6(0.6dB for 7/8 rate codes)

- Data Rate : 수신기가 허용할 수 있는 데이터 Rate중 1개를 선택한다.

MNEMONIC	CODE
dr	0(obps to 1200 kb/s) 1(1200kb/s to 2.4Mb/s) * 2(2.4Mb/s to 4.8Mb/s) 3(4.8Mb/s to 9.6Mb/s)

- Invert Spectrum : Close와 Open Network 운용을 위해서 P, Q채널의 극성을 선택한다.

MNEMONIC

IS

CODE

0 = Closed Network(Normal)

1 = Open Network (Inverted)

(5) Acquisition Variables (Entry Code 990004)

이 옵션들은 데이터 캐리어의 추적 및 획득을 위한 조정을 할 수 있는 것들이나 Channel Rate Kit를 교체하는 것 이외의 경우에는 변경하지 않아야 한다.

o Noise threshold : QPSK 데이터 캐리어를 수신하기 위한 수신기의 Noise Threshold 레벨을 결정한다.

MNEMONIC

nL

CODE

115 = Standard Setting

Range 0 to 255

o Coarse Step Size : Coarse Signal Acquisition 모드 동안에 수신기의 주파수 스텝을 선택한다.

MNEMONIC

CS

CODE

Range 0 to 255

(84Hz로 set됨)

o Coarse Step Delay : Coarse Signal Acquisition모드의 주파수 스텝간에 지연시간을 선택한다.

MNEMONIC

Cd

CODE

Range 0 to 255

(1 msec로 Set됨)

o Fine Step Delay : Fine Signal Acquisition 모드의 주파수 변화분간에 지연시간을 선택한다.

MNEMONIC

Fd

CODE

Range 0 to 255

(1 msec로 set됨)

o Locked Window Delta : 수신기의 장시간 사용으로 인한 주파수 변화분을 보상하기 위하여 미세조정전에 주파수 Offset Limit를 선택한다.

MNEMONIC

Ld

CODE

* 1 = Standard Setting

Range 0 to 127

- o AGC Threshold : AGC Threshold 레벨을 선택한다.

MNEMOMIC

CODE

LL

* 70 = Normal

Range 10 to 70

- o Sweep Bounds : 수신기의 전체적인 수신범위를 선택하며 이 파라미터는 신호를 탐색하는 주파수 Span을 제어하므로써 Acquisition 시간에 직접적으로 영향을 미친다.

MNEMOMIC

CODE

Sb

* 42 = Standard Setting (+/- 42KHz)

Range 1 to 42

- o Five Point Sweep Delay Value : PLL Test 모드 991005를 참조

MNEMOMIC

CODE

PS

* 255 = Normal

Range 0 to 255

- o Coarse to Fine Step Delay :데이터를 수신하는 동안 Coarse스텝으로 부터 Fine스텝으로 전환될때의 지연시간을 결정한다.

MNEMOMIC

CODE

td

250 = Normal

Range 0 to 255

- o Sweep Delay Time : Coarse Sweep Acquisition 사이클이 시작되기 전에 Carrier가 loss된 후의 지연시간을 정하고 그 지연시간은 0.1초에서 299.9초까지 이다.

MNEMOMIC

CODE

Sd

60.0 = Normal

3. QPSK 수신기(DMD - 4000R)

DMD-4000R 수신기는 Intermediate Data Rate(IDR) 디지털 캐리어를 위한 Performance Characteristics인 INTELSAT Earth Station Standard(IESS-308 Revision 4) 규정에 따라 지구국과 위성체간의 Digital 데이터를 수신하기 위한 관련제원에 맞도록 설계되어 있다. IDR은 Coherent QPSK 변조를 사용하는 디지털 캐리어들의 특징을 규정짓고 있으며 Information rate는 64kb/s에서 최대 44.736Mb/s까지 허용된다.

그러나 DMD-4000R에서 사용하는 IDR Information rate는 비록 DMD-4000R 수신기가 48kb/s에서 10Mb/s까지의 범위에서 운용될 수 있더라도 64, 192, 384, 1544, 2048, 6312, 8448kb/s를 사용하는 것이 권고된다.

1.544(T1), 2.048(E1), 6.312(T2)그리고 8.448(E2) Mb/s의 Information rate에 대한 IDR규정은 Maintenance alarm과 Engineering Service Circuit(ESC)용 Overhead 채널 96kb/s에 대

한 규정을 포함하는 Overhead 구조를 설명하고 4개의 Backward와 Forward Alarm 그리고 각각의 방향(총 64kb/s 사용)에 대한 2개의 ESC 음성채널이 있다. 이러한 Overhead는 그러므로 96kb/s에 의해서 Data rate가 증가된다.

이 Overhead는 자신의 프레임 Alignment 신호에 더하여 지고 데이터 흐름에는 영향을 주지 않는다. ESC 채널은 매 125 μ sec 마다 데이터 흐름에 12bit씩 삽입한다. 12개의 Overhead bit 4개는 Frame, Multiframe alignment, Backward alarm 그리고 디지털 ESC 데이터용으로 사용되며 이것은 아래와 같이 총 32kb/s의 비로 분할된다.

- Frame 및 Multiframe alignment용 20kb/s
- 최대 4개 Destination까지 Backward용 4kb/s
- 디지털 ESC 데이터용 8kb/s

8bit는 64kb/s의 복합 Rate용 2개의 32kb/s ESC 음성채널에 사용된다. Multiframe들은 Alignment용과 Multi-destination 용도인 Backward alarm 할당용으로 8개 Frame의 조합들로 정의되어 있다. 수신기 안에 있는 Overhead unit는 Descrambler로 부터 데이터 Stream을 얻고 Overhead와 Framing 정보를 분리시킨다.

수신되는 데이터의 Buffering은 도플러 효과들과 데이터 채널의 양끝에 있는 Clock들 사이의 차이를 보상하기 위해 사용되고 Slip Control은 서비스 중단 인식과 Buffer를 Reset하기 위해서 제공된다.

Scrambling은 송신된 신호가 비록 데이터가 없더라도 수신기와 동기시키기 위해서 위상변화를 하도록 사용되어지고 더 많은 동형의 스펙트럼을 발생시키며 CCITT Rec. V. 35에서 규정된 기술을 사용한다.

DMD-4000R 수신기는 위와 같이 IDR에서 기술된 모든 기능들을 제공하고 수신기에 장착되는 User Terrestrial Data Interface Board(위성에서 전송된 신호의 Data rate와 수신기에서 수신하는 Data rate를 동기시키는 카드)는 G.703/E1(2.048Mb/s), G.703/E2(8.448Mb/s), DSX-1(1.544Mb/s), DSX-2(6.312Mb/s)를 포함하는 여러 타입의 표준형을 사용할 수 있다. 또한 수신기 내부에는 1개의 Data Rate Filter Board가 장착되어 있다.

가. 채널 Rate 계산 및 주요 선택사항

(1) Closed Network와 IDR Open Network의 채널 Rate 계산

Closed Network와 IDR Open Network의 운용을 위해서 채널 Rate는 다음과 같이 계산된다.

$$\text{Channel Rate} = (\text{Terrestrial Data Rate} + \text{Overhead}) \div \text{Code Rate}$$

Data Rate Filter Board는 56, 64, 128, 256, 320, 384, 512, 768, 1536, 1544, 1920 그리고 2048 kb/s를 포함한 여러가지 Terrestrial Data Rate들이 이용된다. IDR Structure들은 ESC가 사용되지 않는다면 Overhead를 갖지 않으며 ESC는 1544, 2048, 6312 그리고 8448kb/s

의 Terrestrial Data Rate를 사용할 수 있으며 96kb/s의 고정된 Overhead가 추가된다. Forward error 수정을 위해서 Closed Network Convolutional Code Rate는 $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$ 이며, IDR Code Rate는 항상 $\frac{3}{4}$ 을 사용한다. 실례로 Terrestrial Data Rate가 ESC에서 2048kb/s Code Rate가 $\frac{3}{4}$ 이면

$$\text{Channel Rate} = (2048\text{kb/s} + 96\text{kb/s}) \div \frac{3}{4} = 2858.66\text{kb/s이다}$$

(2) Engineering Service Circuit (ESC) 선택사항

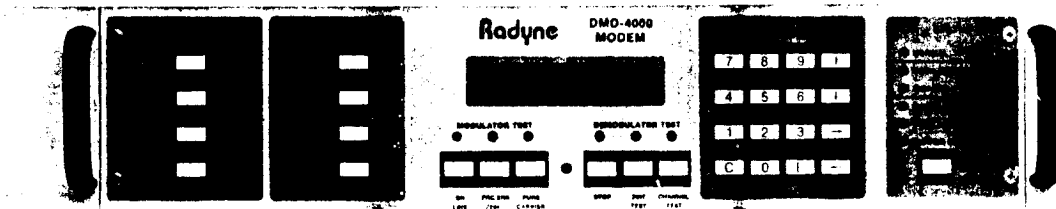
ESC 인터페이스 Board는 ESC-340 Equipment 캐비닛에 장착되는 IDR 운용을 위한 카드이며 ESC-340에는 4개까지 ESC인터페이스 Board를 설치할 수 있다. 앞에서 설명한것과 같이 1.544(T1), 2.048(E1), 6.312(T2) 그리고 8.448(E2)Mb/s의 Information rate를 위해서 IDR 규격은 ESC 96kb/s Overhead 채널과 Maintenance Alarm 규정을 포함한 Overhead 구조를 제안하고 있으며 각 방향으로(총 64kb/s 사용) 2개의 ESC음성채널과 4개의 Forward및 Backward Alarm(총 32kb/s 사용)이 있다. 이러한 Overhead는 96kb/s에 의해서 Data rate가 증가하고 자신의 Frame Alignment 신호에 더하여지며 데이터stream 정보에는 영향을 주지 않는다. 수신채널에 설치되어 있는 ESC Board는 Backward Alarm relay 출력, RS-422 Serial data 출력드라이버, 1과 8KHz Reference clock을 위한 RS-422 드라이버 그리고 G.721 ADPCM 디코더로 구성되어 있다. ADPCM 디코더 출력은 디지털로 제어되는 이득에 의해서, 요구되어지는 레벨로 신호를 증폭한다. ESC 인터페이스 Board는 수신채널 Unit로 부터 96KHz신호(음성, Alarm, Serial 데이터 채널, 출력레벨 정보가 포함됨)를 받아들인다.

(3) Plesiochronous Buffer 선택사항

Plesiochronous Buffer는 도플러 효과를 보상하거나 데이터 채널의 양끝에 있는 Clock 들 사이의 차이를 보상하기 위하여 수신채널에 필요하고 수신기가 IDR로 운영될 시에 사용할 수 있다. Buffer는 전원 인가시, Carrier loss 또는 Buffer Slip이 될때 자동적으로 Re-center되고 Re-centering후 slip은 반복이나 Multiframe의 전체 갯수를 제거함으로써 이루어 진다. T2나 E2 rate에서 IDR 운용을 목적으로한 slip은 Bit Stuffing의 상태가 T2나 E2 rate에서 항상 변하기 때문에 초기 bit의 전체 배수에서 일치하지 않는다. IESS -309 규정을 만족시키기 위해서 Buffer는 8, 16, 32, 64, 128 또는 256kbit중의 하나로 설정할 수 있다. 통상의 운용조건하에서 Buffer는 Halffull 상태로 있어야 한다. 만일 Local과 Remote clock간의 차이가 크다면 Buffer는 Overflow나 Underflow가 될 수 있고 일시적으로 운용이 중지될 수도 있다.

Buffer size가 적합하게 선택이 되고 채널의 기점 및 수신종단에서 Clock이 정확하게 작동하고 있다면 Slip간의 시간간격은 Buffer Under flow나 Overflow 때문에 최소한 40일 이여야 한다.

나. 조작방법



전면판의 왼편에 있는 기능선택 그룹은 수신기를 제어하는데 쓰이고 LCD 하단에 위치한 Demodulator Test 그룹은 Test 모드로 설정하는데 사용한다. "SET"과 같은 기능 선택모드는 적당한 Push button을 누르므로서 입력이 되고 LED는 기능이 동작중일때를 표시하기 위해서 점등된다. 그리고 동작중인 기능 모드에서 빠져 나오기 위해서는 그 Push button을 한번 더 누르면 되고 이때에 LED는 소등된다. 일반적으로 설정한 값을 바꾸기 위해서는 바꾸고자 하는 기능선택 버튼을 누르고 화살표 키(→, ←, ↑, ↓)를 사용하여 커서를 이동한후 새로운 값을 입력시키거나 여러개의 선택사항중 1개를 취하고 "E" key를 누른 다음 "SET" key를 누르므로서 종료된다.

예를 들어 주파수를 바꾼다고 한다면

- ① "FREQ" key를 누른다.
- ② Set 모드를 사용하기 위해서 "SET" key를 누른다.
- ③ 원하는 수신주파수를 입력시키고 "E" key를 누른다.
- ④ Set 모드를 빠져나오기 위해서 "SET" key를 누른다.

(1) 각종 Push button의 동작설명

- o SET : 파라메타 설정과 수신기를 프로그램 하는데 사용되고 눌러 졌을때 Set 모드인 것을 표시하기 위해서 노란색의 LED가 점등된다.
- o MODE : Local 또는 Remote 모드를 선택하는데 사용되고 Local 모드일때는 LOC LED가 Remote 모드일때 REM LED가 점등된다.
- o LAMP TEST : 계속눌려진 상태일때는 수신기 전면판의 모든 LED가 점등되고 LCD에는 현재의 Software버전이 나타난다.

- **FREQ** : 수신주파수를 설정하는 파라메타이고 현재 운용중인 주파수가 표시된다.
- **LEVEL** : 수신 입력 레벨 및 S/N 비를 조사하기 위해서 사용된다.
- **STATUS** : 수신기의 상태(Alarm과 hardware상태)를 표시하기 위해서 사용된다.
- **BUFFER** : 수신기의 Plesiochronous buffer를 제어하기 위해서 사용하는데 Buffer size 선택과 표시, Holding된 데이터의 백분율 그리고 Buffer center를 표시하기 위해서 사용된다.
- **RESET LATCHED ALARMS** : 수신기를 Clear 시키기 위해서 사용된다.
- **STOP** : 2047Test 및 Channel Test모드를 Clear시키기 위해서 사용된다.
- **2047 TEST** : 수신된 2047 Test 패턴과 수신기를 동기시키는 DEMODULATOR 2047Test를 수행시키기 위해서 사용되며 Error counter는 0으로 reset되고 Push button이 Release 되었을때 수신 Error를 count하기 시작한다.
- **CHANNEL TEST** : 수신기 Channel test를 수행시키기 위해서 사용되고 이 Push button이 눌러졌을때는 수신되는 부정확한 데이터 흐름으로부터 탐지된 총 Error의 개수가 LCD에 표시된다.
- **STATUS LED** : 수신기에는 15개의 Indicator들이 있는데 푸른색으로 점등되었을 때에는 정상 운용상태를 표시하고 노란색으로 점등되었을때는 비정상 조건이 발생함을 표시한다. 수신기의 전면판 오른쪽에 위치한 적색 LED는 Alarm condition을 표시하기 위해서 사용하고 Alarm 상태가 제거되지 않는한 계속 적색 LED가 점등되고 있으며 "RESET LATCHED ALARM" Push button이 눌러지면 LED가 소등된다.

(2) 수신제원 선택

- **POWER-UP DISPLAY** : 전원이 인가되었을 때 수신기의 모델번호 및 S/W 버전 이 LCD에 표시되고 Diagnostic test를 수행한다.

DMD - XOOOY Unit Type
Ver z.zz PRESS E

- **NORMAL OPERATIONAL DISPLAY** : 아무런 기능모드가 선택되지 않는 통상의 운용모드 동안에는 특정한 메시지를 위해서 유보되어 있고 Plesiochronous buffer 내의 데이터의 양을 표시한다.

DMD - ZOOOY Unit type
ZZ%

- o REMOTE OR LOCAL MODE 선택 : LOCAL 모드 선택은 수신기의 전면판 기능을 Enable하고 REMOTE port로부터의 명령들을 Disable 한다. LOCAL에서 REMOTE로 혹은 그 반대로의 전환은 "SET" 및 "MODE" key를 누르고 커서가 현재 모드의 첫번째 문자에서 깜빡거리면 "↓" 혹은 "↑" key를 누른후 "E" key와 "SET" key를 눌러서 전환시킨다.

Mode	Comm - Status
Local	No - error

LCD의 Comm-status 부분은 Error메세지를 표시하기 위해서 사용되고 Error가 탐지 되지 않으면 "No-error"가 표시된다.

- o Remote 제원의 표시 및 변경 : Remote port 제원들은 LOCAL 모드일때만 전면판에서 변환시킬 수 있으며 이 제원들의 다음의 Sub-display는 LOCAL/REMOTE 모드 display로 부터 접속된다.
 - Device : Remote 디바이스가 Dumb Terminal 또는 Computer 인지를 표시한다.
 - Baud Rate : Remote port의 baud rate를 1200, 2400, 4800 혹은 9600 Baud rate중 1개를 선택한다.
 - Emulation : Terminal interface의 Type을 선택한다. (ADDS Viewpoint DEC VT-100, etc)
 - ADDRESS : Multi-drop address(32 - 255의 값중 선택)
 - Remote 제원을 확인하기 위해서는 "MODE" key를 누른후 "↓" key를 누른다.

Device	Baud-rate
Terminal	9600

Emulation	Address
DEC VT-100	34

- Remote 제원의 변환은 LOCAL 모드에서 행하여지고 "SET" key를 누른다음 "↑" 나 "↓" key를 사용하여 변환시킨후 "E" 눌러서 Store 시킨다.
- o 운용및 Offset 주파수 표시 및 변경 : "FREQ" pushbutton 은 수신기의 Offset 주파수와 수신주파수를 표시하고 변경하는데 사용된다.
 - 현재의 운용주파수를 알아보기 위해서는 "FREQ" pushbutton을 누르면 되고 이 때에 푸른색 FREQ LED가 점등된다. 수신 주파수를 변경시키기 위해서는 "SET" 및 "FREQ" key를 누르고 원하는 값을 입력시킨후 "E" key를 누르면 되고 입력허용주파수 범위는 2.5KHz Step으로 49.9975MHz에서 90.0025KHz 이다.

Mod - FREQ	DMD - FREQ
69.6625	70.0000

- * 여기서 **Mod-Freq**는 송신주파수로 전파연구소에 설치된 **DMD-4000R QPSK** 수신기에는 빠져있는 옵션이다.
- 수신운용주파수가 표시 되었을때 **Offset** 주파수를 보기위해서는 "**↑**", "**↓**" key를 누르면 되고 이 때에 **Offset** 주파수 및 송신기 **Version** 이 나타난다.
Offset은 **Hz** 단위로 +, -로 표시된다.

Offset-Freq	Modulator
-1239	70MHz

여기서 **Modulator**는 송신기에 설치된 **Hardware**의 **Center** 주파수를 의미하며 전파연구소에 설치된 **DMD-4000R QPSK** 수신기에는 빠져 있는 옵션이다.

- o 입출력 레벨의 선택 및 표시 : "**LEVEL**" pushbutton는 수신기의 입력 레벨 한계 및 **S/N** 비를 표시하기 위해서 사용되고 입력레벨은 -70.0 ~ -10dBm이내 이어야하고 통상 -60~-30dBm이다. **Eb/No**는 3.5~16.0dB이고 운용자가 변경할 수 없다.

Output	Input	Eb/No
Off	-YY · Y	ZZ · Z

입력레벨의 한계를 변경시키기 위해서는 커서를 **Display part**의 "**Input**"에 옮기고 "**↑**", "**↓**" 누른다.

Input	Level	Limit
	- YY · Y	dBm

그러면 위와 같이 **LCD**가 바뀌고 이 때에 -70~-10dBm 사이의 값을 입력시킨다.

- o **STATUS** 제원의 선택 및 표시 : 수신기의 **Variable**들을 선택하고 표시하기 위해서 사용된다. **Variable**들은 다음의 2개의 그룹으로 나누어 진다.
 - Alarms Status
 - Hardware Status

1. Alarm Status
2. Hardware Status

VARIABLE/MASK	DESCRIPTION
Backward Alarm #1 Backward Alarm #2 Backward Alarm #3 Backward Alarm #4	Alarms # 1-4 are relevant to IDR units Only Alarm # 1 is relevant to IBS units Shows status of received and transmitted alarms
Loss Terr Clck	Monitors Loss of Terrestrial Clock
Xmit Synthesizer	Monitors MODULATOR Transmit Synthesizer
Xmit Power	Monitors MODULATOR Transmit Power
Clock Error	Shows status of the selected Clock
Carrier Loss	Shows if DEMODULATOR is detecting a carrier
RAM and ROM Test	Results of internal memory tests
Power Supply <i>Temperature</i>	Status of the DC power supplies
Multiframe Sync	Status of Multiframe Sync
Frame Sync	IBS only - status of Frame Sync

(그림 3.7) Alarm Status Variable

DISPLAYED VARIABLES	DESCRIPTION
Carrier/ Loopback	Status of Carrier Setting of Loopback
Encoding/ Decoding	Setting of MODULATOR encoder Setting of DEMODULATOR decoder
Mo-Spctrm/ Dm-Spctrm	MODULATOR Spectrum (Normal or Inverted) DEMOM Spectrum (Normal or Inverted)
User I/O/ I/O Type	Status of Terrestrial I/O Port Type of Terrestrial I/O Port
Dmd-Filter Data Rate	Shows DEMODULATOR Data Rate Filter rate (up to 4 rates on DMD-3000)
Mod-Filter Data Rate	Shows MODULATOR Data Rate Filter rate (up to 4 rates on DMD-3000)
ESC Ch1,2 Attenuation <i>Dmd-Framing Hardwar</i> <i>Mod-Descrambler</i> IDR or IBS Framing <i>IBS-Scrambler Hardwar</i>	Shows ESC Attenuation Settings (IDR units only) On/off status of MOD & DEMOD Framing
Swp-Delay/ Swp-Bound	Sweep Delay time in seconds (0 - 299.9) Sweep Bound in kHz (1 - 42)
Scrambler/ Descrambler	Setting of MODULATOR Scrambler Setting of DEMODULATOR Descrambler

(그림 3.8) H/W Status Variable

- Alarm status 제원의 선택 및 표시 : "STATUS" key를 누르면 2개의 Status 그룹이 표시되고 이때 "1"을 누르면 Alarm status가 나타난다. "↑" 나 "↓" key를 누르면 다음의 Status가 계속해서 나타난다. 이 각각의 Alarm status는 운용자에 의해서 변경될 수 없으며 Mask가 "Yes"로 설정되어 있으면 ignore 될 수는 있다. Backward Alarm을 제외한 모든 Alarm들은 Alarm status (pass or fail)와 Mask(yes or no)로 선택된 것들이 보여진다.

Backward	Alarm #1
Rcvd : Yes	Send : Yes

IDR version에서는 4개의 Backward alarm이 표시된다.

Loss Terr Clk	Mask
Pass	Yes

Loss of Terrestrial Clock Display

Carrier Loss	Mask
Pass	Yes

Carrier Loss Display

RAM & ROM Test	Mask
Pass	Yes

RAM and ROM Test Display

Power Supplay	Mask
Pass	Yes

Power Supplay Display

Multiframe Sync	Mask
Pass	Yes

Multiframe Sync Display

Mask 설정값을 변경하려면 "SET" key를 누른후 "↑" 또는 "↓" Key를 사용하여 "Yes"나 "No"로 변경후 "E" key를 누른다. 그 다음에 다시한번 "SET" key를 눌러서 Set모드를 빠져 나온다.

- o Hardware status 제원의 선택 및 표시 : "STATUS" key를 누르면 2개의 Status 그룹이 표시되고 이때 "2"를 누르면 Hardware status가 나타난다. 이후 "↑" 나 "↓" key를 누르면 다음의 status들이 나타나는데 전파연구소에 설치된 DMD-4000R 수신기에는 없는 옵션이다.

Carrier	Loopback
On	Enabled

Modulator Carrier & Loopback Status Display

- Modulator encoder 및 Demodulator decoder를 설정하는 것으로 Absolute encoding/decoding은 통상 test시에 사용된다.

Encoding	Decoding
Diffem	Diffem

Encoding/Decoding Display

- QPSK 변복조를 위한 P, Q 채널의 극성을 선택하는 것으로 Close Network에서는 "Normal"로 Open Network에서 "Inverted"로 설정한다.

Mo-Spctrm	Dm-Spctrm
Normal	Normal

MODULATOR/DEMODULATOR 스펙트럼 display

- User Terrestrial Data Interface의 형식 및 상태를 보여주는 것으로 왼쪽부분(User I/O)은 Interface의 사용여부를 표시하는 것이고 오른쪽부분(I/O Type)은 User Terrestrial Data Interface의 형식을 보여준다.

User I/O	I/O Type
Enable	G/703/T2

- MODULATOR 및 DEMODULATOR의 Data Rate Filter의 형식을 보여준다.

Mod-Filter	Data Rate
NONE	

(DMD-4000R 수신기에는 없는 옵션임)

Dmd-Filter	Data Rate
ES(IDR-1)	6,408

(ES는 order code이고 IDR은 서비스 종류를 나타내는 것임)

- IDR 서비스의 수신기는 다음의 2가지 Status가 2개의 수신측 ESC 채널 Test Level Point(TLP) 지정 (-5~+10dBm)에 관한 정보로서 제공된다.

ESC Channel 1 TLP RX : -5dBm

ESC Channel 2 TLP RX : -5dBm

- IDR과 IBS 서비스의 수신기는 다음의 2가지 Status가 Framing를 제어하기 위해서 표시된다. Display부의 왼쪽부분은 Framing 사용여부를 표시하고 오른쪽 부분을 Hardware에 의해서 지정된 실제조건을 표시한다.

Mod-framing Hardware Disable(IDR) off

Dmd-framing Hardware Enable(IDR) off

- Sweep delay는 Carrier loss후에 Sweep boundary 값에 의해서 지정된 Sweep 주파수 대 이외에서, Sweep하는 신호와 재접속하기 전에 대기하는 시간이며 범위는 0.1초에서 299.9초이다. 또한 Sweep boundary는 수신기의 신호 Acquisition 범위를 설정하는 것이며 이 값으로 Carrier주파수의 상,하 주파수대를 1KHz의 간격으로 1KHz에서 42KHz까지 설정할 수 있다.

Swp-Delay Swp-Bound
0.5Sec 42KHz

- CCITT V.35 Descrambler의 상태를 보여준다.

V35-Dscramblr Hardwr
Enable On

- IBS 서비스의 Scrambler 상태를 보여준다.

IBS Scrambler Hardwr
Disable V.35

- o Plesiochronous Buffer 용량의 지정 및 표시 : Buffer의 백분율을 표시하는 %Full 아래에 나타난 값은 현재 Holding된 데이터의 양을 의미한다.

% Full	Press "C"
50	To center

- o Buffer의 설정된 값을 변경시키기 위해서는 "SET" key를 누른후 "↑" 나 "↓" key를 눌러서 원하는 값으로 바꾼후 "E" key와 "SET" key를 눌러서 변경 시킨다.

Clock	Kbits	Msec
bypass	256	42

- Clock source는 External Reference(Ext Ref), Transmit (Xmit) 또는 Bypass로 설정할 수 있으며 Buffer는 8, 16, 32, 64, 128 또는 256Kbits의 데이터를 Hold 하도록 설정할 수 있고 nsec의 display부는 자동으로 설정된다.
- Buffer는 "BUFFER"와 "C" key를 누름으로서 Buffer에서 선택한 Buffer size의 중앙으로 초기화할 필요가 있으며, Buffer size가 중앙으로 초기화되면 Buffer내의 데이터는 새로운 데이터를 수신할 수 있도록 Clear 된다.
- 수신기 입력단자의 Read Data Input Line(RD)로부터 수신된 데이터는 Buffer에서 지정한 Capacity의 반이 될때까지 Buffer내에 Hold가 되고 그 이상이 되면 Buffer 밖으로 수신된 첫번째 데이터부터 통과시키기 시작한다.
- 통상의 운용조건하에서는 Buffer는 Halffull 상태로 운용된다. 만일 Local과 Remote clock간에 커다란 차이가 발생한다면 Buffer는 Overflow나 Underflow가 되어 Buffer Slip 상태가되고 수신이 일시 중지된다. 이때에 BUFFER SLIP LED는 적색으로 점등 되고 Buffer는 자동으로 Buffer size 중앙으로 Reset 된다.

(3) 수신기 기능시험 Pushbutton

o STOP

- 이 Pushbutton은 2047test 및 Channel test 모드를 중지시킬때 사용하고 푸른색 LED가 점등되었을때는 통상의 운용모드중이라는 것을 표시한다.

o 2047 TEST

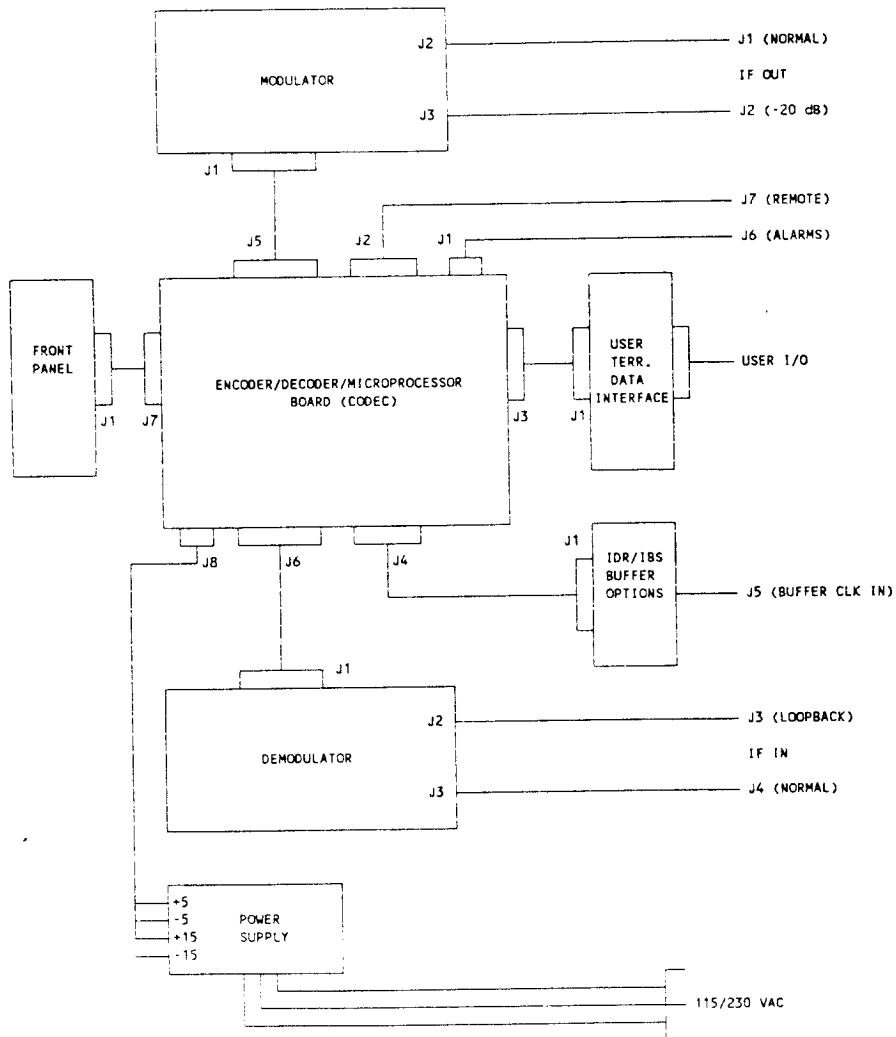
- 수신된 2047test 패턴과 수신기를 동기시키는 2047test를 수행시키기 위해서 사용된다. Error counter는 0으로 Reset되고 "2047 test" push button이 Release 되었을때 수신된 Error들을 계수하기 시작한다. 그리고 Counter는 그 값이 999.999에 달할때 까지 계수하고 그 이후에는 Hold 한다.

2047 TEST ERROR CNT
XXX.XXX

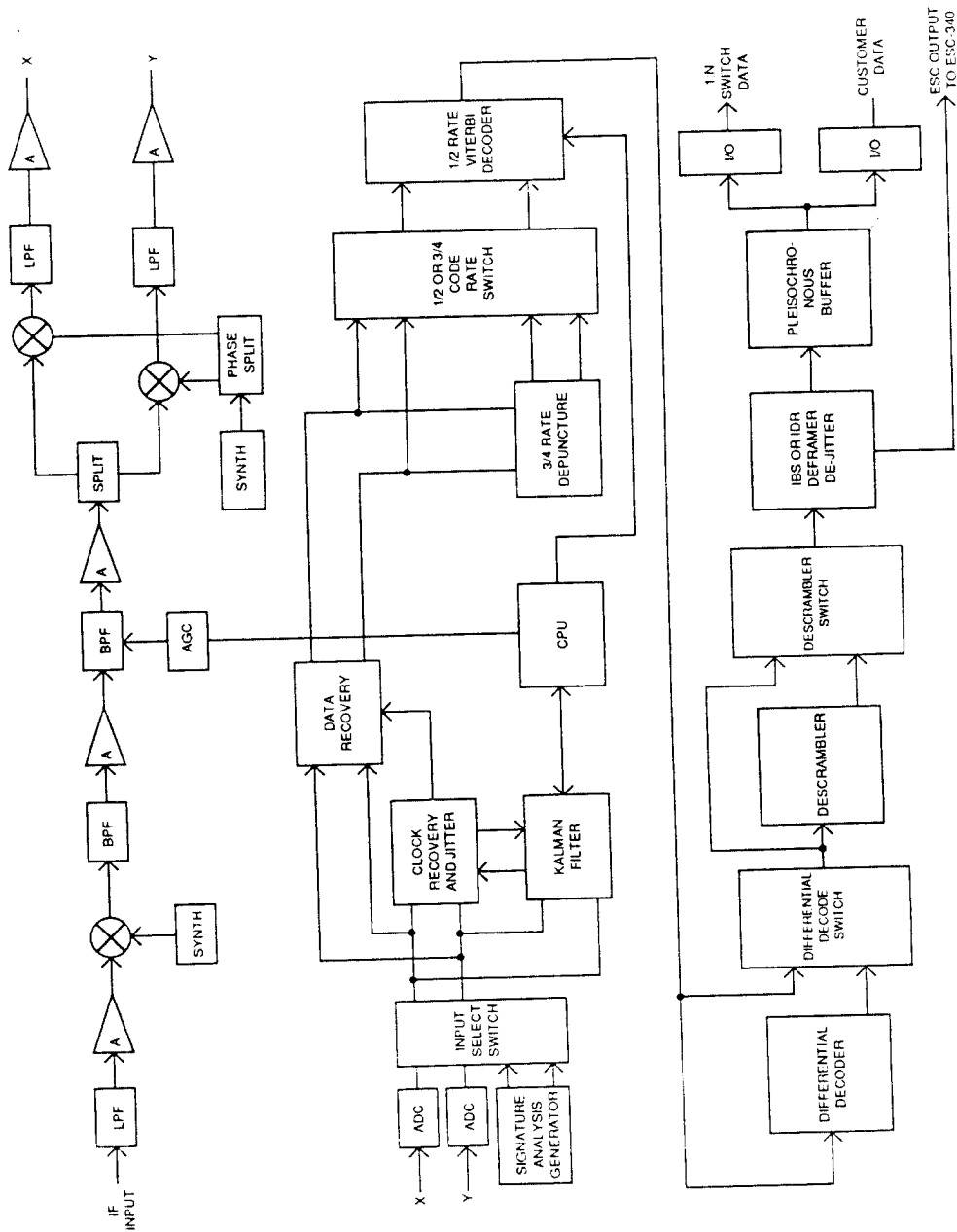
o CHANNEL TEST:DEMOULATOR Channel test를 수행하기 위해서 사용되며 Error counter는 0으로 Reset 된다. 그리고 이 Pushbutton이 Release되면 수신된 Error들을 계수하기 시작한다. LCD에는 수신되는 부정확한 데이터 흐름으로부터 발견된 Error들의 전체계수가 누적되면서 표시된다. 그러면서 수신기는 수신을 계속하면서 이 모우드가 통상의 운용에 방해를 주지 않을때까지 데이터를 수신 한다.

CHAN TEST ERROR CNT
XXX.XXX

- Error counter는 999.999에 도달할때까지 계속 계수하고 그 이후에는 Hold 된다.



(그림 3.9) DMD-4000R Block Diagram



(그림 3.10) 수신채널 Block Diagram

다. H/W 구조

(1) 개 요

o Demodulator Board는 안테나로 부터의 IF 70MHz를 받아 들여서 필터링한 후 새로운 IF 280MHz로 주파수 변환후 내부 증폭기 및 이득제어 회로로 보내어 진다. 주파수 변환된 신호는 둘로 나누어 지고 위상도 분리되며 이 신호들이 복조된다. 그 다음 필터링되고 증폭되며 CODEC Board상의 Decoding 회로로 전송 되기전에 디지털화 된다.

o User Terrestrial Interface Board는 운용자의 I/O 데이터, Clock 그리고 TTL level상에서 Handshaking 신호를 변환한다.

o IDR/IBS Framing Unit Board는 인텔셋규정에 관련된 수신데이터 Format이며 IBS Board는 Plesiochronous Buffer가 포함되어 있다.

(2) 송신채널

전파연구소에 설치된 DMD-4000R에는 설치되어 있지 않은 Option임

(3) 수신채널

o 수신기 후면판넬 J4에 10m ϕ 안테나로 부터의 IF 70MHz를 입력시키며 입력허용 Carrier 주파수는 50-180MHz이다.

o 복조및 관계되는 기능들은 Demodulator Board에서 수행되고 Baseband 기능들은 CODEC Board에서 수행된다.

(4) 수신채널 회로의 개요(그림 3.10 참조)

o 10m ϕ 안테나로 부터의 IF 70MHz 는 수신기 후면의 J4에 입력되고 그 신호는 200MHz Cut off 특성을 갖는 Low pass filter(LPF)를 통과하게 되는데 먼저 입력신호는 Filter와 증폭기를 거친후 IF 280MHz로 주파수 변환 시키기 위한 320-470MHz Sweeping synthesizer의 출력과 Mix 되고 다시 Filter 및 증폭기를 거친후 2way splitter로 입력된다.

o 2개로 나뉘어진 신호는 2개의 Balanced mixer에 각각 공급되고 또한 90도 Hybrid phase splitter는 2번째 Synthesizer 출력을 취해서 2개의 Balanced mixer의 Local oscillator 입력단에 공급한다.

o Mixer들의 2개의 Quadrature채널 출력은 LPF를 경유하고 Video 증폭기를 통해서 증폭된 다음 6bit A/D 변환기에 의해서 디지털화 되고 이 디지털화된 6bit P, Q 신호들은 CODEC Board로 입력된다.

o 이들 6bit 신호들은 위상과 주파수 추적 정보를 얻기 위해서 CODEC Board 상에 있는 kalman 필터에 의해서 처리되는데 그 주파수 정보는 마이크로프로세서에 의해서 읽혀진다.

o Viterbi Decoder에 있는 Forward Error Correction 회로는 수신된 bit흐름에서 Error를 수정한다.

o IDR모드에서 수정된 데이터 흐름은 Descrambler와 Differential decoder가 Scrambler와 Differential encoder의 영향을 없애는 IDR Framing/Deframing 모듈에 공급되고 원래 데이터신호는 저장되며 Baseband 신호에서는 IDR Overhead 정보를 추출하고 이 신호는Overhead framing 신호가 위치하는 IDR Synchronizer를 통해서 진행된다.

o Backward Alarm들은 마이크로 프로세서를 통과하고 Alarm들과 ADPCM 음성신호들은 Serial data stream으로 포맷되며 ESC 인터페이스 Board로 전송된다.

o Baseband 신호는 Dejittering FIFO Buffer로 전송되고 데이터는 Plesiochronous buffer에 입력된다.

o Plesiochronous buffer는 Doppler 효과 및 Reference가 drift 되는 것을 보상하기 위해서 제공되며 최대 64kbit의 용량과 Clock 선택시스템을 갖고 있다.

FREQUENCY TUNING:

Range	50 to 180 MHz
Resolution	2.5, 22.5 or 25 kHz

DATA RATES: 48 kbits/s to 10.000 Mbits/s
(field changeable)

RECEIVER INPUT:

Impedance	75 Ohms
Connector	BNC - A or B input selectable
Return Loss	-20 dB minimum
Sensitivity	-45 dBm \pm 15 dB
Spectrum	Intelsat IESS-308/309 compatible
Modulation	QPSK
Max. Aggregate Power	-10 dBm

ACQUISITION:

Offset Freq Range	\pm 42 kHz programmable in 1 kHz steps down to \pm 10 kHz
Min. Es/No Threshold	1 dB
90% probability of lock time	< 2 Sec for data rate \geq 512 kbits/s < 10 Sec for data rate < 512 kbits/s
Bit Timing	\pm 100 ppm (parts per million)

DECODER:

Type	IESS-308/309 compatible, Viterbi
Rate	1/2 and 3/4 rate
Constraint Length	K = 7

GUARANTEED BER PERFORMANCE:

<u>E_b/N₀</u>	<u>UNCODED</u>	<u>1/2 RATE</u>	<u>3/4 RATE</u>
4.2	7.5E-3	1.0E-3	
4.7	5.0E-3	1.0E-4	
5.3	3.0E-3		1.0E-3
6.1	1.5E-3	1.0E-6	
7.2	3.0E-4	1.0E-8	
8.3	5.0E-5		1.0E-7
8.8	2.0E-5		1.0E-8

DESCRAMBLER: CCITT V.35

(Table 3.2) DMD - 4000R 수신제원

4. SCPC 수신기(1100-PCDR)

SCPC(Single Channel Per Carrier) 수신기는 고품질 오디오의 FM 변조 캐리어들을 수신하고 처리할 수 있으며 입력 허용 주파수는 50-90MHz이다. 수신기의 주파수 동조는 10KHz 스텝으로 수신기 전면판의 Thumb wheel 스위치의 조작으로 인한 마이크로 프로세서에 의해서 수행되며 Carrier indicator LED가 깜빡거릴때는 Carrier가 수신되지 않는 상태를 의미하고 깜빡거리지 않고 지속적으로 점등되어 있을때에는 정상적으로 Carrier가 수신되고 있다는 것을 의미한다.

오디오 Processing은 De-emphasis로 전환할 수 있는 2:1과 3:1 Expander 회로로 구성되고 De-emphasis는 25 μ sec 스텝으로 0에서 75 μ sec중에서 선택할 수 있다.

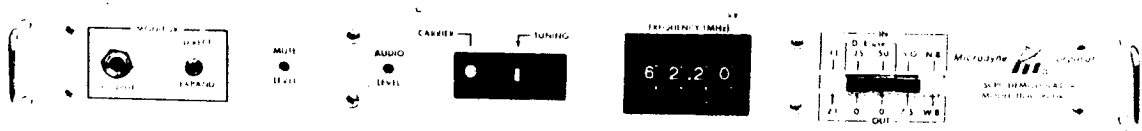
가. 운용절차

- 1) 전원 스위치를 켜다.
- 2) J2 단자에 10m ϕ 안테나로 부터의 IF 70MHz를 입력 시킨다.
- 3) 수신기 전면판 Thumb wheel 스위치를 사용하여 70MHz에 동조시킨다.
- 4) Carrier LED가 지속적으로 점등하고 Tuning LED가 지속적으로 가운데에서 점등할때까지 MUTE Control을 조정한다.
- 5) 적당한 레벨로 Audio 이득을 조정한다.
- 6) 전면판 포맷 스위치를 사용해서 대역 (광대역/협대역), De-emphasis (0, 25, 50, 75 또는 조합으로) 그리고 Companding(2:1 또는 3:1) 타입을 선택한다.
- 7) 협대역 모드를 사용할 때는 저역통과필터(5KHz 또는 7.5KHz)를 선택한다.

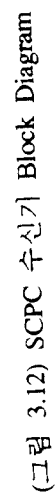
나. 각종 Indicator 및 제어 기능

- 1) Audio level : Audio 출력을 4~18dBm까지 조절할 수 있다.
- 2) Mute level : 주파수 동조시 Carrier LED와 Tuning LED를 보면서 조정한다.
- 3) Monitor Direct/Expand : 토글스위치로서 Audio출력을 직접 모니터로 보내거나 외부 Audio 신호단자로 보낸다.
- 4) Carrier : 깜빡거리는 것은 Carrier loss 상태를 의미하고 지속적으로 점등되었을 때는 정상적으로 Carrier가 수신되고 있음을 표시한다.
- 5) Tuning : 자동주파수제어(AFC) 동조 표시기
- 6) Frequency : 10KHz 간격으로 주파수를 선택한다.
- 7) Audio Expander : 눌러져 있을때는 3:1, 눌러져 있지 않을때에는 2:1로 Audio Expander가 선택된다.

- 8) De-emphasis : 2개의 pushbutton의 조합으로 De-emphasis를 선택한다.
Left switch in, right out = $25\mu\text{sec}$
Right switch in, left out = $50\mu\text{sec}$
Both switches in = $75\mu\text{sec}$
Both switches out = $0\mu\text{sec}$
- 9) Audio Cutoff Filter :눌려져 있을때는 5KHz 눌려져 있지 않을때에는 7.5KHz가 선택된다.
- 10) Bandwidth :눌려져 있을때는 협대역, 눌려져 있지 않을때에는 광대역이 선택된다.



(그림 3.11) 1100-PCDR SCPC 수신기 전면판



5. FM/FDM 수신기(R70 - MF4)

R70-MF4 수신기는 FM/FDM(Frequency Division Multiplex) 및 AM/Pulse 신호를 수신할 수 있으며 IF이득, AGC 그리고 4개의 IF 필터를 선택할 수 있는 기능이 내장되어 있다. 또한 AM, FM 그리고 비디오 출력을 분리시키기 위해서 다음의 3가지 IF 모니터 출력단이 구비되어 있다.

- o 70MHz prefilter 출력단 : 40MHz IF 대역폭
- o 70MHz post-filter 출력단 : 1.25 - 36 MHz IF 필터 대역폭
- o 160MHz prefilter 출력단

가. 운용절차 및 방법

(1) Remote/Local 제어

R70-MF4 수신기는 "Local/Remote" 선택스위치는 없으나 Local/Remote 상태("L" 또는 "R")는 Display판넬에 표시된다.

(2) Audio Control

o 스테레오 헤드폰 Jack 및 AM과 FM 출력을 선택할 수 있는 스위치가 수신기 전면판에 설치되어 있으며 볼륨으로서 0에서 10mw까지 음량을 조절할 수 있다.

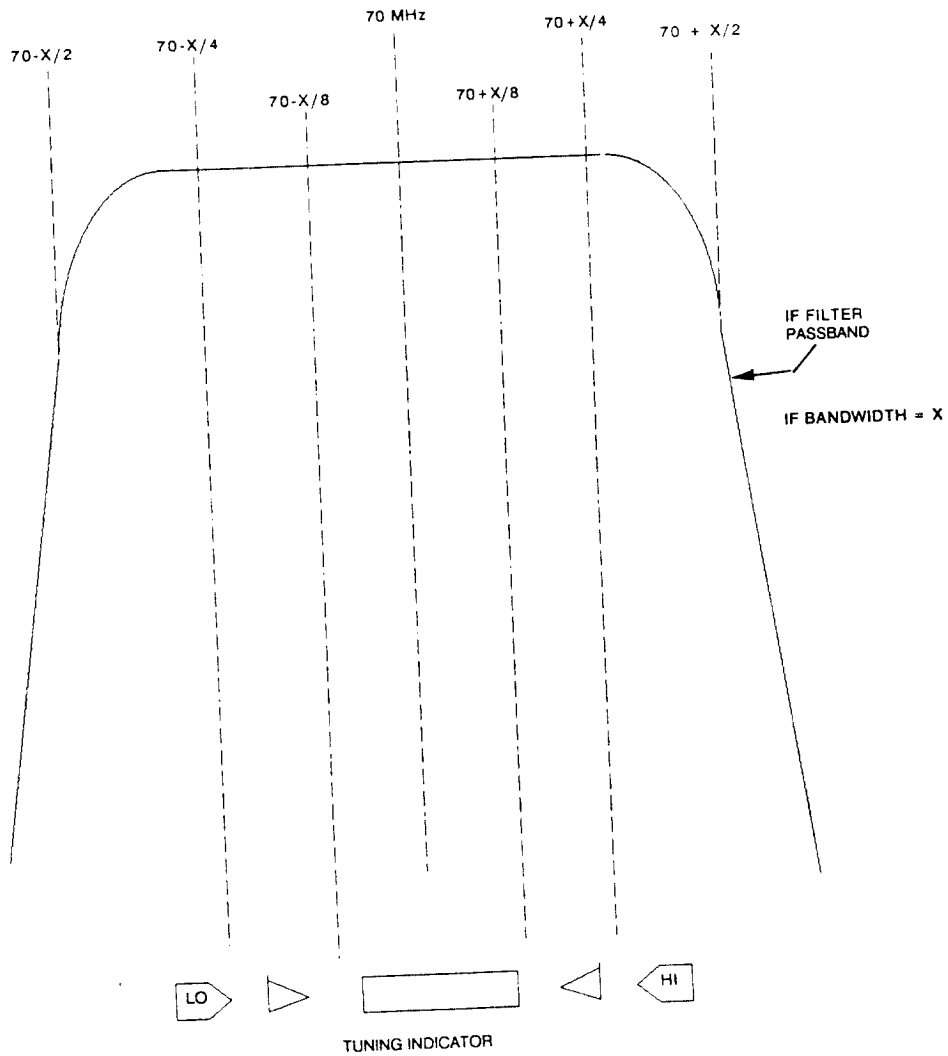
o AM/FM Video Gain : 10번 회전할 수 있는 Potentio meter가 수신기 전면판에 설치되어 있으며 이들 출력이 수신기 뒷면의 J9와 J10에서 출력된다.

(3) 신호레벨 표시

Keypad의 오른쪽 신호 레벨에서는 입력 신호 레벨을 Bargraph로 나타내며 AGC 모드일때 신호레벨은 Bargraph의 점등된 길이로서 표시한다. 또한 MGC 모드일때는 Bargraph의 1개의 부분만 점등되며 이 점등된 부분을 Manual gain으로서 "MGC"라고 표시된 부분과 일치시키면 수신기는 입력신호가 -10dB에서 최적의 운용상태로 된다.

(4) Tuning 지시기 표시

Tuning indicator에는 5개의 표시부분이 있으며 이 표시기는 수신되는 주파수가 수신기 통과 대역에서 얼마나 편이되었는지를 나타낸다. (그림 3.13참조)



(그림 3.13) Tuning Indicator Display

(5) Restart/Preset

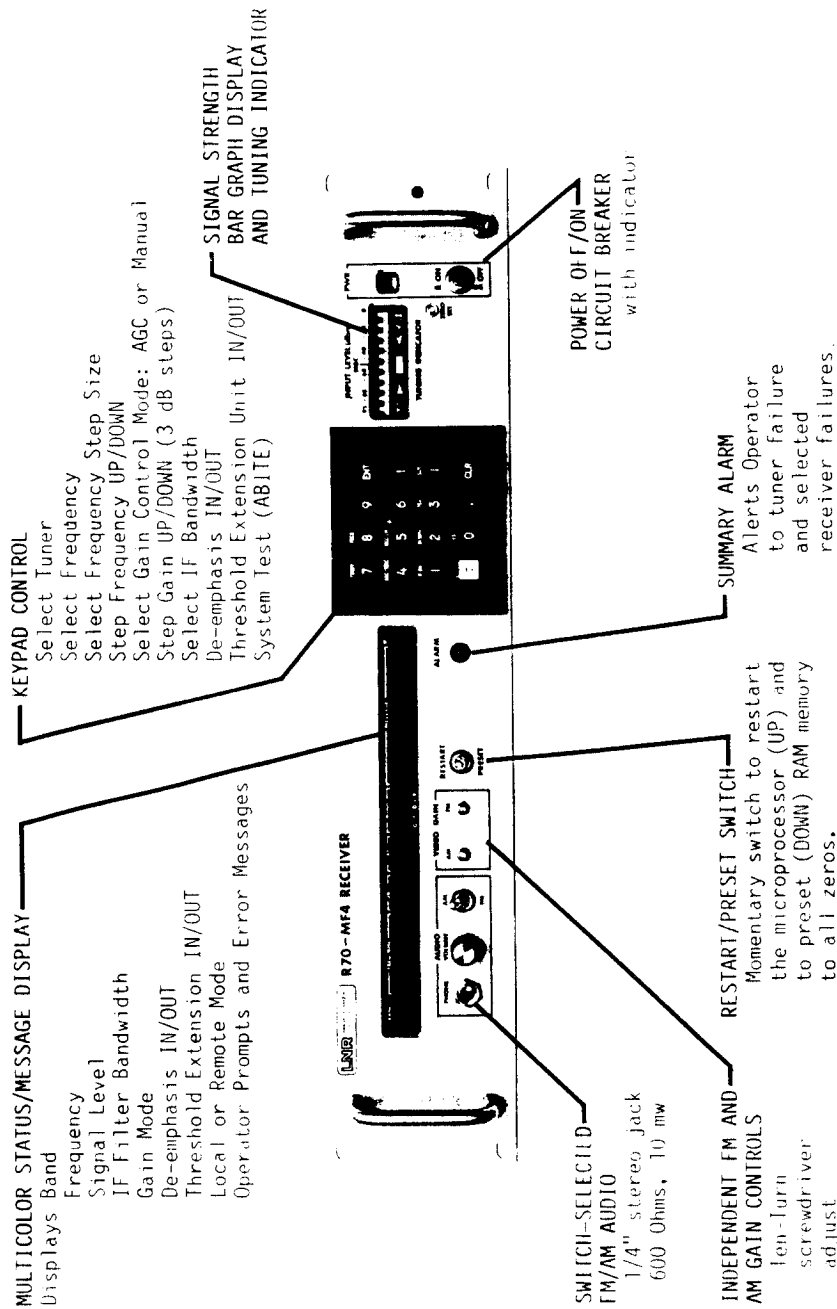
Restart 스위치를 누르면 수신하고 있는 파라메타에 영향을 미치지 않으나 Preset 스위치를 누르면 마이크로프로세서 RAM을 완전히 Clear 시켜서 수신할 파라메타들을 다시 지정해야 한다.

(6) Keypad 조작법

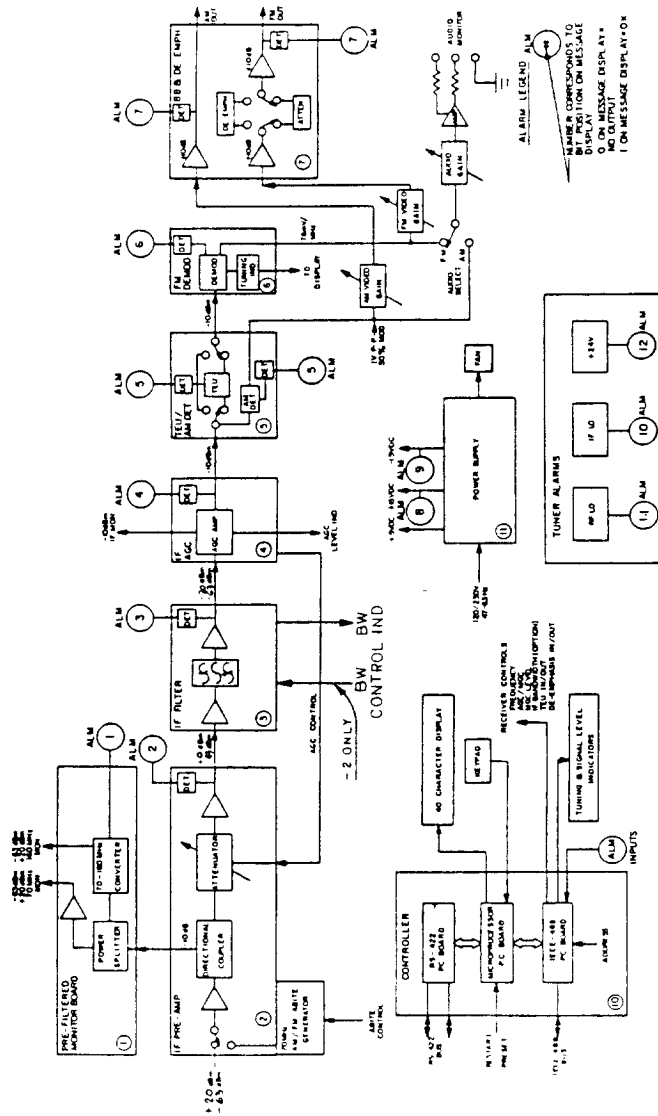
- TUNER, FREQ, "↑", "↓"는 사용하지 않는다.
(10m ϕ 안테나로 부터 IF 70MHz만 수신하므로 Tuner 및 주파수는 수신기에서 지정할 필요가 없다.)
- AGC/MGC : AGC 또는 MGC를 선택하는 토글 스위치
- TEU : Threshold in/out 스위치
- DEMPH : De-emphasis in/out 스위치
- IF BW : IF 대역폭 선택 (1, 5, 20, 30MHz 또는 Bypass)
- CLR : Error 제거
- TEST : 수신기 Test

(7) Tuning Indicator 0 set

수신기 전면판 "Tuning Indicator 0 set"은 수신주파수 70MHz에서 Tuning Indicator가 중앙으로 오도록 조정하기 위해서 20번 회전할 수 있는 Potentiometer이다.



(그림 3.14) R70-MF4 FM/FDM 수신기 전면판

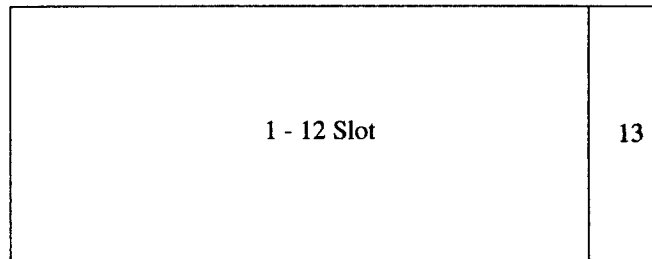


(그림 3.15) R70 - MF4 FM/FDM 수신기 Block Diagram

6. Multiplex(DTL 7300)

DTL 7300 시스템은 CCITT 권고에 따라서 12 ~ 2540 KHz대의 1 ~ 612 FDM (Frequency Division Multiplex) 채널로 구성되어진 시스템이며 그림과 같이 12개의 Slot 에 각각 1개의 Plugin 채널모뎀을 갖고 13번째 Slot에는 Optional synchronization 유니트, 그룹 Pilot 제네레이터 또는 -48 ~ -24 VDC 변환기가 설치될 수 있으나 현재 전파연구소에는 빠져 있는 Option 이다.

이렇게 설치되어 있는 채널 모뎀은 독립적으로 프로그램되어 있고 VF XMT(Voice Frequency 송신)와 M lead signaling을 적당한 HF (High Frequency)신호로 바꾸고 또한 HF RCV(High Frequency 수신) 신호를 VF RCV(Voice Frequency 수신)와 E lead signaling 으로 변환시킨다.



그리고 각 채널 모뎀에 할당된 특이사항은 Shelf 안쪽하단에 채널 및 그룹과 슈퍼그룹 할당 사항이 기재되어 있다.

가. 주요 구성부분

(1) Shelf/Backplane

각각의 Shelf들은 13개 Slot들과 연결단자를 갖고 있는 Backplane을 포함하고 있으며 VF, Signaling, HF, Synchronization, Alarm, Power와 Ground를 외부에서 연결할 수 있도록 되어있다.

(2) Combiner

Combiner board는 송신과 수신 Baseband간의 혼성된 HF 레벨을 필터링하고 지정하는 회로를 구비하고 있으며 기본적으로 6개 Shelf(72 채널)들까지 조합하기 위한 회로를 포함한다.

61에서 240채널을 사용하는 DTL 7300 시스템은 2개의 Hybrid 카드(송신용 및 수신용)가 장착된 Combiner board가 설치되어 있고 240채널이 넘는 경우에는 송신용 HF Combiner를 위한 1RU Hybrid 판넬어셈블리 및 수신용 HF 분배기능을 위한 Hybrid 판넬어셈블리를 사용하고 Combiner board는 사용하지 않는다. 전파연구소에 설치된 DTL 7300 multiplexer는 12shelf×12채널, 총 144채널이 설치되어 있으며 송신부분은 설치되어 있지 않다.

(3) Hybrid card

61에서 240채널을 사용하는 DTL7300 시스템은 송신과 수신양쪽에 1개의 Hybrid가 사용되며 Hybrid 카드는 각각 60채널까지의 4개의 HF multiplex 단자와 접속할 수 있다. 또한 1개의 HF 단자는 72채널(6개 shelf)까지 수용할 수 있도록 확장시킬 수도 있다.

(4) Hybrid 판넬

240채널 이상을 사용하는 DTL7300 시스템은 통상 HF 필터링, 레벨지정, 그리고 Combining/Splitting을 위한 1 Ru Hybrid 판넬 어셈블리를 사용하고 Hybrid 판넬은 각각 60채널까지 10개의 HF Multiplex 단자와 접속할 수 있다.

나. 운용동작 개요

DTL7300 Multiplex 시스템의 채널용량은 사용되는 Shelf 어셈블리 수에 따라서 결정되는데 기본적으로는 12개 채널 shelf가 내장되어 있고(전파연구소 시스템) 6개 Shelf까지는 Hybrid가 없어도 시스템에 접속할 수 있다. Combiner Board에 Hybrid가 설치되어 있는 시스템에는 240개 채널까지도 사용할 수 있다.

(1) 변조방법

(그림 3.16)은 채널모뎀에서 수행되는 2가지 절차의 변조기술에 대해서 설명한 것이다. 각 채널 모뎀은 0-4KHz VF 입력(왼쪽)을 송신측방향으로 HF Baseband 4KHz slot(오른쪽)쪽으로 전송하고 HF RCV baseband가 나타나는 동일한 4KHz slot를 선택하며 원래의 0-4KHz VF신호가 복조된다. 비슷한 방법으로 채널 모뎀상의 M lead state는 전송된 3825Hz 톤처럼 XMT HF라인에 나타나고 HF RCV 상에서의 전송된 3825Hz 톤은 채널 모뎀상에서 복조되고 E lead state 처럼 나타난다.

(전파연구소에 설치된 DTL7300시스템에는 송신부가 시설되어 있지 않다.)

(2) 복조방법

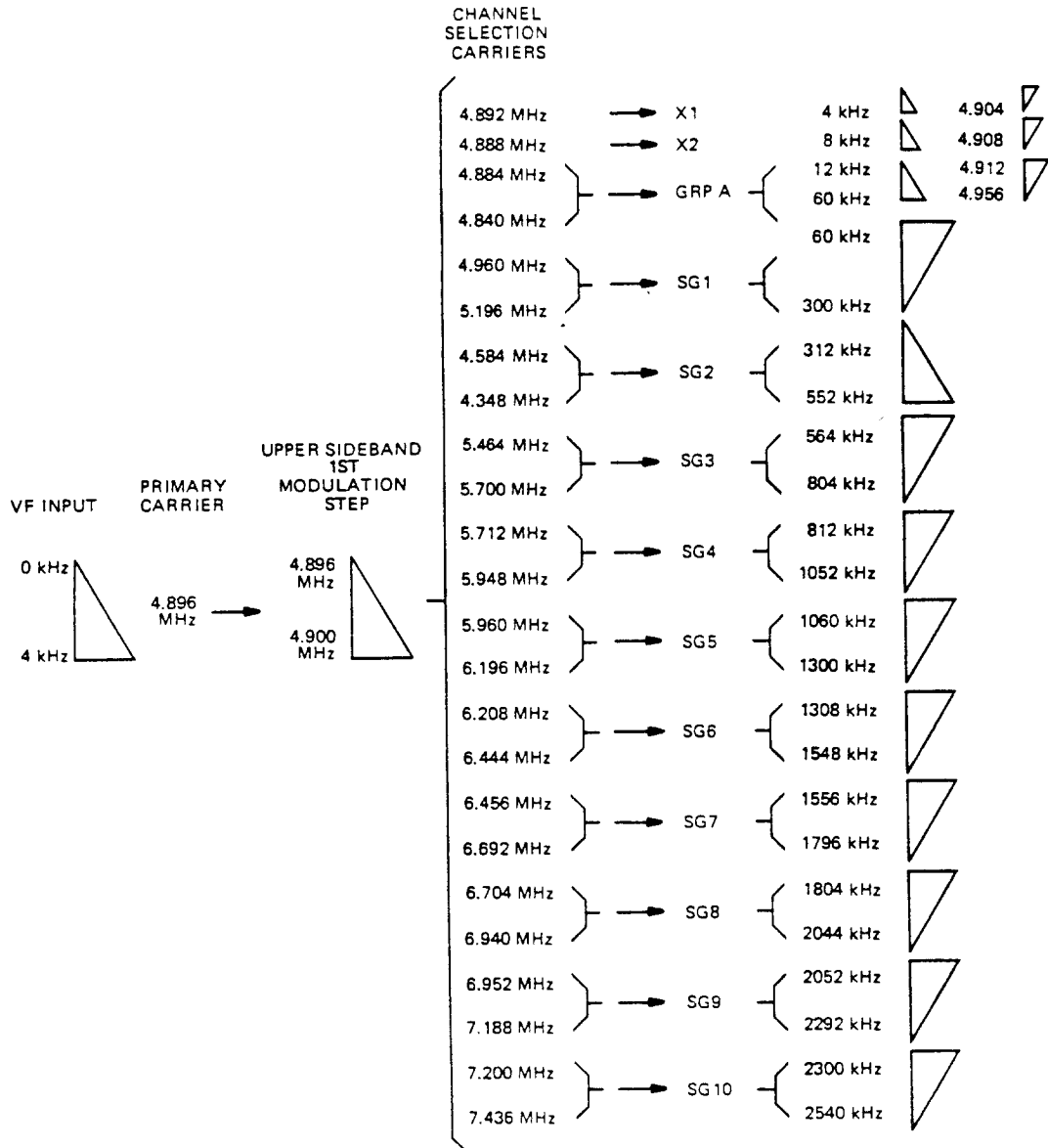
최종 출력단은 Combiner의 HF RCV 입력단과 결합된 Transformer이며 이러한 신호의 레벨조정을 위해서 감쇄기를 선택할 수 있게 되어 있다. Lowpass 필터에서는 불필요한 주파수를 제거할 수 있으며 Hybrid가 사용되지 않는 경우의 필터의 출력은 Hybrid 카드의 입력단에서 최대 6개 shelf까지 직접 연결하고, Hybrid 카드가 사용되는 경우의 출력단은 각각 최대 5개 shelf 블럭을 제공한다. 그리고 1개의 HF단은 최대 6개 shelf들까지 확장시킬 수 있다.

(3) 시스템 동기방법

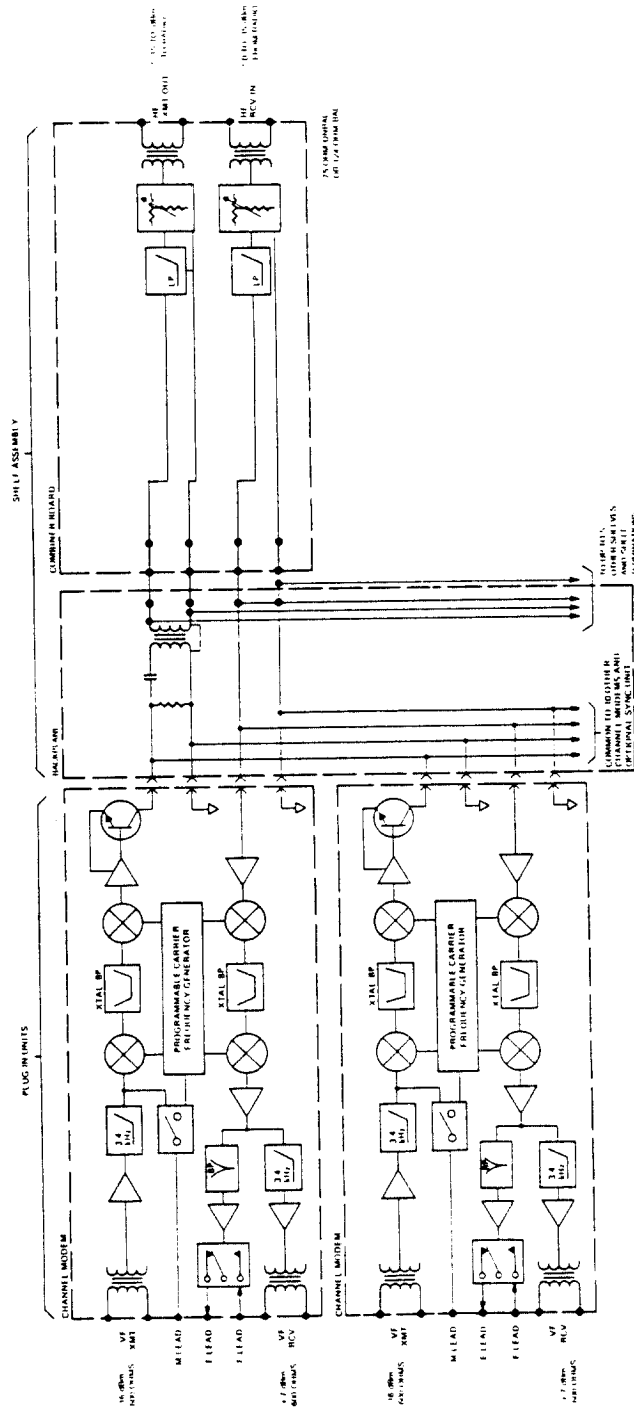
각 채널 모뎀은 내부 동기 모드에서 운용할 수 있고 이러한 운용방법으로는 하나의 채널 종단은 Master로서 선택되고 다른 하나는 Slave로서 선택된다. 3825Hz Out-of-band signaling 톤은 Master가 busy 상태를 표시할 때 사용하고 Slave유니트는 동기 Pilot 신호로서 사용한다.

(4) 시스템 Alarm

DTL7300 Multiplex shelf 내의 plug-in 유니트들은 Alarm 출력을 갖고 있고 모든 Alarm 출력들은 서로 결선되어 있다. 통상적인 운용모드하에서 Alarm lead는 open circuit이고, 하나 또는 그 이상의 유니트에서 Alarm이 발생하면 -20V의 DC 전압이 Alarm state에 나타난다.



(그림 3.16) DTL7300 Multiplex 변조방법



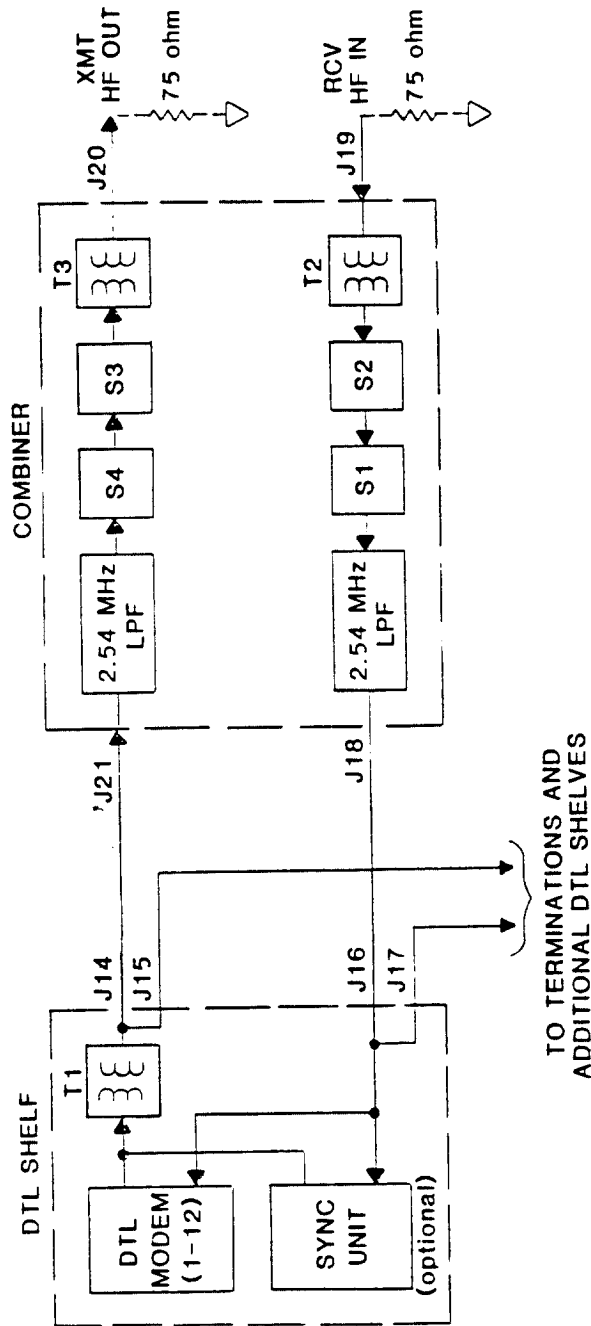
(그림 3.17) DTL7300 Multiplex Block Diagram

(5) VF와 Signaling

모든 VF와 Signaling은 Backplane P1, P2, P3에 접속시킬 수 있으며 스탠다드 24 pin male 콘넥터가 사용된다. 여기서 P1은 VF RCV 콘넥타, p2은 VF XMT 콘넥타 그리고 P3는 E/M Signaling 콘넥타이다. 그리고 채널 Slot간의 Pin 접속관계는 다음과 같다.

Shelf Channel Slot Position	P1: VF RCV R1, T1 (Ring, Tip)	P2: VF XMT R, T (Ring, Tip)	P3	
			M	E
1	1, 13	1, 13	1	13
2	2, 14	2, 14	2	14
3	3, 15	3, 15	3	15
4	4, 16	4, 16	4	16
5	5, 17	5, 17	5	17
6	6, 18	6, 18	6	18
7	7, 19	7, 19	7	19
8	8, 20	8, 20	8	20
9	9, 21	9, 21	9	21
10	10, 22	10, 22	10	22
11	11, 23	11, 23	11	23
12	12, 24	12, 24	12	24

Table(3.3) 채널 Slot 간의 Pin 접속관계



NOMINAL LEVELS

ALL MEASUREMENTS AT 75 OHMS,
BRIDGING. S1, S2, S3, S4 = 0dB

- J21: -14.5 dBm
- J20: -15.0 dBm
- J19: -35.0 dBm
- J18: -35.5 dBm

(그림 3.18) DTL7300 Multiplex HF Block 및 레벨 Diagram

(6) HF 수신종단

HF RCV 콘넥타 J16과 J17은 모든 Slot의 HF 수신단에 직접 연결하고 이 경우에 75오옴의 시스템 임피던스에 정합시키기 위해서 75오옴 BNC 터미날이 사용된다. 또한 보정 Capacitance는 Table 3.4에서 보여준 채널 모뎀의 형식에 따라서 75오옴 터미날과 함께 사용된다.(그림 3.18 , 3.19 참조)

NUMBER OF SHELVES	065-1857 065-2307 065-2381 CHANNEL MODEMS	TERMINATION PART NUMBER	065-2795 CHANNEL MODEMS	TERMINATION PART NUMBER
1	75 ohm // 390 pf	091-7871-07	75 ohm // 560 pf	091-7871-06
2	75 ohm // 270 pf	091-7871-08	75 ohm // 390 pf	091-7871-07
3	75 ohm // 120 pf	091-7871-09	75 ohm // 270 pf	091-7871-08
4	75 ohm	287-0085-01	75 ohm // 120 pf	091-7871-09
5	75 ohm	287-0085-01	75 ohm	287-0085-01
6	75 ohm	287-0085-01	75 ohm	287-0085-01

(Table 3.4) 채널 모뎀형식

(7) HF 필터링

XMT HF와 RCV HF 모두는 Combiner Board에서 필터되고 XMT HF 2.54MHz Lowpass 필터는 C11 ~ C17과 L4 ~ L6에 의해서 수행되고 RCV HF 2.54MHz Lowpass 필터는 C2 ~ C7과 L1 ~ L3에 의해서 수행된다.

(8) HF 레벨 선택

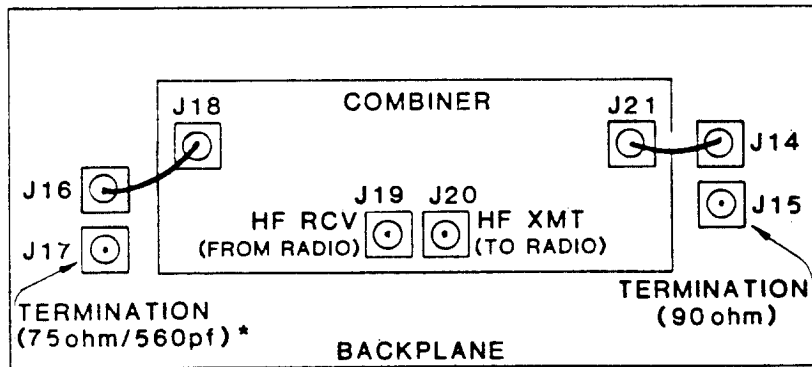
S1과 S2는 복합된 HF RCV 레벨을 S3과 S4는 복합된 HF XMT 레벨을 선택하기 위해서 사용하며 이 모두는 0.25dB 간격으로 0에서 33.75dB까지 감쇄를 줄수 있는 감쇄기가 설치되어 있다.(그림 3.18 참조)

(9) HF 임피던스 선택

T2와 T3는 Baseband RCV 와 XMT HF단을 연결시키는 임피던스 매칭 Transformer 이고 J19와 J20은 안테나와 결선되는 75 오옴 BNC 콘넥타 이다.(그림 3.18 참조)

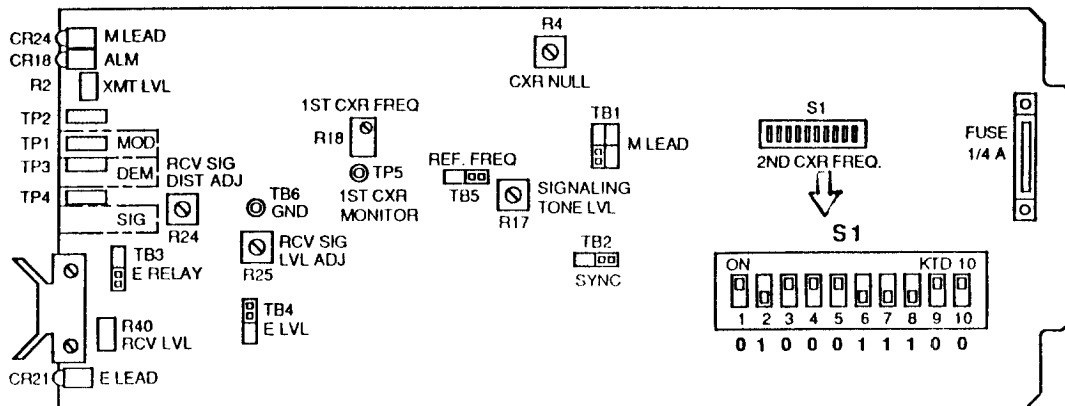
(10) HF 결선방법

(그림 3.19)는 단일 shelf(12개 채널) HF 결선방법을 설명한 것으로 J20에서 통상 HF XMT 레벨은 채널당 -15dBm이며 J19에서 HF RCV 레벨은 채널당 -35dBm이다.



(그림 3.19) Shelf 후면

(11) 채널 모뎀의 Carrier 주파수 조정법



(그림 3.20) 전파연구소에서 설치된 수신전용 (065-2795 형식) 채널모뎀

* 채널 모뎀은 S1 스위치의 위치에 따라서 채널 선택 차트에서 Baseband 주파수, CXR (크리스탈)주파수, 3825KHz Signaling 주파수 및 1KHz Test톤 주파수를 찾을 수 있다.

순서	절 차	비 고
1	Extender 카드를 사용하여 shelf 안에 채널 모뎀을 삽입	Loop 모드로 하기 위해서 loopback extender 카드를 S1과 S2에 설치하고 TB2의 Strap을 A,B로 이동
2	주파수 카운터로서 R18을 조정해서 $4896000 \pm 1\text{Hz}$ 가 출력되는지 TP5에서 측정	
3	TB2를 원래의 위치로 이동	

(12) 채널 모뎀의 레벨 조정

순서	절 차	비 고
1	20dB loopback 감쇄를 위해서 S3와 S4를 조정	
2	1KHz, -16dBm, 600옴 테스트톤을 채널모뎀의 VF XMT에 삽입	
3	FSV를 TP1과 TP2에 연결	FSV를 75옴 Bridging 모드로 설정
4	FSV를 Test하는 채널의 HF Test톤 주파수에 동조	
5	$-15.0 \pm 0.1\text{dBm}$ 을 갖도록 채널모뎀의 VF XMT POT를 조정	통상적인 XMT Test톤 레벨
6	Jackfield나 채널 모뎀상에 있는 적당한 strapping 으로 M Lead(XMT Signaling)을 맞추	M Lead LED가 점등
7	FSV를 HF Signaling 주파수에 동조시키고 $-35.0 \pm 1\text{dBm}$ 이 되는지 확인	$-35.0 \pm 1\text{dBm}$ 이 넘으면 XMT Signaling Pot를 조정
8	E Lead LED가 점등되는지 확인	

순서	절 차	비 고
9	Loopback 감쇄기 S3와 S4를 조정해서 27dB가 되도록 조정	E Lead LED가 점등
10	Loopback 감쇄기 S3와 S4를 조정해서 33dB가 되도록 조정	E Lead LED가 소등

* FSV : Frequency Selective Voltmeter

(13) Carrier 발진기

채널 모뎀은 2개의 Carrier 주파수를 사용하는데 첫번째 Carrier 발진기에서는 첫 번째 송신변조기 및 두번째 수신복조기에서 발생하는 4896KHz의 주파수를 만들고 두 번째 Carrier 발진기에서는 두번째 송신변조기 및 첫번째 수신복조기에서 발생하는 4 KHz 간격의 4348 ~ 7436KHz의 프로그램할 수 있는 주파수를 만든다.

* DTL7300 채널 모뎀은 공장에서 사전에 조정되었기 때문에 현지에서의 조정은 특별한 경우를 제외하고는 제한된다.

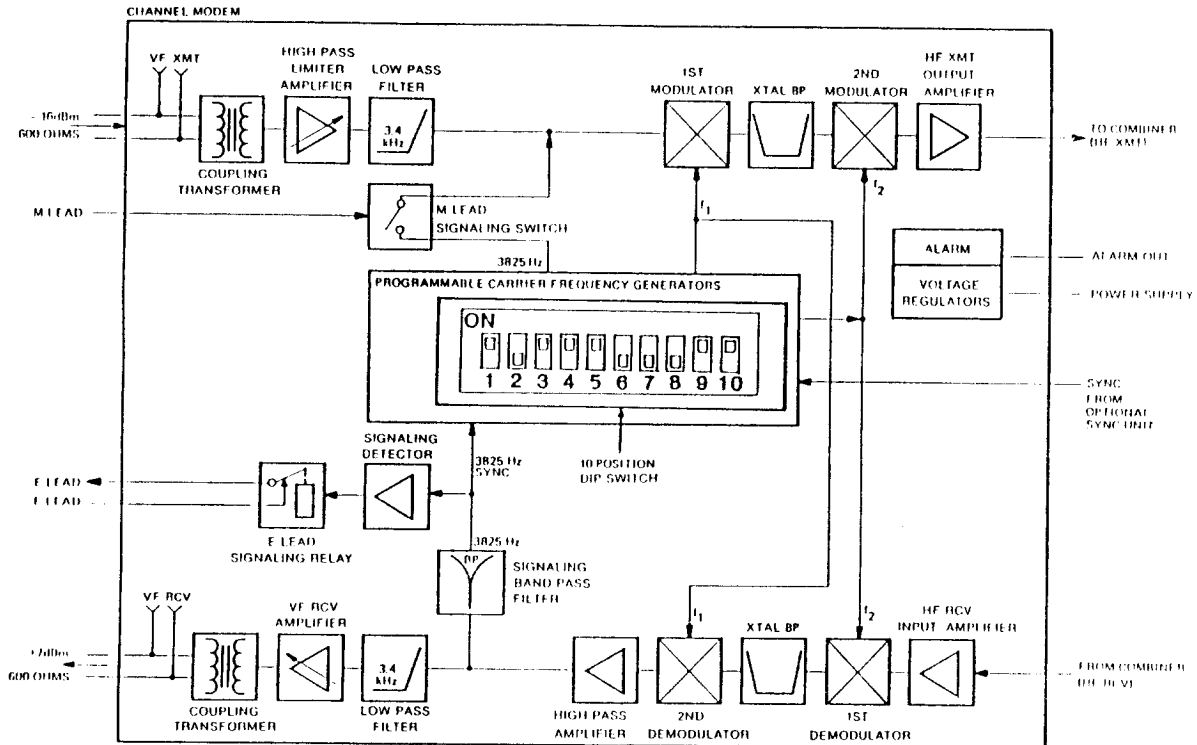
다. 수신절차

1에서 634의 전체 채널을 수신하는 Baseband는 HF RCV 입력 증폭기로 입력되고 통상의 Test톤 레벨은 75옴에서 -35.5dBm이다. HF RCV 입력 증폭기는 HF RCV 신호를 충분히 증폭시키고 다른 채널 모뎀들로 부터 분리시킨다. 첫번째 수신 복조기는 프로그램할 수 있는 두번째 Carrier 주파수 f2에서 운용하고 이 출력은 4896 ~ 4900KHz 크리스탈 Bandpass 필터에 입력된다.

이 필터는 원하는 4KHz baseband 채널만 선택하고 나머지는 제거시킨다. 두번째 수신 복조기는 이 단일 Sideband 중간주파수를 0 ~ 4KHz VF range으로 변환시키고 이 VF 신호는 Highpass 증폭기를 통해서 증폭되고 Signaling bandpass 필터는 Highpass기능을 추가해서 약간 낮은 주파수를 증폭시키며 3.4KHz lowpass 필터는 이 채널과 조합된 3825Hz Signaling톤을 제거시키고 원하는 채널 대역폭만을 통과시킨다.

VF RCV 증폭기로 VF RCV 레벨을 조정하고 Coupling Transformer는 채널 모뎀의 Active 소자와 외부 VF RCV와를 격리시킨다. Singnaling톤은 Signaling bandpass 필터 입력단에 나타나고 이 필터는 3825Hz 톤만 선택하고 VF는 제거하며 E Lead 릴레이를 제어하는 Signaling탐지기에 보내진다.

F Lead는 E Lead 릴레이가 Close 상태일때를 표시한다.



(그림 3.21) 채널모뎀 Block Diagram

(전파연구소에 설치된 채널 모뎀은 송신부분은 설치되어 있지 않음)

전파연구소 제50호, 1993년 연구보고서

CCITT CHANNEL		WECO U600 CHANNEL	BASE BAND FREQUENCY		CXR FREQ	PROGRAMMING SWITCH SETTING 0 = ON POSITION										3825 Hz SIGNALING FREQUENCY	1 kHz TEST TONE FREQUENCY
SGI	GRI	CHI	0 kHz	4 kHz	kHz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	kHz	kHz
	G1		4	8	4892	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	7.825	5
	G2		8	12	4888	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	11.825	9
A	1		1	12	16	4884	1	0	1	0	0	0	1	1	0	15.825	13
	2		2	16	20	4880	0	0	1	0	0	0	1	1	0	19.825	17
	3		3	20	24	4876	1	1	0	0	0	0	1	1	0	23.825	21
	4		4	24	28	4872	0	1	0	0	0	0	1	1	0	27.825	25
	5		5	28	32	4868	1	0	0	0	0	0	1	1	0	31.825	29
	6		6	32	36	4864	0	0	0	0	0	0	1	1	0	35.825	33
	7		7	36	40	4860	1	1	1	1	1	1	0	1	0	39.825	37
	8		8	40	44	4856	0	1	1	1	1	1	0	1	0	43.825	41
	9		9	44	48	4852	1	0	1	1	1	1	0	1	0	47.825	45
	10		10	48	52	4848	0	0	1	1	1	1	1	0	1	51.825	49
	11		11	52	56	4844	1	1	0	1	1	1	0	1	0	55.825	53
	12		12	56	60	4840	0	1	0	1	1	1	0	1	0	59.825	57
B	1	BG	1	108	104	5004	1	1	0	0	0	1	1	1	0	104.175	107
	2		2	104	100	5000	0	1	0	0	0	1	1	1	0	100.175	103
	3		3	100	96	4996	1	0	0	0	0	1	1	1	0	96.175	99
	4		4	96	92	4992	0	0	0	0	0	1	1	1	0	92.175	95
	5		5	92	88	4988	1	1	1	1	1	0	1	1	0	88.175	91
	6		6	88	84	4984	0	1	1	1	1	0	1	1	0	84.175	87
	7		7	84	80	4980	1	0	1	1	1	0	1	1	0	80.175	83
	8		8	80	76	4976	0	0	1	1	1	0	1	1	0	76.175	79
	9		9	76	72	4972	1	1	0	1	1	0	1	1	0	72.175	75
	10		10	72	68	4968	0	1	0	1	1	0	1	1	0	68.175	71
	11		11	68	64	4964	1	0	0	1	1	0	1	1	0	64.175	67
	12		12	64	60	4960	0	0	0	1	1	0	1	1	0	60.175	63
1	1	1	1	1	1	1	300	296	5196	1	1	0	0	1	0	296.175	299
	2		2	296	292	5192	0	1	0	0	1	0	0	0	1	292.175	295
	3		3	292	288	5188	1	0	0	0	1	0	0	0	1	288.175	291
	4		4	288	284	5184	0	0	0	0	1	0	0	0	1	284.175	287
	5		5	284	280	5180	1	1	1	1	0	0	0	0	1	280.175	283
	6		6	280	276	5176	0	1	1	1	0	0	0	0	1	276.175	279
	7		7	276	272	5172	1	0	1	1	0	0	0	0	1	272.175	275
	8		8	272	268	5168	0	0	1	1	0	0	0	0	1	268.175	271
	9		9	268	264	5164	1	1	0	1	0	0	0	0	1	264.175	267
	10		10	264	260	5160	0	1	0	1	0	0	0	0	1	260.175	263
	11		11	260	255	5156	1	0	0	1	0	0	0	0	1	256.175	259
	12		12	256	252	5152	0	0	0	1	0	0	0	0	1	252.175	255
1	2	1	2	1	2	1	252	248	5148	1	1	1	0	0	0	248.175	251
	2		2	248	244	5144	0	1	1	0	0	0	0	0	1	244.175	247
	3		3	244	240	5140	1	0	1	0	0	0	0	0	1	240.175	243
	4		4	240	236	5136	0	0	1	0	0	0	0	0	1	236.175	239
	5		5	236	232	5132	1	1	0	0	0	0	0	0	1	232.175	235
	6		6	232	228	5128	0	1	0	0	0	0	0	0	1	228.175	231
	7		7	228	224	5124	1	0	0	0	0	0	0	0	1	224.175	227
	8		8	224	220	5120	0	0	0	0	0	0	0	0	1	220.175	223
	9		9	220	216	5116	1	1	1	1	1	1	1	0	0	216.175	219
	10		10	216	212	5112	0	1	1	1	1	1	1	0	0	212.175	215
	11		11	212	208	5108	1	0	1	1	1	1	1	0	0	208.175	211
	12		12	208	204	5104	0	0	1	1	1	1	1	0	0	204.175	207

(Table 3.5) 채널 선택 Chart

7. FSK수신기(1280A)

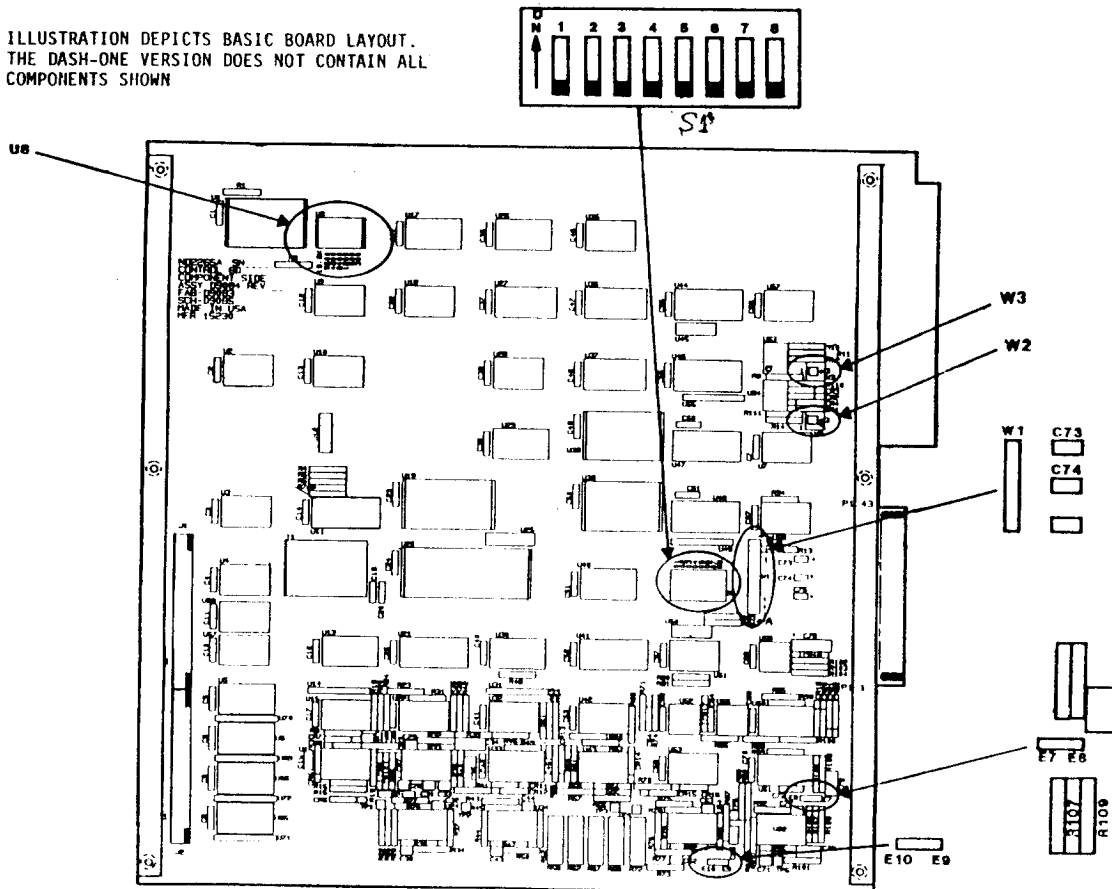
1280A FSK(Frequency Shift Keying)시스템은 마이크로 프로세서에 의해서 제어되고 모뎀, 변조기 또는 복조기처럼 사용할 수 있으나 전파연구소에 설치된 시스템은 수신전용으로 설계되어 있으며 60~200Hz 편이된 FSK모드 및 60~2000Hz 편이된 FEK 모드에서 운용할 수 있다. 그리고 Baud rate는 1200까지 선택할 수 있고 입력주파수는 300 ~ 3000Hz이다.

가. 주요구성 부분

1280A FSK 수신기는 Control Board와 Demodulator Board로 구성되어 있다.

(1) Control Board

NOTE: ILLUSTRATION DEPICTS BASIC BOARD LAYOUT.
THE DASH-ONE VERSION DOES NOT CONTAIN ALL
COMPONENTS SHOWN



(그림 3.22) 1280A FSK 수신기 Control Board

o 원격제어를 위한 Baud rate는 (그림 3.22)에서 보여준 U8의 Jumper를 조정함으로서 이루어지는데 현재 9600으로 설정되어 있다.

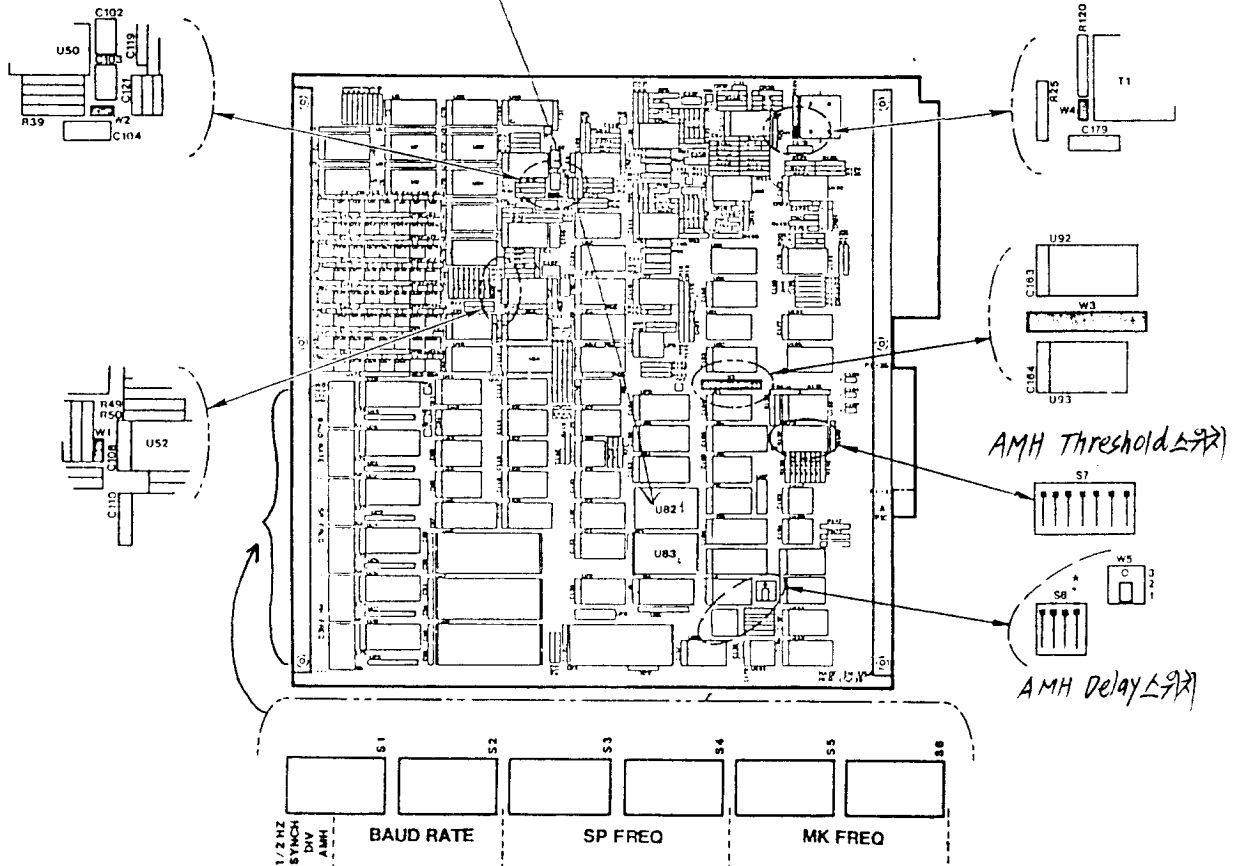
o 원격제어를 위한 Address는 (그림 3.22)에서 보여준 S1 스위치를 선택함으로서(01 - 08까지) 설정할 수 있으며 이 스위치는 1대의 Controller로서 여러대의 1280A FSK수신기를 제어할 때 사용한다. (전파연구소는 "01"로 설정되어 있으며 1대의 FSK 수신기만 설치되어 있다.)

o (그림 3.23)에서 보여준 Jumper들은 다음과 같이 운용을 하기 위해서 제공되어 졌다.

Jumper	Position	사 양
W2	1-2	원격출력 중단
W3	1-2	Busy 출력 중단
W2	2-3	원격 출력을 중단하지 않음
W3	2-3	Busy 출력을 중단하지 않음
E7-8	Normally Installed	} Filter feedback, removed for filter adjustment only.
E9-10	Normally Installed	

(2) Demodulator Board

선택되지 않음



(그림 3.23) 1280A FSK 수신기의 Demodulator Board

o AMH (Auto Mark Hold) Threshold 스위치 : AMH Threshold 레벨은 저속 및 고속에서 운용을 하기 위하여 (그림 3.23)에서 보여준 S7 스위치로 선택한다.

Low	Speed	With Feature 002			
		Lowspeed	High Speed		
Side 1	= -18 dBm	Slide 1	= - 0dBm	Slide1	= - 2±3dBm
" 2	= -21 "	" 2	= - 6 "	" 3	= -10±3 "
" 3	= -24 "	" 3	= -12 "	" 5	= -16±3 "
" 4	= -27 "	" 4	= -18 "	" 7	= -21±3 "
" 5	= -30 "	" 5	= -24 "		
" 6	= -33 "	" 6	= -30 "		
" 7	= -36 "	" 7	= -36 "		
" 8	= -39 "	" 8	= -42 "		

*현재 S7은 4로 설정되어 있음

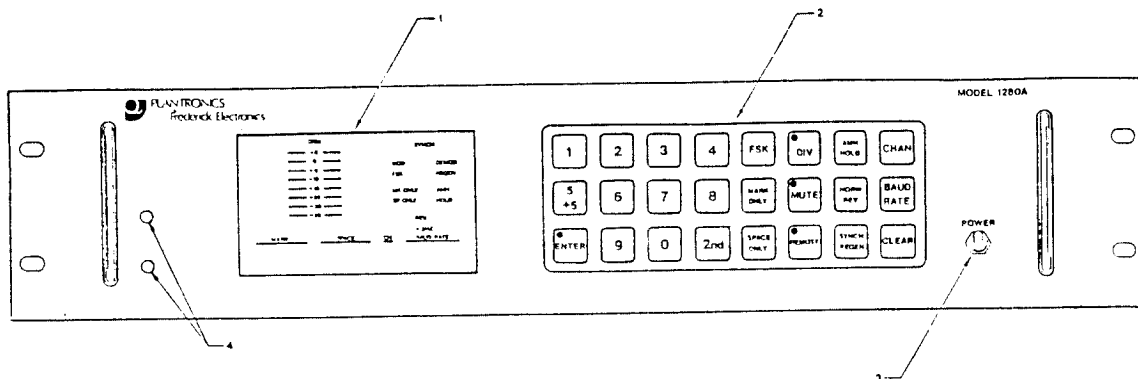
o AMH Delay 스위치 : (그림 3.23)에서 보여준 AMH delay 스위치 S8은 AMH Threshold가 입력된 AMH를 초과한 경우 다음의 지연시간중의 1개의 시간을 설정하게 한다.

Slide all off = 5초 지연
 " 1 on = 4초 지연
 " 2 " = 3초 지연
 " 3 " = 2초 지연
 " 4 " = 1초 지연

o Jumper 및 옵션사항

Jumper	In	Out	결과
W1	X		filter로 변환, 고장진단시 절체하라
W2	X		"
W3	X		Test probe 접지
W4	X		600옴 입력 임피던스
W5	2-3		Carrier loss탐지

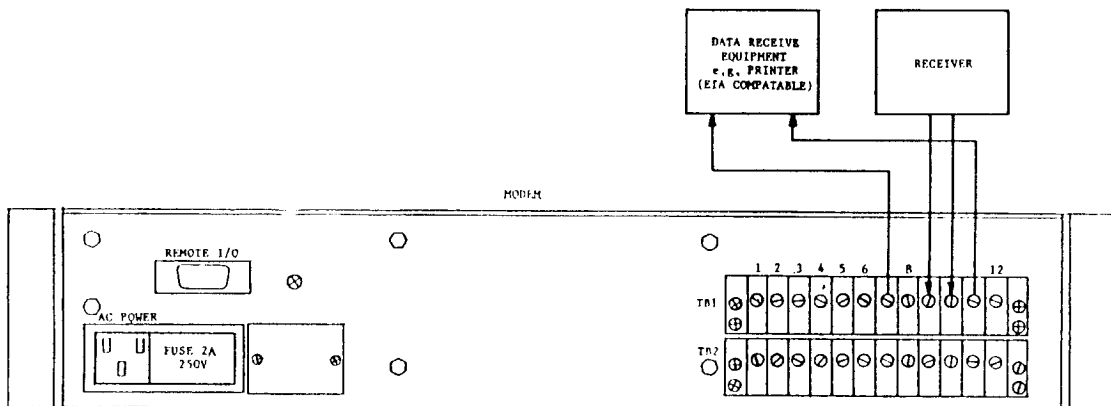
나. 전면 및 후면 판넬의 파라메타 설정



(그림 3.24) 1280A FSK 수신기 전면판

(1) Display Element

- MARK Bar 그래프 : Mark tone 입력신호 레벨이 dBm으로 표시
- SPACE Bar 그래프 : Space tone 입력신호 레벨이 dBm으로 표시
- SYNCH : 점등될때는 Synchronous 모드 채널을, 소등될때는 Asynchronous 모드 채널을 표시
- MOD : 채널이 변조기임을 표시
- DEMOD : 채널이 복조기임을 표시
- MK ONLY : 채널이 Mark only 모드임을 표시
- SP ONLY : 채널이 space only 모드임을 표시
- AMH : Auto Mark Hold가 선택되었음을 표시
- HOLD : 채널이 Hold상태(준비상태)임을 표시
- REV : 채널 출력이 Reverse 극성임을 표시
- +.5Hz : 채널 주파수들이 1/2 증가분을 선택함을 표시
- BAUD : 선택된 Baud rate를 표시
- CH : 선택된 채널이 하나 또는 둘인지를 표시(전파연구소에 설치된 1280A FSK 수신기는 단일 채널임)
- SPACE : Space 톤 주파수를 표시하는 4개의 digit를 표시
- MARK : Mark톤 주파수를 표시하는 4개의 digit를 표시
- FSK : FSK가 선택됨을 표시
- REGEN : 재생되는 데이터 모드가 선택됨을 표시



(그림 3.25) 1280A FSK 수신기 후면판넬

(2) Keypad

- CHAN X : 채널을 선택하고 제어한다.(X=1 또는 2로 설정할 수 있으나 전파연구소에 설치된 1280A FSK 수신기는 단일 채널이므로 1로 지정)
- AMH/HOLD : AMH나 HOLD를 선택, 2nd는 HOLD 기능 선택
- DIV : 다이버시티 기능 선택 (사용하지 않음)
- FSK : 200Hz 주파수 편이된 FSK 기능 선택(200Hz 이상이 선택될때는 자동적으로 FEK 모드가 선택된다.)
- BAUD RATE : 4자리 숫자로 구성되는 Baud rate 선택
- NORM/REV : Normal 또는 Reverse 출력 극성 선택
- MUTE : MUTE 기능 선택(사용하지 않음)
- MARK/ONLY : 4자리 숫자로 구성되는 선택된 채널의 Mark톤 주파수 선택(Hz로 표시) 2nd는 선택된 채널을 Mark only 모드로 설정
- CLEAR : "ENTER" key를 누르기 전에 지정된 모든 파라미터를 제거한다.
- SYNCH/REGEN : Synchronous 또는 Regenerated data 모드 선택
- SPACE/ONLY : 4자리 숫자로 구성되는 선택된 채널의 Space톤 주파수 선택(Hz로 표시) 2nd는 선택된 채널을 Space only 모드로 설정
- 2nd : Keypad의 두번째 기능설정 키
- 5/+.5 : 2nd는 Mark 또는 Space 주파수들의 증가분을 1/2Hz로 선택

(3) 후면판 TB1의 구성

TB1은 채널 1의 단자이고 TB2는 채널 2의 단자이다.(TB2는 사용하지 않음)

T B 1 단 자 번 호	입 출 력 신 호
1	사용하지 않음
2	사용하지 않음
3	Data Mid-Bit 샘플
4	Carrier 탐지
5	Undetected MARK
6	Undetected SPACE
7	RS-232-C Data 출력
8	MIL-188-C Data 출력
9	Balanced Audio 입력
10	Balanced Audio 입력
11	Ground Audio 입력
12	Ground Audio 입력

다. 운용방법

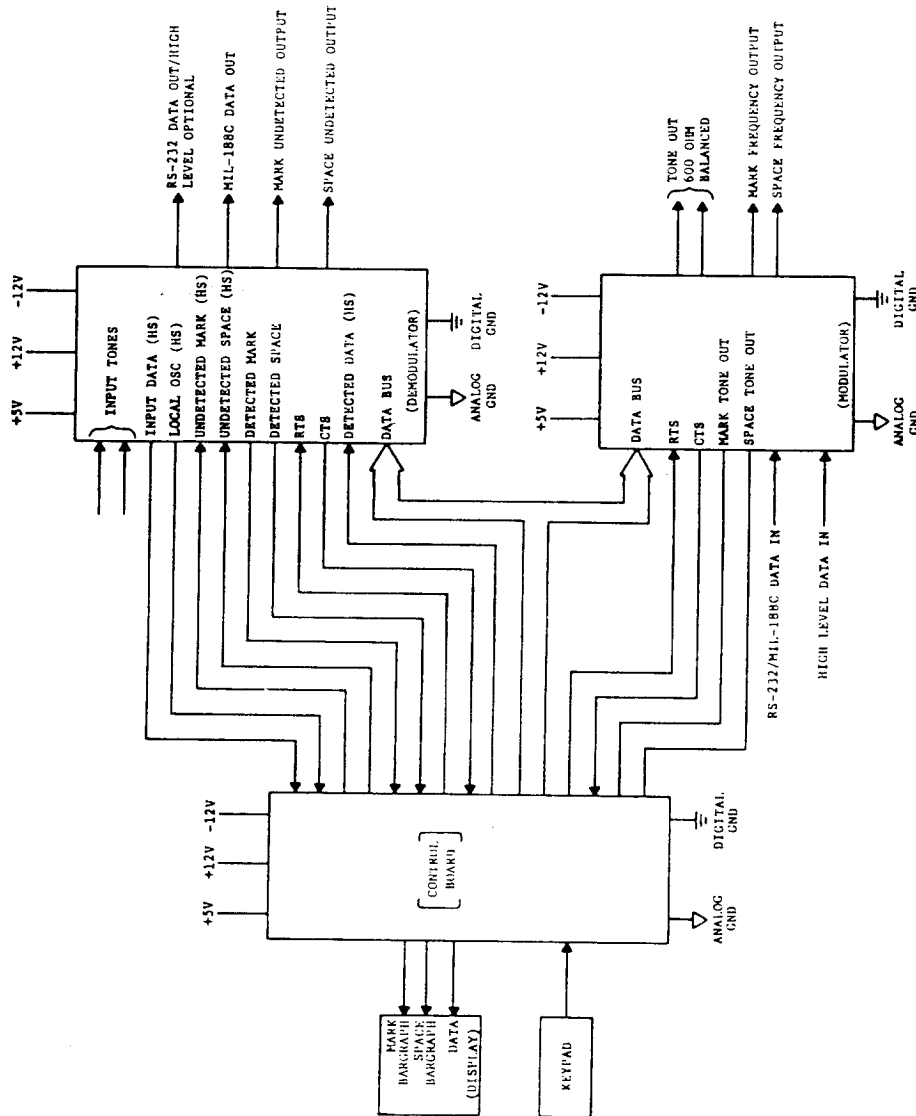
2nd 키를 누른후 AMH/HOLD 키를 누르면 Standby 모드로 설정되고 이 모드는 출력을 Steady mark 상태로 놓은 것이며 2nd key 를 누르지 않고 AMH/HOLD 키를 누르면 Auto Mark Hold 상태로 설정되고 이 모드는 입력신호 레벨이 AMH Threshold 레벨 (S7 스위치) 이하가 될때에만 출력이 Steady mark 상태로 되는 것이다.

o 운용절차

Operation	Press Key	Response
채널 선택	CHAN 1	"ENTER" LED가 점등되고 선택된 채널번호가 display상의 CH 하단에 나타난다.
FSK 모드 수신	FSK 주파수 편이량이 200Hz 이상이면 자동적으로 FEK모드로 전환된다.	Display상의 FSK 표시기가 점등되고 만일 소등되면 FEK 모드이다
수신 Mark 주파수 선택	MARK ONLY XXXX (300-3000Hz)	Mark 주파수가 Display상의 MARK 하단에 나타난다.
수신 Space 주파수선택	SPACE ONLY XXXX (300-3000Hz)	Space 주파수가 Display상의 SPACE 하단에 나타난다.
Baud rate 선택	BAUD RATE XXXX	Baud rate가 Display상의 Baud rate 하단에 나타난다.
AMH 선택	AMH/HOLD	"AMH" 표시기가 점등된다.
비동기 모드에서 동기 모드로 전환	SYNCH/REGEN	"SYNCH" 표시기가 점등된다. (통상적인 운용모드)
동기모드에서 비동기 모드로 전환	SYNCH/REGEN X	"SYNCH" 표시기가 소등된다. X=5~8의 Code 레벨 선택
원하는 운영제원 입력	ENTER	"ENTER" LED가 소등되고 선택된 제원들이 입력된다.
HOLD 선택	2nd-AMH/HOLD	"HOLD" 표시기가 점등된다.

Operation	Press Key	Response
Regenerate 모드선택	2nd-SYNCH/REGEN	"REGEN" 표시기가 점등된다.
Mark only 모드선택	2nd-MARK ONLY	"MARK ONLY" 표시기가 점등되고 "SPACE ONLY" 및 "FSK" 표시기는 소등된다.
Space only 모드 선택	2nd-SPACE ONLY	"SPACE ONLY" 표시기가 점등되고 "MARK ONLY" 및 "FSK" 표시기는 소등된다.
Mark 및 Space을 위한 ½Hz 증가의 선택 및 제거	2nd-5/+.5	"+.5" 표시기가 점등(토글 스위치임) "+.5" 표시기가 소등(토글 스위치임)

현재 전파연구소 시스템은 (R70-MF4) FM/FDM 수신기에서 수신한 FDM신호를 (DTL-7300)Multiplex에 의해서 채널별로 VF신호를 분리하고 이 분리된 VF신호를 (1280A) FSK 수신기에 입력시켜서 FSK신호를 수신하도록 구성되어 있다.



(그림 3.26) 1280A FSK 수신기 Block Diagram

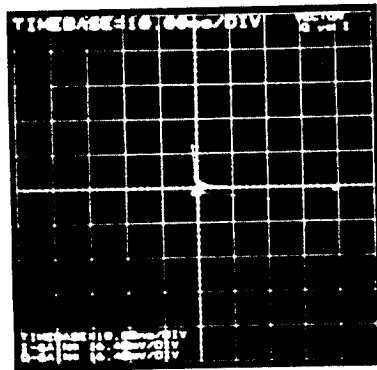
제4장 벡타 Modulation Analyzer 해설(HP8981A)

HP8981A Vector Modulation Analyzer는 반복되는 신호들에 대한 특수한 2개의 채널을 갖는 샘플링 오실로스코프이며 고해상 A/D 변환기 및 측정기능을 갖고 신호의 진폭, 고속하에서의 위상 그리고 벡타 복조기와 함께 사용시에는 Dynamic 조건도 측정할 수 있다. 그러므로 350MHz 대역폭 X-Y 디스플레이 기능을 갖는 Vector Modulation Analyzer는 다른 고속 오실로스코프와 구별이 된다.

가. Display 모드

(1) Vector Display 모드

벡타 측정모드는 Q대 I의 I,Q 입력채널을 측정하는 모드이며 일반적인 오실로스코프가 약 5MHz X축 대역폭만을 제공하는 것에 반하여 HP8981A Vector Modulation Analyzer는 최대 350MHz 대역폭으로 Q대 I의 데이터를 정확하게 Display 한다. (그림4.1)은 간단한 펄스신호의 벡타 Diagram을 나타낸 것이다.



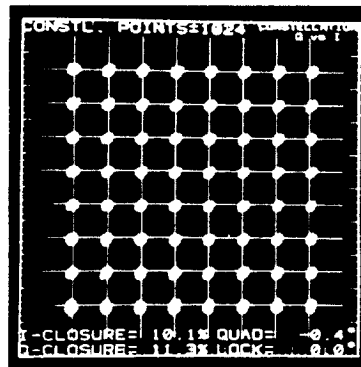
(그림4.1) 간단한 펄스신호 Diagram

(고광도 dot가 CRT상에 나타나고 I 축상에는 펄스가 On/off 상태를 지속한다.
dot간의 trace 연결은 펄스 변화동안 발생하는 위상변조이다.)

(2) Constellation Display 모드

Constellation 모드는 Q 채널이 I 채널에 대해서 display 되는 벡터 모드와 비슷하나 데이터가 Time marker instant에서 추출되는 것이 다르며 Time marker instant는 트리거 된후 시간상 고정된 지점이다. 이는 Time marker에 의해서 표시된다.

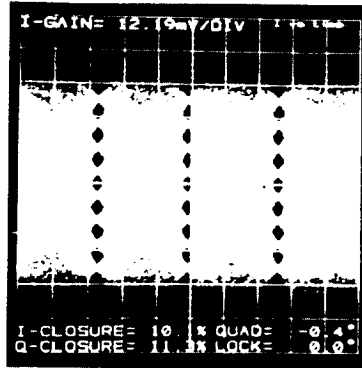
이 모드는 특히 디지털로 변조된 전파를 테스트할 때 중요한 모드이다. Vector Analyzer의 Sampling instant는 디지털로 변조된 전파의 Sampling instant와 유사하기 때문에 Constellation Diagram은 디지털 변조된 전파 자체에 의해서 탐지되어진 데이터의 상태를 보여준다. (그림 4.2)은 64QAM Constellation Diagram을 나타낸다.



(그림 4.2) 64QAM Constellation Diagram

(3) Time(오실로스 코우프) 모드

Vector Analyzer는 일반적인 목적의 오실로스코프 기능을 가지고 있으며 I와 Q 입력 채널들은 독립적으로 Display 될 수도 있고 쉽게 비교하기 위하여 Alternate 모드로서 함께 Display 시킬 수 도 있다. (그림 4.3)은 "Eye Diagram"(Time Domain으로 나타난 64QAM 신호로부터 복조된 I채널 데이터)을 나타낸 것이며 허용입력 레벨은 수미리볼트에서 최대 5볼트까지 이다.

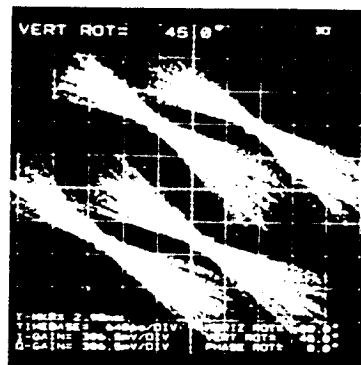


(그림 4.3) Eye Diagram

(4) 특수한 Display

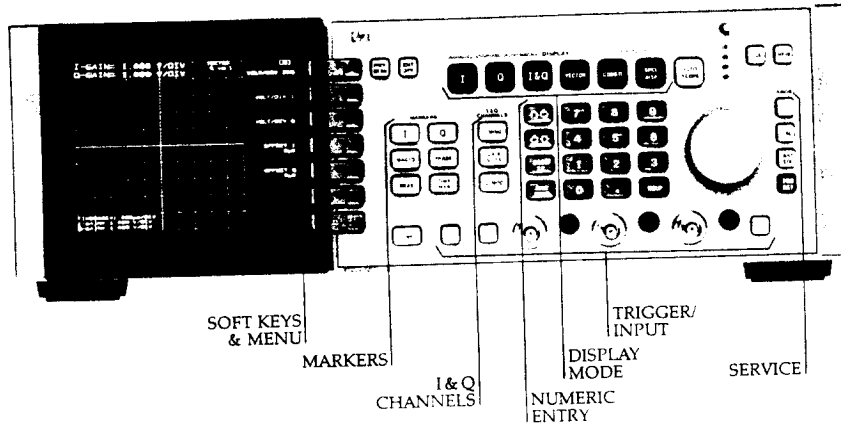
앞에서 살펴본 Display 모드이외에 다음의 3가지 특수한 Display 모드가 있다.

- o 3-D (Three Dimensional Rotation)모드 : I채널, Q채널 그리고 시간축이 상호관계를 보여주기 위해서 함께 표시되며 데이터는 이러한 3축에 대해서 회전할수 있다.
- o Vector Align모드 : 표준 벡터 Diagram과 3Hz의 비로 90도 회전된 벡터 Diagram 을 교대로 나타낸다.
- o Constellation Align 모드 : 기본적인 Constellation과 90도 회전된 constellation을 나타내는 것을 제외하고는 Vector Align 모드와 동일하다.



(그림 4.4) I채널, Q 채널 및 시간축 관계를 보여주면서 QPSK 데이터를 나타내는 3-D 모드

나. 전면판넬



(1) Display 모드 키

- I 및 Q 모드 : I 모드 및 Q 모드는 I 채널전압 또는 Q 채널전압 대 시간을 표시하며 I&Q 모드는 양쪽 채널 모두를 동시에 나타낸다. 또한 I와 Q 채널은 "Special Display Menu"하에 있는 "Split Screen" 소프트 키를 사용하여 각각 분리하여 표시할 수 있다.
- VECTOR 모드 : 이모드는 Q 채널대 I채널을 표시하며 I 와 Q의 입력이 벡터 복조기에 의해서 공급되어 질때는 복조된 신호의 크기와 위상 모두가 나타난다.
- CONSTL모드 : Constellation 모드는 Time Marker에 의해서 정해진 특정한 시간대에서 추출되어진 신호만을 표시하는 특수한 벡터 Display 모드이다.
- SPCL DISP : 사용자에게 5가지의 특수한 Display중의 1개를 선택할 수 있게끔 Soft key 메뉴가 나타나게 한다.(스크린 분할기능, 신호밝기 조정기능, 벡타 Align, Constellation Align, 3-D Display)

(2) I & Q CHANNELS

I & Q 채널 제어키는 V/div, Time/div, Display Grid와 같은 데이터 Display 파라메타들을 제어하고 각 제어키들이 Active 되면 화면상에 Soft key들이 나타난다.

- GAIN & OFS : V/div를 포함하는 GAIN & OFFSET 메뉴의 선택은 하나의 입력 채널 또는 양쪽 입력 채널 모두를 제어하고 DC offset를 설정한다.

- TIMING : 0.5ns/div에서 부터 2ms/div까지 Division당 시간을 제어하고 Delay-after-trigger를 자유롭게 조절할 수 있으며 I,Q 입력채널의 상이한 케이블 길이에 따른 시스템에서 유발되는 불균형을 수정하기 위하여 I, Q 채널간의 지연시간 또한 조절할수 있다. 지연시간은 정확하게 Calibration과 수정을 할수있고 정확한 타이밍과 비록 Clock rate가 150MHz라도 I, Q 데이터의 벡터 측정을 할수있게 한다.
- DEMOD : 사용자에게 3가지 기능중 1가지를 선택할 수 있게끔 Soft key 메뉴가 나타나게 한다. (변조 포맷, Quadrature 조정, 위상 Offset)
 - 변조 포맷 : 디지털 통신 응용분야에 매우 유용하게 사용되며 QPSK, 64QAM과 같은 여러가지 변조형태에 따라 CRT 그리드선택 메뉴를 선택할수 있게 한다. 적당한 그리드선택과 적합한 데이터 Display 조정은 Percent closure, Quadrature error등과 같은 벡터 Analyzer의 광범위한 데이터 분석의 특징을 사용자가 이용할 수 있게끔 한다.
 - Quadrature 조정 및 위상 Offset : Quadrature와 위상 Offset의 양을 사용자로 하여금 조절할 수 있게 한다. 예를 들면 Quadrature의 조정은 Quadrature를 조정하는 수신시간 동안에 Alignment 에러를 보상할 수 있게 한다.

(3) Marker 키

5개의 Marker와 MEAS 키가 있다.

- 5개 Marker : I및 Q 채널 전압, 위상, 시간 그리고 Magnitude 이며 각 Marker들은 델타 Marker의 기능도 가지고 있다.
- MEAS : Measure 키는 특수한 내부 측정분석 모드를 선택할 수 있게 하며 선택되어진 측정모드는 연속적으로 반복하거나 한번으로 종료 시킬 수도 있다.

(4) 트리거 키

트리거 키는 트리거 Source와 트리거 레벨 메뉴를 나타나게 하며 트리거 Source는 자체의 I/Q Data, 전원 또는 외부의 입력이 될 수도 있다.

(5) Auto Scope

여하한 입력신호에 대하여도 자동적으로 적합한 Display 모드를 설정하여 준다.

다. 측정 예

다음의 절차는 64QAM 디지털 마이크로 웨이브 전파의 측정을 어떻게 하는지 설명한 것이다.

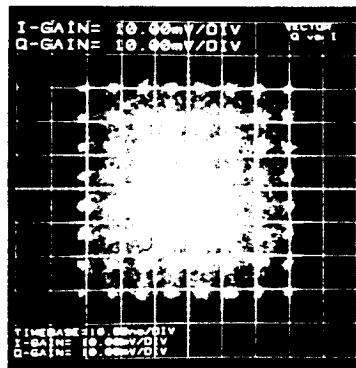
(1) 필요하다면 입력 콘넥타 절체에 의한 적합한 입력 Termination을 선택하고, "INST STATE" 메뉴에서 적합한 임피던스를 선택한다.

(2) "CAL"를 눌러서 시스템을 Calibration 한다.

(3) 수신기 I 채널과 Q 채널(BPSK 수신기 경우)을 시스템의 I 및 Q 채널에 연결하고 트리거를 선택한다.

(4) 시스템을 제어하기 쉬운상태로 놓기 위해서 "PRESET" 을 누른다.

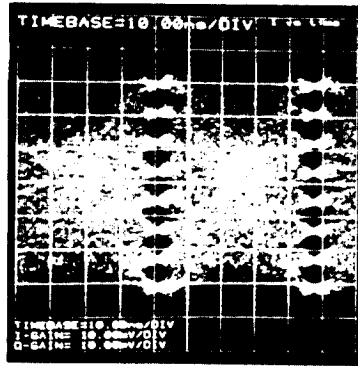
(5) "GAIN & OFS" 메뉴가 보여지고 "VOLT/DIV I & Q" 기능이 Softkey 메뉴에서 Active 될 것이다. Knob, 스텝키 또는 키 pad를 사용하여 신호가 폴스케일의 80%에 도달 할 때 까지 I & Q Gain을 조정한다.



(그림 4.5) 64QAM 벡터 Digram

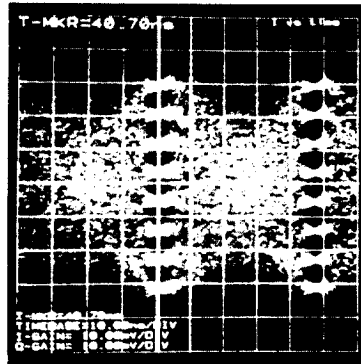
(6) I 채널 대 Time display를 선택한다.

(7) "TIMING"을 누르면 "Time/Division"이 Active가 되고 Knob, 스텝키 또는 키 pad를 사용하며 (그림 4.6) 에서 보여주는것과 같이 2 사이클의 파형이 나타날때까지 Time/Division을 조절한다.



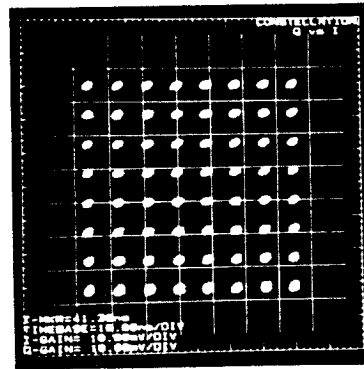
(그림 4.6)

(8) "TIME MARKER"를 누른후 "Time Marker>>Center" 소프트 키를 누른다. 그리고 나서 (그림 4.7)과 같이 가장 커다란 Eye가 되도록 Knob를 사용하여 Time Marker를 움직인다.



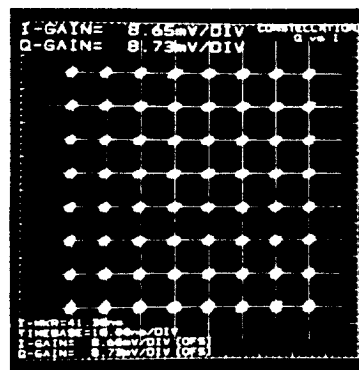
(그림 4.7)

(9) Constellation Display를 선택한 후 "DEMOD"키를 눌러서 (그림 4.8)과 같은 64 QAM 그리드를 선택한다.



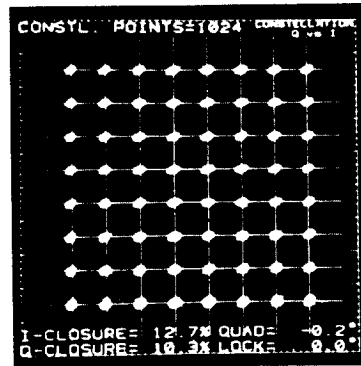
(그림 4.8)

(10) "GAIN & OFS" 메뉴를 누른후(그림 4.9)와 같이 Constellation 포인트가 그리드상에서 일치될때까지 I & Q 전압, I전압, Q전압, I offset, Q offset를 각각 조절한다.



(그림 4.9)

(11) "MEAS"를 누르고 "CONT CONSTL ANALYSIS"소프트 키를 누른다. 시스템은 (그림 4.10)과 같이 I Closure, Q Closure, Quadrature Error, Lock Angle Error가 연속적으로 측정된다.

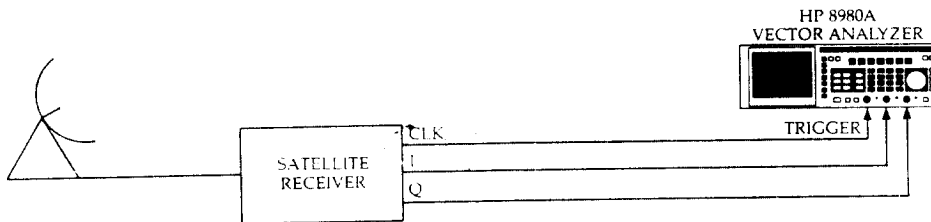


(그림 4.10)

라. QPSK 위성통신 전파의 Offset 측정

(1) 고속의 대역 X-Y를 나타내는 시스템이 없는 경우에는 위성전파의 통신속도를 측정하기 위한 벡터Diagram의 사용은 불가능하게 되고 Vector Modulation Analyzer가 개발되기 이전에는 Eye diagram의 개별적인 평가는 사용하는 수신기에 대해서 각 개인의 테크닉이었다. 그러나 벡터 Diagram의 사용을 포함하는 방법들은 Clock rate들이나 또는 컴퓨터 분석을 위한 디지털화된 아날로그 I와 Q 출력들을 감소시킨다.

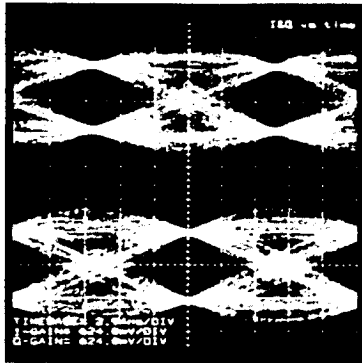
(2) 통상적인 위성통신 수신기의 실험을 위한 Block Diagram은(그림 4.11)과 같으며 수신기의 I, Q 출력들을 벡터 Analyzer의 입력에 직접 연결한다.



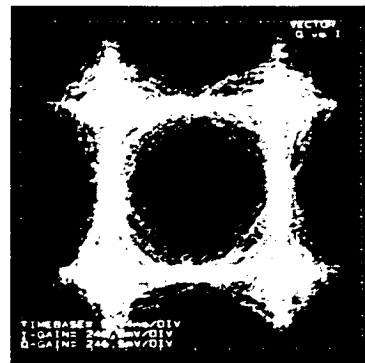
(그림 4.11)

(3) 어떤 통신시스템에서는 다른 데이터 채널에 대해서 1개의 데이터 채널을 Offset 시키거나 임의로 시간지연을 시켜서 신호의 세기가 0으로 떨어지는 것을 방지하고 신호레벨을 주저 일정하게 유지시킨다. 통상적으로 Q 채널이 I 채널에 대해서 반주기

지연된다.



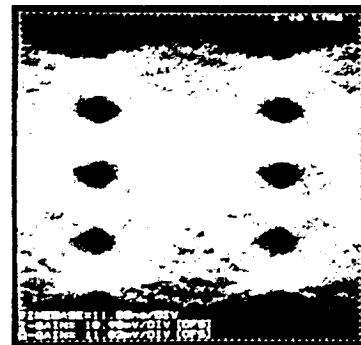
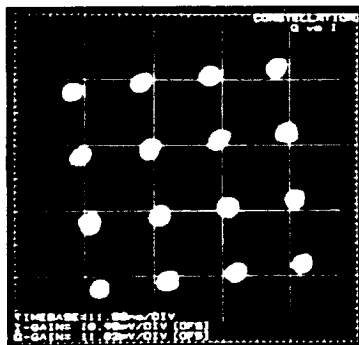
(그림 4.12) Offset된 QPSK Data



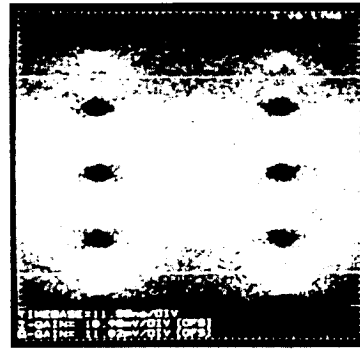
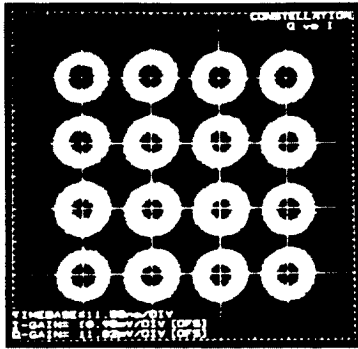
(그림 4.13) 벡터로 표시한
Offset된 QPSK 신호

(4) 필요하다면 I와 Q의 지연시간을 조정하면 벡터 Display는 하나의 상태에서 다음 상태로 (그림 4.13 참조) 전환되는 것처럼 신호의 크기와 위상이 정확하게 묘사될 것이다. 이러한 벡터 Display 모드는 관측자로 하여금 Overshoot 및 Constellation Display 모드에서 볼수 없는 다른 순간적인 특징을 관측할 수 있게 한다.

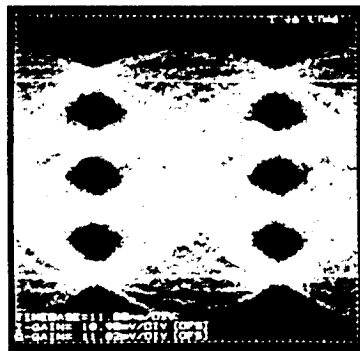
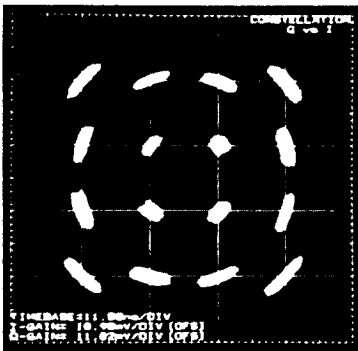
마. 디지털 전파의 Constellation 및 Eye 패턴 유형 예



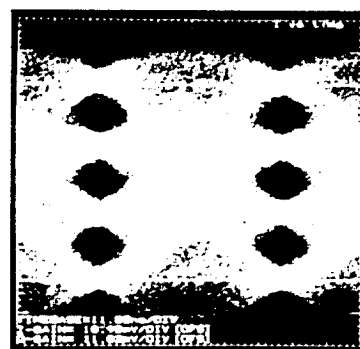
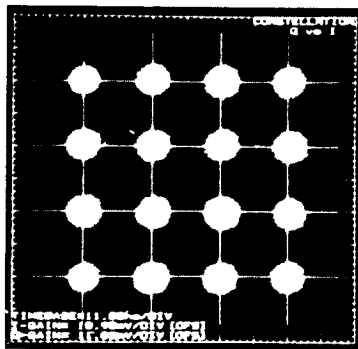
(그림 4.14) Lock Angle 에러 패턴



(그림 4.15) 혼신된 정현파 톤 패턴



(그림 4.64) 위상 Jitter 패턴



(그림 4.17) 18dB 저하된 C/N 패턴

제5장 결 론

디지털 무선통신 기술의 급격한 발전으로 인한 다양한 종류의 신호들이 통신속도, 전송로 기타 특성에 알맞는 적절한 디지털 변조방식을 사용함으로써 이에 부합되는 디지털 수신기가 여러 종류의 방식으로 제품화 되어 출고되고 있다.

그러나 현실적으로 이러한 종류의 디지털 수신기들은 송신측에서 발사한 디지털 변조 요소들을 사전에 미리 알고 있기 때문에 복조하는데 하등의 문제가 생기지 않으나 위성전파 감시 차원에서 위성에서 송신되는 디지털 신호들을 복조할때는 위성에서 발사한 디지털 변조 요소들을 사전에 미리 알지 못하는 경우가 많기 때문에 이들 디지털 전파를 복조하는데 많은 어려움이 수반된다.

따라서 본 연구보고서는 전파연구소에서 설치된 여러 종류의 디지털 수신기에 대한 운용법과 특징을 서술하여 실제 위성에서 발사된 디지털 전파를 복조하는데 많은 도움이 되도록 하였으며 현재 이들 디지털 수신기들은 GP-IB 인터페이스를 통하여 HP9000/380 워크스테이션과 연결되어 있다. ('92년 연구보고서, 위성추적 관제기술 연구 참조) 또한 이들 디지털 수신기에서 출력된 아나로그 신호를 분석하는 벡타 Modulation Analyzer에 대한 해설을 삽입함으로써 디지털 전파가 공간을 전파하여 오는 과정에서 생길 수 있는 여러가지 경우를 첨부하여 디지털 복조에 대한 이해를 돕도록 노력하였다.

참 고 문 헌

1. Digital 무선통신 방식 감시기술 연구 (전파연구소, 한국통신학회 '93년도)
2. (MB-5615D) BPSK 수신기 Manual
3. (DMD-2000R) QPSK Demodulator Technical Operations Manual
4. (DMD-4000R) QPSK MODEM Technical Operations Manual VOL1
5. (DMD-2000R) QPSK Demodulator Technical Operations Manual VOL2
6. (1100-PCDR) SCPC Demodulator Instruction Manual
7. (R70-MF4) FM/FDM System Operation Manual
8. (DTL7300) Multiplex Operating & Maintenance Manual
9. (1280A) FSK MODEM Technical Manual
10. (HP8981A) Vector Modulation Analyzer Operating Manual