

施設紹介

錦山 衛星通信 地上局

李 相 範*

1. 概 要

우리나라에서는 1965년 중반 부터 衛星中繼通信에 대한 관심을 갖기 시작하여 遞信部 당국에서 技術文獻·資料 수집, 技術訓練生 海外 派遣 등 준비 작업에 박차를 가했었다. 1966년 12월 9일에는 國際通信衛星權構 加入을 위한 國務會議 議決을 거쳐, 1967년 1월 30일에 國會 同意 議決을 얻어 동년 2월 24일 56번째로 國際通信衛星權構에 加入함으로써 기반을 마련하였다.

그후 당국의 여러 研究·檢討 과정을 거쳐 1968년 10월 24일에는 美國 Philco, 및 Fairchild사와 施設 購買契約이 성립, 最終容量 132 회선을 구성할 수 있는 地球局 施設工事を 시작, 1970년 6월 2일에 준공을 보아 개통하기에 이른 것이다.

우리나라 地球局的 相對 通信衛星은 Intelsat III으로서 地上 약 35,800km에 떠 있으며 出力 불과 10W로서, 地上에 도달한 電波의 電界強度는 매우 미약하다. 이와 같은 미약한 電波를 受信 하여야하며, 國內 既存 마이 크로波 通信網과의 相互干涉을 피하여야 하는 등 여러가지 문제점이 地球局 選定에 뒤따르게 된다. 地球局 選定에서 고려되었던 事項을 간추리면 다음과 같다.

I 國內 마이크로波通信網과의 相互干涉이 없어야 한다.

II 人工的 雜音이 적어야 한다.

III 隣接國의 地球局과 相互干涉이 없어야 한다 (cordination distance 문제)

IV 定期航空路부터 遠리 떨어져야 한다.

V 颱風 및 降雪量이 적어야 한다.

VI 國際關門局(서울)까지의 거리가 가까와 良質의 傳送路 構成이 가능해야 한다.

VII 擴張할 수 있는 地地 確保가 용이해야 한다.

VIII 敵性國으로부터의 施設 保護가 용이해야 한다.

IX 施工上 經濟的이고 隣近 公共施設(電氣·上水道·기타 문화시설) 이용이 용이해야 한다.

위의 여러 조건을 만족하는 地域으로서 여러 후보지 중에서 현재의 錦山이 最適地로 選定된 것이다.

그림 1은 錦山地球局的 全景이며 그림 2, 3은 그 Sky Line 과 送受信 協調距離를 표시한 것이며 그에 대한 技術資料는 대략 다음과 같습니다.

位置 :

36° 0.7' 29" N

127° 29' 29" E

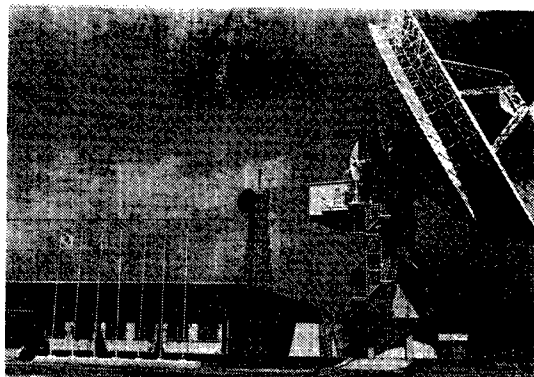


그림 1. 錦山衛星電信電話局 全景

送信周波數帶 : 5926~6425 MHz

受信周波數帶 : 3700~4200 MHz

空中線利得 : 62.7 dB(6GHz)

59.9 dB(4GHz)

*錦山衛星電信電話局長

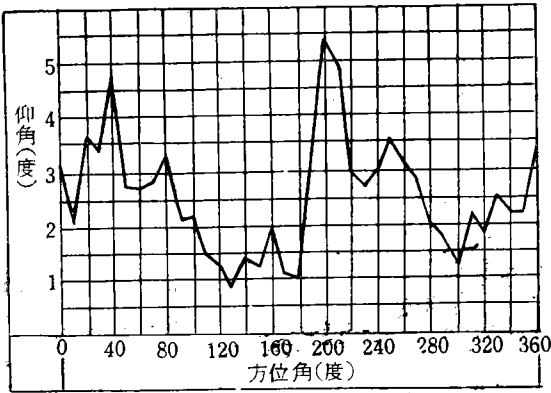


그림 2. 錦山局 SKY-WAY

空中線幅特性: 條 4 圖參照

太平洋衛星에 대한 仰角: 27°

太平洋衛星에 대한 方位角: 119°

地域遮斷係數: 그림 1

性能指數(G/T): 仰角 5°에 있어서 40.7dB

雜音溫度: 仰角 5°에 있어서 80°K 以下

EIRP:

電話(132 CH) 84.2dBW

TV Video 91.0dBW

TV Program CH. 76.8dBW.

※ 위의 諸數値는 Rain Margine 2dB 를 포함 한 것임.

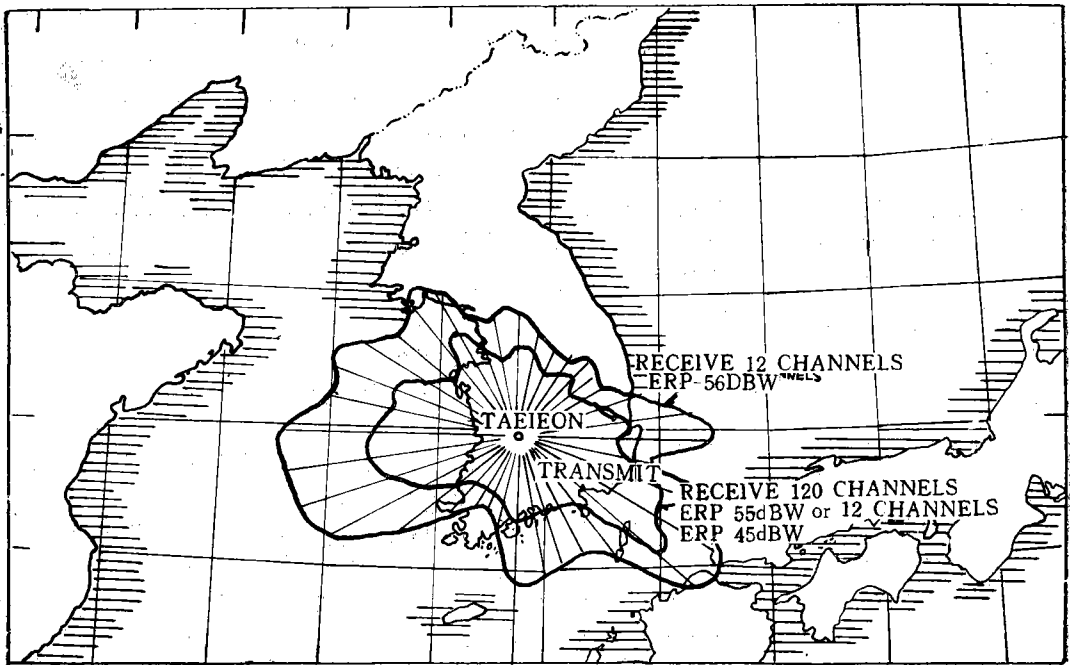


그림 3. 協調距離

仰角 3° 이상에 있어서의 總合 EIRP(effective Isotropic Radiated Power)는 55dBW/4KHz 以下.

그림 3의 協調距離(Coordination Distance)는 위의 여러 數値에 의거 計算·作圖된 것이며, 日本國九州의 北部와 岡山縣 一部分이 포함되어 있으나, 日本의 既存 施設에는 영향을 주지않는 거 리다.

위의 같은 여러 條件을 고려 建設된 地球局의

施設 및 그 動作을 紹介하기로 한다.

2. 主要 施設 概要

2-1 信號 對 雜音比 問題

衛星通信에 있어서 地球局은 出力을 數 kw 가 지 낼 수 있는데 반하여 衛星에서는 數 w 밖에 낼 수 없으며 또 途中 감쇄 등이 있기 때문에 地球局은 高感度 低雜音 受信方式을 채용하여야 한

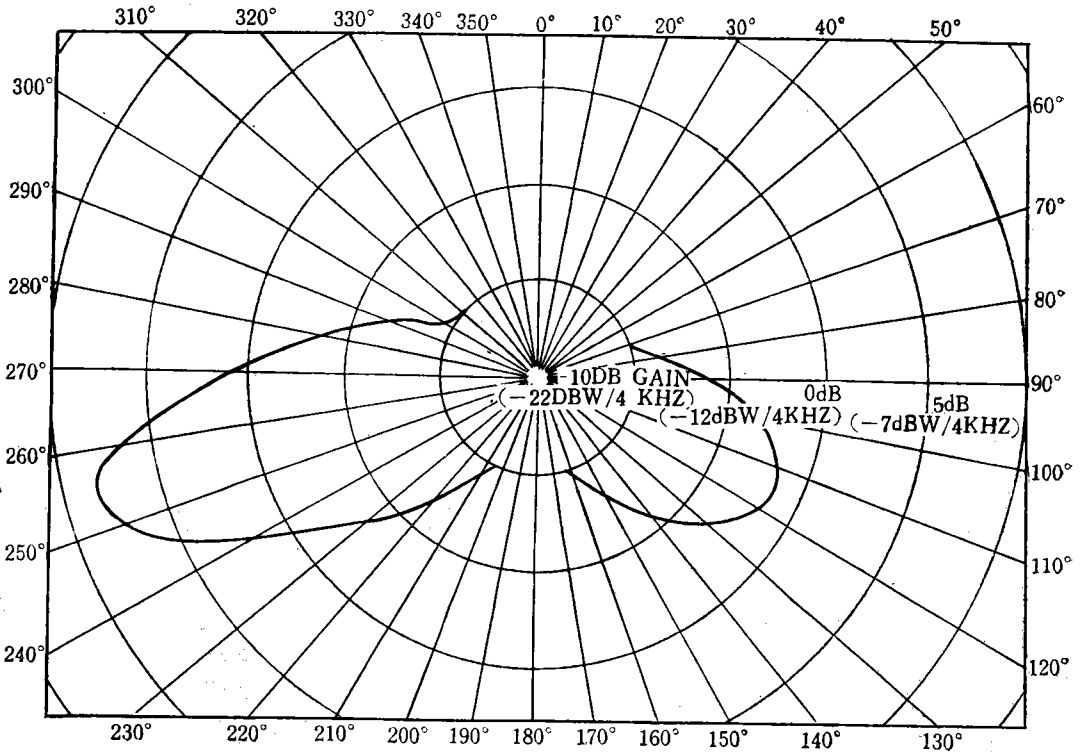


그림 4. Antenna 指向性特性

다. 따라서 衛星通信에서 信號對 雜音 問題는 중요한 사항이 되고 있으므로 施設紹介에 앞서 이에 대하여 간단히 고찰하기로 한다.

이제 能動 中繼에 있어서 送信電力을 P_t , 送信 안테나 利得을 G_t , 傳播거리를 d , 受信안테나 開口面積을 A_R , 受信안테나 利得을 G_R , 안테나 效率를 y , 波長을 λ 라고 하면 受信電力 P_R 는 다음 식으로 표시된다.

$$P_R = \frac{P_t G_t A_R y}{4td^2} = \frac{P_t G_t G_R \lambda^2}{16\pi^2 d^2}$$

$$= P_t G_t G_R \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \quad (1)$$

$$\text{단 } G_R = \frac{4\pi A_R}{\lambda} y \quad (2)$$

한편 受信系의 綜合 等價雜音溫度 T_s 와 總合 雜音電力 P_N 와의 관계는

$$P_N = kT_s B \quad (13)$$

여기서 k 는 볼트만定數 ($1.38 \times 10^{-23} J/^\circ K$), B 는 帶域幅이다.

外來雜音等價溫度를 T_a , 總合回路의 損失을 LF

(>1), 그 溫度를 T_o 라고 하면

$$T_s = T_a + T_o(LF-1) + L_F T_o \quad (4)$$

로 표시된다.

2-2 機能

錦山 地球局 施設은 世界衛星通信機構의 技術分科委員會(Intelsat Icsc-37-38E)에서 정한 地球局 性能의 諸般 事項에 부합되도록 사양이 채택되었으며, 機能別 構成度를 보면 그림 5 및 그림 6 과 같다.

地上 35,800km 上空에 있는 通信衛星(Intelsat III) 中繼機에서 보내온 電波는 -195dBm 정도의 미약한 상태로 地球局의 大型 카세그레인 型 안테나에서 포착된다. 이 受信 信號는 利得 약 60 dB 의 안테나를 經유하여 -135dBm 정도의 세력으로 前置增幅器인 5 단의 파라메트릭 증폭기에 보내져서, 전 대역에 걸쳐 均등하게 35dB 정도로 증폭이 된다.

다음 증폭된 信號는 턴넬다이오드 증폭기(TDA)에서 10 dB 증폭된 후 (4 GHz 대 대역폭

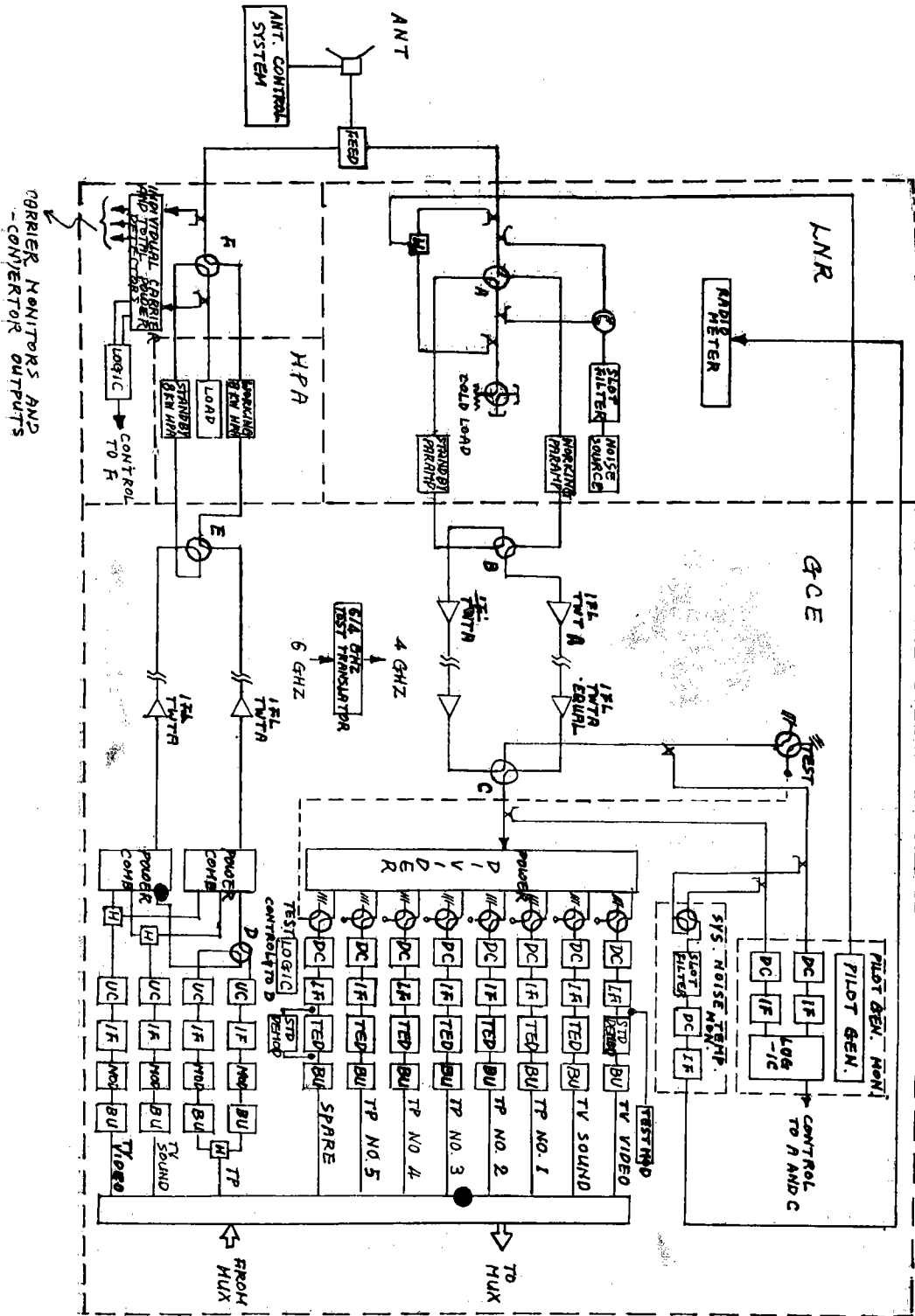


圖 48 GCE 連接線圖

500MHz), 주 수신기 앞에 있는 TWT 에서 다시 30dB 증폭된 후 (-55dBm 정도) 주 수신기의 IF FM 수신기로 간다.

TWT 와 LNR 간의 장치는 극히 고감도로서 hot stand by 로 운용하고 있으며, 고장시에는 앞뒤에 위치한 導波管(그림에서 A,B,C)에 의해 스위칭이 된다.

입력 4GHz 帶의 信號는 협대역 필터를 거쳐(그림에선 Power Divider) 相對 地球局別 주파수로 細分되어 down converter 로 가게 된다. down converter 는 水晶으로 발전된 局部發振器에서 나온 周波數와 入力 信號를 混合하여 中間周波數(IF) 70MHz 를 발생한다.

IF 信號는 Threshold 점을 약 10dB 낮춘 Threshold Extention Demodulator (TED)에서 FM 檢波가 된다. (Threshold 點은 C/N 비 30dB 에서

약 -98dBm 정도임).

FM 檢波되어 나온 基本波帶 信號는 내부에 포함된 60KHz 파이로트 레벨에 따라 자체 레벨조정(±3.5dB 정도) 및 警報裝置(그림에서 BU)를 거쳐 MUX 장치로 가게 된다.

送信經路를 보면 MUX 장치에서 온 基本波帶 信號(표 1 의 5.1 항 참조)는 信號 電壓에 따라 周波數가 變하는 FM 變調器에서 FM 變調된 후(周波數는 70MHz) up-converter로 간다. 여기에서는 70MHz 信號를 送信搬送波가 포함된 上側波帶(USB)로 變換시켜 레벨이 -25dBm 정도인 6GHz 帶 送信 信號로 만든다. 6GHz 帶로 된 送信 信號는 2 단위의 TWT 증폭기에서 약 65dB 정도 증폭된 후 導波管 給電(horn)을 거쳐 카세그레인 안테나 를 통해 通信衛星으로 電波가 發射된다.

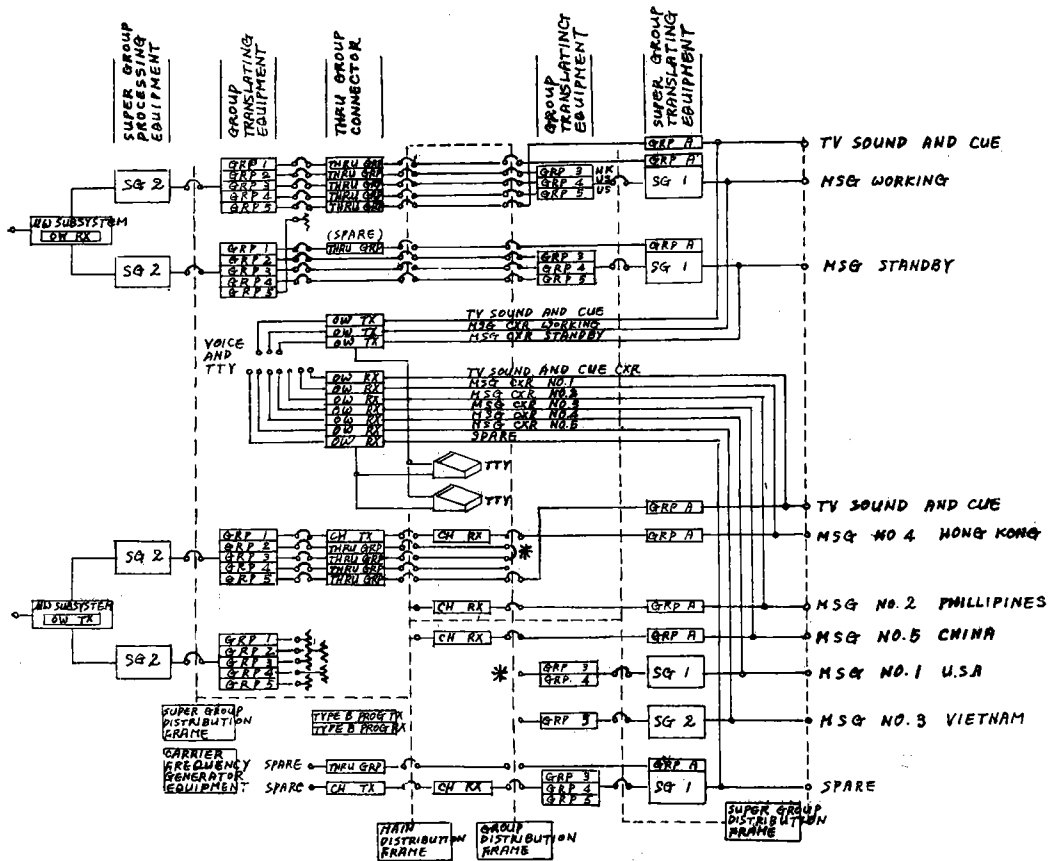


그림 6. MUX 系統圖

이렇게 送信되는 電波의 周波數는 電話, TV 映像 및 TV 音聲의 3개이며, 그 周波數는 표 1의 2-1 과 같다. 送信段도 受信段과 같이 TWT의 故障에 대비하여 hot-stand-by 運用으로 되고 있으며, 故障시는 즉시 導波管 스위치(계통도에서 E,F)에서 切替가 된다.

이상의 과정을 다룬 裝置를 地球局에서는 地上通信裝置 (GCE:Ground Communication Equipment)라고 부른다.

受信 經路에서 MUX 裝置에 온 基本波帶 信號는 復調를 시켜 國際關門局인 서울로 보내 진다.

參考로 衛星通信의 周波數 배열을 들어보면 그림 7, 그림 8 과 같으며, 표 1은 地球局 機器에 대한 性能을 표시한 것이다.

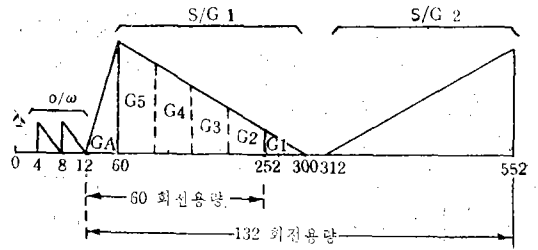


그림 7. 인텔셋트 3호 위성 전화회선 주파수 배열법

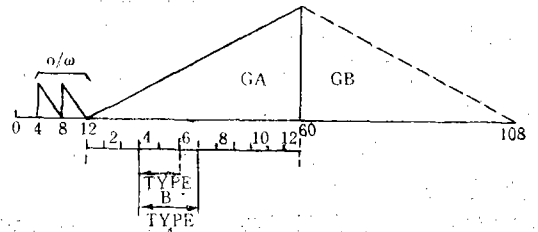


그림 8. 인텔셋트 3호 위성 TV 음성 및 업무회선 주파수배열법

표 1. 電氣의 特性

施 設	特 徵	錦 山 地 球 局	標 準 地 球 局 (3 號 衛 星)	備 考
1. 안테나	1-1. 利得對雜音溫度比(G/T值)	40.7dB	40.7dB 以上	仰角 5° 以上 맑은 날씨에서 Radio star 측정법에 의함 計算式 G/T=40.7+20log λ/4 高度 5° 에서 高角 : 25° ~ 26° 方位角 : 118° ~ 119°
	1-2. 受信利得	59.9dB	57. dB 以上	
	1-3. 送信利得	62.7dB	60.4dB	
	1-4. 直 徑	27.5m(90ft)		
	1-5. 種 類	Cassegrain		
	1-6. 受信雜音溫度	55°K		
	1-7. 편극(Polarization)	圓型(Circular atOr)		
	1-8. 可動限界	變角 : -2° ~ +92° 方位角 : ±169°		
	1-9. 位 置	127° 29' 29" E 36° 27' 29" N		
2. 送信機	2-1. 送信周波數 massage TV 영상 TV 음성 TV 쿼	6315MHz		ICSC/T 에서 지정 出力은 조정 가능함
		6390MHz		
		6417.5MHz		
		6412.5MHz		
	2-2. 送信出力(EIRP) massage	70.8dBW	61dBW(전화 1회선당)	
	TV 영상	83.9dBW	86dBW	

3. 受信機	TV 음성	70.2dBW		
	2-3. 送信出力管	TWT(정격6.3 KW用)LD-793		
	2-4. 變調方式	周波數變調 (FM)		
	2-5. 帶域外放射出力 (OBN)	47~55dBW	4KHz당 4dBW 以下	
	3-1. 受信周波數 message	美國 : 4050MHz 홍콩 : 3980MHz 필리핀 : 3880MHz 자유중국 : 4070MHz 베트남 : 4000	3700-4200MHz	太平洋圈
4. 追跡裝置	TV 영상	4165MHz		共通으로 사용
	TV 음성	4192.5MHz		
	TV 큐	4187.5MHz		
	3-2. 受信前置增幅管	Parametric 증폭기 NEC No. 10(11)		増幅度 : 35dB 雜音溫度 : 23°K
	3-3. 受信帶域幅	500MHz		
	3-4. 檢波方式	FMFB-PLD		Threshold Extension Detector 임 (10dB 정도)
	3-5. Threshold Point	-98dBm 정도		
	4-1. 追跡原理	Multiple-Horn 방식		4 Horn
	4-2. 追跡方式	自動·受動	自動·受動	프로그램은 Option 임 2個 使用
	4-3. 追跡周波數 (Beacon周波數)	3967MHz 3934MHz		
5. MUX裝置 5참조)	5-1. 周波數배열 (그림)送信			
	電話	12-252KHz	CCIR 권고 75-1	60回線容量
	TV 영상	20Hz-5MHz	CCIR 권고 405	
	TV 음성	24-32KHz	CCITT 권고 521	TYPE B(G-A)
	受信			
	電話	12-552KHz		132回線 容量
	5-2. PILOT周波數			
	受信基本數帶	60KHz(-15dBm)		送信경우 10dB 낮음
	GA	16KHz(-15dBm)		
	G	104.08KHz (-15dBm)		
6. 마이크로파 과接續裝置 (MWL)	S/G	411.92KHz(-15dBm)		
	6-1. 回線內譯 message	2 回線		Diversity 운용
	TV 영상	1 回線		
	6-2. 送信周波數	7975MHz 8055MHz 7935MHz		
	6-3. 受信周波數	7795MHz 7875MHz		

7. 電源供給 裝置	6-4. 送信出力管	7755MHz Klystron VA-129E Varian	5-2 항과같은 AC480V, 個別整流器 使用 모타 프라이취일 개소 된 發電機로 구성된 200KW 發電機 2 臺
	6-5. 受信局部發振器	X-TAL發振器	
	6-6. 冷却裝置	空冷式	
	6-7. 送信出力	1 WATT	
	6-8. 基本波帶데벨 (시험톤 1KHz사용)	送信 : 25dBm 受信 : 15dBm	
	6-9. Pilot周波數		
	7-1. 供給方式	機器個別로 직접 AC로 電源供給	
	7-2. 電源裝置	無停電施設(UPS)	
	入力電源	AC 22,000V	
出力電源	AC 480V		

2-3. 안테나 概念

안테나는 直徑 27m의 카세그레인 (cassegrain) 型으로 피이드(feed)에서 發射되는 6GHz의 信號를 먼저 副反射板에서 主反射板으로 反射하고, 다시 主反射板에서 反射되어 通信衛星으로 向하도록 發射된다. 안테나의 全系統을 制御室(control room)에서 自動 또는 手動으로 調整할 수 있게 되어 있다.

(1) 送信信號經路

高出力增幅器(high power amplifier)의 6GHz 出力이 高出力 導波管 스위치를 통과한 후 안테나의 垂直軸까지 導波管으로 연결되고. 안테나의 垂直 回轉에 따라 움직일 수 있는 高出力 回轉 조인트(high power rotary joint)를 통해서 피이드에 인가되면, 코니칼(conical)型的 호온(horn)은 6GHz의 信號를 副反射板에 幅射시켜 衛星으로 向해 送信한다.

(2) 受信信號經路

主反射板에 入射된 衛星으로부터 온 4GHz의 信號는 通信 피이드(commuication feed)에 集中되어 廣帶域의 코니칼 호온, 오오토모오드, 트란듀우서(orthomode transducer), 써어컬러 폴라라이저(crcular polarizer)를 거쳐, 低雜音受信機 계통(low noise receiver system)에 인가되고, 여기서 나오는 出力이 通信系統과 追跡受信機 系統에 적당한 세력의 4GH₂ 信號를 供給한다. 이때

追跡 受信機에 보내진 信號는 方位(azimuth) 및 高度 誤差(error) 信號의 基本으로 使用된다.

(3) 追跡信號經路

코니칼 호온 周圍에 90° 간격으로 설치된 4개의 모노펄스 피이드호온(monopulse feed horn)은 안테나의 衛星에 대한 方向이 다를 때, 衛星으로부터 오는 4GHz의 信號의 크기와 位相을 비교 할 수 있도록 4가지 信號를 導波管 比較器(comparator)에 가하여 水平 및 垂直 方向 誤差에 비례하는 信號를 算出하도록하며, 이 誤差 信號는 직접 追跡 受信系統에 공급되고, 追跡 受信信號는 低雜音受信機(LNR)에서 오는 綜合 信號(sum signal)와 각 誤差 信號(水平 및 垂直)를 비교하여 안테나를 通信衛星의 方向에 自動 追跡 할 수 있도록 誤差 信號에 비례한 直流 電壓을 自動制御回路에 공급하고, 自動制御回路는 안테나를 구동시킬 수 있도록 구동 모터를 回轉시킨다.

(4) 안테나의 手動 및 自動 追跡 信號 經路

(가) 手動方式(Manual Mode)

안테나의 水平 및 垂直軸에 直結되어 있는 제어送信機(control transmitter: CX)에서는 항상 안테나의 方向을 交流信號로 바꾸어 制御室(control room)의 안테나 制御콘솔(antenna control console: ACC)에 있는 制御變成器(control transformer: CT)로 보내고 있는데, ACC에서 手動方式(ma-

nual mode) 선택 버튼(button)을 누르면 CT 에서는 CX에서 보내온 交流信號와 ACC의 手動操作 핸들의 指示 角度를 비교하여, 交流의 誤差信號를 발생시켜 自動制御回路에 인가하며, 自動制御回路는 이 信號를 檢波·增幅하여, 480V의 3相交流로 動作하는 시리콘制御整流器복스로 보내서, SCR로 驅動 모오터를 制御해서 CT에서 보내는 誤差 信號가 0이 되도록 안테나를 움직인다.

모오터 回轉 速度의 規환 信號가 驅動 모오터에 장치된 택코제너레이터(tachogenerator)에서 발생하여, 自動制御回路의 速度積分器(velocity integrator)에 공급되며, 驅動 모오터의 回轉力의 規환 信號를 SCR 복스로 보내서 안테나의 이동 방향을 수시로 전달하여 自動追跡의 所要時間 및 特性을 개선시키고 있다.

안테나의 回轉에 따른 모든 상태, 즉, 안테나의 方向, 機械室로부터 안테나까지 連結된 케이블의 꼬임 정도, 각 警報裝置 등을 써어브리피이터(servo repeater) 및 엔코오더(encorder)를 통해 ACC에서 감시 할 수 있도록 되어 있으며, 自動追跡에 있어서 이상이 있을 때는 순간적으로 手動으로 된다.

(나) Slew Mode

錦山 地球局 地上通信裝置의 안테나는 風速 10MPH까지는 動作 가능하나 그 이상의 颶風이 예상되는 경우 안테나를 보호하기 위하여 안테나의 開口面을 급히 제니트(zenith)로 向하도록 해야할 경우가 있다. 이와 같은 操作을 짧은 시간 안에 하기위하여 設置된 操作方法으로 슬류 방식(slew mode)이 있으며, 이 노브를 돌리면 最大 速度 1°/sec로 回轉이 가능하므로 數分 내에 안테나를 颶風으로부터 保護할 수 있는 位置에 고정시킬 수 있다.

(다) 自動追跡方式(auto track mode)

自動追跡버튼을 누르고, 手動方式(manual mode)에서 안테나를 조정하여 衛星의 方向에 ± 0.3° 以內에 도달하면, 追跡受信機의 位相록크(lock)와 AGC 電壓이 自動制御回路의 리레이를 동작시켜 自動追跡方式으로 진입한다. 이때 追跡受信機의 水平 및 垂直 誤差 信號가 自動制御

回路에 공급되어, 이 追跡受信機 出力으로 SCR 복스를 動作시켜 안테나를 움직여서 追跡受信機의 出力電壓이 0이 되도록 回轉시킨다.

(5) 안테나의 構成

안테나 裝置를 크게 區分하면 通信 피이드(communiation feed), 追跡受信機, 自動制御裝置, 안테나 驅動裝置로 나눌 수 있다.

(가) 通信피이드(feed)

안테나의 피이드(feed)는 3.7GHz~4.2 GHz의 受信, 5,925~6.425 GHz의 送信 및 方位와 高度 信號를 얻기 위한 비이콘(beacon)의 受信에 동시에 사용되고 있다.

(ㄱ) 中心호은(Center Horn)

피이드로는 5개의 호은을 사용하며 중앙의 1개는 主目的인 多重回線을 위한 것이고, 주위의 4개는 追跡비이콘을 受信하기 위한 것이다.

中心호은은 利得이 높고, 雜音溫度가 극히 적은 코니칼호은을 사용하였는데 廣帶域에 걸쳐 소정의 性能을 얻기 위해서 周波數 變動에 따라 비임 幅(beam width)이 變해서는 안되고, 또한 싸이드 로브(side lobe)가 적어야한다. 따라서 高次 모오드(mode)의 동기를 유지하고, 電界와 磁界의 비임 幅이 같아야 하며 전체 사용 周波數에 걸쳐 定在波比가 적어야 한다. 본 피이드의 定在波比는 3.7~6.4GHz에서 1.1:1 이하이다.

(ㄴ) 오르도코널 모오드트랜듀우서 (Orthogonal Mode Transducer)

이것은 送受信에 있어서 電波의 偏波를 선택 할 수 있도록 하는 장치로서, 衛星에서 發射되는 圓偏波를 후단 즉 送受信 連結點사이에 偏波 하이브리 結合器(polarization hybrid coupler)를 넣어 直線偏波로 바꾸어 LNR에 공급한다. 送信의 경우는 高出力增幅器에서 偏波 하이브리 三結合器를 지나 트랜듀우서로 보내지고 여기서 피이드에 가게 된다. 또한 다블부리지를 사용하여 4~6GHz의 廣帶域에 걸쳐 損失을 적게하고, 定在波比를 1.1:1로 유지시키고 있다.

(ㄷ) 디플렉서 정크손(diplexer junction)

이것은 廣帶域 정크손 필터를 사용하여 送信과 受信을 분리하는 장치로서, 送信측은 高域 通過필터, 受信측은 低域通過필터를 사용하여.

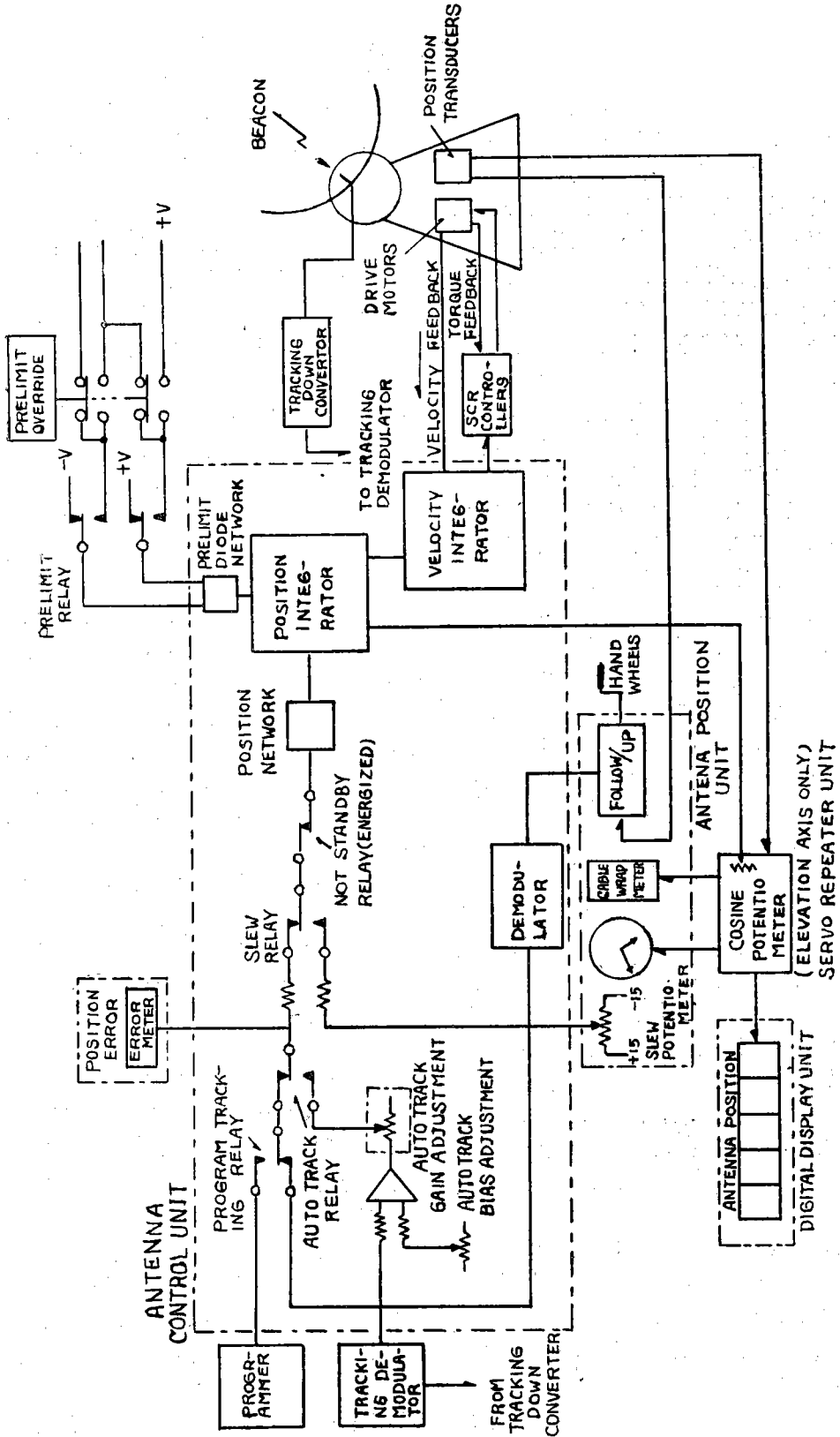


Figure 9. Antenna Control

送信 信號의 受信側에 대한 감쇄가 25dB 되도록 함으로서 送受信 사이의 간섭을 막고있다.

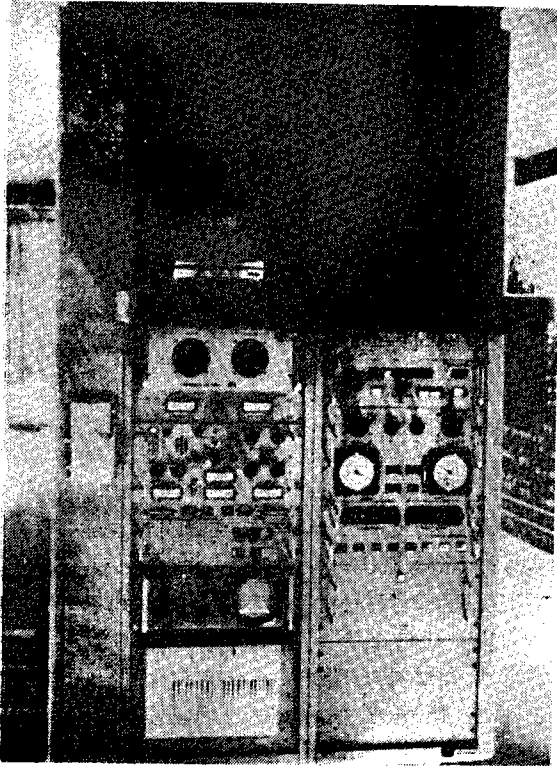


그림 10. ACC

(ㄷ) 폴라리제이션 하이브리드 (polarization hybrid)

이것은 폴라라이저 (polarizer)라고도 하며, 直線偏波 (linear polarization)된 送信 信號를 圓型偏

波 (circular polarization)로 바꾸워 피이드에 보내고, 반대로 圓型偏波된 受信 信號를 直線偏波로 바꾸워 LNR 계통으로 보낸다.

이 장치는 送受信機에서 사용하는 偏波方式과 地球局—衛星 사이에 사용하는 偏波方式을 整合하는 장치이므로 만일 通信衛星에서 直線偏波로 發射하면 필요 없게되며, 대신 送受信 各 導波管에 高出力 및 低雜音 로타리조인트를 장치하여 피이드 전체를 偏波의 變動에 따라 回轉시킬 수 있도록 해야 한다.

(ㄹ) 追跡호은(tracking horn)

中央의 코니칼 호은 주위에 90° 간격으로 4개의 4각으로된 호은을 장치하여 다음段에 導波管 하이브리드된 비고기(그림 11 참조)를 사용하여 誤差信號를 얻으며, 水平 및 垂直의 2가지의 誤差 信號를 同軸線 低域通過필터를 통해 追跡 受信機의 일부인 트랙킹다운콘버터 (tracking down converter)로 보낸다.

위와 같은 피이드에 대한 계통도는 그림 12 와 같다.

(나) 追跡受信機 系統

追跡受信機는 안테나에서 받은 誤差 信號와 LNR 을 통과한 綜合 信號를 誤差角度에 비례하는 直流電壓으로 만들어 自動制御回路에 공급하여 안테나를 自動追跡으로 動作하게 하는 受信機로서, 그 장치중 일부가 피이드 근처에 설치되어 4GHz 帶의 方位 및 高度 誤差 信號와 綜合 信號 등 3 가지 信號를 70MHz 의 中間周波數로

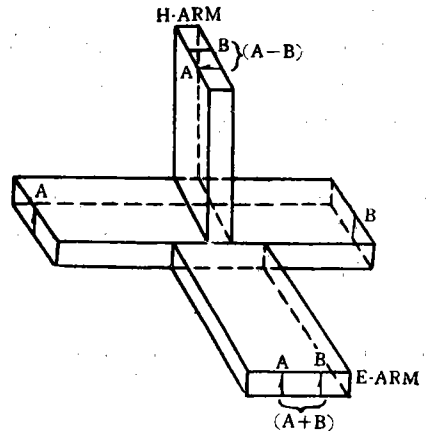
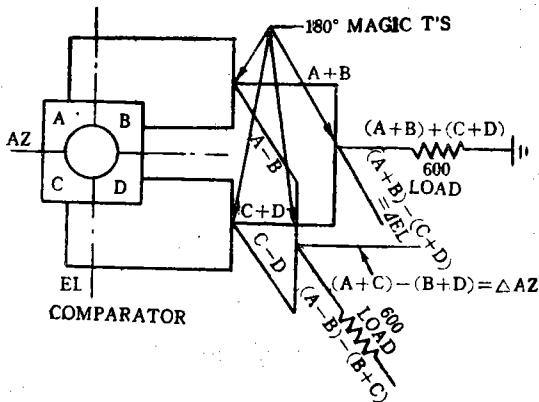


그림 11. (a) Waveguide comparator

(b) magic T

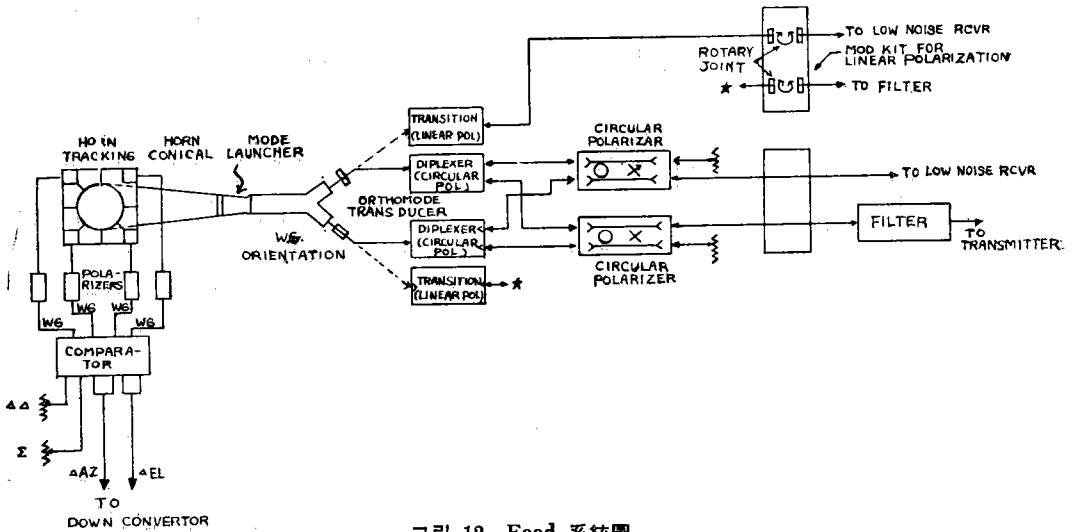


그림 12. Feed 系統圖

變換增幅하여 同軸케이블을 통해 制御室의 ACC에 설치된 追跡 復調器로 보내는데 이 장치를 트랙킹 다운콘버터라고 한다.

여기서는 앞에 말한 바와 같이 周波數變換에 2 단계의 局部發振器를 이용한 믹서(mixer)를 사용하며, 4GHz의 誤差 信號를 먼저 370MHz로 變換하고 다음에 70MHz로 變換하는데, 370MHz로 變換할때, 104~120MHz 범위의 6 가지의 각각 다른 周波數의 水晶發振器를 사용.그중 2 개를 回路에 삽입하여 ACC에서 스위칭할 수 있게 되어 있고, 선택된 水晶發振器의 出力을 채택한 후 분할하여 각 채널에 분배한다(방위, 고도, 종합의 3 채널이 있음)

通信衛星에서 보내는 비이컨信號는 無變調의 CW로 6 가지를 보내며, 그 중 1 개를 선택하여 追跡에 사용하고, 상태에 따라 다른 周波數를 사용할 수 있도록 6 가지의 局部發振器를 갖추고 있다.

制御室에 있는 追跡 復調器는 다운콘버터(down converter)에서 보내온 方位, 高度, 綜合의 3 가지의 70MHz 信號를 復調하여 自動制御回路에 直流의 驅動電壓을 공급한다. 綜合 信號는 基本 信號로서 각 誤差 信號와 비교하는데 檢波 方式은 位相록크檢波(phase lock detecion)를 사용하고 있다.

70MHz의 綜合 채널 입력 信號는 增幅 調整

되어 4.5 MHz의 周波數로 變換되며, 그 周波數幅을 필터를 통해 10KHz로 축소시킨 다음 루우프페이스檢波器(loop phase detector) 및 AGC檢波器로 공급되는데 이러한 여러가지 장치를 통과하는 동안 S/N비를 고정시키고, 雜音이나 信號에 의해서 回路가 過負荷 상태로 되는 것을 예방할 수 있다. 다른 2개의 誤差 채널도 같은 방법으로 4.5MHz帶의 信號로 變換된다.

4.5MHz의 綜合 信號는 같은 周波數의 基準發振器의 位相을 基準으로 비교 되어 電壓制御. 局部發振器의 周波數를 조정하며 입력 周波數가 약간 變해도 그 位相 誤差가 增加되어 VCO를 새로운, 즉 變화된 70MHz의 周波數로 동작하게 한다.

追跡 復調器는 綜合 信號의 受信 經路가 LNR을 거치게 되므로 LNR을 스위치오우버 했을 경우 回路의 성질 變化로 인한 위상의 지연을 보상하기 위해 位相遷移器를 두어 LNR # 1을 기준으로 조정후 # 2로 바꾸면 位相 調整을 할 수 있도록 되어있다.

(다) 안테나 驅動 系統(antenna drive system)

안테나를 움직이는데 20HP의 直流 모오터를 사용하고 있다. 制御回路에서 공급되는 水平 및 垂直의 誤差 信號를 SCR의 게이트에 가하여 3相 480V를 제어하고 整流하여 각 驅動 모오터의 아아마추어에 공급하므로써 모오터를 司命 信

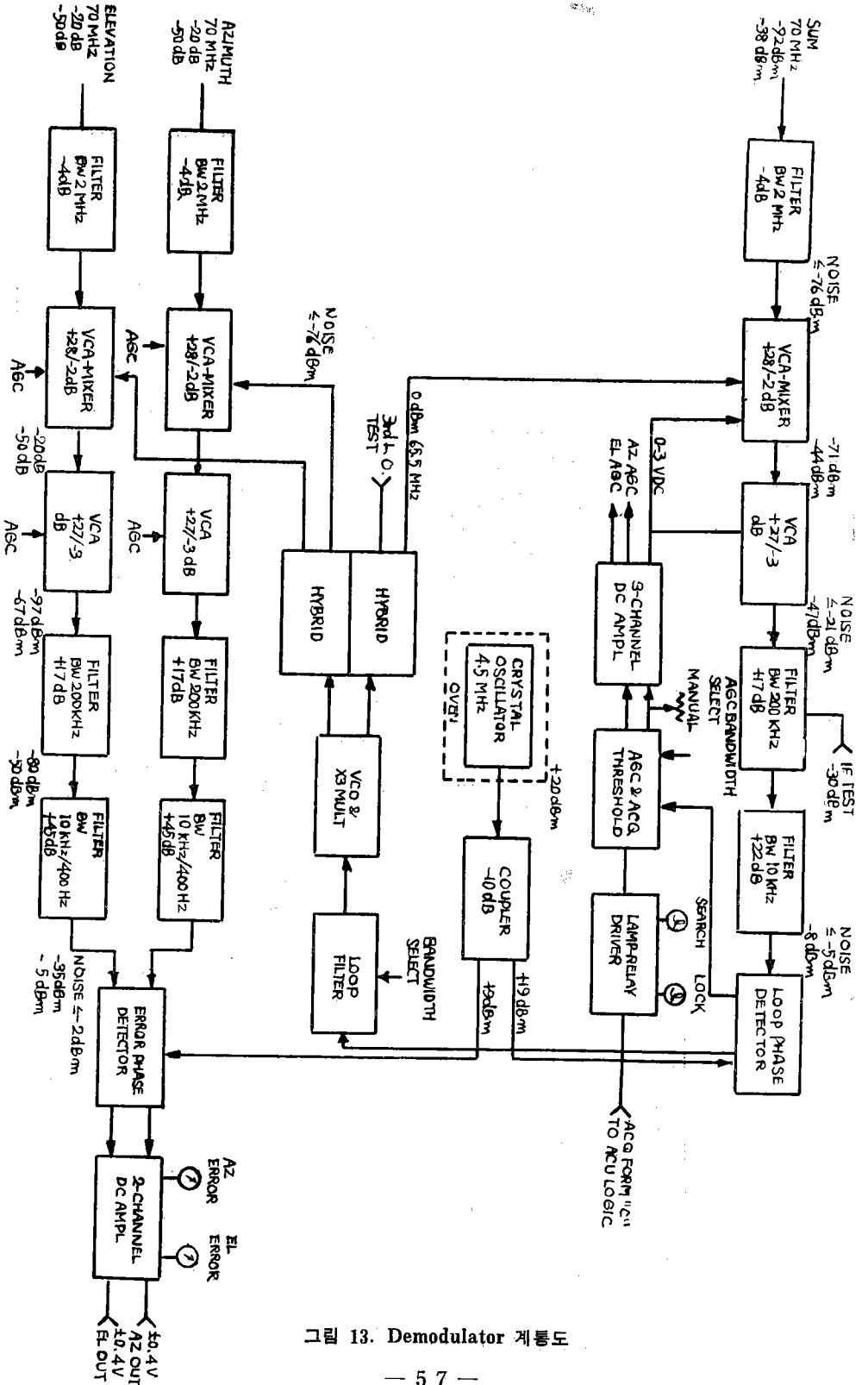


圖 13. Demodulator 原理圖

號에 따라 움직이도록 한다.

SCR 복스가 水平 垂直용 2개 있고, 각각 2개의 極性和 크기가 다른 출력을 각 모오터에 공급하도록 되어있으며, 안테나를 움직이거나 停止시킬 때 기어의 백크래쉬(backlash)를 방지하기 위한 것이며, 水平에는 10HP 모오터 4개, 垂直에는 20HP 모오터 2개를 장치하여 안테나 軸에 가해지는 토크의 平衡을 취하도록 되어있다 (그림 14 참조). 각 모오터는 ①, ③번, ②, ④번이 각각 조를 구성하여 서로 반대 방향으로 적당한 回轉力을 가하고 있다.

그림 10는 안테나 遠隔調整裝置 및 風向·風速裝置의 外觀을 표시하는 그림이고, 그림 15는 各種 警報·監視·試驗裝置와 黑白 및 天然色 TV 中繼用 受像機의 外觀圖이다.

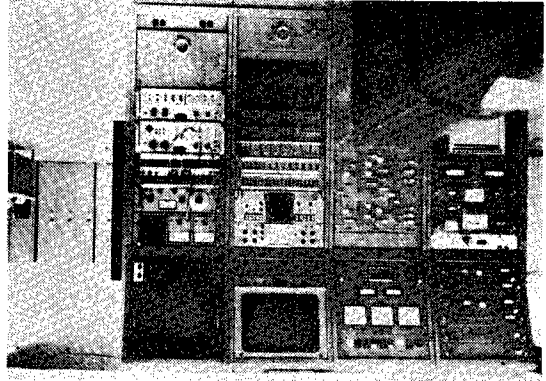


그림 15. 各種 警報·監視 試驗裝置와 黑白 및 天然色 中繼用 受像機

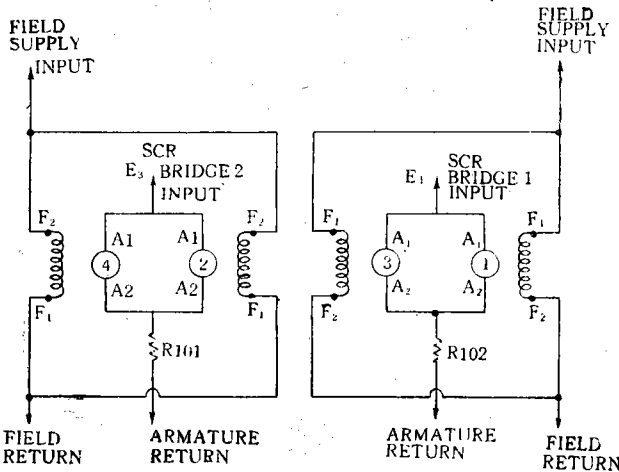
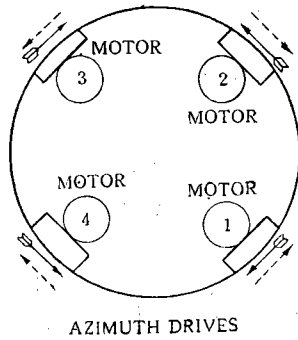


그림 14. (a) Azimuth Drives, Mechanical and Electrical Arrangement.

2-4. 高出力增幅器(high power amplifier)

地球局의 안테나를 출발한信號는 高度 35,800 km 上空에 있는 衛星에 到達하기까지 190dB 의 손실을 보며, 衛星 自體에서는 불과 10dB 내외의 안테나로 受信하며, 더욱 高性能 低雜音受信機를 작은 衛星에 施設할 수 없으므로 통상 -70 dBm 정도의 受信信號 入力を 얻기 위해서는 地球局 送信部는 必然的으로 高出力이어야 한다.

地球局의 카세그레인 안테나의 送信 利得을 약 61dB 로 보면 高出力增幅器(HPA) 出力은 回線 容量에 따라 차이는 있으나 59dBm 은 上廻 하여야 된다는 것이다. SSOG 규약에서 인텔세트 III F-4 의 경우 電話 N 회선당 최고 EIRP 는

$$61dB + 10\log N$$

이므로 電話 1 回線만 사용해도 61dB 이며, 30회

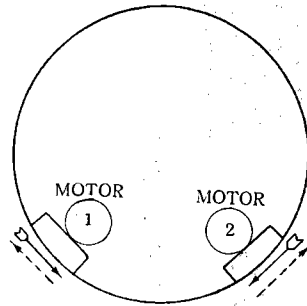
線이면 57.7dBW, TV 비데오의 경우 87dBW 이다.

현재 錦山 地球局의 EIRP 는 TP; 70.8dBW, TV 音聲 70.2 dBW, TV 映像, 83.9dBW 로 운용하고 있다. 약친후를 고려 할 때 Rain Margin 2dB~6dB 補強 出力을 감안하면, HPA 는 여유 있게 高出力을 감당할 수 있어야 한다.

(1) HPA 의 構成

HPA 系의 構成을 보면 그림 16 과 같으며, 다음 8 가지로 大別할 수 있다.

- ① HPA (high power amplifier)
- ② IPA (intermediate power amplifier)
- ③ HVPS (high voltage power supply)
- ④ AVR (automatic voltage regulator)
- ⑤ HEAT EX. (heat exchanger)



ELEVATION DRIVES

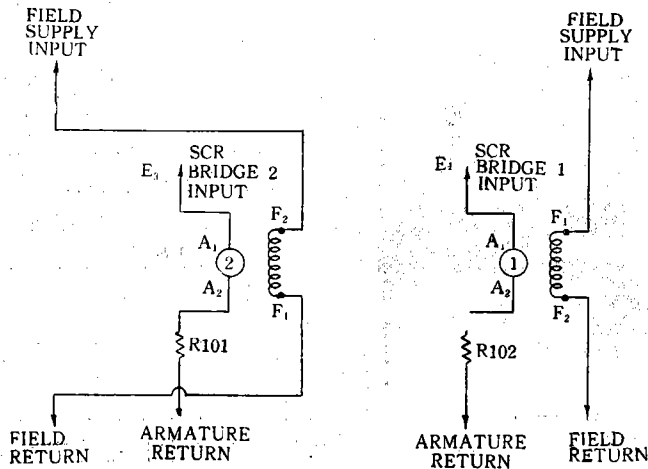


그림 14. (b) Elevation Drives, Mechanical and Electrical Arrangement..

- ⑥ Remote HPA Control Panel
 - ⑦ Dummy Load Water Equipment
 - ⑧ Dummy Load
- HPA의外觀圖는 그림 17과 같다.

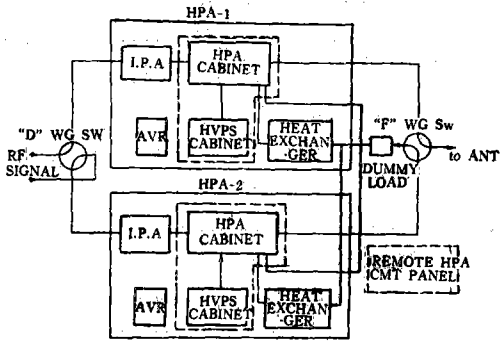


그림 16. Block Diagram of HDA Subsystem

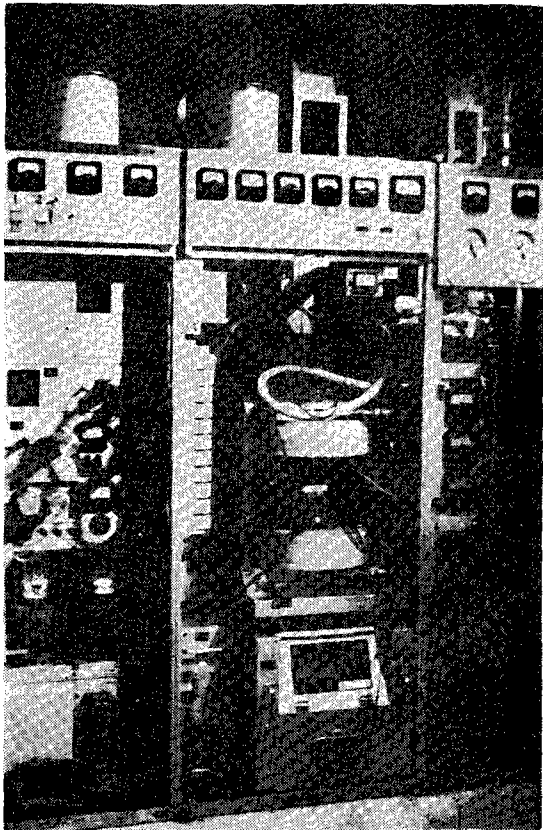


그림 17. 高出力增幅器(H.P.A.)

(7) HPA 캐비닛

그림 15에서 HPA 캐비닛은 TWT가 母體가

되어 數 10 여종의 장애경보장치 및 監視計器 등으로 構成된 캐비닛 # 1 과 TWT의 모든 電源을 직접 공급하는 캐비닛 # 2가 있으며, 이 밖에 熱交換裝置에 들어오는 冷却水의 水壓, 流量 및 流速을 自動調節하는 워터콘트롤(water control) 캐비닛이 있다.

HPA-1 과 HPA-2 사이에는 GCE (grund communication equipment)에 소속되어 있는 TCPM (Tx. Carrier power Monitor) 랙크가 있어 주로 導波管 스위치 "F"를 驅動하는 스위치 로직 (Logic)과 電話 및 TV의 AGC를 提供하는 TFT (thin-film thermoelectric) 파워워 헤드에 연결된 파워워 부리지와 AGC 回路가 포함되어 있으며, 2개의 HPA를 상태에 따라 自動 또는 手動으로 on-line 과 off-line으로 선택하도록 한다. 핵심의 TWT는 38dB 利得으로 飽和出力 6.3kw까지 낼 수 있는 LD-793이다.

(L) IPA (intermediate power amplifier)

MUX의 基本 밴드 出力信號 -25dBm을 HPA의 最小한 入力 驅動레벨까지 이끌어 올리는 역할을 담당하고 있는 中間出力增幅器로서, 약 40dB의 利得을 얻어 飽和出力 10W까지는 무난히 낼 수 있는 LD-920型 TWT이다. IPA는 또한 EIRP를 교정할 수 있도록 모오터 驅動式 減衰器가 있으며, TWT를 損傷으로부터 보호하는 보호용 RF CUT-OFF 다이오드 스위치가 進行波管의 入力部 導波管에 설치되어 있다.

(C) HVPS 및 AVR

이들 장치는 모두 HPA系에서 소모 되는 약 100KVA 電源供給源으로서 HVPS는 TWT에 인가되는 數 KV의 高電壓을 精確하게 유지하도록 하는 것이 목적이다. 이밖에 瞬間的 停電인 경우에도 通信回線에 中斷이 생기지 않도록 보상해 주는 遲延(delay)회로가 있다.

AVR은 HVPS와 UPS(無停電動力室)과의 사이에 位置하고 있는데 이는 IVR(induction voltage regulator)과 3相 VT(variable transformer)를 구비하고 있어 1차측 入力 變動 10%에 出力은 0.15% 정도까지 유지하는 극히 精密한 供給電源을 만들고 있다.

(E) 熱交換器(heat exchanger)

永久磁石을 사용하는 IPA 와는 달리 HPA 의 경우는 TWT 에 매우 큰 電磁石을 사용하고 있기 때문에 熱處理가 問題된다. 비임 電子를 集束吸收하는 콜렉터나 보디 외에도 大型 써어큐레이터에 連結하여 冷却수로 熱을 吸收한다.

스텐드바이의 HPA 出力 에너지를 吸引하는 擬似負荷의 高熱 역시 冷却수로 熱交換 처리하여야 한다. 冷却水로는 酷寒을 감안하여 에치렌 구리콜과 순수 蒸溜水를 혼합하여 프라스틱 펌프로 注入한다.

純粹度を 測定하는 計器로는 電氣傳導度を 測定하는 原理를 이용한 傳導度計(conductivity meter)가 이온수지 容器的 前後에 連結되어 있어 처음 注入되는 蒸溜水를 점검하는 "RAW" ($\times 10^4\Omega$)와 이온수지를 거쳐 TWT 에 進入하는 冷却水를 監視하는 "PURE" ($\times 10^6\Omega$)이 있다. 이처럼 철저히 純粹度を 감시하는 이유로서는 단

약에 pure 가 $0.5 \times 10^6\Omega$ 이하로 不純도가 높아지면 不純物中 無機物質이 파이프를 따라 TWT 에 接近 순환中에 TWT 의 막대한 放射폭으로 이온화된 生成이온이 增加되어 비임 電子를 集束시키는 電磁石의 電流가 增加되는 影響을 받아 비임 電子는 分散 또는 濃縮되어 드리프트(drift) 管에 進行하는 도중 보디에는 누설 電流가 증가하여 TWT 의 效率低下, 심하면 TWT 에 致命傷을 준다.

(2) RF 信號回路

그림 18 은 RF 信號의 HPA 내에서의 經路를 說明하는 블록다이어 그림이다. IPA 에서 나온 6GHz 의 FM 搬送波는 약 0.5W~1W 出力으로 아이스레이터 (isolator)를 거쳐 方向性 結合器(directional coupler)와 2개의 써어큐레이터를 지나 트랜듀우서를 통해서 TWT 에 進入한다.

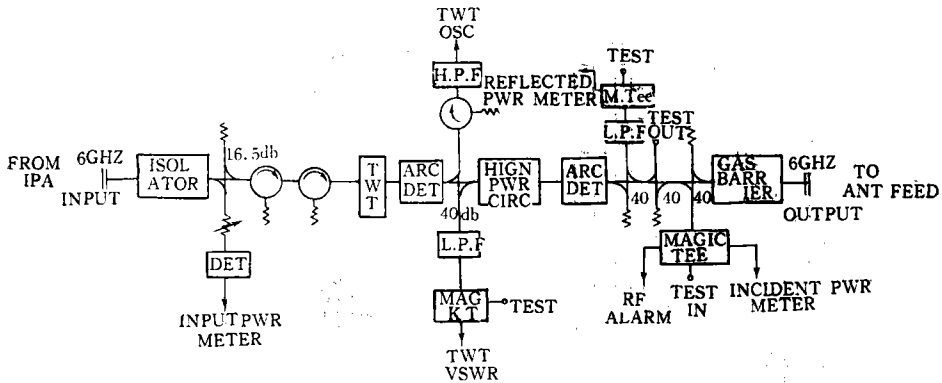


그림 18. Block Diagram of RF Circuit

아이소레이터는 TWT 를 入力線路의 어떠한 임피던스 變動에도 보호하기 위하여 단일 方向性 減衰器로 작용한다. 한편 方向性 結合器에 의해 유도된 信號成分은 터어포파일(thermopile) 檢波器로 檢出되어 入力 電力 레벨을 감시한다.

써어큐레이터는 TWT 가 밴드엣지(band edge) 발진을 일으킬 때 逆行하는 에코(echo) 反射波를 차단하여 VSWR 를 개선시키는 역할을 한다. TWT 에서 39dB 내외로 增幅되어 나온 信號는 아이크(arc) 檢波器를 경유한다. 導波管內의 아이크는 펄스 信號일 때, 펄스 간격의 짧은 순간

에도 이온은 충분히 分散 消滅되어 별 문제가 되지 않지만, 高出力 CW 의 경우는 重大하다. 周波數가 크면 導波管內徑은 물론 작아지겠으나, 여하간 S- 밴드의 좁은 導波管內에서 出力 5kw, 또는 X- 밴드에서 1kw 이상일 경우 아아크는 쉽사리 발생하는데, 導波管內의 오물이 帶電될 때 이온이 누적되어 발생될 수도 있어, 導波管 양쪽에 특수 막으로된 후렌지로 막아주고 있다. CW 에서는 일단 아아크가 발생하면 RF 電源을 向해 돌진하여 TWT 의 出口 윈도우를 파손시키게 된다. 아아크가 存在하고 있는 한은 導波管은 실

질상 쇼오트가 되어 VSWR 이 증대하여 導波管 給電線의 여러 部分에서도 2 차적으로 아아크가 수반된다. 이러한 어어크를 數마이크로秒 이내에 除去하고자 TWT 의 절단에 高速으로 작동 하는 다이오드 스위치가 연결되어 RF 信號 드라이브를 차단하여 保護해 주고있다. 어두운 導波管內에서 아아크 電光을 檢出할 수 있는 光電子 增倍管을 사용하여 光에너지를 電氣에너지로 바꾸워 IPA 의 다이오드스위치에 逆바이어스를 걸 어주므로써 20dB 의 감쇄를 시켜 RF 信號를 차단 한다.

高調波 필터는 TWT 에서 발생 하는 모든 高調波를 제거하여 信號의 스펙트럼을 淨化시켜준다.

끝으로 출력부에는 깨스배리어라는 특수 프랜즈가 導波管 스위치와의 사이에 가로 막아 있어 外部에서 오는 水分이나 깨스를 차단시키고 信號波形만 자유로히 통과할 수 있도록 윈도우가

있다. 여기를 나온 信號는 스위치 "F"를 통해 하는 擬似負荷에 들어가서 off-line 상태가 되며, 다른 하나는 on-line 상태로 안테나로 供給된다.

(3) 高速 警報裝置(high speed alarm)

장애경보회로는 TWT 外에도 HPA 系의 부대 機器를 보호하는 뜻에서 30 여종이 있으며, 원리로는

(가) TWT 에 공급되는 RF 信號를 차단한다.

(나) TWT 에 인가되는 고전압을 차단한다.

(다) TWT 에 인가되는 고전압 외에도 각 유니트에 인가되는 低電壓을 차단한다.

이렇게 3 가지로 대별 할 수 있는데 특히 증대한 장애로부터 보호해야만 되는 超緊急性을 요하는 뜻에서 高速커트아웃트回路가 있으며, 그림 19 에 표시되어 있다.

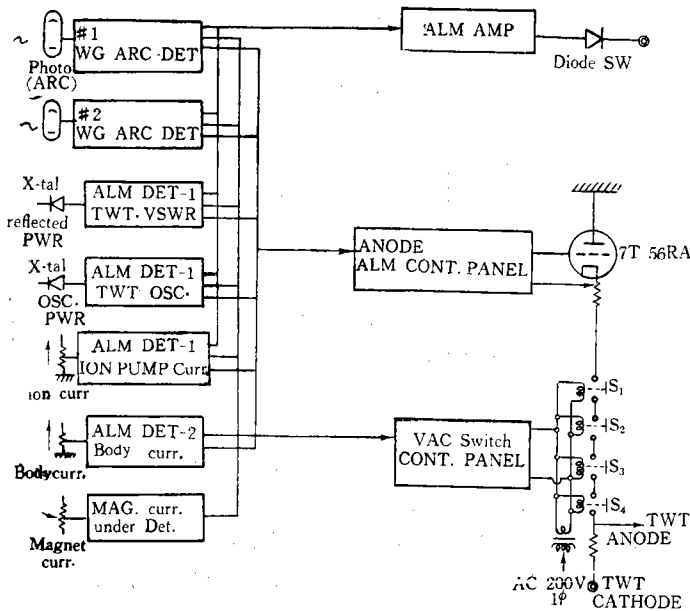


그림 19. High Speed Alarm Interlock Block Diagram

그림의 다이오드 스위치는 IPA 의 TWT 전단의 導波管內에 있으며 각종장애 信號가 들어오면 곧 RF 電力을 우선 차단하고, 동시에 7T56RA 라는 애노드 스위치 管의 그리드에 負바이어스가 걸려서 TWT 의 에너지를 캐소드와 同一한

電位로 만들어 TWT 를 cut-off 상태로 만든다. 4 개의 眞空 스위치 (S1~S4)는 2 개의 SCR 로 構成된 調整 패널에서 장애 信號로 동작하여 眞空 스위치에 공급되는 AC 電壓을 거의 0 으로 하여, 역시 TWT 를 turn-off 상태로 만든다. 이때 애노

드와 캐소드 電位는 동일하다.

이와 같이 중요한 장애에 대해서는 2重 또는 3重으로 동시에 차단해주는 것이 특징이다. 그림의 10N 펌프는 TWT의 眞空度를 높이기 위해 TWT內的 氣體分子를 이온化시키고 이것을 보드에 장치한 3KV 高壓 電極에 集積시켜 低壓

狀態를 유지한다.

결론적으로 HPA 施設은 高出力의 TWT와 예민한 각종 보호回路, 정밀도가 높은 電源供給源인 HVPS와 AVR, 熱處理裝置로 거대한 熱交換器 등이 모두 2개씩 設置되어 있다.

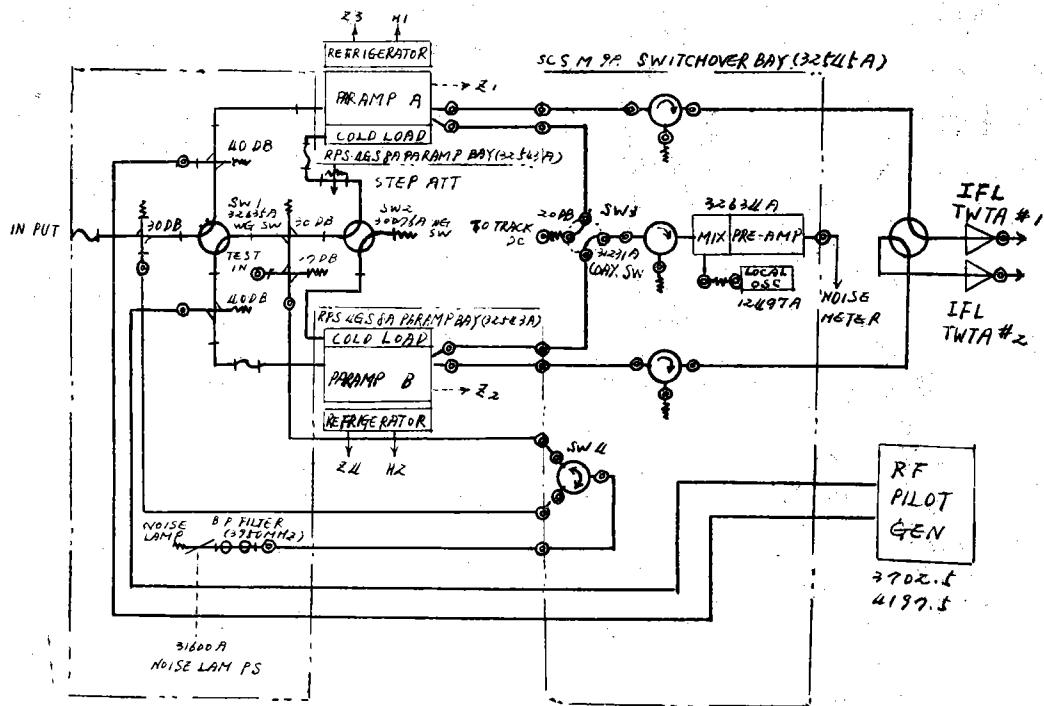


그림 20. Low Noise Receiver 結線圖

2-5. LNR (Low Noise Receiver)

低雜音受信機(LNR)는 안테나 室內에 소장된 5段의 파라메트릭 增幅器와 1段의 턴벌다이오드 增幅器(30096A 型)로 이루어진 低雜音 前置增幅裝置와 低雜音 進行波管 增幅裝置로서 構成되어 있으며, 각각 現用과 豫備를 보유하고 있다. 안테나에서 受信된 信號는 切換器에 의해 選擇된 系統으로 들어가 파라메트릭 增幅器 및 턴벌다이오드 增幅器인 低雜音 前置增幅段에서 40~43dB와 IFL에 소속되어 있는 低雜音 進行波管 增幅段에서 30~34dB, 合計 70~77dB가 增幅되어 다음段의 周波數交換器에 들어가게 된다. 이 系統圖는 그림 20에 표시된 것과 같다. 그림 21은 LNR 外觀圖이다.

(1) 파라메트릭 增幅器(Parametric Amplifier) 이 增幅器는 眞空保温容器內에 있으며, 20°K (-253°C)의 低温까지 헬륨 氣體에 의하여 冷却되며 雜音溫度는 最小로 6°k이다. 그 帶域은 40dB 利得은 500MHz, 로써 商用으로는 가장 우수한 것이며 그림 22는 그 周波數特性을 나타내고 있다. 펌핑(pumping) 周波數는 21.5GHz 이고, 사용된 크라이스트론은 VA-282이다. 冷却器는 連續 運轉을 하도록 設計되어 있으며 3000時間마다 冷却器 內部點檢, 氣密部品 交換, 6000時間마다 팽창 엔진 발브와 콤프레셔 펌프 交換을 위해 運轉을 停止해야하는 문제가 있으며, 여기에는 常温까지의 溫度上昇 時間. 보수 후에 헬륨 點檢 및 -253°C까지의 冷却에 소요되는 時

표 2

項 目	性 能
冷 却 器 名	Cryogenic Technology Inc Model-350
冷 却 溫 度	150°K
冷 却 所 要 時 間	5~6時間
1回 連 續 運 轉 時 間	3000時間
콤프레셔 壓 力	180 PSIG(入), 60 PSIG(出)
保溫容器的 眞空管	0.4×10^{-6} mmHg

(2) 턴널다이오드 增幅器

이 增幅器는 低雜音 前置增幅器內에 內장되어 있는 것으로서 5段 파라메트릭增幅器 다음에 連結되어 常溫에서 動作하고 있다. 이 帶域은 500MHz, 利得 10dB, 雜音指數 5.5dB, 出力變動은 溫度 5~45°C에서 ± 0.4 dB의 매우 輕量의 增幅器이다.

(3) 低雜音 進行波管增幅裝置

이 增幅裝置 역시 帶域 500MHz 편차(2dB), 雜音指數 9dB, 出力은 0dBm이며, 前置增幅裝置와 進行波管 增幅裝置 사이의 距離는 매우 隣接되어 同軸케이블로서 不過 0.21dB로 連結되어 있다. 以上の 低雜音增幅裝置의 電氣的 特性을 綜合하면 표 3과 같다.

표 3

項 目	性 能
周 波 數	3.7GHz~4.2GHz
利 得	40~43dB
雜 音 溫 度	23°K(最大)
安 定 度	± 0.1 dB/min 調整된 상태 ± 0.2 dB/12hrs. " ± 0.5 dB/week "
動 作 雜 音	70dBm
利 得 包 絡 線	± 0.3 dB/10MHz
利 得 變 動	全帶域에 걸쳐 ± 1.0 dB
그 루 우 프 디 레 이	Linear ± 0.1 ns/MHz parabolic ± 0.03 ns/MHz ² max Ripple ± 0.5 ns/peak to peak
오 버 드 라 이 브	-30dBm
인 터 모 듀 레 이 션	35dB이하
AM-FM 變 換	0.5/dB at -111dBm
VSWR	入力 1.3max, 出力 1.3max
아 우 트 오 브 밴 드 信 號	-40dBm(5025~6425MHz)

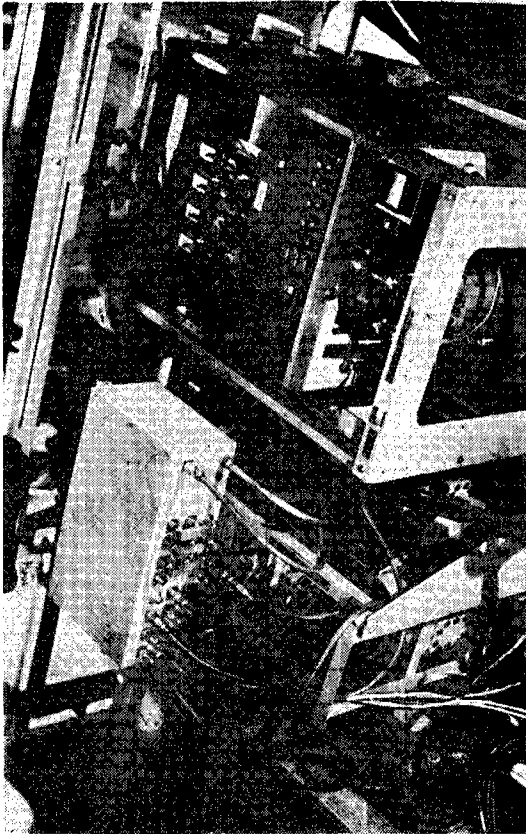


그림 21. Parametric LNR

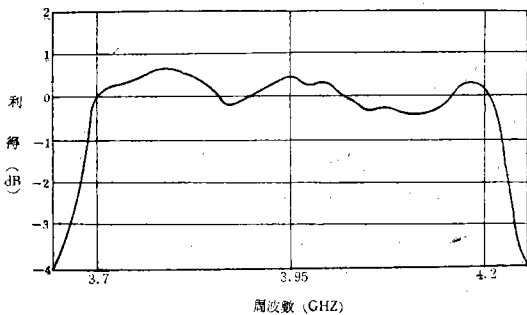


그림 22. 低雜音 增幅裝置의 綜合振幅周波數特性

間이 [정상적으로 약 30時間이다. 이 외에도 1500時間마다 헬륨용 필타를 交換해야 하며, 1일 1회 콤프레셔의 壓 力과 油 量을 檢 査하여야 한다. 이 와 같이 冷 却 裝 置에 對 한 技 術이 高 度로 要 求되 고 있다. 표 2는 冷 却 器의 特 性을 표 시 한다.

2-6. 電源施設

動力施設은 韓國電力株式會社로부터 商用 電源 22000볼트로 受電하여 480V/277V 下降하여

衛星通信機器를 제외한 모든 계통에 공급하고 있으며, 通信機 電源은 無停電發電機(UPS)로부터 供給토록 그림 23 과 같이 結線되어있다.

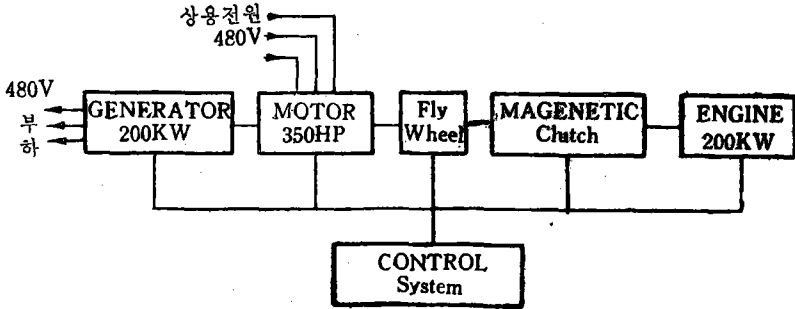


그림 23. UPS의 結線

(1) 200KW 無停電發電機(UPS)

UPS 에 대한 概要는 그림 24 와 같이 한개의 軸에 交流發電機誘(200kw) 誘導電動機 및 프라이휠이 連結되어 있으며 磁氣크라치에 의하여 디젤엔진(200KW)에 連結 또는 分離될 수 있도록 한개의 防振 基礎 위에 놓여있다.

UPS 의 動作過程을 보면

(1) 商用電源이 正常的으로 공급되고 있는 동안은 그림 24 와 같이 상용전압 480V, 60Hz이 電動機를 回轉시켜, 동 軸에 連結된 프라이휠 및 發電機를 回轉시키므로써, 發電機에서 나오는 AC 480V, 60Hz 의 電源을 通信機器 電源으로 사용한다.

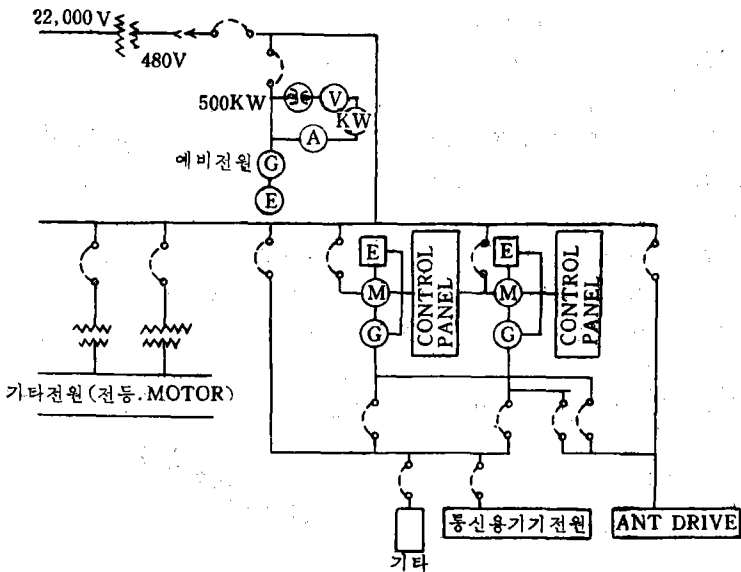


그림 24. UPS의 概要

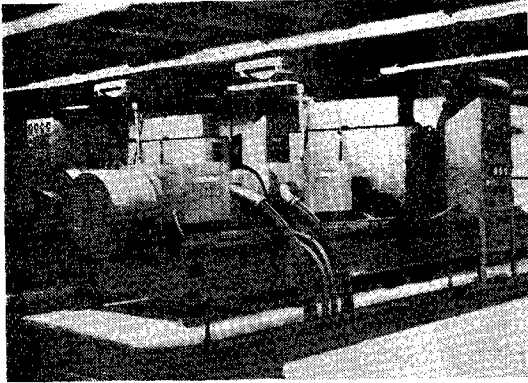


그림 25 200kW 發電機

(L) 商用 電源의 결함, 즉 電源電壓이 $\pm 10\%$ 의 變動이나 周波數가 $\pm 1\text{Hz}$ 變動이 있을 때, 또는 停電時에는 自動制御回路에 의하여 誘導發電機의 入力이 遮斷되며 磁氣크라치에 의하여 씨스템과 엔진이 連結되고, 동시에 엔진이 起動하므로서 發電機는 중단하지 않고 계속 回轉 運用되므로 모오터의 入力 電源 차단과 엔진의 정상 回轉까지의 짧은 時間 동안은 프라이 휘일의 慣性에 의하여, 發電機의 電壓 480V와 周波數 60Hz의 變動없이(실제 周波數差는 $\pm 0.3\text{Hz}$), 通信用 電源 부스(Bus)에 항시 無停電으로 安定하고 連續인 電源이 공급된다. 이때 停電 또는 變動으로 인한 負荷側의 인터럽손(interruption)은 300ms 이내로 유지되고 있다.

(C) 商用 電源 回復 또는 예비發電機의 運轉에 의하여 UPS 電動機 入力 電源이 正常 상태가 되면 自動制御回路는 이를 感知하여 모오터에 電源을 공급하므로 모오터의 힘으로 發電機와 프라이휘일을 回轉시키고, 동시에 磁氣크라치가 엔진과 씨스템을 分離하고 엔진은 自動적으로 停止한다.

이상과 같이 商用電源의 여하한 결함이나 停

電時에도 通信機器 電源 공급源인 發電機는 正常 運行되어 無停電 상태를 유지한다.

UPS의 모든 동작은 制御裝置에서 行하여지는 自動回路이다. 이에 대한 조정 파넬은 로칼 파넬과 리모트 파넬이 있으며 다음과 같은 裝置로 構成되어 있다.

- ① 각종 警報 표시장치(PL) 및 動作運영상태 표시장치(meter)
 - ② 發電機 電壓 調整裝置(自動 및 手動)
 - ③ 엔진 速度 調整裝置(自動 및 手動)
 - ④ 負荷의 變動 및 周波數 變動 감지회로(自動)
 - ⑤ 同期 모오터(同期裝置)
 - ⑥ 潤滑油 및 冷却水 순환 조절장치
 - ⑦ 非常時 모든 기능을 정지시키는 비상스위치
 - ⑧ 기타 릴레이群
- 으로 되어 있다.

(2) 500kw 發動發電機

이 發動發電機는 豫備電源으로 사용하며 상용 電源 停電時 대치 사용할 수 있도록 그림 23과 같이 結線되어 있으며 商用 電源에 의하여 自動 및 手動으로 動作할 수 있는 自動制御回路가 배치되어 있다.

(3) 受電施設

韓國電力株式會社로부터 22,000V를 受電하여 500 KVA 變壓器 3대로 Y結線하여 480 V/277V 低電으로 全體 系統에 電源을 供給하고 있으며 부대시설로서 AVR(自動電壓調節器), 過電流繼電器(OCR) 및 油入遮斷器(OCB)등이 있다. 그림 25는 200KW 無停電發電機의 그림이다.

3. 其他施設

機械室은 密閉型의 建物로 되어 있으며 機械室 溫度 調節裝置인 에어컨 및 히이터장치가 設置되어있고 自動적으로 機械室 溫度를 75°F로 유지하고, 自動으로 濕度를 調節하고 있다.