

商業通信衛星의 實用化

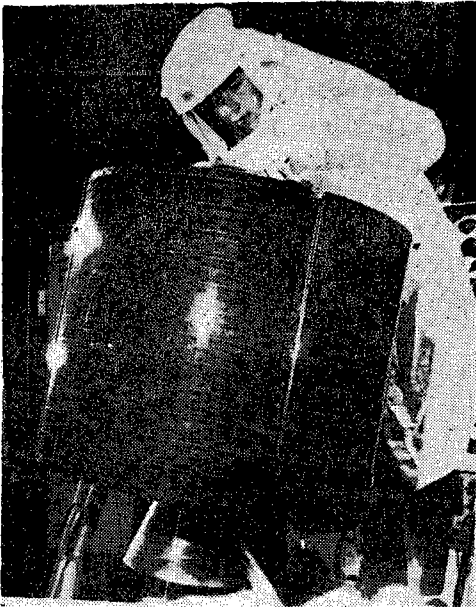
正會員 盧 弘 晁*

머 리 말

지난 數年間 宇宙通信開發의 進展은 實로 눈부신바 있으며 그 發展過程으로 미루어 볼 때 앞으로 어느 段階까지 進展할 것인가를 豫測한다는 것은 매우 困難하다.

美國은 1963年 2月 1日 通信衛星公社 COMSAT(The Communications Satellite Corporation)를 設立하고 總額 2億弗의 株式을 發行하여 事業基礎를 確立하는 한편 世界的인 商業通信衛星組織의 設立을 서둘러 各國과 協議를 거친後 「世界商業通信衛星組織에 關한 暫定制度를 設立하는 協定」을 맺었다.

이 協定은 恒久的인 世界商業通信衛星 組織의 制度를 1970年까지 確立한다는 것을 目標로 그 間의 暫定制度를 마련한 것이며 이 計劃을 推進하기 위하여 通信衛星



寫眞 1. 世界最初의 商業通信衛星 Early Bird. 宇宙狀況에 適應할 眞空試驗次 最終點檢을 받고 있는 光景

暫定委員會(Interim Communications Satellite Committee, ICSC)가 設立되었다.

이와같은 世界組織에 依하여 最初의 通信衛星 Early Bird(HS 303)은 1965年 4月 6日 成功裡에 發射되어 現在 赤道上 西經 30°에 位置하는 同期軌道인 太西洋上에 靜止하여 歐美間의 商用通信網으로 實用되고 있다 또한 ICSC는 美國으로 부터 Apollo 計劃(月探索衛星計劃)에 必要한 連絡網構成을 兼하여 새로운 通信衛星 HS303A 을 今年 9月頃 太平洋上에 發射할 計劃으로 있다.

한편 COMSAT 를 中心으로 하는 世界組織의 活動과 並行하여 NASA 도 通信衛星開發에 積極努力하고 있으며 現在 그 中心을 이루고 있는 것이 ATS 計劃(Applications Technology Satellite)으로 通信, 氣象, 科學觀測에 關한 各機能을 綜合的으로 갖춘 新衛星 5個를 1966年末에 始作하여 6個月마다 發射할 豫定으로 있다.

이와같은 情勢로 미루어 通信衛星의 確固한 前途는 아직도 豫測할 수 없으나 通信衛星의 發射을 손쉽게 할 수 있는 時代가 온다면 國際回線뿐만 아니라 國內回線用으로서 또는 隣接國家間의 局地的인 回線用으로서 利用될 可能性도 나올 것이며 이렇게 된다면 現在 우리가 생각하고 있는 Microwave 回線에 對한 思考方式도 매우 달라질 수 있는 것이다.

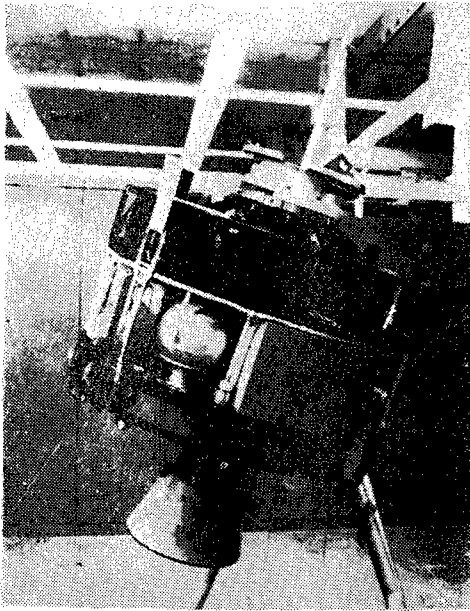
恒久的인 世界商業通信衛星網을 위한 衛星方式 및 地球局의 施設基準에 關하여는 아직도 檢討의 餘地가 많으나 그 序幕을 장식한 Early Bird 를 中心으로 特別히 通信系의 機構와 機能에 關하여 簡單히 살펴 보고자 한다.

HS303의 一般의 機能

HS303은 매우 多機한 機能을 遂行하기 위한 여러 系로 形成되고 있으며 이를 大別하면 通信系, VHF 計測系(Telemetering), 追尾系, 電源系와 衛星의 軌道制御를 위한 Rocket 推進系로 區分된다.

그 中 通信系는 하나의 Coaxial slot array antenna 에 連結되어 動作하는 2個의 周波數變換中繼用 Transponder 가 있으며 6Gc/s 帶의 受信信號는 4Gc/s 帶로

*通信部電波管理局



寫眞 2. 6000 個로 形成되는 Silicon 太陽電池板을 除去한 通信衛星의 內部. 圓形의 容器는 推進 Rocket 用 過酸化水素를 貯藏한 tank 임

變換增幅된 後 다시 地球局으로 中繼된다. Transponder 와 地球局의 一般의인 特性은 各各 다음 第 1 表 및 第 2 表와 같다.

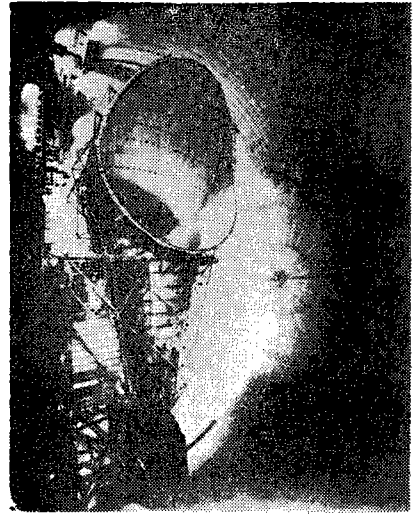
第 1 表* ⁽¹⁾ Transponder 特性

送 信 機 型	進行波管(TWT)
送 信 空 中 線 電 力	6W
送 信 搬 送 波 周 波 數	4160.75 및 4081.0Mc/s
Beacon 電 力	約 40mW
受 信 機 型	周波數變換
受 信 搬 送 波 周 波 數	6389.97 및 6301.02Mc/s
受 信 「채널」 帶 幅	25Mc/s
受 信 機 의 雜 音 指 數	10db
空 中 線 型 式	Skirted collinear slot dipole
受 信 空 中 線 利 得	4db(損失除外)
送 信 空 中 線 利 得	9db(損失除外)

第 2 表* ⁽¹⁾ 地球局特性

送 信 空 中 線 電 力	2kW
地 球 局 空 中 線	效率 50% 直徑 約 26m 파라포라形과 等價한「혼」型
送 信 周 波 數	6Gc/s 帶
送 信 信 號 의 RF 帶 幅	25Mc/s
受 信 周 波 數	4Gc/s 帶

元來 地球局의 施設은 通信衛星 Telstar 의 實驗을 위하여 美 AT&T 會社가 Andover 에 建設한 것을 COM SAT 가 借用하고 있으며 寫眞 3 은 이 地球局의 Horn 空中線이다.



寫眞 3. 美 Maine 州 Andover 에 位置한 重量 380 「톤」에 達하는 Horn 空中線 右側에 附着된 「파라보라」空中線은 追尾用으로 HS 303 用으로 새로히 設置한 것임.

Transponder 는 兩受信機들이 어느 한 送信機에 相互 連結되고 있다. 命令受信機로서의 機能도 갖춘 두 受信機는 언제나 함께 動作하고 있으나 送信機들은 地球局의 指令(command)에 따라 어느 한쪽만이 動作하고 있다 (그림 1 參照) 各受信機의 通過帶域幅은 25Mc/s 이며 搬送周波數의 間隔은 6Gc 帶에서 89Mc/s, 4Gc에서 80 Mc/s 이다. 따라서 全 送信電力은 duplex 나 多重方式을 마련하기 위하여 여러 搬送波間에 同時에 共用되고 있다. 한편 Transponder 들은 中繼信號와 더불어 地球局的 追尾 (Tracking)를 위하여 主發振器로부터 派生된 Beacon 信號를 地球로 送信하고 있으며 이 Bencon 信號는 正常通信運用期間中の 計測資料를 마련하도록 計測 Encoder 에 依하여 變調되고 있다.

電力增幅段에는 出力 6W 의 TWT 를 使用하고 送信 空中線의 指向性은 언제나 地球局을 카버할 수 있게끔 充分히 넓게 잡고 있다.

電源部는 各 21 個의 Nickel-cadmium 蓄電池로 形成된 2 群의 蓄電池가 6000 個의 Silicon 太陽電池에 依하여 充電되어 45W 의 容量을 가지며 電源部와 其他 熱處理에 對한 設計는 皆蝕期間을 除外한 通信系의 連續의인 運用에 支障없게 되어 있다.

通信系의 回路

그림 1 은 衛星의 通信系에 對한 完全한 系統이며 利得, 帶幅, 減衰, 插入損失 其他 各線路損失들은 各點에서의 公稱信號 level 와 함께 表示하였다. 以下 通信系에 包含된 各段(番號表示)을 部分的으로 詳述한다.

① 空中線 (030)

動作送信機의 空中線電力은 RF Switch(175)를 通하

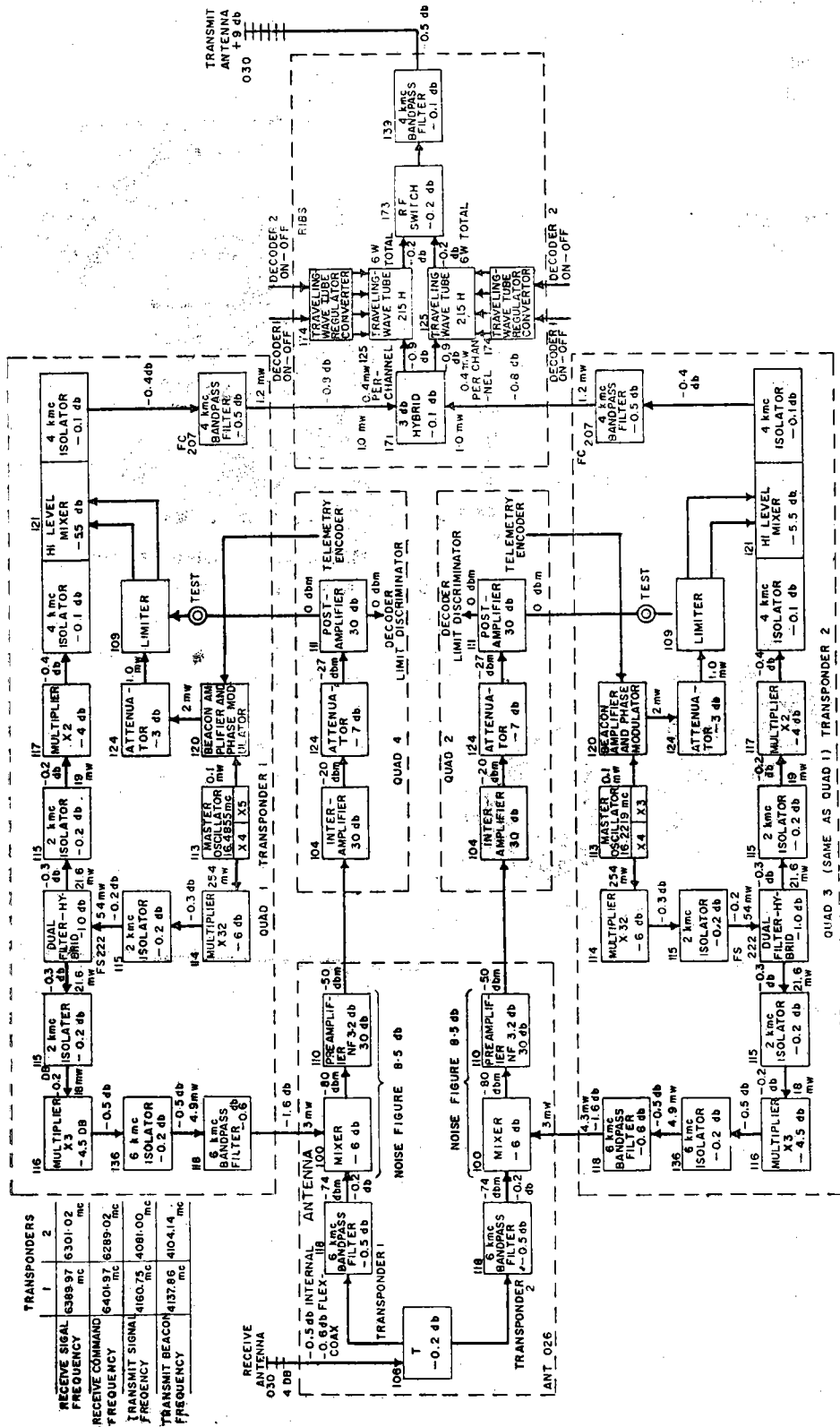


그림 1

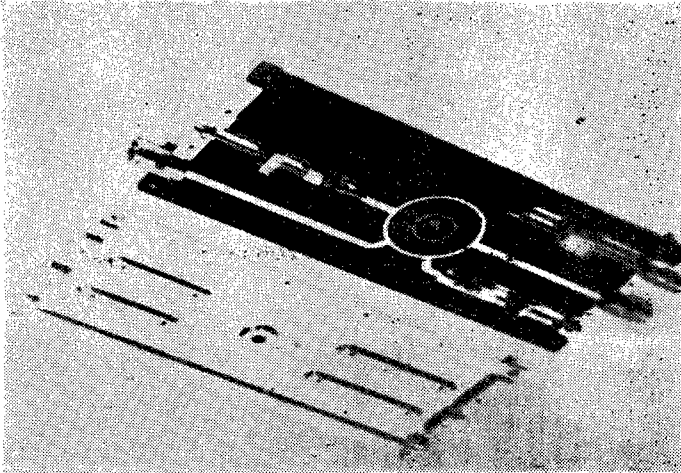
여 하나의 Collinear slot 配列空中線에 連結된다. 送信空中線은 直線配列 6素子 Skirted dipole이며 受信空中線은 3素子「크로바」葉形構成으로 두空中線은 서로 直角으로 偏波되어있다. 送信 및 受信空中線의 利得은 各各 損失을 除外하고 9db와 6db이다.

② 6Gc Bandpass Filter (118)

6Gc 帶域通過「필터」는 所要通過帶域外的「스푸리어스」信號를 除去하도록 設計된 Dual-cavity 帶域通過「필터」로 受信入力부와 Transponder 에 使用된다. RF Cavity 의 入力과 出力은 Probe 結合으로 各「임피이던스」는 50 Ω, 3db 點의 帶幅은 受信入力部에서 約 42Mc, 局部發振部는 約 12Mc이다.

③ Input Mixer(100)

이 Mixer 는 寫眞 4 와 같은 構造의 Ring hybrid 로 受信信號와 局部發振信號를 混合하여 IN832AM diode 가 中間周波信號를 抽出하여 RF 「초오크」를 거쳐 다음段에 連結된다. Mixer 는 約 6db 의 損失로 約 8.5db 의 受信機雜音指數에 對한 要因이 된다. 局部發振器의 Isolation 은 27db, 平均 VSWR 는 信號入力部에서 1.5 : 1, 局部發振器入力部에서는 1.8 : 1이다.



寫眞 4. Input mixer 의 內部

④ 遞倍器(116, 117, 114)

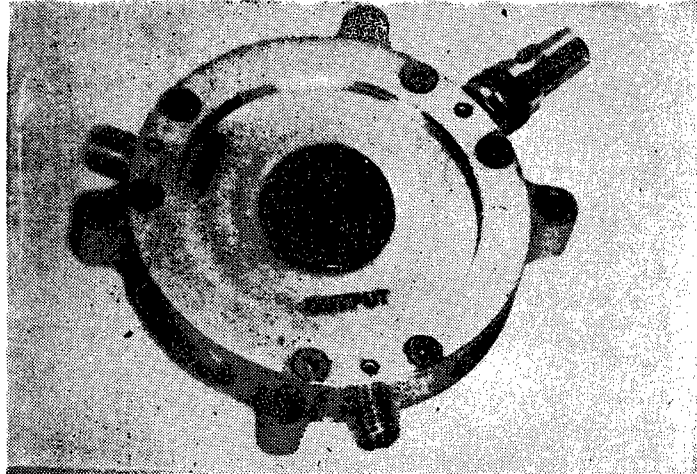
×3 遞倍器(116)는 導波管으로 組立된 것이며 入力 resonator 에 tuning 을 위한 同軸部를 갖고 있으며 導波管 cavity 에서 結合된 出力信號를 發振시키기 위하여 1 個 Varactor (非線形容量素子)를 利用하고 그 變換損失은 3db 이 된다. ×2 遞倍器(117)는 前記 ×3 遞倍器와 大差없는 構造로 平均變換損失은 4db 이다. 끝으로 ×32 遞倍器(114)는 64Mc 을 2Gc 로 5 個 Varactor diode 遞倍器에 依하고 平均 約 6db 의 變換損失이 隨伴한다.

近來 Varactor 를 利用한 周波數遞倍器는 電子管에 代

置하는 有力한 Micro 波發生手段으로서 널리 實用化되고 있으나 「파라메트릭」發振等의 不安定으로 因하여 雜音特性이 劣化될 憂慮는 있지만 安定한 遞倍器의 雜音特性은 極히 良好하다⁽²⁾.

⑤ Isolator (136, 115)

Transponder 內에 2Gc, 4Gc 와 6Gc 用의 各各 다른



寫眞 5. 2Gc/s Isolator 의 內部構造

3 種의 Isolator 를 使用하고 있으며 그中 2Gc 用 Isolator 는 寫眞 5 와 같다. 이들은 寫眞에서 보는바와같이 同一側面結合으로서 1 方向에 對한 減衰는 他方向의 그것에 比해 越等 크다. 이 Isolator 는 回轉作用을 마련하는 그 中心部에 磁化 Ferrite 圓板을 갖춘 Y 形連結部를 갖는다. 通過方向에 對한 插入損失은 約 0.2db, 中心周波數에서의 Isolation 은 35db 以上이다.

⑥ 複「필터·하이브릴」(FS222)

複「필터·하이브릴」는 主發振器段에서 오는 2Gc 信號를 2 方向에 兩分하는 同時에 不要 高調波除去와 受信用 및 送信用局部發振段間을 分離하는 機能을 갖는다.

⑦ 中間周波增幅器(110, 104, 111)

各 前置, 中間 및 主增幅器는 Transistor 化된 것이며 各段의 利得은 30db, 3 個增幅段에 걸친 全體通過帶幅은 25 Mc±1db 이다. 前置 및 中間增幅器의 出力部는 Emitter follower 方式으로 Transistor 에 依한 4 段增幅이고 主增幅器는 3 段增幅이다.

⑧ High Level Mixer (121)

이 mixer 는 平衡變調器로서 主發振器의 第 256 次 高調波인 基準信號를 周波數變調된 IF 信號와 混合하는 非直線「헤메르다잉」裝置의 役割을 一雙의 Varactor 로 行하고 있다. 이 때 그 出力은 各變調에 依한 두 IF 側 波帶로 組成되고 Transponder 에서 이 두側波帶들이 中

心周波數以上の 側帶波를 除去하는 4Gc 帶域通過 「필터」를 거쳐 「필터」의 出力으로서 Transponder의 出力信號가 된다. 이 Mixer의 變換損失은 約 5.5db, 通過帶域에 걸친 出力의 電力變動은 2.0db를 넘지 않는다.

⑨ 3DB Hybrid (171)

이 Hybrid는 4個端子를 갖추고 兩 transponder의 出力部와 兩 TWT間을 連結한다. 이의 目的은 transponder段에서 오는 RF 出力을 分割하여 兩 TWT의 入力에 同一한 RF를 印加하고 있으나 前述한바와 같이 地球局의 命令에 依한 어느 한 TWT만이 動作한다. 挿入損失은 各各 3db, 入力과 出力端間의 isolation은 20db이다.

⑩ TWT (125)

TWT는 microwave 通信用 transponder의 電力增幅段이며 型名 215H인 이 TWT는 4121 Mc/s을 中心으로 100Mc의 帶域幅을 갖는다. 公稱利得은 40db, 公稱出力은 6W, 入力印加範圍은 2.4db, 最大所 要直流電源電力은 18.6W이다.

⑪ 主發振器 (113)

이 發振器는 基本基準周波數 (f_{mo})를 發生시켜 이를 局部發振器用으로 384 遞倍, 送信周波數用은 356 遞倍, Beacon IF用은 5 또는 3 遞倍(Transponder 1用은 5, transponder 2用은 3)를 하게 된다. 公稱出力 level은 $4f_{mo}$ 에서 254mW, $5f_{mo}$ (또는 $3f_{mo}$)에서는 0.1mW이다.

⑫ Beacon 增幅器/位相變調器(120)

이것은 主發振器로 부터 오는 $5f_{mo}$ (또는 $3f_{mo}$)信號를 增幅하고 Encoder의 計測資料를 갖춘 信號를 位相變調하며 公稱出力은 2mW이다.

以上 通信系의 回路中 重要部分만을 간추려 記述했으나 各段의 入出力端의 임피던스는 大體로 50Ω이다.

商業通信網으로서의 分析

① CCIR 勸告

能動衛星(Active Satellite)方式을 電話 및 TV의 國際의 回路網으로서 使用할 때의 設計者의 便宜를 위하여 다음 그림 2와 같은 基準擬似回線(Hypothetical reference circuit)인 地球局—宇宙局—地球局으로 構成하는 1 hop의 link가 定해 졌다.⁽³⁾ 이 回線에는 한雙의 變調와 復調裝置가 包含되고 있다. 이것은 地上距離 7,500km까지는 1 hop로서 充分히 通信을 할 수 있다는 前提下에 大部分의 國際接續은 1 hop로서 可能하다는 點을 考慮한 것이다.

이 基本的인 基準擬似回線에 對한 許容雜音電力値는 다음과 같이 定하고 있다. 即 周波數分割多重電話方式에 對하여는 任意 電話回路의 零相對「레벨」點의 加重雜音電

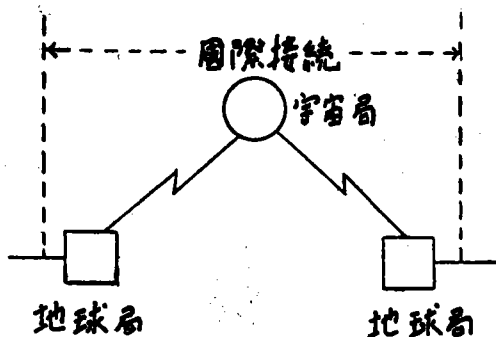


그림 2 基準擬似回線

力은 任意的 1時間平均値로 10,000pW, (Psophometrical noise power의 單位) 任意的 月間 0.2% 以上에 對한 1分間平均値는 80,000pW를 超過하지 않을 것을 勸告하고 있다⁽⁴⁾ 다음에 黑白 TV方式에 對하여는 Video 帶幅의 公稱上限을 5M% (等價雜音帶域)로 하고 이 回線의 終端部 信號 對 Random 雜音比를 90% 時間率에서 적어도 55db로 할것을 勸告하고 있다⁽⁵⁾.

한편 國際的 回路網으로서 使用하는 地上 可視域無線 中繼方式과 比較하는 意味에서 이를 參考로 註해 본다면 3組의 「채널」 變調器, 6組의 Group 變調器와 9組의 Supergroup 變調器들을 包含하는 容量 60 回線(電話) 以上에 對한 2,500km의 基準擬似回線⁽⁶⁾에서 許容雜音電力値는 周波數分割多重電話方式인 境遇 前述한 任意 電話回路의 零相對 level點에서의 加重雜音電力을 任意的 時間平均値로 7,500pW, 任意的 月間 0.2% 以上에 對한 1分間 平均値는 47,500pW를 超過하지 않도록 勸告하고 있다⁽⁷⁾.

以上은 良質의 電話回路를 提供하고자 하는 公衆通信網으로서 將次 全世界에 걸치는 國際的 回路網의 形成에 必要한 指標로서 이와 같은 許容雜音電力値를 CCIR가 勸告하고 있다.

② 電話回路의 傳送

最初의 宇宙通信의 實用化를 指向한 HS303의 通信系는 CCIR 勸告에 附合하는 240 duplex 電話回路의 傳送이 可能하며 이 衛星을 通하여 美國—歐羅巴向과 歐羅巴—美國向의 兩 搬送波가 中繼되고 있다. 따라서 언제나 衛星內의 TWT는 單하나만으로서 그 RF 電力은 兩搬送波에 依하여 共用하지 않을 수 없으므로 各搬送波에는 4.6db의 Duplexing loss를 招來하고 있다.

上述한 CCIR 勸告에 依한다면 任意 電話回路의 零相對 level點의 雜音電力(Psophometrically weighted)이 10,000pW를 超過하지 않게 되었으므로 零相對 level點의 Test tone level이 1mW 일때 Test tone 對雜音比(T/N)는 다음과 같다.

$$\frac{T}{N} = \frac{10^{-3}}{10^4 \times 10^{-12}} = 10^5 \text{ 또는 } 50\text{db}$$

지금 雜音電力 10,000pW는 地球局과 衛星施設間에 걸친 分布雜音의 總合을 뜻하는 것이므로 어떤 任意의 雜音電力量이 地球局과 衛星間에 配當된다고 볼 수 있다. 지금 總雜音電力中 7,400pW는 地球局的 受信機 熱雜音에 依하고 나머지 2,600pW는 衛星을 包含하는 其他雜音源에 依한것이 라고 假定한다면 地球局的 受信系를 分析함에 있어 實効 T/N은

$$\frac{T}{N} = \frac{10^{-3}}{7400 \times 10^{-12}} = 1.35 \times 10^5 \text{ 또는 } 51.3\text{db}$$

로 1.3db의 增加分을 考慮하지 않으면 안된다. 또 한 一般的인 通信回線에 對한 分析에서는 Psophometrically weighted 雜音代身 白色雜音을 常用하고 있으므로 前記 所要 T/N比에서 2.5db을 除하고 信號傳送時에 一般的으로 使用하는 pre-emphasis에 依한 改善度 4db도 考慮한다면 結局 所要 T/N比는 다음과 같이 된다.

$$\text{實効 } T/N = 51.3 - 2.5 - 4.0 = 44.8\text{db}$$

簡便히 생각하기 위해서 RF 搬送波는 單一正弦波로 變調한다고 假定한다. Pre-emphasis는 이미 前에 發射된 여러 宇宙通信의 實驗을 通하여 그 有利性이 明白化되고 있으며 이는 變調指數의 自乘에 比例하는 改善要因을 갖는 位相變調信號에 依한 것이다.

따라서 通信系의 所要變調指數를 決定하는 여러要素들은 db單位로서 다음과 같이 便利하게 要約된다. 即

$$44.8 + 10 = \left(\frac{C}{N}\right)_{6.2\text{kc}} + 3 - (-1 + 4 \log n) + 10 \log M^2$$

$$44.8 = \text{實効 } T/N \text{ db}$$

10 = peak factor⁽⁸⁾ (尖頭值對 rms). 이 指數는 通信系의 歪를 減少시키는데 必要한 것이며 10db factor는 Random 雜音型信號가 1% 時間率 以內에서 이 值를 超過하는 境遇를 保障한다.

$\left(\frac{C}{N}\right)_{6.2\text{kc}}$ 는 單一電話回路(3.1kc 單側波帶幅)의 雜音帶域內 搬送波 對 雜音比

3 = 搬送波電力(C)의 平均自乘值를 尖頭搬送波電力值로 換算한 peak factor (3db)

$(-1 + 4 \log n) = \text{CCIR loading factor}^{(9)}$ (周波數分割多重電話方式에서 任意電話回線數에 相當하는 雜音負荷) 여기서는 $n=240$ 임.

$10 \log M^2 = \text{變調指數M에 對한 位相變調의 改善度}$

上式에서 $(C/N)_{6.2\text{kc}}$ 를 알 수 있다면 變調指數M의 值가 選定된다. HS303의 通信系에 關聯되는 電話回路의 各因子들을 要約하면 다음 第3表와 같다. 上式에서 變調指數M은 peak factor 10db를 滿足시키기 위하여 6.0이지만 「채널」當 rms 變調指數는 1.9에 지나지 않다

第3表⁽¹⁾ 雙方向(Duplex) 運用과 240回線負荷를 위한 衛星-地球向 信號 및 雜音 level

通信衛星의 送信電力(6W)	7.8dbW
Duplex, 線路 및 其他損失	-6.8db
衛星의 空中線利得(最小)	9db
傳播路減衰量(4G%)	-197db
地球局 空中線利得(4G%)	58db
受信搬送波電力	-129dbW
受信雜音電力密度 ⁽⁸¹⁾ (50°k) ⁽¹⁰⁾	-211.6dbW/cps
「채널」雜音電力 ⁽⁸²⁾ (6.2kc帶幅)	-173.7dbW
搬送波 對 「채널」雜音比	44.7db
地球局系雜音7400pW에 對한 所要T/N	51.3db
pre-emphasis 改善度	4.0db
Psophometric noise weighting factor	2.5db
Loading factor(240)	8.5db
Peak對 rms 比	10.0db
Peak/rms比 10db에 對한 Test tone 變調指數	6.0db
時間率 99%에 걸치는 Test tone 變調指數	1.9db
基本帶幅 $f_b = (60 + 240 \times 4)\text{kc}$	1.02Mc
Feedback을 갖춘 FM 受信機의 帶幅 Compression factor	
$2f_b \left[1 + \frac{M_c}{6}(f_b + 0.1) \right]$	5.3
受信雜音帶幅改善度(25/5.3) Mc	66.7db
搬送波 對 雜音比	15.9db

(註 1) 受信雜音電力密度 = $10 \log kT_0 \Delta f$
 $k = \text{Boltzmann 定數} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ joule}$
 $T_0 = \text{Kelvin溫度}(50^\circ\text{K})$
 $\Delta f = \text{受信帶幅}(c/s)$

(註 2) 註1의 Δf 에 6200c/s을 代入

다음 地球-衛星向에 對한 通信系의 各因子들은 第4表와 같다. 衛星間에서의 T/N比 60.6db 值는 純全히 標準比이며 實際로 衛星系에는 存在하지 않는다. 그 理由는 傳送된 信號가 衛星에서 復調되지 않기 때문이다.

第4表⁽¹⁾ 地球-衛星向 信號 및 雜音 level

地球局的 送信電力(2000W)	33.0dbW
地球局的 空中線利得	61.5db
傳播路減衰量(6G%)	-200.5db
衛星의 空中線利得	4.0db
各種損失	-2.0db
受信搬送波電力	-104.0dbW
受信機의 雜音指數	8.5db
受信雜音電力密度(1870°k)	-195.9dbW/cps
「채널」雜音電力(6.2kc)	-158.0dbW
搬送波對「채널」雜音比	54.0db
衛星에서의 T/N比	60.6db
衛星系系雜音 2600pW에 對한 所要 T/N	55.8db

地球-衛星向 Margin | 4.8db

③ TV 傳送

雙方向 TV 傳送을 위한 各因子들은 다음 第 5 表에記하였다. Video의 基本帶幅을 3M%로 하였지만 보다 廣帶域을 使한다면 信號 對 雜音比를 증회생하더라도 解像度를 改善할 수가 있다.

第 5 表 雙方向 TV 傳送을 위한 衛星-地球向 因子

受信搬送波電力	-129dbW
受信雜音電力密度(50°k)	-211.6dbW/cps
Video 基本帶幅 f_b	3.0Mc
RF帶幅(Carson) $2f_b(M+1)$	25.0Mc
變調指數(M)	3.2
Feedback를 갖춘 FM 受信機의 IF帶幅 : $2f_b \left[1 + \frac{M}{6}(f_b + 0.1) \right]$	16.0Mc
受信機 IF 雜音電力(16M%)	-139.6dbW
$\left(\frac{C}{N}\right)_{IF}$ 地球局 受信熱雜音	10.6db
衛星受信雜音電力密度(1870°k)	-195.9dbW/cps
16M%帶의 衛星(熱雜音)에서의 $\left(\frac{C}{N}\right)$	19.9db
衛星에서의 $\left(\frac{C}{N}\right)_{IM}^{(H4)}$	16.9db
地球受信系에서의 實効 $\left(\frac{C}{N}\right)_{IF}$	9.3db
FM改善指數 $3M^2 \left(\frac{25.0}{2 \times 3.0} \right)$	21.2db
平均實効信號 對 雜音比	30.5db
Noise weighting factor	14.0db
peak-to-peak 信號對 weighted noise	53.5db

(註 4) IM雜音=2×熱雜音(衛星)으로 假定함.

結 言

將來的 通信量에 對한 需要를 豫測한다는 것은 어려운 일이지만 現在까지의 經過를 본다면 새로운 施設이 생기면 얼마까지 需要가 뒤 쫓아왔다는 事實에 비추어 國際通信網으로서 從來의 方法(海底 Cable, HF 回線等)으로 이 需要를 短時日內에 解決하기는 매우 困難한 것이며 實際로 國際通信의 Traffic 趨勢는 年間 18~20%의 增加를 示顯하고 美NASA의 需要조사에 依하면 1960 年에 4 百萬呼에서 出發하여 1970 年에 2 千萬, 198

0 年에 1 億을 豫測하고 있다. 이러한 現狀으로 미루어 通信衛星의 實用化는 이를 解決할 수 있는 좋은 方案이 된다. 事實上 現在 Early Bird는 이미 歐美間의 實用回線으로서 既存回線의 1/3을 맡고 있으며 또한 唯一한 TV 中繼回線이기도 하다. 前述한바와 같이 ICSC는 今年 가을에 2 個의 新衛星 303A를 太平洋과 大西洋上에 發射할 豫定이며 이것은 簡單히 말해서 Early Bird의 2 倍能力을 갖추고 南半球도 Cover 할 指向性和 이밖에 數個所의 地球局이 同時에 multiple access가 可能하게 設計되어 太平洋沿岸의 各國은 勿論 가까운 日本만 해도 衛星通信實用化에 對備하여 必要設施의 增設, 改修等으로 자못 活氣를 띠고 있는 것을 볼 때 우리의 宇宙通信에 對한 前途는 遼遠한바 있으나 國內基幹通信網이 될 마이크로波中繼網이나 來年에 結實하리라는 것으로 自慰하면서 本稿를 맺고자 한다.

當初 原稿委囑을 받을 當時의 意圖로는 商業用으로서의 通信方式과 現今의 Microwave 中繼方式을 逐條 比較해 가면서 通信衛星方式이 當面한 問題點과 各國의 研究實績을 많은 資料 및 圖表와 함께 記述할 作定이었으나 依賴하였던 資料의 未着으로 不得已 制限된 範圍內에서 課題를 더 깊이 손대지 못한것을 謝過합니다.

끝으로 寫眞을 爲始하여 많은 資料周旋과 좋은 指導를 배려주신 美 FCC 및 COMSAT의 諸位에게 本稿를 通하여 深深한 謝意를 表합니다.

參 考 文 獻

- (1) Early Bird HS303 by Hughes Aircraft Co.
- (2) 電氣通信學會雜誌 Vol.49 No.2
- (3) CCIR 勸告 352
- (4) CCIR 勸告 353
- (5) " " 354
- (6) " " 392
- (7) " " 393
- (8) Reference Data for Radio Engineers
- (9) CCIR 勸告 399
- (10) CCIR Report 207