

電 波 高 度 計

目 次

1. 序 言	205
2. 概 要	206
3. 測定原理 及 機器特性	208
4. 技術基準(案)	224
5. 結 言	227
参考文献	228

技 術 調 查 係

梁 燦 烈

1. 序

言

航空交通 手段인 航空機가 發明 되면서 부터 지금서 이르기까지 時間的, 經濟的, 空間的으로 航空機가 우리 社會에서 차지하는 그 比重과 役割은 대단히 크다고 보지 않을수 없다.

이와같은 航空機는 그동안 해를 넘길 때마다 航空機를 利用하는 世界交通量の 急激한 增加趨勢에 따라 數量的으로나 技術的으로 눈부시게 發展되어 왔고 이와 함께 航空機에 設置 運用하는 航法電子 裝置도 人命과 財産上 密接한 關係에 놓여 있기 때문에 世界各國은 이를 끊임없이 研究, 發展시킨 結果 實로 놀라울만큼 그 種類나 性能面에서 進展을 거듭해 왔다.

이러한 航法 電子裝置中の 하나인 電波高度計는 從來의 氣壓高度計와는 달리 高度測定뿐만 아니라 航空機의 安全運航을 爲한 한 System 의 裝備로서 航空機 運航에 빼놓을수 없는 裝備로 登場되었고 그 設置 運用面에 있어서도 全 航空機에 必須的인 裝備가 되었다.

따라서 當所에서 이러한 電波高度計에 대한 技術基準을 마련하고자 하는 것은 現在 國內에는 30 餘臺의 航空機에 50 餘臺의 電波高度計를 設置 運用하고 있지만 同 施設에 對한 技術基準이 없으므로 合理的인 電波管理에 寄與하기 爲하여 本 研究를 實施하게 된 것이다.

2 . 概

要

航空機가 飛行中 航空機의 高度를 알기 爲한 計器로서는 從來부터 氣壓高度計를 利用하여 왔다.

그러나 이 氣壓高度計는 平均海面에서의 高度(海拔高)를 指示하는 것이 되므로 航空機 直下의 大地로 부터의 高度를 指示하는 것은 아니었다.

即, 山岳地帶의 上空을 飛行할 때에는 山과 航空機間의 高度를 表示하기 때문에 絶對高度는 測定할 수가 없었다. 絶對高度를 測定하기 爲해서는 電波의 等速性和 航空機에서 地上으로 電波를 發射하고 그 電波가 地表面에서 反射되어 航空機의 受信機에 到達하기 까지의 時間關係에 의하여 航空機의 絶對高度를 測定하는 電子裝置이다.

이와같은 電波高度計에서 時間關係를 測定하는 方法에는 Pulse 를 利用한 Pulse 方式과 周波數變調를 利用한 FM 方式 그리고 FM - CW 方式이 있으며 여기에서 Pulse 方式을 利用한 것은 高高度用으로 適合하고 FM 方式과 FM-CW 方式을 利用한 것은 低高度用으로 適合하다.

또한 航空機에서 實際 設置 運用面을 살펴보면 現在 一般 航空機에서는 主로 低高度用 電波高度計만을 設置하여 高度測定 및 Auto Pilot 即 自動飛行 制御裝置(Automatic Flight Control System)나 地上接近警報裝置 即, G.P.W.S(Ground Proximity Warning System)에 利用하고 있으며 또한 操縱士에 있어서의 航空機의 滑走路 進入 및 着陸에 有用하게 利用하고 있다.

한편 一般 航空機에서 이와같이 高高度用 電波高度計를 그다지 設置 運用하지 않는 理由로서는 여러가지가 있겠으나 于先 現在 國際 民間 航空分野에서는 航空 交通觀制를 氣壓高度計에 의하여 行하고 있고 또한 그에따라 航空路가 定하여졌기 때문이며 또한 一定한 高高度에서 水平飛行을 行할 境遇 絶對高度는 航空機 航行에 별다른 情報를 주지 못하기 때문이다.

그렇지만 地形이 複雜한 上空을 飛行하는 境遇에 있어서 航行에 安全을 圖謀 한다든지 長距離 海洋飛行의 境遇에 있어서 되도록 짧은 時間에 目的地에 到達할 수 있는 經濟的인 Course를 選擇 飛行하고자 할 때에는 絶對的으로 高高度用 電波高度計가 必要하므로 大形 機나 特殊目的의 航空機에는 必須的으로 設置되어 利用 하고 있다. 이러한 關係로 電波高度計는 氣壓高度計에 代替되어 使用하는 것은 아니고 이것을 別途로 設置하여 함께 使用 하고 있는 裝備이다.

使用 周波數帶로는 以前에는 420-460〔MHZ〕를 主로 使用하였으나 現在는 거의 4.2-4.4〔GHZ〕를 使用하고 있다.

또한 空中線은 送信과 受信 別途로 使用하고 送受信 모두 航空機 機體의 下腹部에 設置 使用하며 半導體素子の 性能向上에 따라 全 固體化가 推進되었고 小形 輕量の 高性能 裝備가 開發되어 使用되고 있다.

現在 國內 航空機에 設置된 電波高度計의 現況은 다음과 같다.

國內 電波高度計 設置現況

航 空 機 名	B-707	B-747	DC-10	A-300	計
航 空 機 數	7	12	5	8	32
高 度 計 數	7	24	10	16	57

3 . 測定原理 및 機器特性

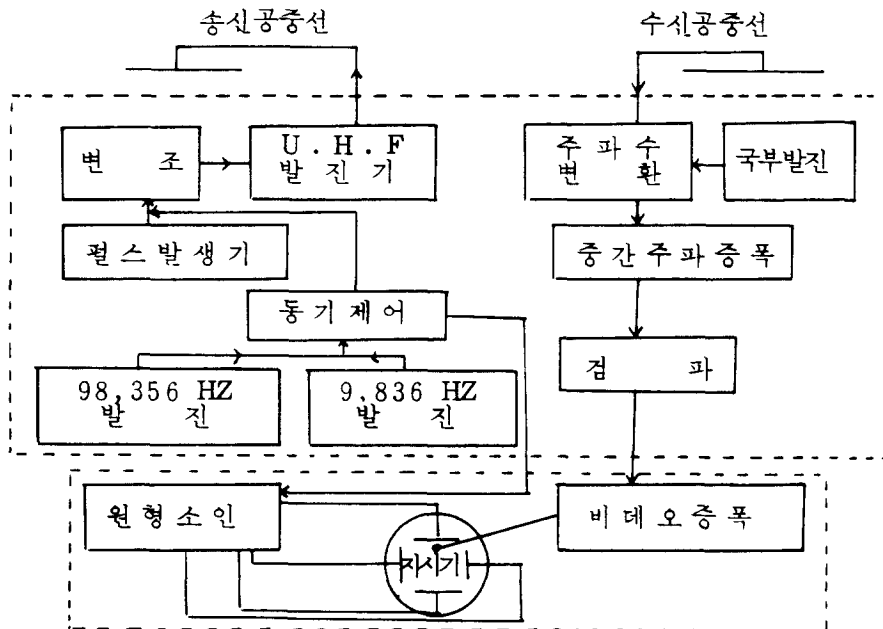
가. Pulse 形 電波高度計

1) 測定原理

Pulse 形 電波高度計는 Radar 의 原理를 利用하는 것으로 航空機에서 Pulse 電波를 地上을 向하여 發射하고 이 電波가 地表面에 反射하여 다시 航空機의 電波高度計用 受信機에 受信되기 까지의 時間을 測定하여 高度를 算出하는 方式이다.

即, 電波가 1 [μ S] 의 時間에 150[m] 의 距離를 往復하는데서 對地高度를 求한다.

Pulse 形 電波高度計의 系統圖를 그림(1)에 나타내었다.



그 립 1

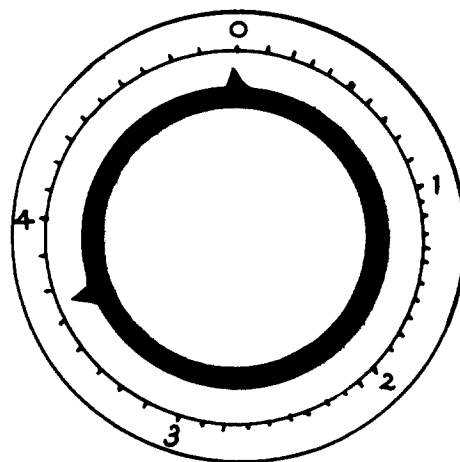
系統圖에 나타난 98,356 [HZ] 의 發振부와 9,836 [HZ] 의 發振부는 Pluse 返復周波數를 發生하는 發振部로서 98,356 [HZ] 는 5,000 [ft] 以下の 高度測定에 使用되는 發振部이며 9,836 [HZ] 는 5,000 [ft] 以上の 高度測定에 使用하기 爲한 發振部이다.

여기에서 發生된 信號는 變調回路에서 必要的 Pulse 波로 變形된 후 空中線을 通하여 送信된다.

受信機에서는 到來電波를 周波數 變換하여 얻은 30 [HZ] 의 中間周波數로 增幅 檢波하여 指示器에 加한다.

指示器로서는 陰極線管을 使用하고 陰極線管은 그림(2)와 같은 形式의 J Scope 를 使用하며 그림처럼 圓形上에 生기는 突起에서 高度를 feet 單位로 直續하게 讀 되어있다.

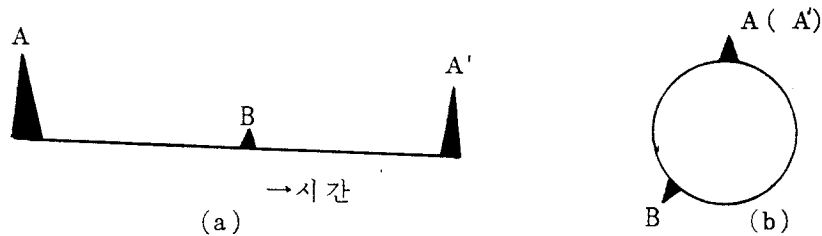
即, 圓形에 掃引되고 있는 CRT 上에 送受 Pulse 에 各各 同期된 두個의 Mark 를 表示시켜 그 Mark 間の 角度에 따라 高度를 判續하는 方式이다.



(그림 2)

이러한 방식은 高度를 될수 있는한 正確하게 또한 簡易하게 읽기 爲한 것이다.

이 圓形上의 表示는 그림 (3 - a) 에 表示한 것처럼 通常 直線的 表示의 A Scope (橫軸에 距離, 縱軸에 信號強渡) 를 둥글게 하여 그림 (3 - b) 처럼 圓形으로 하게 한 것이다.



(그림 3)

한편 Pulse 形 電波高度計에서는 高度가 낮은 境遇에는 送信 Pulse 와 受信 Pulse 가 서로 重疊되어 正確한 測定이 困難하며 一般的으로 50[ft] 以下の 測定은 不可能하다. 또 높은 高度에서 明確한 像을 얻기 爲해서는 送信機 및 指示器에 높은 電壓을 加하는 것이 必要하지만 높은 電壓을 加하면 Arc 를 發生하고 또한 受信機에 있어서의 信號對雜音比, 送信電力, 等에 의해서 制限을 받으므로 實際上으로는 50,000[ft] 程度까지의 測定이 限定되어 있다. Pulse 形 電波高度計는 一般的으로 測定範圍가 0 - 5,000[ft] 까지와 5,000-50,000[ft] 까지의 2段으로 되어 있으며 送信과 受信 空中線에는 半波長 dipole 을 使用하고 있다.

2) 機器特性

Pulse 形 電波高度計의 特性은 다음과 같다.

- 中心周波數 : 440 [MHZ] 또는
1,630 [MHZ]
- 測定可能高度 : 50,000 [ft]
- Pulse 返復周波數
 - 1) 5,000 [ft] 以下 : 98,356 [HZ]
 - 2) 5,000 [ft] 以上 : 9,835.6 [HZ]
- Pulse 幅 : 0.25 [μ S]
- 放射電力 : 10-100 [W]
- 測定確度 : $\pm (2.5 \% + 50 \text{ft})$

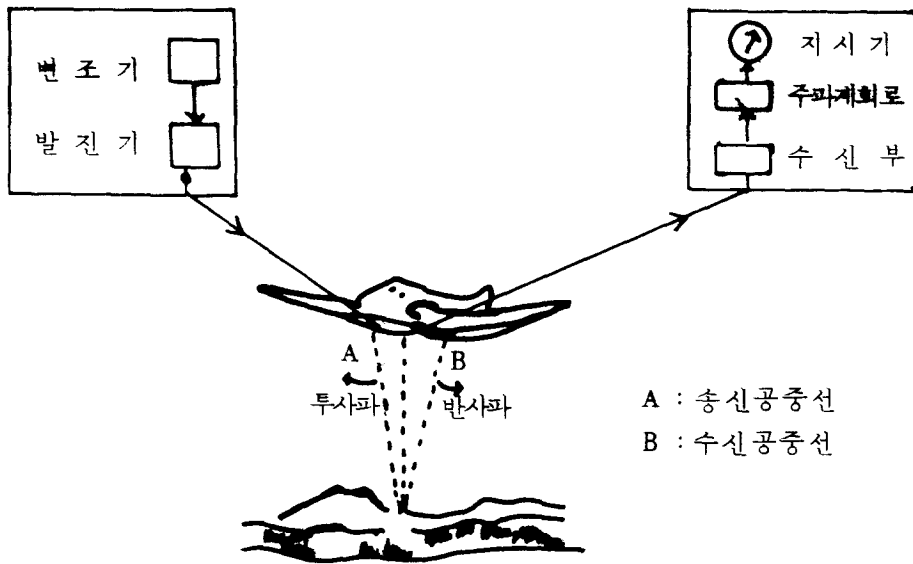
나. FM形 電波高度計

1) 測定原盆

FM 形 電波高度計는 그림(4)처럼 航空機에 周波數 變調의 送信機와 受信機를 設備한다. 送信機에서는 周波數 變調를 行하며 이것을 送信 空中線에서 大地로 向하여 發射한다.

이 電波가 地表面에서 反射되어 그 反射波를 受信 空中線으로 受信한다.

또한 受信 空中線에는 送信 空中線에서의 直接波도 加하여진다. 그러나 이 直接波가 너무 强하면 大地로 부터의 受信 反射波를 受信 하기가 매우 困難하므로 너무 直接波가 强하게 受信되지 않도록 送信과 受信의 空中線은 서로 隔離된 位置에 設置하여야 한다.

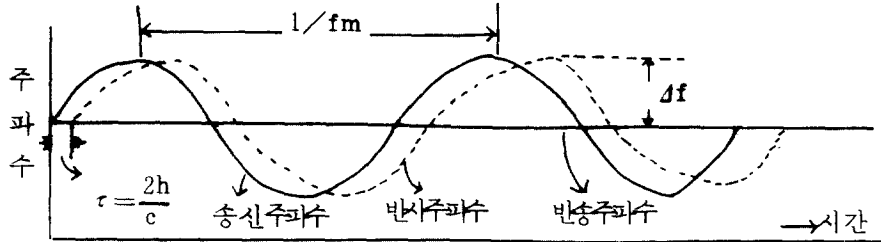


(그림 4)

또 受信機의 受信裝置도 充分히 遮蔽하여 送信機에서의 Carrier 가 直接 受信機에 加해지는 것을 防止하여야 한다.

電波高度計의 受信機로 送信 空中線에서의 直接波와 大地에서의 反射波를 同時에 受信하는 境遇 두 電波는 서로 相異한 瞬時 周波數를 가지고 있다.

그것은 航空機에서 發射한 電波가 地表面에 反射하여 다시 航空機의 電波高度計用 受信機에 受信되기 까지의 사이에 送信 周波數는 變化하고 있기 때문이다.

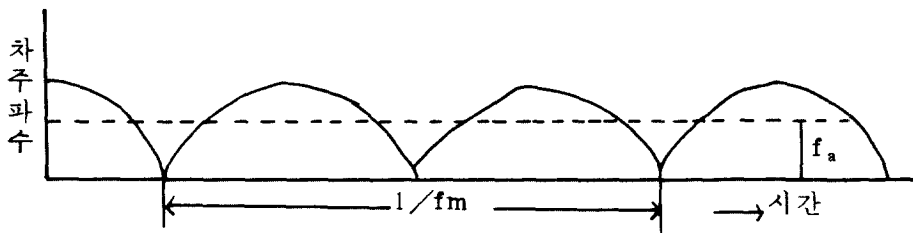


(그림 5-a) 送信周波數 및 受信瞬時周波數

이 狀態는 그림 (5-a) 에 表示하는 바와 같이 實線은 正弦的으로 周波數 變調된 送信電波의 瞬時 周波數를 表示하고 (直接波에 相當한다) 點線은 反射波의 瞬時 周波數를 表示하고 있다.

그림에서 알수있는 바와같이 이 두 周波數 變化의 모양은 同一하지만 電波가 빛의 速度 C 로 航空機에서 大地에 到達하고 다시 航空機에 到達하기 까지 要하는 時間 即, $\tau = 2h/c$ 만큼 反射波가 遲延되고 있다.

이와같이 直接波와 反射波를 電波高度計의 受信機로 受信할 때 各 瞬間에 Beat 가 나타나는 것은 그림 (5-b) 에 表示하는 바와 같다.



(그림 5-b) 차 주 파 수

그림(b)는 橫軸에 時間 縱軸이 Beat 周波數를 表示하는 것이고 Beat 周波數는 時間에 의하여 變化하고 있음을 알수있다.

그런데 그림 (5 - b) 의 Beat 周波數의 平均值 f_a 는 다음에 說明하는 것처럼 航空機와 地表面 間의 高度에 比例한다. 受信機 出力의 平均 Beat 周波數와 高度와의 關係를 數式的으로 表示하면 다음과 같다.

지금 送信機의 搬送 周波數를 f_0 로 하고 이것을 變調 周波數 f_m 으로 周波數 偏移 Δf 에 正弦的으로 周波數 變調할 때의 送信 周波數의 瞬時値는

$$f_0 + \Delta f \sin mt \dots\dots\dots(1) \text{로 表示된다.}$$

여기서 $m = 2\pi f_m$ 이다.

이것은 그림 (5 - a) 의 實線으로 表示하는 것으로 이것이 大地로 向하여 發射된다. (그와 同時에 一部分가 受信 空中線에 直接 到達한다)

이 電波가 高度 h 를 往復하여 되돌아 올때는 (1)式에 대하여

$$f_0 + \Delta f \sin m(t-\tau) \dots\dots\dots(2) \text{로 表示된다.}$$

따라서 受信機에 생기는 直接波와 反射波와의 Beat 周波數의 瞬時値는 (1)(2) 式에서

$$\begin{aligned} & f_0 + \Delta f \sin mt - \{ f_0 + \Delta f \sin m(t-\tau) \} \\ & = \Delta f \{ \sin mt - \sin m(t-\tau) \} \end{aligned}$$

$$= \Delta f \{ \sin m\tau - \sin m\tau \cos m\tau + \cos m\tau \sin m\tau \} \dots\dots\dots(3) \text{로 表示된다.}$$

電波의 速度 C 는 $3 \times 10^5 \text{ km/sec}$ 이며 航空機의 高度 h 는 數千 메타 또는 數萬메타 程度이므로 $\tau = 2h/c$ 로서 대단히 적은 値로 된다.

또 $m = 2\pi f_m$ 이고 f_m 은 $120[\text{HZ}]$ 를 使用하는게 一般的이므로 큰 値로는 되지 않는다.

따라서 $m\tau \ll 1$ 로 (3)式中 $\cos m\tau \approx 1$ 이며 $\sin m\tau \approx m\tau$ 에 近似한 値이다.

이와같은 近似値를 利用하여 (3)式을 整理하면

$$\Delta f m\tau \cos m\tau \dots\dots\dots (4)$$

로서 整理되며 이것이 受信機 出力의 Beat 周波數의 瞬時値로서 그림 (5-b)에 表示한 것이다.

이 瞬時値는 最大值 $\Delta f m\tau$ 를 가지므로 時間과 함께 餘弦狀으로 變化하고 그 時間的 平均値 f_a 를 求하면 (平均値는 最大值의 $2/\pi$)

$$\begin{aligned} f_a &= 2/\pi \Delta f m\tau = 2/\pi \cdot \Delta f \cdot 2\pi f_m \cdot 2h/c \\ &= 8 \cdot \Delta f \cdot f_m \cdot h/c \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

로서 表示된다.

(5)式에 나타난 바와같이 受信機 出力의 Beat 周波數의 平均値는 高度 h 에 正比例하고 있음을 알수있다.

高度測定 回路에서는 f_a 를 Counter로 測定하고 f_a 에 比例한 直流電流로서 高度를 表示시키는 方法과 V.F.O.C(可變發振器)出力과 f_a 를 比較하고 그 周波數 差가 0으로 되게 하기 爲한 Servo Control 하는 것에 의해 V.F.O의 制御情報(制御電壓, 制御器 回轉角度 等)에서 高度를 表示시키는 方法 等이 使用되고 있다.

現在 使用되고 있는 FM形 電波高度計는 測定可能高度가 4,000[ft]로서 0-400[ft]까지와 400-4,000[ft]까지의 2段으로 되어 있으며 對地高度의 指示에는 指針形 計器가 使用되며 送信과 受信 空中線에는 半波長 dipole 또는 HORN形이 使用 되고 있다.

2) 機器特性

FM 形 電波高度計의 特性은 다음과 같다.

(AVQ-6形)

- 中心周波數 : 440 [MHZ]
- 變調周波數 : 120 [HZ]
- 周波數 偏移
 - 1) 400[ft] 以下 : 40[MHZ]
 - 2) 400[ft] 以上 : 4[MHZ]
- 放射電力 : 100[mW]
- 測定可能高度 : 4,000[ft]
- 測定確度
 - 1) 400[ft] 以下 : $\pm (5\% + 6 \text{ ft})$
 - 2) 400[ft] 以上 : $\pm (5\% + 60 \text{ ft})$

(STR - 40 形)

- 中心周波數 : 4,300 [MHZ]
- 變調周波數 : 300 [HZ]
- 周波數偏移 : 200 [MHZ]
- 放射電力 : 100 [mW]
- 測定可能高度 : 500 [ft]
- 測定確度 : $\pm (3 \% + 3 \text{ ft })$

다. FM - CW 形

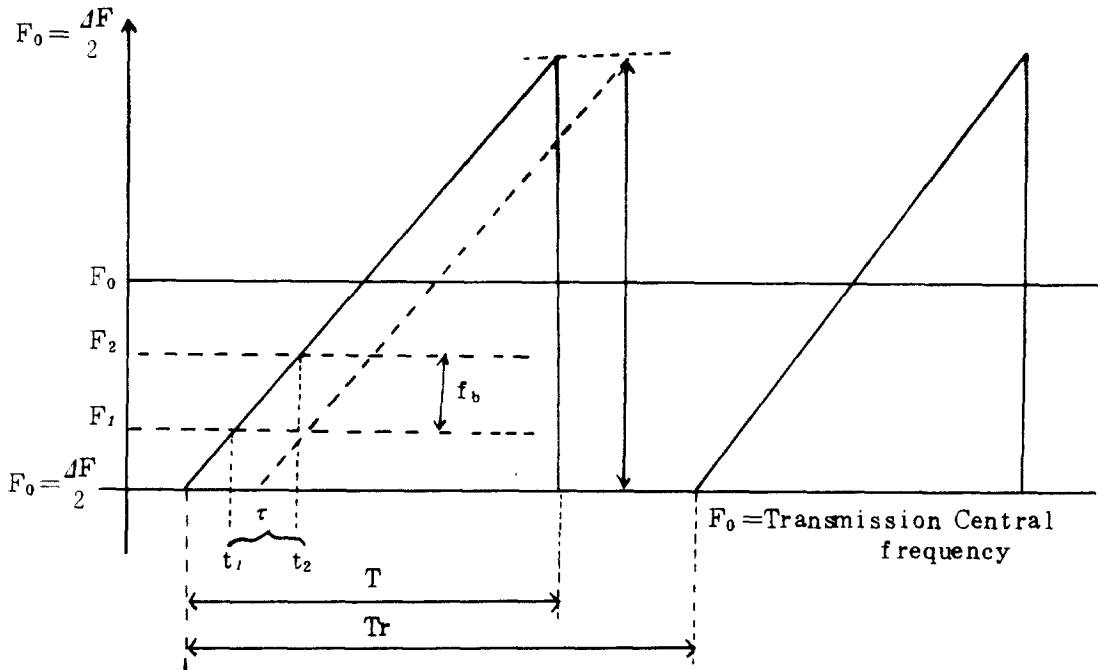
FM-CW 形의 電波高度計도 FM 形과 마찬가지로 周波數變調를 使用하는 것은 同一하나 FM 形에 使用되는 變調波가 正弦波에 比하여 FM-CW 形에 있어서는 톱니파 (saw-tooth)를 使用하고 있음이 다르다.

即 톱니파 信號에 의해 周波數變調되어 放射된 信號의 直接波 (UHF Source 에서 直接 Coupling 됨)와 地表面에서 反射된 反射波와의 사이에 發生하는 相異한 Beat 周波數를 利用 高度를 測定하는 方式이다.

그림(6) 에 信號 및 周波數 關係圖를 나타내었다.

그림에 나타난 T_1 Time 은 톱니파 信號에 의해 周波數 變調된 信號를 地上을 向하여 放射시킬때의 Time 으로서 그 周波數는 F_1 이라 할 수 있다.

또한 이때 F_1 周波數는 直接波로서 受信機 Mixer 에 Coupling 되고있다.



(그림 6)

T_2 Time 은 地表面에서 反射된 후 電波高度計用 受信機에 의해 受信될 때의 Time 으로서 그 周波數는 F_2 라 할 수 있다. 이 두 周波數 即 F_1 直接波와 F_2 反射波는 受信部 Mixer 에서 Beat 周波數를 發生 시키는데 이때 發生된 Beat 周波數는

$$f_b = |F_2 - F_1| \dots\dots\dots (1)$$

로서 나타난다.

이 Beat 周波數 信號는 低周波 增幅器에서 增幅되고 Filter를 通하게 된다.

$t_2 - t_1$ 時間 間隔은 航空機와 地上間을 往復하는 反射波의 存續 期間이며 이것을 送信 time 이라 할 수 있다.

여기에서 放射된 超音波間의 關係式은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$f_b / \Delta F = \tau / T \quad \dots\dots\dots (2)$$

ΔF : 最大 周波數偏移

f_b = Beat 周波數

$$f_b = \Delta F \cdot \tau / T \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$T = \Delta F \cdot \tau / f_b \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{여기에서 } \tau = \tau_0 + 2Z / C \quad \dots\dots\dots (5)$$

Z : 航空機와 地表間의 高度

τ_0 : 航空機에 電波高度計 設置에 따라 結定되는 遲延 時 定數

C : 電波速度

여기에서 T_0 가 τ_0 에 相當하는 持續時間 即, A.I.D (Aircraft Installation Delay)라면

$$T = T_0 + Z \cdot 2 \cdot \Delta F / C \cdot f_b \quad \dots\dots\dots (6) \text{ 또는}$$

$$T = T_0 + Z \cdot K \quad \dots\dots\dots (7)$$

로 表示된다.

따라서 電波高度計의 meter 指示 및 外部裝置 (AFCS, GPWS) 接續에 必要한 出力을 얻기 爲하여 DC電壓을 發生시키는데 그 關係는 ARINC 552 (Attachment 15A Curve A)에 의하여 다음과 같은 關係式에 따르고 있다.

- from - 20 to 480ft

$$V = 0.02h + 0.4$$

(h in feet) - (V in DC VOLTS)

- Above 480ft

$$V = 10 \log_e \frac{e(h+20)}{500}$$

(\log_e = Neperian Logarithm)

FM - CW形에 있어서의 Frequency Sheeft 는

$$\Delta F = F_o \text{ max} - \text{min} > 100 \text{ [MHZ]} \text{ 가 되고}$$

傳送 中心周波數는

$$F_o = F \text{ min} + \Delta F / 2 = 4.3 \text{ [GHZ]} \pm 40 \text{ [MHZ]} \text{ 로 表示}$$

되며 使用되는 空中線은 DUAL HORN 形을 使用하고 있다.

2) 機器特性

FM - CW形 電波高度計의 特性은 다음과 같다.

(AHV - 5形)

- 使用周波數帶 : 4.2 - 4.4 [GHZ]
- 周波數偏移 : 123 [MHZ]
- 放射電力 : 250 [mW]
- 測定可能高度 : - 2.0 ~ 2,500 [ft]
- 測定確度

1) 100 [ft] 以下 : $\pm (1 \text{ ft} + 3 \%)$

2) 100[ft] 以上 : $\pm (4\%)$

- 空中線 VSWR : 1.3 : 1 (4.2 - 4.4 GHz)
- 偏波 : 直線偏波
- 空中線許用放射電力 : 10[Watt]
- 空中線許用高度 : 55,000[ft]
- Pitch Limits : $\pm 20^\circ$
- Roll Limits : $\pm 30^\circ$
- Doppler Error : non

라. 電波高度計의 誤差要因

現在 使用되고 있는 電波高度計는 어느 것이나 直接 高度를 測定하는 것은 아니고 航空機와 地上間을 電波가 往復함에 要하는 遲延時間에서 高度를 算出하는 方式을 使用하고 있다.

地表面에서의 電波의 反射는 鏡面反射와 散亂反射가 있으며 電波高度計의 境遇는 이 鏡面反射를 利用하는 것을 原則으로 設計 되어 있다. 電波高度計에 使用되는 Beam의 幅은 航空機 姿勢의 變化에 關係없이 鏡面反射를 얻기 爲하여 相當히 넓게 取하고 있다.

그러나 地表面狀態는 그렇게 均一한 것이 아니므로 比較的 地表面에서는 鏡面反射가 散亂反射에 比하여 顯著하게 優勢하지만 地表面이 不規則한 境遇에는 散亂反射쪽이 더 優勢하다고 볼 수 있다.

그러므로 電波高度計는 散亂反射에 의해서도 高度를 測定하는 것이 되므로 誤差를 發生한다.

空中線 Beam의 幅을 넓게 取하는 것도 이러한 誤差를 줄이고자

한 것이다. 이러한 誤差外에 電波高度計의 各 形式에 따른 回路動作 原理에도 여러 가지 誤差 發生의 要因이 된다.

即, 送信波形, 中間周波增幅 및 Video 增幅器의 帶域幅, 눈금校正의 精巧한點, 等이 重要な 要素로 支配한다. 또 送信空中線과 受信空中線을 隔離하여 機體에 設置하고 있으므로 電波의 通路가 航空機의 實際 高度보다 길게 되기 때문에 發生하는 誤差 等이다.

그 外에도 各種 誤差가 따르지만 이러한 것을 總合한 誤差가 앞에 記述한 誤差이다.

— 參 考 事 項 —

○ Auto Pilot

自動飛行制御裝置 (Automatic Flight Control System) 라 하며 다음과 같은 作用을 한다.

(1) 安全作用

機體中心에서 周邊의 安全化를 制御하는것 即, 어떤 原因에 의해서 機體가 基準姿勢로부터 벗어났을때 또는 離脫될 憂慮가 있는 境遇에는 그 機體를 原狀態로 還元시키는 作用

(2) 操縱作用

Autopilot System 을 通해서 航空機의 上昇, 下降, 旋回, 시키는 作用

(3) 誘導作用

航空機를 自動적으로 어느 定해진 航路 即, VOR, Localizer,

Glidepath 등의 Corse 를 따라 飛行시키는 作用

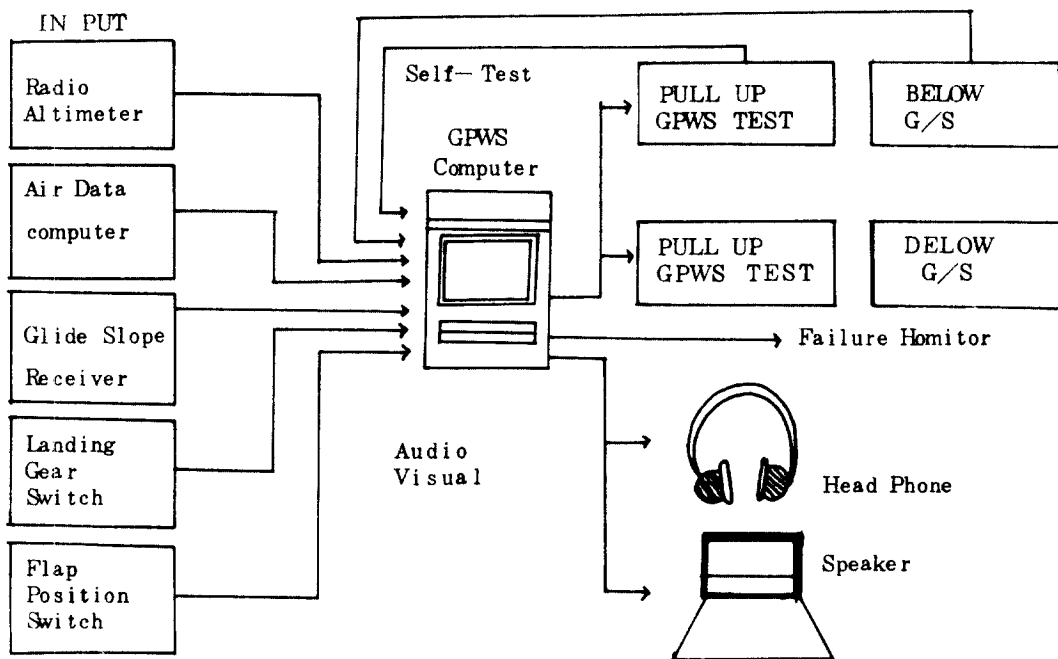
○ G.P.W.S

地上接近警報裝置 (Ground Proximity Warning System) 로서 이 System 은 中心的 裝置인 G.P.W.C (Ground Proximity Warning Computer)를 機體에 設備하고 一般的으로 使用하고 있는 5 個의 既存裝置 出力을 押出하여 이것을 그 入力으로서 接續함에 따라 警報出力을 發生시키는 裝備이다.

警報出力이 發生하면 그 表示는 Warning Light 의 點燈과 Speaker 에서의 Aural Warning 으로서 Pilot 에 警報한다.

點燈하는 Light 와 警報音聲은 Mode 에 따라 다르며 信號 經路圖는 다음과 같다.

GPWS 信號 經路 圖



"Whoop-Whoop-Pull up"
Glide or Slope

4 . 技 術 基 準 (案)

○ 低高度用 電波高度計의 技術的 條件

低高度用 電波高度計는 航空機의 航行中 通常의 狀態에서 다음 각호의 表에 정한 條件에 適合하는 것이어야 한다.

1) 表示高度의 誤差 또는 自動操縱裝置 等に 接續하여 使用하기 위한 出力 (以下 “精測裝置出力” 이라 한다) 을 얻는 것에 있어서의 誤差는 다음表의 航空機 狀態 및 區別에 따라 右欄의 掲載과 같을것.

航空機의 狀態				區 別		誤 差	
速度의橫 方向 分	速度의縱 方向 分	피치 각도	롤 각도	航空機의 飛行高度	航空機의 降 下 率	表 示 高 度	精測裝置出力에 의 한 高 度
매초 15m 以下	매초 90m 以下	(±) 15도 以內	(±) 20도 以內	0.9미터 이상 30미터 미만	매초4.5m 이하	1.5미터 이내	0.9 미터이내
				30미터 이상 150미터 미만	매초 6 m 이하	비행고도의 5퍼센트 이내	비행 고도의 3 퍼센트 이내
				150미터 이상		비행고도의 7퍼센트 이내	비행 고도의 5 퍼센트 이내

2) 航空機가 20 度 以上, 30 度 以下로 傾斜하여 旋回한 경우에 있어서 表示高度의 誤差는 飛行高度의 20 퍼센트 以內일 것.

3) 高度의 變化率 出力을 얻는 것에 있어서는 高度變化率의 誤差는 다음表의 區別에 따라 右欄의 掲載과 같을것.

區 別		誤 差
航空機高度의變化率	航空機飛行高度	
매초 0 m 以上 매초 4.5m 以下	0.9m 以上 30 m 未滿	備考欄의 (1)에 掲載하는 式에 의해 求하는 值 以內
매초 0 m 以上 매초 6 m 以下	30 m 以上 60 m 未滿	備考欄에 (2)에 掲載하는 式에 의해 求하는 值 以內
備考 (1) $0.45 + \frac{1}{30} h + \frac{1}{3} r$ 미터/초		h : 航空機 飛行高度 (單位 m)
(2) $0.6 + \frac{1}{30} h + \frac{1}{3} r$ 미터/초		r : 航空機 高度의變化率 (單位 m/초)

4) 指示器는 다음의 條件에 適合할 것.

가. 航空機의 主車輪의 底面에서 地表까지의 높이 (피이트를 單位로 한다)를 迅速히 測定할 수 있을것.

나. 裝置가 故障에 依해 表示되지 않을 경우 또는 表示 高度가 有效하지 않는 경우는 그 뜻을 表示할 수가 있을것.

다. 進入限界 高度裝置를 가진 것에 있어서는 表示高度가 進入限界 以下로 될때 그 뜻을 表示할 수가 있을것.

5) 精測裝置 出力雜音 實效値는 航空機의 飛行高度가 30 미터 以下の 경우에 있어서 7.5 센치미터의 高度를 表示하는 値에 相當하는

値 未滿일 것.

6) 精測裝置出力의 時定數는 다음의 條件에 適合할 것.

가. 飛行高度가 60 미터 以下の 경우에 있어서 飛行高度가 飛行高度의 10 퍼센트 變化를 할 때 時定數는 0.1 秒 以下이며 또한 6 미터의 急激한 高度變化에 對하여 추적 (追隨) 할 것.

나. 飛行高度가 60 미터를 超過한 경우에 있어서 飛行高度가 6 미터 變化를 한때의 時定數는 0.1 秒 以下이며 또한 순간적으로 信號가 없어진 것에 따라 信號를 捕燭하여 추적 (追隨) 할 수 있을것.

7) 動作試勢을 가진것에 있어서는 常該 動作試驗 裝置는 가능한한 150 미터 以下の 高度에 相當하는 信號를 送信하는 것일것.

5 . 結 言

지금까지 電波高度計의 動作原理 및 技術基準(案)에 對하여 簡略하게 살펴보았다. 무릇 하나의 技術基準(案)을 마련하고자 할 때에는 이에 關聯된 外國 技術基準의 綿密한 分析과 充分한 資料檢討가 先行된 후 이루어져야 할줄 알지만 當所의 與件과 또한 裝備 自體 航空分野에서 만 사용되는 特殊裝備인 關係로 이에 대한 分析과 檢討가 매우 未洽한 狀態에서 마련되었다.

따라서 이번 技術基準(案)은 現在 國內에서 使用되고 있는 裝備의 技術的 特性을 檢討한 후 日本 電波關係法을 根據로 作成 되었음을 밝혀두고자 하며 끝으로 本 技術基準(案)의 活用으로 인해 航空電子 裝備의 安定性和 信賴性を 確保하여 航空機 航行安全에 조금이나마 도움이 되었으면 한다.

参 考 文 献

1. 航空援助無線：林良治（日本）
2. 航空電子裝置：岡田實（日本）
3. 電子通信 HAND BOOK：電子通信學會 編（日本）
4. 無線工學 HAND BOOK：Ohm 社 發行（日本）
5. 電波高度計 AHV-5 MANUAL