

# T A C A N

## 目 次

1 . 序 言	.....	121
2 . 概 要	.....	123
3 . 裝置 及 動作原理	.....	128
4 . 技術基準 ( 案 )	.....	157
5 . 結 言	.....	177
參考文獻	.....	178

技 術 調 查 係

梁 燦 烈

## I . 序 言

人間이 飛行을 始作한 以後 航空手段이 急進的으로 活性化됨에 따라 豫測할 수 없이 發生되는 各種 大形 慘事로 인한 安全對策이 要請되고 있어 航空電子分野에서도 좀더 安全하고 正確한 航行을 圖謀하기 위하여 끊임없이 研究 努力한 結果 오늘날과 같은 많은 航法電子裝置를 開發 使用하기에 이르렀다.

특히 航空電子 分野中에서도 電波를 使用 하여야만이 그 目的을 이룰수 있는 電波航法 裝置는 그 發展 速度가 놀라울 만큼 進展 되었는바 이것을 利用하는 活動領域 또한 全 世界的으로 擴散 되었고 또한 新技術 開發에 있어서도 各國 모두 心血을 기울이고 있는 것은 事實이다.

이러한 電波航法 裝置中の 하나인 TACAN 裝備를 利用해서 航行中인 操縱士에게 어느 一定한 地域에 對한 航空機의 位置 즉 距離와 方位를 알려줄 수 있다는 것은 操縱士에게는 매우 重要한 事項이므로 地域的인 與件과 運用的인 面에 있어 民間用과 軍用等の 飛行이 急增됨에 따른 情報 傳送의 誤差 頻發을 防止하기 위하여서는 좀더 正確하고 安全한 SYSTEM 運營이 絶對 講究되어야 할 것으로 생각된다.

現在 國內에서는 5 個所에 設置된 VOR/TACAN SYSTEM이 連

用되고 있지만 이러한 SYSTEM에 適用시킬 技術基準은 ICAO  
規定에 나타난 VOR이나 DME 部分을 適用시킬수 밖에 없어  
適法한 技術基準의 不存 現狀을 하루 속히 解決하여 앞으로 增  
加되는 施設의 老朽代替 또는 增設에 有效하게 適用할수 있도록  
하는것이 急先務라 하겠다. 또한 TACAN SYSTEM에 對한 統一  
的이고 劃一的인 技術基準을 마련 하므로써 電波管理業務를 效率  
的이고 能率的으로 發展시켜 나가고자 本 研究를 實施하게 된것  
이다.

## 2 . 概 要

TACAN 이라 함은 Tactical Air Navigation (戰術航法)의 略字로서 그 名稱이 表示하는 바와 같이 初期에는 軍用에 使用하고 자 美海軍과 空軍이 Federal Telecommunication Laboratory의 協力を 받아 開發한 無線航行 方式이다.

이 方式은 그림 ( 2 - 1 )과 같이 DME ( Distance Measuring Equipment )가 機上局에 對하여 距離情報만 提供하고 VOR ( V H F Omni-directional Radio Range )이 方位情報만 提供하는 裝置인데 반하여 本裝置는 距離 및 方位情報를 함께 提供하는 機能을 兼備하고 있다.

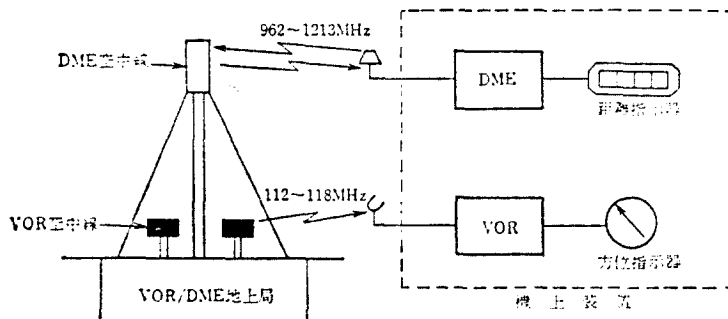


그림 2-1 DAE/VOR 局

TACAN에 있어서의 方位 測定은 特殊한 指向性을 가진 送信機의 空中線과 多重 通信路의 機上 受信機에 의하여 全方向式. Beacon에서 求하고 距離 測定은 DME와 類似한 2次 Radar方式에 의한 電波의 往復 時間을 測定 하므로써 距離를 求하는 것으로서 그림(2-2)에 나타난 바와 같이 航空機上의 指示器로서는 方位를 指針으로 나타내는 方位 Meter와 距離를 Mile의 數字로서 나타내는 距離 Meter가 備置되어 있으므로 特定의 地上 TACAN局에 對한 方位角과 距離를 直讀할수 있도록 되어 있다. 이와같이 TACAN 裝置는 航空機에서 TACAN地上局까지의 距離와 方位를 알수있는 極座標 方位의 航行方式으로 VOR/DAE SYSTEM에 비하여 TACAN SYSTEM의 特色은 航法裝置의 一元的 使用이 可能하고 使用되는 信號는 모두 一定

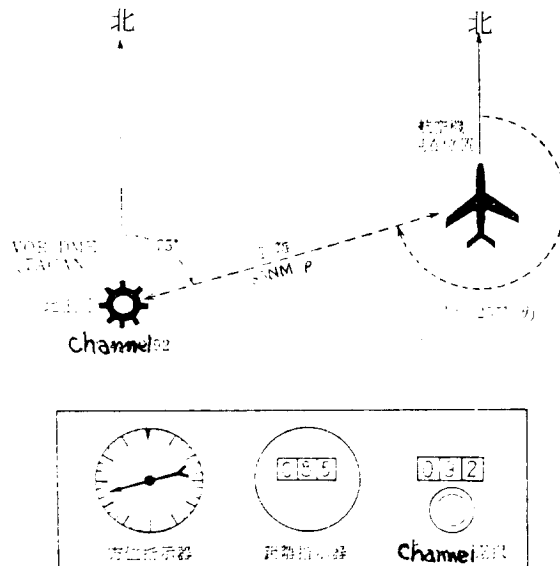


그림 2-2 航空機上の 指示器

間隔의 쌍 펄스 ( pulse pair )로 構成되어 있으므로 妨害 電波에 의한 誤動作이 적을뿐 아니라 距離 및 方位의 測定 精度가 매우 優秀하다는 特徵이 있다. 그러나 現在 民間航空에서 使用되는 方式은 VOR과 TACAN과를 併合한 이른바 VOR/TAC 方式을 使用하여 그림 ( 2 - 3 )과 같이 民間航空機는 VOR에서 方位情報를 TACAN에서는 距離情報를 얻고 軍用機에서는 方位와 距離의 두가지 情報를 TACAN에서 얻도록 民間航空分野의 SY-STEM이 構成되어 있다.

여기에서 TACAN SYSTEM의 開發과 民間航空 分野에서 採用한 VOR/TAC SYSTEM 構成에 대한 背景을 살펴보면 第2次 世界大戰中 美海軍의 航空母艦에서는 母艦에서 離陸한 航空機가 安全하게 母艦에 歸還할수 있도록 하기 위한 無線援助 方式으로서 200 ~ 300 MHz 帶의 YG Beacon 을 利用하였지만 이 YG Bea - con 은 方位 精度가 좋지 않아 第2次大戰 直後부터 海軍에서는

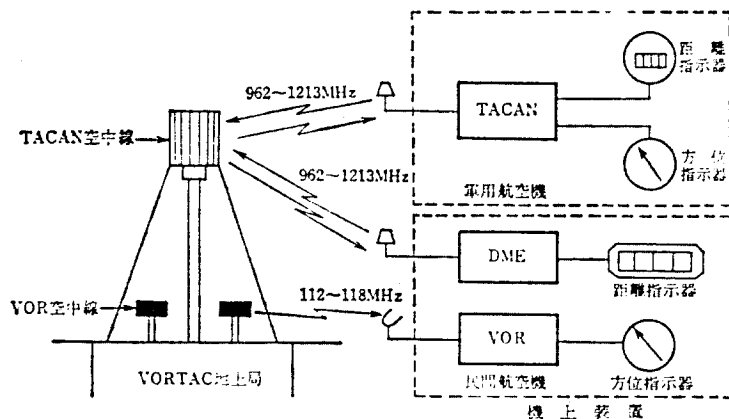


그림 2-3 VOR/TAC 局

이것에 代替할 새로운 無線援助 方式을 매우 切實하게 要望하고 있었다.

그때 美國의 民間 航空界에서는 短距離 無線援助 方式으로서 VOR을 利用하고 있었기 때문에 美 海軍에서는 이 VOR을 利用할것을 考慮하여 實驗하여 보았으나 VOR은 VHF帶를 使用하기 때문에 Antenna가 크고, 또 軍艦에 設置할 경우 돛대나 굴뚝 등의 影響에서 方位精度가 陸上の 경우에 比하여 顯著히 低下하는 影響이 나타났다. 그러므로 이러한 缺點을 改善하기 위하여 1000 MHz帶의 周波數를 使用할것을 檢討하였고 또 이미 開發되어 있는 DME의 機能도 함께 具備할것을 考慮하여 秘密리에 研究를 推進하고 後에 美空軍과도 協力하여 約 10年間을 研究한 끝에 TACAN이 完成됨에 따라 1955年에 一般에게 發表하게 되었다.

그리고 發表와 同時에 軍에서는 短距離 航行援助 方式으로서는 TACAN을 使用 하겠다는 發表가 있자 美國 民間 航空界에서는 많은 問題가 論議되었다.

그것은 美國에서는 이미 軍도 民間도 모두 共通으로 短距離 航行援助 方式으로는 VOR과 DME를 採用할것을 決定하여 現在까지 使用中에 있기 때문이었다.

民間 航空測에서는 軍의 一方的인 處事를 非難하였지만 軍은 保安上 그리고 軍에서 運用되는 TACAN 方式이 VOR, DME에 比하여 性能이 越等하다는 것을 強力히 主張하였다.

그러므로 美國의 Air Coordinating Committee (航空調整委員會)에서는 TACAN 방식과 VOR/DME 방식에 대하여 어느것을採用할 것인가에 대해서 檢討한 結果 이에 對한 協定으로서 VOR과 TACAN을 併用하고 또한 國際航行援助方式으로서도 VOR과 TACAN과를 併用하는 방식(이 방식을 VOR/TAC 방식이라 하며 TACAN에서 距離測定 部分을 DMET라 한다)을 採用할것을 1956年 8월에 決定하여 지금에 이르고 있다. 實際 使用面에 있어서는 VOR/DME 방식과 VOR/TAC 방식의 2가지를 現在까지 使用하고 있다.

TACAN은 方位와 距離를 指示해주는 航行援助方式이기 때문에 TACAN 방식에 依해서만 航空路를 構成하는것이 技術의으로도 可能하지만 美國에서는 이미 機上 VOR, DME가 民間 航空機用으로서 널리 普及되어 있기 때문에 지금에 와서 다시 이 裝備들을 TACAN으로 代替 하는것에는 많은 問題가 있으므로 機上 裝備들을 그대로 使用하기 위해서는 地上 VOR은 그대로 남기고 地上의 DME만을 TACAN으로 代替 使用하는 것이 上記의 協定이다.

한편 國內 VOR/TAC 방식 無線標識所의 現況은 다음과 같다.

設置場所	Ch. NO	T A C A N		備 考
		送信 (MH z)	受信 (MH z)	
安 養 釜 山 江 陵 浦 項 濟 州	98	1185	1122	
	87	1174	1111	
	103	1190	1127	
	72	1159	1096	
	108	1195	1132	



### 3 . 裝 置    및    動作原理

#### 가. 地上    및    機上裝置

##### 1)    地上裝置

TACAN    地上裝置의    外形圖    및    系統圖는    그림 ( 3 - 1 ) 과    같으며    空中線은    送信과    受信에    共用하며    空中線    利得은    約 3dB 程度이다.

航空機로 부터    質問    信號를    空中線에서    受信하면    受信된    信號는    Diplexer ( 送受切替器 ) 를    通하여    受信機에    加하여진다. Diplexer 는    空胴共振器와    同軸線으로    構成되어    있으며    受信    信號는    送信機測으로는    흐르지    않으므로    受信機에만    加하여지고    또    送信機에서의    高電力    信號는    受信機에는    흐르지    않으므로    空中線에만    加하여진다.

受信機의    中間    周波數는    63MHz 로    높은    利得과    選擇性을    가지며    受信機에서    檢波된    信號는    Coder 에    加해져    送信機를    動作

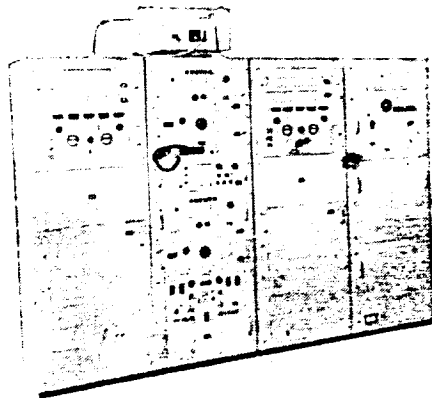


그림 3-1 TACAN 地上裝置

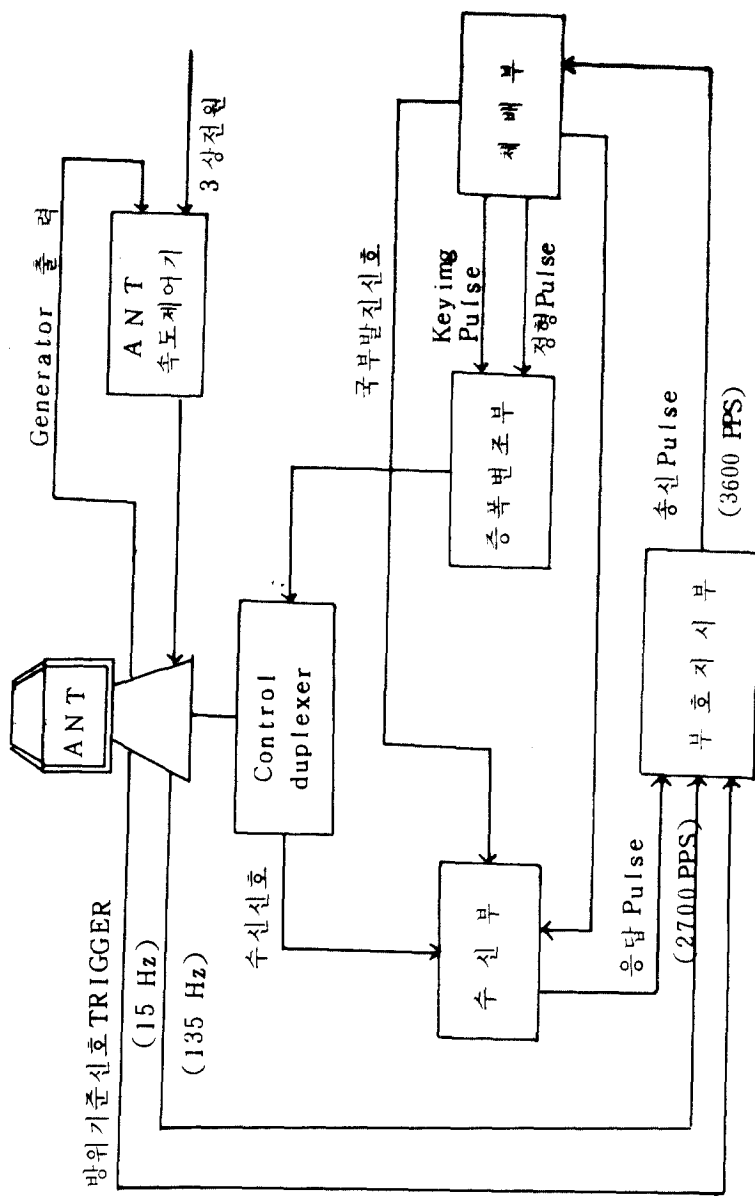


그림 3-1(b) TACAN 계상장치 계통도

시켜 pulse 電波를 發射한다.

送信機는 水晶 制御式으로 出力管에는 高電力의 KLYSTRON 眞空管을 使用하고 尖頭 電力은 裝備 種類에 따라 다르나 大略 5~10KW 級 程度이다. 또한 Pulse 上昇 및 下降 時間은  $2.5 \pm 0.5 \mu S$  이며 送信 周波數 安定度는  $2 \times 10^{-5}$ , 隣接 Channel 에 對한 抑壓比는 90dB 以上, 그리고 最小 動作 受信 Level은 (-) 94dBm 程度이다.

TACAN의 有効 距離는 航空機의 高度에 따라 다르지만 3000 m 高度에서는 100 海里, 13000 m 高度에서는 200 海里 程度에 이르고 있다.

Monitor 및 Control 裝置에서는 地上 裝置의 모든 動作을 監視하고 異狀이 있을때는 警報가 울리도록 되어 있다. 卽 距離 測定 部分에서는 受信感度, Pulse 間隔, 送信 Pulse, 受信出力 等이며 方位測定 系統에서는 空中線 回轉數, 基準方位 Pulse, 補助基準方位 Pulse, 方位誤差 等이며 局識別 符號에 異狀이 있을시에 도 警報가 울리도록 되어있다.

## 2) 機上裝置

機上裝置의 系統圖는 그림 ( 3 - 2 )와 같으며 局部發振器는 1,025 ~ 1,150MHz 로서 1 MHz 의 間隔으로 126 個의 周波數를 發振할수 있는 構造로 되어있다. 이 가운데에서 하나의 周波數를 制御器에 의해서 選擇하고 送信機를 動作시켜 電波를 發射한다.

空中線은 送受共用이며 TACAN 地上局에서 機上の 送信 周波

數에 對應하는 受信 周波數는 63 MHz 의 差異가 나도록 Channel 이 定하여져 있으므로 局部發振 周波數와 受信 周波數를 混合하는 것에 의해서 63 MHz 의 中間周波數가 얻어진다.

이 中間 周波數를 增幅한後 方位回路 및 距離回路에 依해서 各 方位 Meter 및 距離 Meter 에 指示値를 얻는다.

機上裝置의 各種 性能은 AN/ARN-52 (V) 의 境遇 送信 出力은 1.2KW以上, 受信 選擇度 55 dB 以上이며 距離機能에 있어서 測定 範圍는 0 ~ 300 N.M으로 測定 確度는  $\pm (0.1 \text{ N.M} + 0.2 \% \text{ of Range})$  이다. 또한 搜索 (Serch) 時間은 30 秒 以下이며 記憶時間은 8 ~ 15 秒로 되어 있다.

方位機能에 있어서 測定範圍는 0 ~ 360 度로 測定確度는  $(\pm 1 \text{ 度})$  以內이며 搜索時間은 10 秒 以下 方位記憶 時間은 3 ~ 8 秒로 되어 있다.

#### 나. 基本動作原理

그림 ( 3 - 3 ) 과 같이 航空機에는 多重 Channel 을 備置한 送信機 및 受信機와 이러한 것에 結合하는 指示器가 備置되어 있고, 地上局에는 單一 Channel 의 送信機와 受信機를 結合한 裝置가 設置되어 있다.

距離測定 部分의 TACAN 動作은 먼저 航空機上의 送信機에서 Pulse 電波를 發射하여 地上局의 受信機를 動作시키면 地上局 送信機는 自動적으로 應答 Pulse 를 發射하도록 되어 있다. 航空機

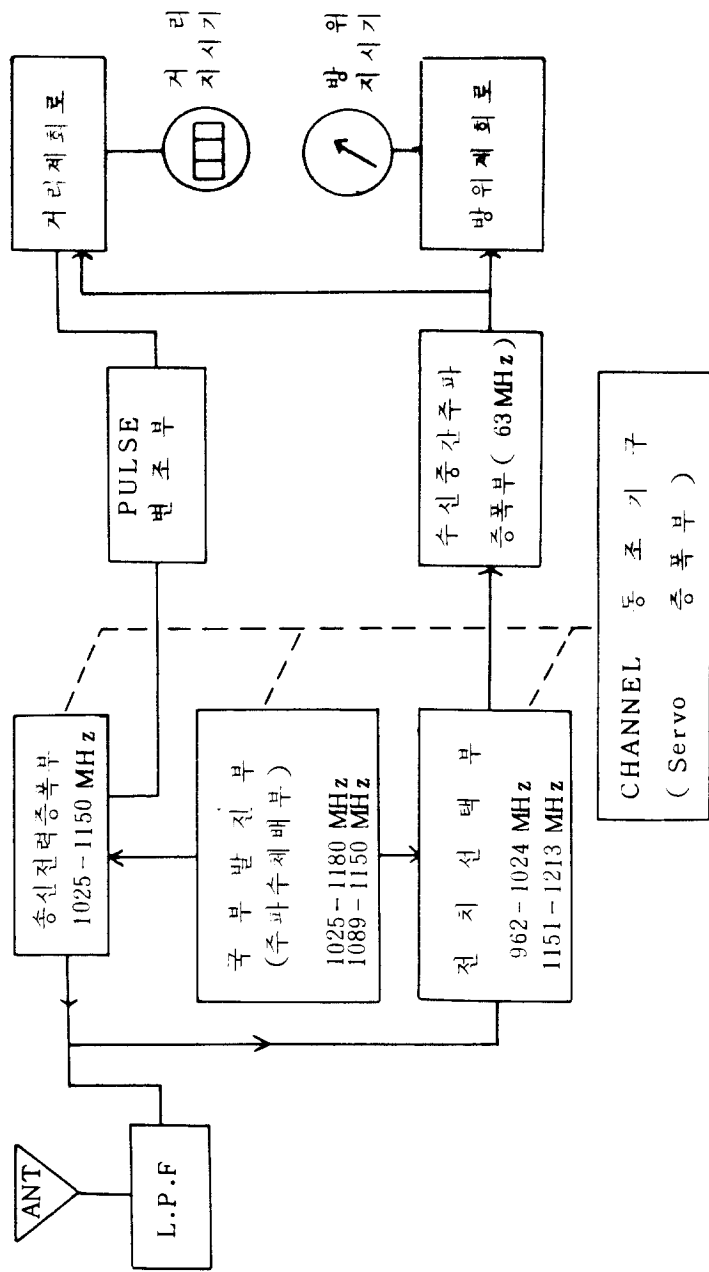


그림 3 - 2 TACAN 계상장치 계통도

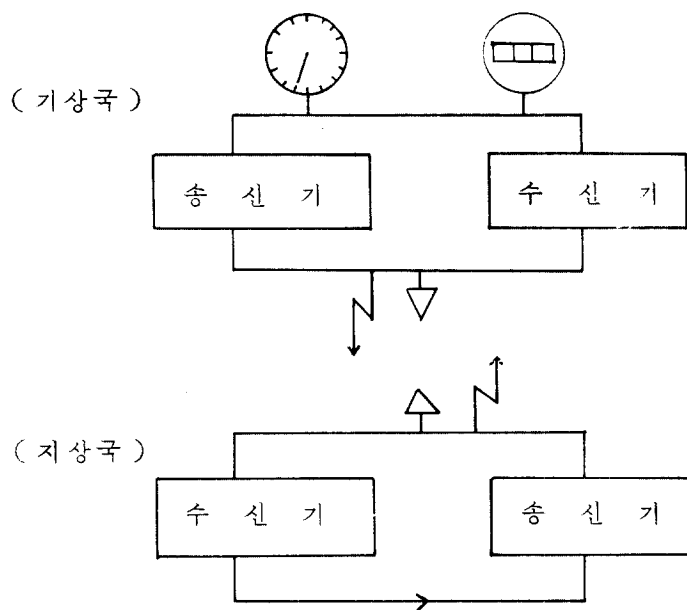


그림 3-3 TACAN의 각 장치

상에서는 이 송신 Pulse 卽 質問 Pulse를 發射하고 부터 地上의 應答 Pulse가 航空機의 受信機에 到着하기 까지의 時間差를 測定 이것을 距離 Meter에 指示시켜 距離指示를 하게 되어 있다.

方位測定 部分의 TACAN 動作은 먼저 地上局에서 特殊한 指向 空中線을 使用하여 TACAN 地上局에 對한 方位角을 測定하도록 되어 있다. 여기에서 TACAN에 使用하는 Channel 別 周波數는 다음과 같다.

Channel	1-63 X	1-63 Y	64-126 Y	64-126 X
周波數 ( MHz )	962 ~ 1024	1025 ~ 1087	1088 ~ 1150	1151 ~ 1213
機 上 裝 置	受信 (Low)	送信 (Low)	送信 (High)	受信 (High)
地 上 裝 置	送信 (Low)	受信 (Low)	受信 (High)	送信 (High)

이 表에서 나타난 바와 같이 地上局의 受信 周波數는 低周波帶에서는 送信 周波數 보다 63 MHz 높고 高周波帶에서는 送信 周波數보다 63 MHz 낮은 周波數帶에서 運用되고 있음을 알 수 있다. 한편 TACAN 裝備에 使用되고 있는 特殊한 指向性を 가지고 있는 空中線 構造 및 動作을 살펴보면 다음과 같다.

空中線 構造는 그림 ( 3 - 4 ) 과 같으며 그림(a) (b)에서 垂直中央素子は Energe 發射體로서 이것은 항상 靜止되어 있으며 그 周邊에 15 rps 로 回轉하는 1 個의 反射器 ( 内部圓管 ) 와 9 個의 導波器 ( 外部圓管 ) 로 構成되어 있다.

이 反射器와 導波器에는 Energe 를 加하지 않지만 中央素子로부터의 Energe 를 反射 또는 再放射하는 役割을 한다. 그러므로 中央素子 ( 投射器 ) 에서 發射된 Energe 의 指向性は 그림 (3-5, a) 과 같이 心臟形 ( Cardioid ) 으로 變形된다.

이와같이 内部圓管이 每秒 15 回의 比率로 回轉하고 있으므로 C-cardioid 指向性 電界도 每秒 15 回 回轉한다.

그러므로 TACAN 地上局에서 特定の 方向에 있어서 그 電波를 受信할때는 信號強度가 時間과 함께 變化하고 그 變化의 模

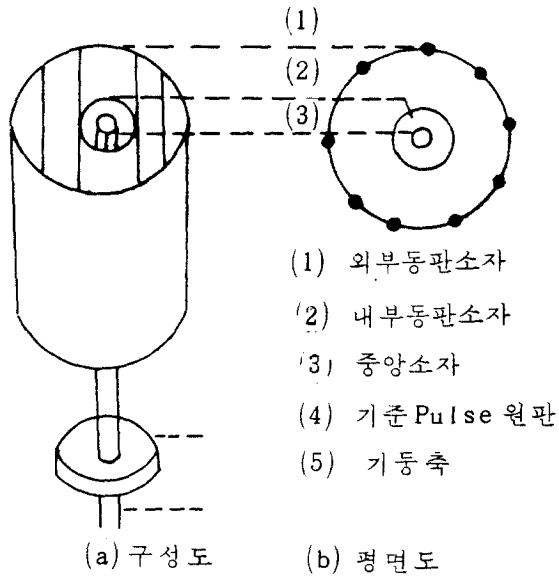


그림 3-4 지상국의 공중선

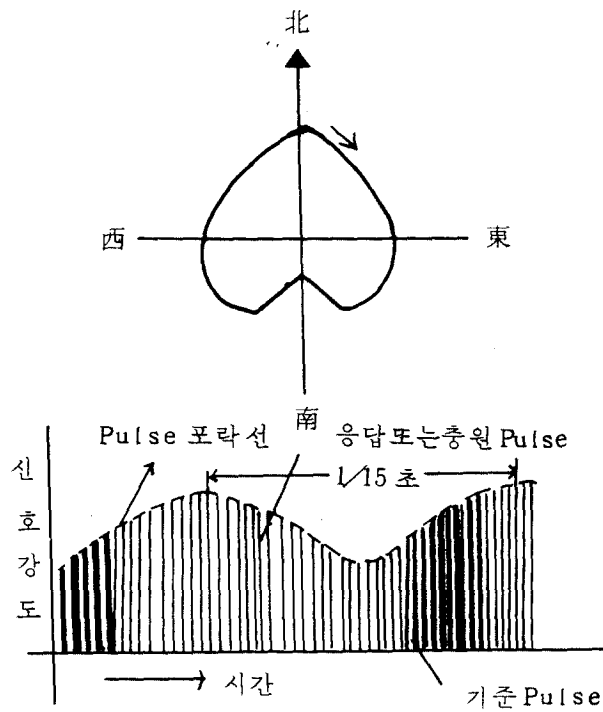


그림 3-5 CARDIOID 지향특성



樣은 그림 ( 3 - 5 , b ) 과 같이 나타난다.

그림에서 垂直軸은 Pulse 의 強度를 나타내고 垂直軸은 時間을 나타낸다.

또 受信信號의 強度는 正弦波上으로 變化하고 그 週期는  $1 / 15$  秒이다.( 圓管의 回轉週期和 같다.)

方位角 測定에 利用하는것은 이 Pulse 電波의 振幅包絡線 卽  $15 \text{ Hz}$  位相이다.

TACAN 空中線은 眞北을 基準으로 하여 時計方向으로 每秒 15 回 回轉하고 있으므로 特定の 方向에서 受信한  $15 \text{ Hz}$  信號의 位相은 眞北에 比하여 方位角에 相當한 만큼 時間의 差異가 있다. 卽  $90$  度の 方向 ( 振動 ) 에서는 眞北에 比하여  $1/4$  週期 ( $1/4 \times 15 = 1/60$  [ 秒 ] ) 늦어지고  $180$  度 方向에서는  $1/2$  週期 ( $1/30$  [ 秒 ] ) 늦어짐이 方位角에 比例한다. 位相基準으로서는 TACAN 의 Cardioid 指向性 電界의 最大 方向이 眞北을 向할때를 基準으로 한다. 그러므로 基準 Pulse 發生器에 依해 이 瞬間에 基準 Pulse 를 發生한다. 基準 Pulse 發生器는  $15 \text{ Hz}$  主基準信號와  $135 \text{ Hz}$  補助基準信號를 發生하며 그 設置 個所는 地上 空中線에 함께 設置하여 使用하고 있으며 그 發生 原理는 다음과 같다.

그림 ( 3 - 6 ) 과 같이 알루미늄 ( Aluminum ) 板은 回轉 Cylinder 를 驅動하는 Shaft 에 붙어 있으며 그 方向은 單一 Cardioid 의 最大 Lobe 의 方向과 一致하게 되어 있다. 또한 圓週圍

兩 옆에는 靜止된 Pick-up Coil이 있고 이 Coil의 位置는 空中線의 中心에서 보아서 東쪽 및 西쪽에 設置되어 있다.

따라서 空中線 Cylinder에 加해져 主基準 Pulse 群을 空中線을 通하여 發射 시킨다. 또 8個의 附加鐵製 Slug가 上記板의 下側 各 位置에 붙어 있으므로 第2 靜止 Pick-up Coil (西쪽)에 依하여 補助基準信號가 유기되어 主基準信號처럼 發射된다. 이 Slug는 15 rps로 回轉하므로 8個의 補助基準 Pulse 群을 每秒 15回 發射한다.

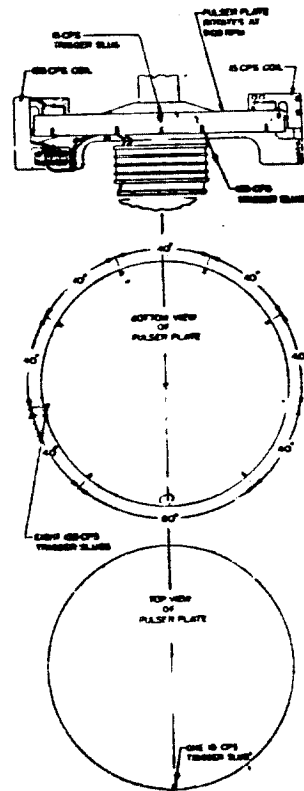


그림 3-6 基準 Pulse 發生器

TACAN에서는 이러한 基準이 되는 信號에 依해 方位를 測定하기 위해서는 먼저 15 Hz 可變信號의 位相을 比較測定하여 概略 (Coarse)의 方位를 指示한다. 이것을 概略測定이라 하고 다음에 方位의 精度를 높이기 위해 보다 精密한 方法을 利用하고 있다.

이를 精密測定이라 하며 이를 위한 空中線部分이 그림 (3-4)의 外部圓管 (導波器)이다. 卽 그림의 (a)와 같이 角度 40度

마다에 9 個의 導體가 垂直으로 配置되어 있다.

이 9 個의 導體는 無給電의 導波器이며 中央素子 및 內部 圓管素子에 依해서 만들어진 指向性 電界를 다시 그림 ( 3 - 7, a ) 과 같이 形成한다.

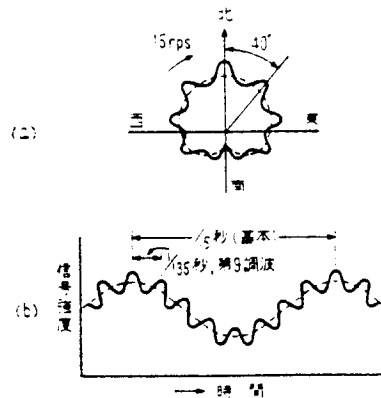


그림 3-7 공중선변형 심장형 특성

그림에 表示된 바와같이 指向特性은 Cardioid가 形成되며 40 度 마다 9 個의 凹凸을 갖게 된것이다. 外部圓板도 內部圓板과 함께 固定되어 每秒 15 回 回轉하므로 TACAN 空中線에서의 指向性電界를 어느 方向에서 受信한 境遇 Pulse 電波의 強度는 그림 ( 3 - 7 . b ) 과 같으며 그 包絡線은 15 Hz 의 基本波보다 9 個의 Ripple을 重疊한 것이다. 이 Ripple은  $15 \times 9 = 135 \text{ Hz}$  의 週期를 가지며 이 135 Hz 의 信號는 40 度의 角度幅에서 完全한 1 Cycle 을 發生하므로 方位角度 40 度에서 電氣的 位相이 360 度

變化한다. 卽 概略測定에 있어서 15 Hz 信號의 40 度の 電氣的  
位相 變化가 精密測定에서는 135 Hz 信號의 360 度 變化로 되어  
方位角 測定の 精度가 9 倍 向上하는 結果가 된다.

航空機에서는 이 15 Hz 可變位相信號 및 135 Hz 補助 可變位  
相信號를 選擇 抽出하고 이러한 位相들을 計測 綜合하여 앞서 記  
述한 基準 Pulse 發生器에 依해 發生한 15 Hz 基準方位信號및  
135 Hz 補助基準方位信號들과 位相을 總合 比較하여 方位角의 指  
示 Meter 에 나타낸다.

#### 다. 信號構成 및 特性

TACAN 空中線에서 發射되는 各種信號의 順序와 基準 方位信號  
및 補助方位信號 그리고 기타 信號의 構成 및 特性에 對하여 알  
아보면 먼저 信號의 順序는

(1) 磁北 (Mag.Nor.)을 基準으로한 航空機에서 無線標識으로 向  
하였을때의 方位角情報信號

(2) 無線標識局의 指定識別 符號信號

(3) 航空機로 부터 無線標識까지의 直線距離 情報信號

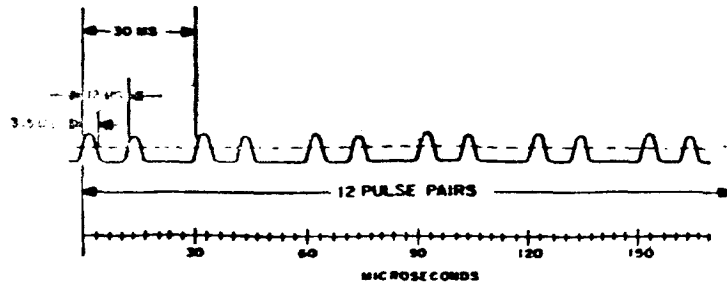
順으로 定하여지고 信號의 構成 및 特性은 다음과 같다.

1) 基準信號 (15 Hz 北方位基準 信號)

Pulse 幅 : 3.5  $\mu$ s

Pulse 間隔 : 12  $\mu$ s

Pulse 와 Pulse 間隔 : 30  $\mu$ s



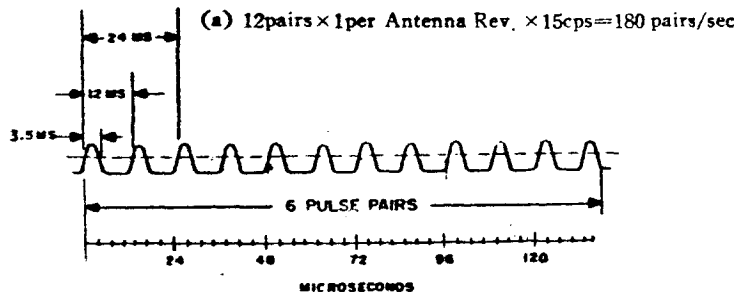
15 CYCLE REFERENCE BEARING SIGNAL

2) 補助基準 方位信號 ( 135 Hz 北方位 補助基準信號 )

Pulse 幅 :  $3.5 \mu s$

Pulse 間隔 :  $12 \mu s$

Pulse 와 Pulse 間隔 :  $24 \mu s$



135 CYCLE REFERENCE BEARING SIGNAL  
(b) 6pairs × 8 per Antenna Rev. × 15cps = 720 pairs/sec

以上과 같은 方位角 基準信號가 最優先의 規則的인 信號인바 이  
는 一定 週期와 比較的 짧은 信號 期間을 가지고 있기 때문이  
다.

3) 無線標識局 識別信號

無線標識 送信機로 부터 指定된 自體固有 呼出符號를 國際모르스 ( Morse ) 符號로 週期的으로 發射한다.

이 呼出符號를 構成하는 모르스 符號는 펄스 쌍 ( Pulse Pair ) 의 連續으로 構成되며 無線標識 送信機內에 裝置된 回轉式 符號發振器에 依하여 2700 pulse pair 의 率로 發射되나 正確한 符號 Pulse pair 의 數는 指定된 符號 構成에 따라 定해지며 P-pulse 間隔은  $12\mu s$  이다.

이 識別信號는 優先順位 第2의 規則的인 信號로서 比較的 信號週期가 길어서 局識別 符號가 發射되는 사이에 方位角 基準信號가 插入되어 發射된다.

航空機에 裝置된 受信機는 識別用 呼出符號를 受信하여 可聽符號로 轉換시키도록 되어 있다.

#### 4) 距離測定 質問信號 및 應答信號

質問信號는  $12\mu s$  間隔의 Pulse pair 로 構成되었으며 各 Pulse pair 間의 間隔은 航空機 搭載裝備 質問裝置의 自體特性으로 決定되는 Repetition Rate 에 따라 一定치 않으나 大略  $24\mu s$  이다. 이 信號는 優先順位 세번째 信號로서 信號가 無線標識에 到着하여야 하므로 規則信號 發射中에는 混信의 憂慮가 있어 制限되며 결국 基準信號나 局識別 符號가 送信되지 않은 境遇에만 地上局에서는 距離質問信號를 受信하게 된다. 이와같은 作用은 基準信號의 占有 時間이 無線標識 時間의 全 信號 週期에 比하여 極히 짧으므로 可能케 되며 航空機 搭載 受信機에 收容된 記憶回

路에 依하여 局識別 符號를 發射하는 中일때는 自動的으로 質問信號의 發射가 停止되어 質問信號受信 및 應答信號 發射 機能이 休止된다. 應答信號의 Pulse Pair 의 數는 어떤 特定期間 또는 時間經過에 따라 質問信號를 發射하는 航空機의 數에 依하여 決定된다. 最高値는 1 秒間 2700 Pulse Pair ( 航空機 95 台가 同時に 無線標識으로 質問할時 )가 된다. 送信되는 高周波의 正弦波 變調包絡線을 繼續 維持하기 爲해서는 各 信號가 反復되는 週期 사이에 一定한 Pulse Pair 의 總數를 維持 하여야 한다.

#### 5) 雜音信號

距離質問信號가 受信되지 않을 경우에 發射되는 것으로 이 信號의 發射는 每秒 3600 pulse pair 의 一定한 Duty Cycle Operation 의 維持와 變調波形的 持續을 爲하여 必要한 것이다.

基準信號 및 局識別 符號의 pulse pair 의 數는 一定하므로 信號群에 加해지는 雜音 pulse pair 의 數는 質問信號를 發射하는 航空機의 數가 增加 할때는 反對로 줄고 航空機의 數가 減少될때는 增加되는 結果가 된다. 卽 最大雜音 pulse 數의 發射는 航空機가 전혀 質問을 하지 않을때이며 最少數의 發射는 航空機 95 台가 同時に 質問信號를 發射한 境遇가 된다. 만일 航空機의 數가 95 台 以上이 質問하거나 또는 距離測定 質問 pulse pair 의 數가 2700 以上이 될시는 超過되는 pulse pair 의 受信 入力은 除去된다. 以上과 같은 基準 方位角 信號, 局識別 符號 및 距離測定信號 等の 各 信號는 航空機에서 受信할시 서로 干涉이

일어나지 않도록 되어 있다.

## 라. 位相과 方位測定

距離 및 方位의 2 가지 情報 信號는 2 個의 pulse 를 1 pair 로 하여 地上局에서 每秒 3600 個의 pulse pair 를 維持하는 率로 無線周波數가 繼續 發射되고 있지만 이 3600 個 pulse pair 中 2700 個 pulse pair 는 距離情報를 얻는데 사용하고 나머지 900 個 pulse pair 만이 方位 測定用으로 使用된다. 이와같이 方位 測定用 信號에서 方位에 關係없이 항상 位相이 一定한 15 Hz 基準方位信號(北方位基準信號)를 基準으로 하여 受信 方位에 따라 位相이 變하는 15 Hz 可變方位 信號를 比較測定하여 概略方位를 決定하는 2 信號와 또 方位의 精度를 높이기 爲한 135 Hz 補助基準信號와 135Hz 可變方位信號의 2 가지 信號까지 합하면 方位測定用에 使用되는 信號는 모두 4 種類로서 이에 對한 各各의 無線標識局 對 航空機間 사이의 位相 關係에 依한 方位測定에 對하여 알아보면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

### 1) 可變方位信號(15 Hz 振幅變調)

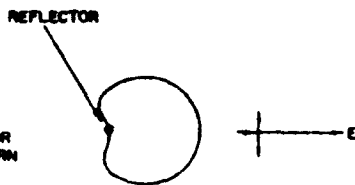
振幅變調된 15 Hz 可變方位信號는 그림(3-8)과 같이 空中線 裝置를 通하여 電波로 發射된다.



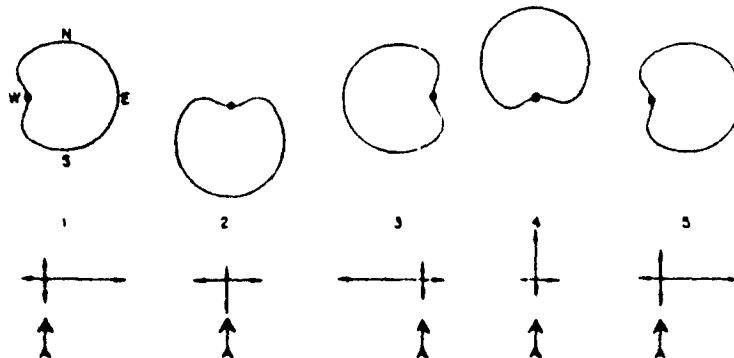
A  
CONVENTIONAL  
CIRCULAR PATTERN



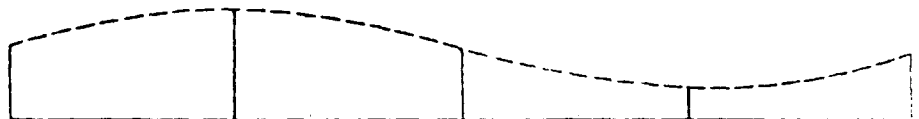
B  
EFFECT OF REFLECTOR  
ON RADIATION PATTERN



C  
EFFECT OF REFLECTOR  
ROTATION



D  
EFFECT OF REFLECTOR  
ROTATION ON SIGNAL  
AMPLITUDES RECEIVED  
BY AIRCRAFT



E  
PATTERN RECEIVED BY  
AIRCRAFT FOR GENERAL  
REVOLUTIONS OF RADIO  
BEACON ANTENNA  
REFLECTOR

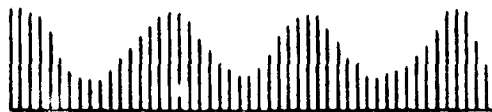


그림 3-8 무선표지 공중선의 복사분포의 변화

一般的인 無指向性 空中線의 圓形輻射分布特性은 그림(A)와 같으며 그림(B)는 上記 空中線 周圍에 反射體를 固定 시켰을때에 發生되는 分布 特性을 나타낸 것이다. 이 境遇의 電波輻射의 最大值는 反射體의 反對 方向이 된다.

空中線의 輻射體 周圍를 一定한 速度로 反射體를 回轉시키면 결국 Cardioid 輻射分布特性을 갖게 된다.

그림(C)는 反射體를 360 度 回轉시켰을때 5 個 地點에서의 分布를 나타낸 것이며 또한 無線標識로 부터 南쪽에 位置한 航空機가 受信할때 入力信號의 強度를 表示한 것으로서 그림(C)의 分布 1은 空中線(反射體) 回轉 始作 地點에서 信號 強度는 最大 振幅值의  $1/2$  이 될것이며 分布 2는 空中線이 90 度 回轉 하였을때로서 最大 振幅을 나타낸다. 分布 3은 空中線이 다시 90 度 回轉 하였을때로서 最大 振幅을 나타낸다. 分布 3은 空中線이 다시 90 度 回轉하였을 때로서 最大 振幅의  $1/2$  이 되나 極性은 反對(陰極)가 되며 分布 4는 空中線이 다시 90 度 回轉하였을 때로서 最小置가 되며 分布 5는 空中線이 다시 360 度 回轉하여 제位置로 돌아 왔을때로  $1/2$  振幅值(陽極)가 된다.

이와같이 空中線이 1 回轉할때 航空機에서 受信하는 入力信號振幅(強度)의 크기를 比較하여 보면 그림(D)와 같이 나타낼수 있으며 無線標識의 發射 出力値는 反射體의 360 度 回轉에 關係없이 항상 一定하나 航空機에서 受信되는 強度는 無線標識를 中心으로한 周圍의 位置에 따라 振幅의 크기가 變하는 것이다. 또한

受信 Pulse의 振幅 變化를 反射體의 回轉 速度에 一致되는 周波數의 正弦波로 表示하면 그림(E)와 같이 나타낼수 있다.

無線標識의 反射體 回轉 速度는 15 r.p.s로 되어 있으므로 15 Hz를 變調하여 電波로 輻射케 하므로써 航空機가 無線標識 信號를 受信할수 있는 範圍內에서는 每秒 15個의 正弦波 反復을 얻게 되는 것이다.

## 2) 基準方位信號 ( 15 Hz 北方位基準信號 )

基準方位 信號는 位相 基準을 잡기 爲한 信號로 磁北을 時間 變化로 나타내기 爲하여 信號 Pulse群을 15 Hz 振幅 變調된 輻射波에 加하는 方式을 使用하고 있다.

反射體 1回轉 마다 發生하는 衝聲信號 ( Caded Burst )는 앞서 記述한 Pulse 發生器에서 最大值가 되는 東쪽에 位置할때 마다 發生된다. 이 瞬間에 基準方位 信號는 空中線에 依하여 發射되며 다음과 같은 位置를 나타내고 있다.

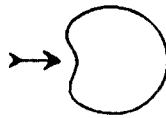
그림 ( 3 - 9 )에서 (A)는 南쪽에 位置한 航空機에서 본 基準方位信號 및 位置 ( 航空機의 方位角은 000度 )를 나타내며 이 境遇 基準 信號는 1 / 2 크기의 陽極性일때 또는 正弦波上的 0度 地點에 位置하게 된다.

그림(B)는 無線標識으로 부터 西쪽에 位置한 航空機에서 본 基準方位信號 및 位置를 나타내고 있으며 ( 航空機의 方位角은 90度 ) 基準信號는 最小值 또는 正弦波上的 90度 地點에 位置하게 된다. 그림(C)는 無線標識으로 부터 北쪽에 位置한 航空機에서 본 基準方位信號 및 位置를 나타내고 있으며 ( 航空機의 方位角

A  
PHASE OF 15 CPS  
REFERENCED TO NORTH  
REFERENCE BURST FOR  
AIRCRAFT SOUTH OF  
BEACON BEARING 000°



B  
PHASE OF 15 CPS  
REFERENCED TO NORTH  
REFERENCE BURST FOR  
AIRCRAFT WEST OF  
BEACON BEARING 090°



C  
PHASE OF 15 CPS  
REFERENCED TO NORTH  
REFERENCE BURST FOR  
AIRCRAFT NORTH OF  
BEACON BEARING 180°

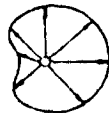
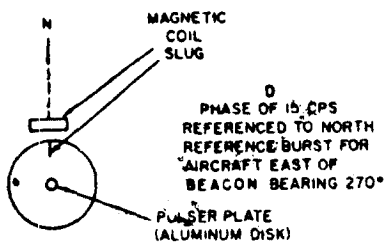


그림 3-9 무선표지 주위를 항공기가 선회시의 자북기준신호변화

은 180 度) 基準信號는  $1/2$  振幅크기의 陰極性일때 또는 正弦波上的 180 度 地點에 位置하게 된다. 그림(D)는 無線標識으로 부터 東쪽에 位置한 航空機에서 본 基準方位信號 및 位置를 나타내고 있으며(航空機의 方位角은 270 度) 基準信號는 最大의 振幅値를 나타내고 있다.

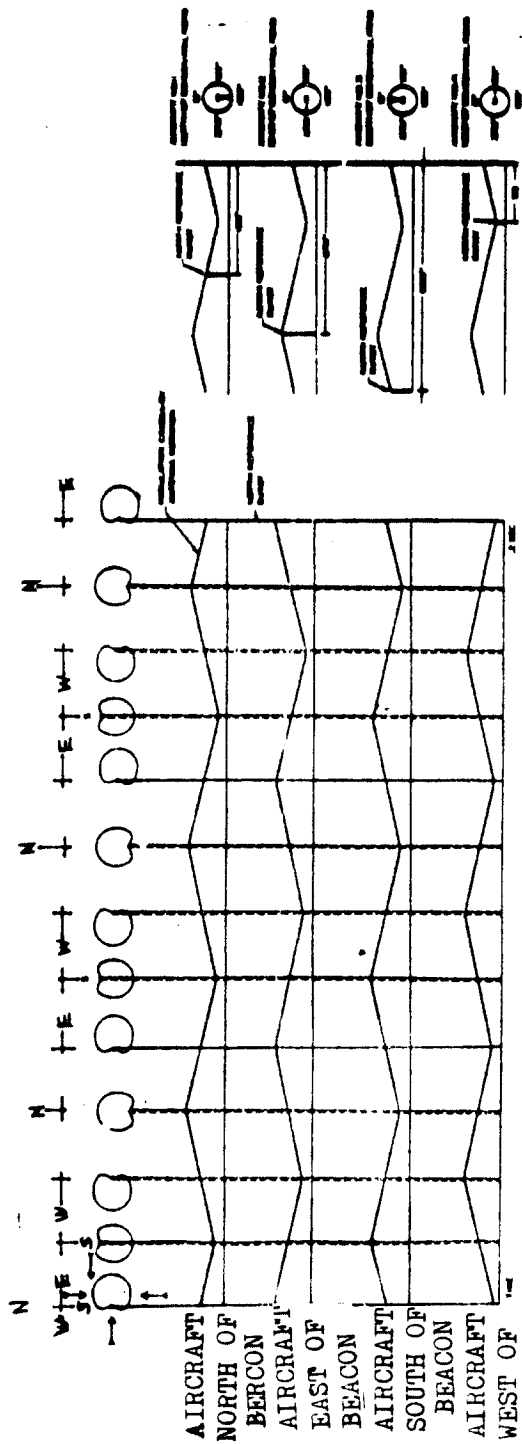
이와같이 그림(3-9)은 正弦波上的 基準方位信號의 位置(無線標識를 中心으로한 4 個 地點)를 表示한 것으로 航空機가 無線標識의 周圍를 360 度 回轉할때 基準方位信號가 航空機의 位置에 따라 어떻게 位相이 變化하는가를 나타내 주고 있다. 여기에서 航空機에 依하여 受信된 基準方位信號와 可變方位信號와의 位相差를 檢出하면 航空機에서 無線標識으로 向한 方位角을 直接 求할 수가 있다.

그림(3-10)은 無線標識 周圍에 4 台의 航空機가 다른 地點에서 受信한 信號의 波形과 各 航空機 方位角 指示器의 角度表示를 나타내고 있다.

여기에서 알수있는 바와 같이 4 台의 航空機가 基準方位信號를 受信할때 可變方位信號의 位相은 各 位置에 따라 差異가 있음을 알수 있다.

### 3) 補助可變方位信號(135 Hz 振幅變調)

補助可變 基準信號도 다른 信號와 마찬가지로 無線標識 空中線을 通하여 發射되며 15 rps 로 回轉하는 導波體(輻射體를 中心으로 40 度 間隔으로 固定됨)에서 發射된다.



#### NOTES

A NORTH REFERENCE BURST IS GENERATOR BURST MARKING EACH REVOLUTION OF THE REFLECTION AND ROTATION OF THE PEAK OF THE RADIATION LINE POINTS ONE EAST

NEARLY VERTICAL LINES INDICATE NORTH REFERENCE BURSTS

AIRCRAFT MEASUREMENTS BEARING FROM A REFERENCE POINT AT THE HALF-AMPLITUDE POINT GIVES COORDINATE OF THE RADIATION TO THE NORTH REFERENCE BURST

그림 3-10. 무선표지 주의상의 항공기 위치에 따라 수신되는 방위각의 비교

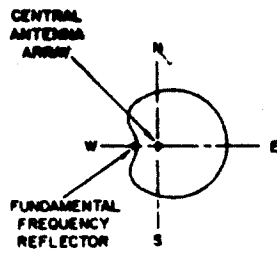
그림 ( 3 - 11 ) 은 空中線 輻射分布를 나타낸 것으로 分布(2)는 135 Hz 變調信號의 輻射分布 特性을 나타내며 (3) 및 (4)는 15 Hz 反射體 및 135 Hz 導波體에서 發射된 電波가 空間 變調를 받은 輻射分布 特性을 나타내고 있다.

#### 4) 補助基準方位信號 ( 135 Hz 北方位補助基準信號 )

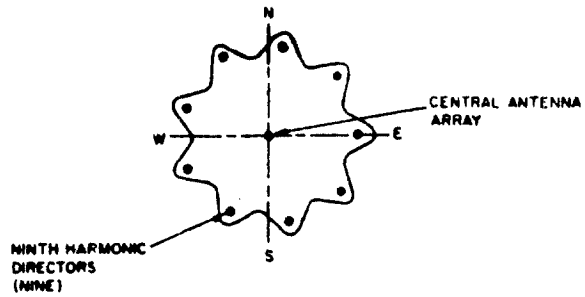
補助基準方位信號도 基準方位信號와 마찬가지로 Pulse 發生器 鐵片의 回轉에 따라 Pick-up coil 에 每 40 度 間隔으로 유기된다.

이와같이 發生된 補助基準方位信號와 補助可變方位信號도 같은 役割을 하기 爲하여 使用된다.

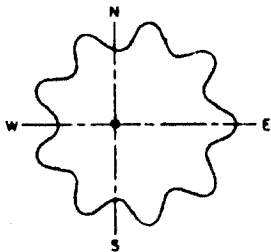
無線標識으로 부터 發射된 15 Hz 와 135 Hz 가 空間 變調로 이루어진 合成 信號가 航空機로 發射되는 波形의 變化 過程이 그림 ( 3 - 12 ) 에 나타나 있으며 또한 東西南北에 位置한 航空機에서 15 Hz 및 135 Hz 의 兩 振幅 變調波와 兩 基準 信號를 受信할때 方位角 指示器上의 役割도 나타나 있다. 이와같이 135 Hz 信號의 主目的은 磁北을 基準으로한 方位角度的 正確度を 높이는 데 있다.



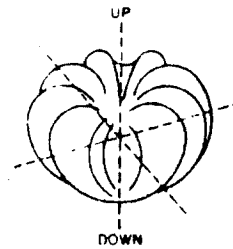
1. HORIZONTAL PATTERN OF 18 CYCLE  
FUNDAMENTAL FREQUENCY MODULATION



2. HORIZONTAL PATTERN OF 135  
CYCLE, NINTH HARMONIC  
MODULATION



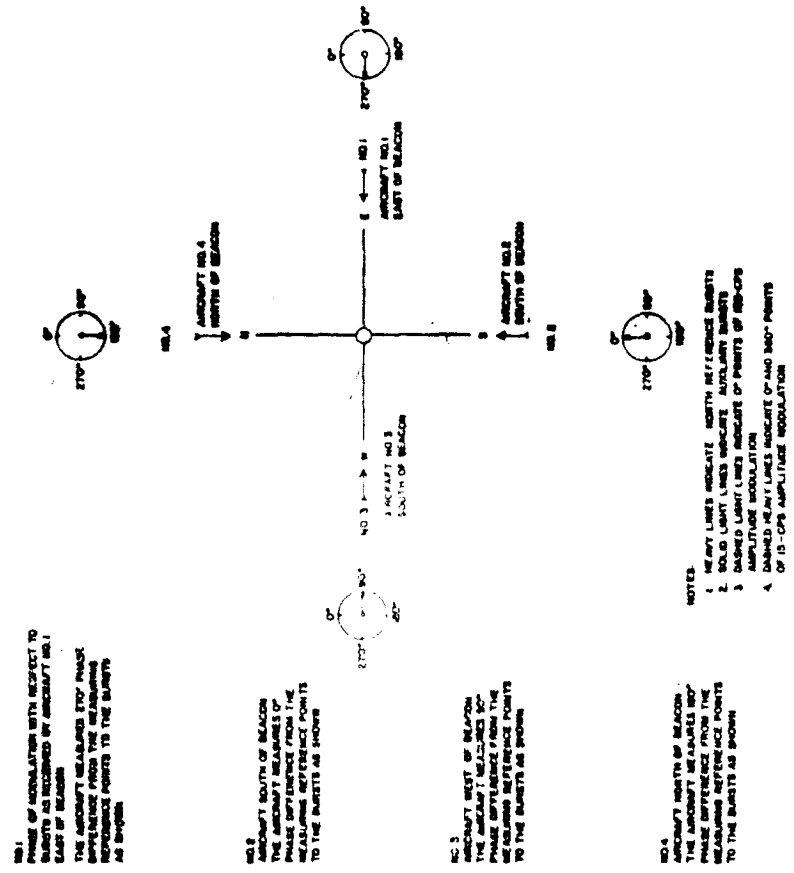
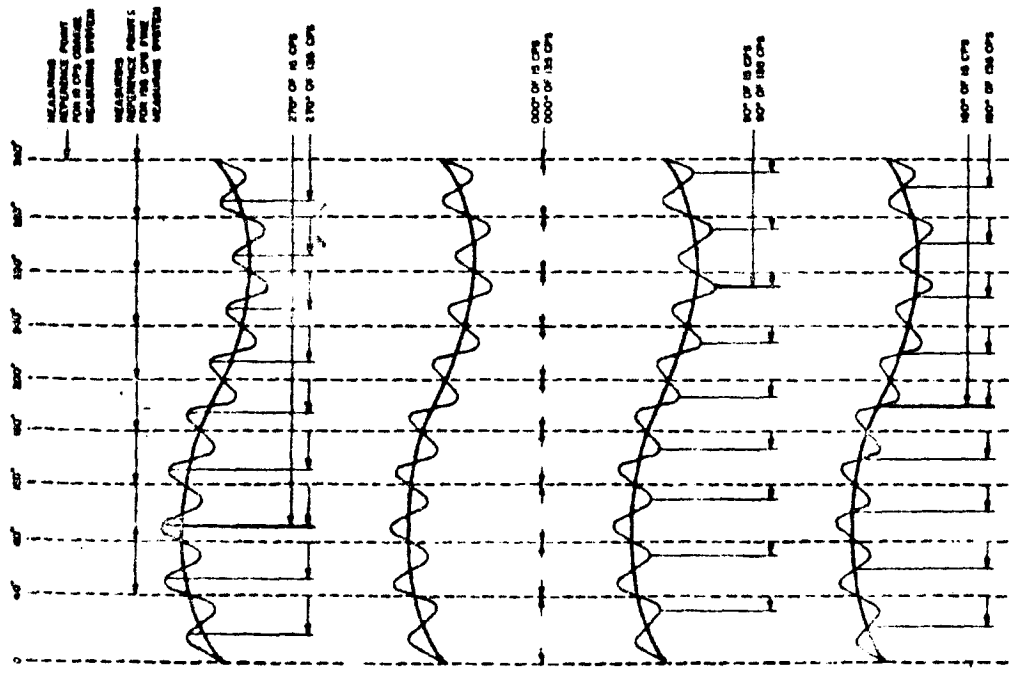
3. HORIZONTAL PATTERN COMBINATION OF  
FUNDAMENTAL AND NINTH HARMONIC  
MODULATION



4. COMPOSITE RADIATION PATTERN

그림 3-11 . 수개의 도체로 구성된 공중선의 복사분포





- NOTES
1. HEAVY LINES INDICATE NORTH REFERENCE BURSTS
  2. SOLID LIGHT LINES INDICATE AUXILIARY BURSTS
  3. DASHED LIGHT LINES INDICATE POINTS OF 180-CPS AMPLITUDE MODULATION
  4. DASHED HEAVY LINES INDICATE POINTS OF 15-CPS AMPLITUDE MODULATION

그림 3-12 15 CPS 및 135 CPS의 양진폭 변조파와 신호의 범위 각 지시상의 역할

## 다. 距離測定

### 1) 距離測定 情報機能

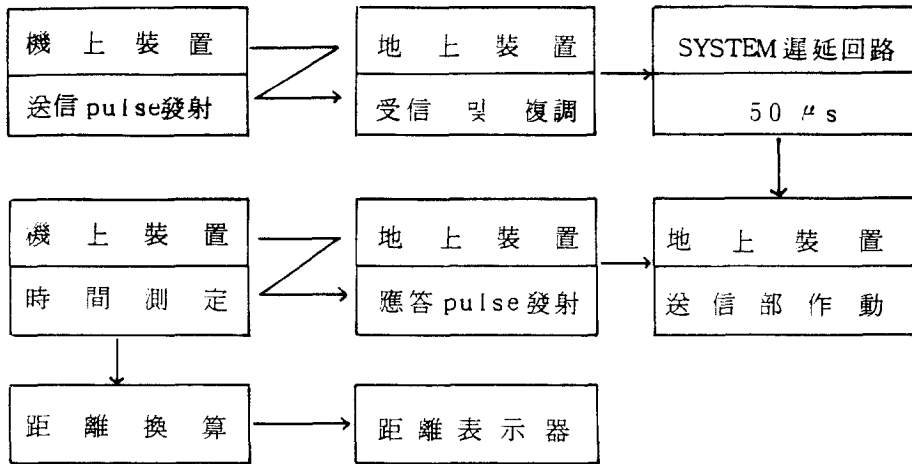
距離測定 情報機能을 除外한 모든 信號는 地上의 無線標識 送信機 自體에서 항시 發射되고 있지만 距離測定 應答信號는 航空機에 搭載된 裝備에 依하여 質問하였을 때에만 無線標識 送信機로 부터 發射된다.

機上の 搭載 裝備를 地上 無線標識 Channel 에 一致시켜 搭載 裝備 固有의 雜音率에 따라 pair 로된 一定한 間隔으로 送信한다.

無線標識 裝置는 航空機 95 台 까지 質問 信號를 受信하여 應答할수 있는 能力을 가지고 있으며 航空機로 부터 發射된 距離測定 質問 信號를 受信한後 50  $\mu$ s 遲延시킨 다음에 다시 航空機로 再送信 한다.

### 2) 距離測定 系統圖

距離測定은 機上の 質問器 ( Interrogator ) 와 地上의 應答器 ( Transponder ) 間에 行하여지는 두 地點間을 往復하는 時間을 測定하브로서 行하여진다. 卽 다음과 같은 經路를 거쳐 距離 測定이 實施된다.



以上の關係를 圖表로 表示하면 다음과 같다.

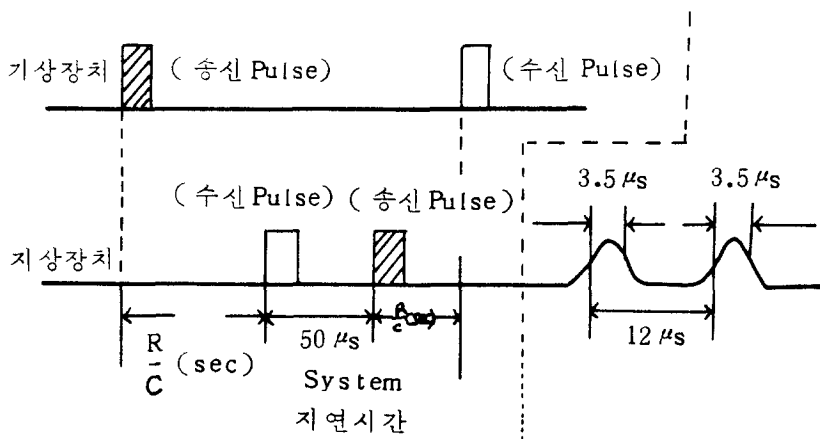


그림 3-13 質門. 應答 Pulse 의 送受信의 時間的 關係圖

그림 3 - 13(a)는 單一 pulse 이나 이 Pulse 의 內容은 그림 3 - 13(b)처럼 Pulse Pair 로 構成되어 있다. 여기에서 T를 質問 Pulse 의 發射로 부터 應答 pulse 의 受信까지 要하는 時間 ( $\mu$  s) R을 航空機로 부터 地上局까지의 距離 (Mile) C를 光速  $1.86 \times 10^6$  [ mile / sec ]라 하면 距離 R은

$R = T ( \mu s ) / 12$ 로 나타낼수 있다.

또한 System Timing 關係圖는 다음과 같다.

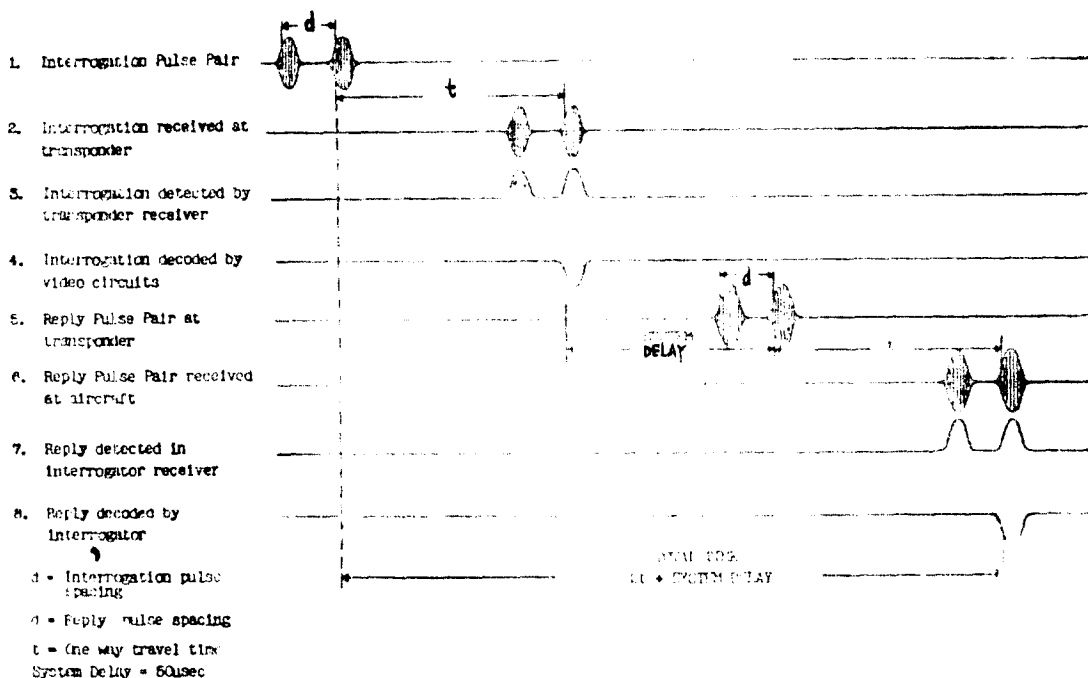


그림 3 - 14 . System Timing

地上局은 機上裝置의 質問 有無에 關係없이 恒時 3600 pps ( 應答 Pulse , 局識別 Pulse, Random pulse 約 2700 pps, 方位角 pulse 900 pps ) 의 周期은 受信機 雜音에 따라 變化하 므로 應答 pulse 와 合하여 總數가 平均적으로 約 2700 pps 를 保有 하도록 되어 있다. 質問 Pulse 는 距離測定을 끝낼때까지의 最初의 狀態인 插索 ( Search ) 期間에는 120 ~ 150 pps 指示器에 올바른 距離를 指示한 後 距離의 變化에 따라 올바른 距離의 指示를 維持할수 있는 狀態인 追跡 ( Track ) 期間에는 22 pps ~ 30 pps 의 率로 送信하고, 이 pulse 列은 不規則적인 周期을 갖는다. 그러나 이 不規則性은 그 機上裝置 固有의 것이므로, 受信한 應答 pulse 中에서 自己固有의 pulse 를 檢出할때까지 Strobe 距離 Gate 를 移動시키고 그 後는 自動적으로 追跡한다. 따라서 이 Gate 의 移動量에 의하여 距離를 알게 된다. 卽 航空機 ( 質問機 ) 는 自己와 同一한 Channel 에 있는 다른 모든 應答機의 應答도 受信하나, 實際에는 自己質問에 對應하는 應答만이 必要하므로 質問機는 Strobe 回路에 의해서 質問後 同一 遲延後에 나타나는 自己의 應答만을 識別 選擇한다. 이와같이 正規의 應答을 檢出하면 機上質問機는 追跡狀態에 들어간다. 또 質問機의 受信機는 다른 航空機의 應答을 受信하지 못하도록 不規則質問率의 方法을 使用하므로서 2 台의 航空機가 同一한 質問率을 갖는 確率을 避하게 한다.

## 4 . 技 術 基 準 (案)

### 태칸 (TACAN) 기술 기준 (안)

○ 태칸 (TACAN) 의 기술적 조건을 다음과 같이 정한다.

1 . 항공기에 설치하는 태칸 (이하 “ 기상태칸 ” 이라한다) 은 항공기의 항행중의 통상의 상태에서 다음 각호의 조건에 적합하는 것이어야 한다.

가. 일반적 조건

- 1) 방위각은  $(\pm)3$  도 이내의 오차 (지상 태칸에서의 허용편차를 포함) 에서 측정할수 있을것.
- 2) 가시거리 370.4 km . 이내에서 그 거리의 3 % 또는 0.9 km 어느쪽이든 높은치 이내오차 (지상 태칸 또는 지상 디엠이 (DME) 허용편차 포함) 로 측정할수 있을것.
- 3) 질문신호의 제 2 펄스 발사후 50 마이크로초 (허용편차는 1 마이크로 초로 한다.) 를 경과한 시각을 기준으로서 거리를 측정 할것
- 4) 지시기는 지상태칸 또는 지상 디엠이 까지의 가시거리 (해리를 단위로 한다.) 를 신속하게 측정할 수 있을 것이며 방위 및 거리의 표시가 유효하지 않을 경우는 그 내용을 표시할수 있을것
- 5) 육상에 설치된 항공용 태칸 (이하 “ 지상태칸 ” 이라한다)

또는 육상에 설치한 항공용 디엠이 (이하 “지상디엠이”라 한다)에서 그 식별을 위한 전파 (이하 “식별신호”라 한다)를 수신하고 가청주파수로 변환할수 있을것.

- 6) 공중선은 그 발사하는 전파의 편파면이 수직편파이며 수평면에서 그 지향특성이 만족한 무지향성 일것.

#### 나. 송신조건

- 1) 질문신호의 발사간격은 불규칙 할것.
- 2) 질문을 위한 전파 (이하 “질문신호”라 한다)는 펄스대이고 그 특성은 별표 1 과 같을것.
- 3) 960 MHz 에서 1,215 MHz 까지의 주파수대에 있어서 연속파의 강도는 펄스대 상호간에서 (-)37 데시벨 (1 와트를 0 데시벨로 한다) 이하일것.
- 4) 할당주파수에서 ( $\pm$ )250 KHz 까지의 주파수에 포함되는 고주파 에너지는 복사되는 전 고주파 에너지의 90 % 이상 일것.
- 5) 질문신호의 발사수는 추적 (거리를 연속으로 측정하고 있는 상태를 말함) 사이는 매초 평균 30 이내로 하고 수색 (질문신호를 송신하여 추적에 도달할때까지의 상태를 말함) 사이는 매초 150 을 초과하지 않을것.

다. 수신장치의 조건

구 별	조	건																
데코다	<p>최저트래킹 (Tracking) 레벨에 비하여 3 데시벨 높은 값 이상 (-)48 데시벨 (1 밀리วัต트를 0 데시벨로 한다) 이하의 응답신호를 입력단자에 가하여 추적상태하에서, 당해 응답신호의 펄스간격의 것을 허용치를 초과하여 변화시킨 경우에 있어서 다음표에 정하는 조건에 일치할것.</p>																	
(Decoder)	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">구 분</th><th>조 건</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>찬 널</td><td>응답신호이펄스간격</td><td rowspan="3">추적을 유지할것.</td></tr> <tr> <td>X 찬널</td><td>11.5 마이크로초 이상 12.5 마이크로초. 이하</td></tr> <tr> <td>Y 찬널</td><td>29.5 마이크로초 이상 30.5 마이크로초 이하</td></tr> <tr> <td>X 찬널</td><td>6 마이크로초 미만또는 18 마이크로초 초과</td><td>5 회의 거리측정에 대하여, 거리표시를 하지않거나 또는 1</td></tr> <tr> <td>Y 찬널</td><td>24 마이크로초미만 또 는 36 마이크로초 초과</td><td>회의 거리표시를 하여 그 표시를 계속하는 시간이 5 초이내일것.</td></tr> </tbody> </table>		구 분		조 건	찬 널	응답신호이펄스간격	추적을 유지할것.	X 찬널	11.5 마이크로초 이상 12.5 마이크로초. 이하	Y 찬널	29.5 마이크로초 이상 30.5 마이크로초 이하	X 찬널	6 마이크로초 미만또는 18 마이크로초 초과	5 회의 거리측정에 대하여, 거리표시를 하지않거나 또는 1	Y 찬널	24 마이크로초미만 또 는 36 마이크로초 초과	회의 거리표시를 하여 그 표시를 계속하는 시간이 5 초이내일것.
구 분		조 건																
찬 널	응답신호이펄스간격	추적을 유지할것.																
X 찬널	11.5 마이크로초 이상 12.5 마이크로초. 이하																	
Y 찬널	29.5 마이크로초 이상 30.5 마이크로초 이하																	
X 찬널	6 마이크로초 미만또는 18 마이크로초 초과	5 회의 거리측정에 대하여, 거리표시를 하지않거나 또는 1																
Y 찬널	24 마이크로초미만 또 는 36 마이크로초 초과	회의 거리표시를 하여 그 표시를 계속하는 시간이 5 초이내일것.																
신호강도선택	<p>입력단자에 동일찬널의 둘이상의 응답신호를 가한 경우에 있어서 하나의 응답신호가 다른 응답신호에 비하여 12 데시벨 이상 높은값일때 당해 하나의 응답신호에 의한</p>																	
특 성																		



구 별	조 건
	거리를 표시할것. 이 경우에 당해 하나의 응답신호의 입력단자에 관하여 침투전력은 최저 록크-온 레벨이상 (-) 48 데시벨 (1 밀리วัต트를 0 데시벨로 한다) 이하로 한다.
방위기억 기 능	기억에 의한 방위연속시간은 12 초를 초과하지 않을것
감도 (공중선은 4 분의 1 파장의 단일형이며 급전선의 손실이 3 데시벨일 경우로 한다)	<p>1. 입력단자에 응답신호 (응답율은 70 %로 한다. 이하 같다) 를 가한 경우에 있어서 5 회의 측정거리에 대하여 4 회의 거리표시를 할때 당해 응답신호의 침투전력 (이하 최저 록크온 (Lock-on) 레벨이라한다) 이 (-)79 데시벨 (1 밀리วัต트를 0 데시벨로 한다) 이하.</p> <p>2. 입력단자에 응답신호 및 적당하고 알맞은 펄스 (발사수는 매초 6,000 회, 펄스간격은 불규칙, 침투전력은 당해 응답신호의 침투전력에 비하여 10 데시벨 높은 치로 한다) 를 가한 경우에 있어서 5 회의 측정거리에 대하여 4 회의 거리표시를 할때 당해 응답신호의 침투전력 (-)76 데시벨 (1 밀리วัต트를 0 데시벨로 한다) 이하.</p> <p>3. 입력단자에 응답신호를 가한 경우에 있어서 추적 (거리를 연속하여 측정하고 있는 상태를 말함) 대의 당해 응답신호의 침투전력의 최소치 (이하 최저 “트래킹” 레벨이라 한다) 가 (-)82 데시벨 (1 밀리วัต트를 0 데시벨로 한</p>

구 별	조 전
	<p>다) 이하.</p> <p>4. 입력단자에 응답신호 및 적당하고 알맞은 펄스(발사수는 매초 6,000 회, 펄스간격은 불규칙, 침두전력은 당해 응답신호의 침두전력에 비하여 10 데시벨 높은 치로 한다)를 가한 경우에 있어서 추적때의 당해 응답신호의 최소치가 (-)79 데시벨 (1 밀리วัต트를 0 데시벨로 한다) 이하.</p>
<div data-bbox="178 742 235 1011">하나의 신호선택도</div> <div data-bbox="235 742 301 1011">통과대역폭</div> <div data-bbox="178 1011 235 1375">감쇄량</div>	<p>최저 “록크온” 레벨에 비하여 6 데시벨 높은치의 응답신호를 입력단자에 가한 경우에 있어서 5 회의 측정거리에 대하여 4 회이상의 거리표시를 할때의 폭이 당해 응답신호에 관계되는 태칸의 할당 주파수에서 (<math>\pm</math>)60 KHz 이상.</p> <p>지상태칸의 할당주파수에서 (<math>\pm</math>)940 KHz 주파수의 응답신호를 입력단자에 가한 경우에 있어서 5 회의 측정거리에 대하여 1 회의 거리표시를 하고 그 표시를 계속하는 시간이 5 초로 되는때의 당해응답신호의 침두전력이 최저록크온 레벨에 비하여 30 데시벨 이상</p>
실 효 선택도	<p>1. 최저 록크온 레벨치의 응답신호를 입력단자에 가한상태하에서 90 KHz 에서 10 GHz 까지의 주파수 (당해 응답신호에 관계되는 지상 태 칸의 할당주파수에서 3 MHz 이내의 것을 제외)의 방해파를 (-)30 데시벨 (1 밀리 와트</p>

구 별	조 건
	<p>를 0 데시벨로 한다.) 이상으로 당해 입력단자에 가한 경우에 있어서 당해 최저 록크온 레벨에 변화가 없을것.</p> <p>2. 최저 록크온레벨이상 (-)30 데시벨 (1 밀리วัต트를 0 데시벨로 한다.) 이하치의 회망신호를 입력단자에 가한 상태에서 당해 회망응답 신호에 관계되는 지상태칸의 할당주파수에서 1 MHz 이상 떨어진 주파수의 방해응답 신호 (첨두전력은 당해 회망응답신호의 첨두전력에 비하여 50 데시벨 높은 치로 한다.)를 당해 입력단자에 가한 경우에 있어서 당해응답신호의 추적에 지장이 없을것.</p>
최대거리 표시시간	최대거리를 표시하기 까지의 시간이 35 초 이내
거리 기억 기능	<p>1. 기억에 의한 표시거리는 다음의 1) 에 제기하는 거리에서 2) 에 제기하는 거리까지의 치일것.</p> <p>D 지상태칸의 응답신호에 의해 거리표시가 되지 않은 직전의 응답신호에 의한 거리(±)1.85 km를 포함)</p> <p>2) D 의 지상태칸의 응답신호에 의한 거리의 표시가 재 개시된 때의 당해응답신호에 의한 거리(±)1.85 km 까지를 포함.</p> <p>2. 1 의 표시거리의 표시의 계속시간은 15 초를 초과하지 않을것.</p>

2. 지상에 설치하는 태칸 (이하 “지상태칸” 이라한다) 은 다음 각 호의 조건에 적합하는 것이어야 한다.

가. 일반적 조건

- 1) 복사된 전파는 방위기준신호, 식별신호와 잡음펄스대 및 이러한 전파에 의해서 형성되는 변조 포락선에 의한 가변 방위 신호일것.
- 2) 방위기준신호 및 가변방위신호는 단일펄스 또는 펄스 대 일것.
- 3) 방위기준신호는 식별신호 및 응답신호의 송신중에 송신 될것.
- 4) 방위기준신호, 식별신호 및 응답신호를 송신하지 아니 할 때는 랜덤펄스대의 전파를 송신할것.
- 5) 방위기준신호는 다음의 조건에 일치할것.

가) 방위기준신호는 북방위 기준신호 및 40 도 방위기준 신호에서 이루어지는 것으로 하고 송신공중선의 회전에 동기하여 송신되는 것일것.

나) 북방위 기준신호는 당해 송신공중선의 최대 복사방향 이 지방위도 90 도마다 송신되는 것일것.

다) 40 도 방위기준신호는 북방위 기준신호를 송신해서부터 당해 송신공중선이 40 도 회전할때부터 송신될것.

단, 북방위 기준신호를 송신할때는 40 도 방위기준 신호는 송신되지 아니할것.

라) 가변방위 신호는 주파수가 15 Hz 개략가변 방위 신호및 주파수가 135 Hz 의 정밀가변 방위신호로 이루어지는 것 일것 .

6) 응답을 위한전파 (이하 “응답신호”라 한다.) 및 식별신호 는 펄스대일것 .

7) 식별신호는 응답신호의 송신중에도 모르스 부호에 의해 적어도 매 30 초마다 약 1 회 (송신속도는 1 분간 약 구문 7 어로 한다) 송신되고 또 1 회 송신은 5 초를 초과하지 않을것 .

8) 등가등방 복사전력은 할당주파수에서 양측에 각각 550K Hz 에서 1050 KHz 까지의 주파수 대역폭에서 각각 (-) 7 데시벨 (1 와트를 0 데시벨로 한다) 이하로하고 할당 주파수에서 양측에 각각 1750 KHz 에서 2250 KHz 까지의 주파수 대역폭에 있어서는 각각 (-)27 데시벨 (1 와트를 0 데시벨로 한다) 이하일것 .

#### 나. 송신설비의 조건

구 별	조 건
펄스대의발사수	<p>1 . 식별신호는 매초 2700 (허용편차는 0.2 %로한다)</p> <p>2 . 응답신호 및 랜덤 (Random) 펄스대의합은 매초 2700 (허용편차는 90 으로 한다.)</p>

구 별		조		건
방위기준신호의 구성		별표 2 에 의한다.		
식별신호의구성		별표 3 에 의한다.		
방위기준 신호와 가변방위 신호의 동기특성 (공중선 의자복의 방향에서 수신한경 우로 한 다)	X 채널	북방위 기준신호의 제 10 펄스와 개략 가변 방위 신호의 부의구배부분의 변곡점	(±)2 도	이 내
		40 도 방위기준신호의 제 12 펄스와 정밀가변 방위 신호의 부의구배부분의 변곡점	(±)0.33	도이내
	Y 채널	북방위 기준신호의 제 6 펄스의 개략가변방위신 호의 부의구배부분의 변곡점	(±)2 도	이 내
		40 도 방위기준신호의 제 11 펄스와 정밀가변 방위 신호의 부의구배부분의 변곡점	(±)0.33	도이내
가변방위 신호의 특 성	변 조 도	<p>다음 계기하는 양각의 구별에 따라 가능한한 다음과 같을것</p> <p>1. 양각이 40 도 미만</p> <p>가. 개략가변 방위신호 및 정밀가변 방위신호에서 는 각각 12 %이상 30 % 이하</p> <p>나. 개략가변 방위신호 및 정밀가변 방위신호의 합 성신호에서는 55 %이하</p> <p>2. 양각이 40 도이상 50 도 미만</p> <p>가. 개략가변 방위신호에서는 7 %이상 35 %이하</p>		

구 별		조 건
		나. 정밀가변 방위신호에서는 7 % 이상 45 % 이하 다. 개략가변 방위신호 및 정밀가변 방위신호의 합성신호에서는 65 % 이하
	의 율	앙각이 45 도이하에서 개략가변 방위신호의 제 7 차 고조파까지에 있어서는 가능한한 30 % 이하 정밀 가변 방위신호의 제 4 차 고조파 까지에 있어서는 가능한한 30 % 이하
연속파의 강도		960 MHz 에서 1215 MHz 까지의 주파수에서는 다음 과 같을것. 1. 펄스대 상호간에 있어서는 당해펄스대의 첨두 전력에 비하여 (-)80 데시벨 이하 2. 펄스대를 구성하는 펄스상호간 (채널의 경우는 적어도 1 마이크로초, 채널이 Y 채널인 경우는 적 어도 19 마이크로초로한다) 또는 단일펄스 상호 간 (적어도 4 마이크로초한다) 에 있어서는 당해 펄스대 또는 단일펄스의 첨두전력에 비하여 각 각 (-)20 데시벨 이하
송신공중선의회전 방향 및 회전수		방위각 360 도로 계속되며 매초 15 회 (허용편차는 0.23 %로 한다)

구 별	조 건
펄스대 특성	별표 1 에 의한다.
응답지연시간	질문신호의 제 2 펄스를 수신해서부터 당해 질문신호에 대한 응답신호의 제 2 펄스를 발사할때까지의 시간이 50 마이크로초 (허용편차는 1 마이크로초로한다)

다. 수신설비의 조건

구 별	조 건
감 도	매초 200 펄스대 이하의 질문신호를 입력단자에 가할 경우에 응답율 (질문회수에 대한 응답회수의 100분율로 한다. 이하같다) 이 70 %될때의 당해 질문신호의 침투전력 (-)95 데시벨 (1 밀리วัต트를 0 데시벨로 한다) 이하.
하나의 신호선택도	통과대역폭 수신장치의 최대감도점에 비하여 3 데시벨 높은치의 질문신호를 입력단자에 가할경우에 응답율이 70 % 이상될때 폭이 당해 질문신호에 관계되는 기상태칸의 할당주파수에서 ( $\pm$ )100 KHz 이상
	감쇄량 기상태칸의 할당주파수에서 ( $\pm$ )900 KHz 주파수의 질문신호를 입력단자에 가할경우에 응답율이 70 %미만으로 될때 당해 질문신호가 침투전력이 수신장치의



구 별		조	건
		최대 감도에 비하여 80 데시벨 이상	
	스프리어 스 레스 폰스	1) 중간주파수 레스폰스는 80 데시벨 이상 2) 영상주파수 레스폰스 및 960 MHz 내지 1215 MHz 까지의 주파수대에서 기타 레스폰스는 75 데시벨 이상.	
내부 잡음에 의해 발사되는 펄스대수		수신장치의 최대감도점의 -95 데시벨 (1 밀리วัต트를 0 데시벨로 한다) 일때 입력신호를 가하지 않을 경우의 송신장치에서 발사되는 랜덤펄스대수가 2700 이하.	
데 코 다 (Decoder)		1) 입력단자에 질문신호 이외의 펄스를 가하여도 동작하지 않을것. 2) 입력단자에 질문신호를 가한 송신장치에서 응답신호를 송신하고 있는 상태에서 적당한 펄스를 가한 경우에 당해 송신에 지장이 없을것.	
수신휴지시간		1) 질문신호를 수신해서부터 응답신호의 제 2 펄스를 발사할때까지의 간격 및 응답신호의 제 2 펄스 발사후 60 마이크로초 (이값에 의한것이 적당하지 않을 경우는 150 마이크로초까지의 값으로 할수있다 2) 에 있어서도 동일이내.	

구 별	조 전
	2) 랜덤펄스대의 제 2 펄스 발사후 60 마이 크로초 이하.
발사하는 펄스대수제어를 위한감도억압	송신장치에서 발사수가 설정치의 90 %이하일때 감도의 변동이 1 데시벨 이내, 설정치의 90 %를 초과할때 당해 설정치를 초과하지 않도록 감도가 저하할것. (감도저하의 최대치는 되도록이면 50 데시벨 이상일것.)
감도회복시간	송신장치의 최대감도점에서 60 데시벨 높은치까지의 질문신호를 입력단자에 가할경우에 있어서 억압된 감도가 수신장치의 최대감도점에 비하여 3 데시벨 높은치로 회복될때까지의 시간이 8 마이크로초 이내.

라. 공중선은 그 발사하는 전파의 편파면이 수직일것.

마. 감시장치 및 제어장치는 다음의 조건에 일치할것.

- 1) 감시장치는 다음 각호의 상태 (당해상태를 감시하는 부분이 고장난 상태를 포함) 가 4 초이상 10 초이하 ( 가능한 한 4 초) 의 시간 연속한 경우 (가)에서 (아) 까지 한하며(마)에서 (아) 까지 관제되는 것에 대해서는 지침으로 한다) 또는 20 초이하의 시간연속한 경우 (자)에 한한다) 에 있어서 그 내용을 표시할수가 있을것.

이 경우 (라)에서 (아)에 한한다)에 있어서 감시를 위한 신호 (질문신호와 동등의 특성을 가진 것이며 송신회수는 매초 120 회 이하일 것)의 수신장치의 입력단자에서의 첨두전력은 당해 수신장치의 최대 감도점에 비하여 6 데시벨 높은치 일 것.

가) 응답신호 및 랜덤펄스대의 펄스대 발사수의 매초 2700 에서 ( $\pm$ ) 150 을 초과하는 상태

나) 북방위 기준신호 및 40 도 방위기준신호의 펄스대수 또는 단일펄스의 수가 기준치보다 3 이상 적은 상태

다) 방위각이 정밀가변 방위신호의 변화에 따라 ( $\pm$ )1 도를 초과하는 상태

라) 응답지연시간이 허용치를 초과한 상태

마) 공중선 전력이 3 데시벨 이상 저하한 상태

바) 수신장치의 감도가 6 데시벨 이상 저하한 상태 (수신장치의 자동이득 제어회로에 의해 저하한 경우를 제외)

사) 응답신호의 펄스간격이 별표 제 1 의 2 에 나타난 기준치에서 1 마이크로초 이상의 편차를 발생한 상태

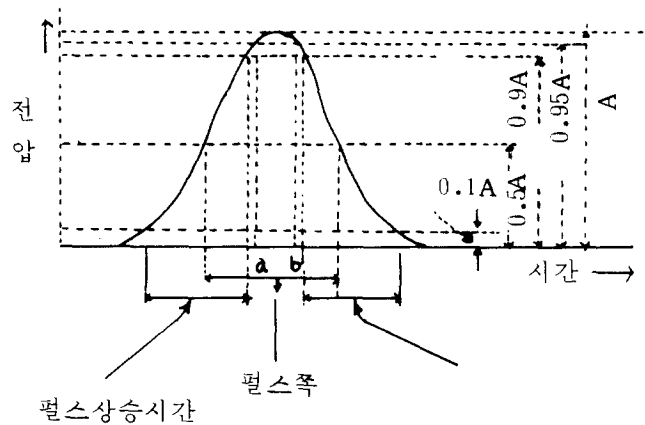
아) 송신장치 또는 수신장치에 자동주파수 제어회로를 가진 경우에 있어서 수신장치 또는 송신장치의 주파수가 당해 회로의 제어범위를 초과한 상태

- 자) 송신공중선의 회전수가 허용치를 초과하는 상태
- 2) 제어장치는 1)의 경우 (가)에서 (라)까지 한한다) 또는  
당해제어장치가 고장난 경우에 있어서 송신장치 및 수신장  
치의 기능을 정지할수 있을것.

별표.1 .

o 펄스파의 특성

1. 펄스파형



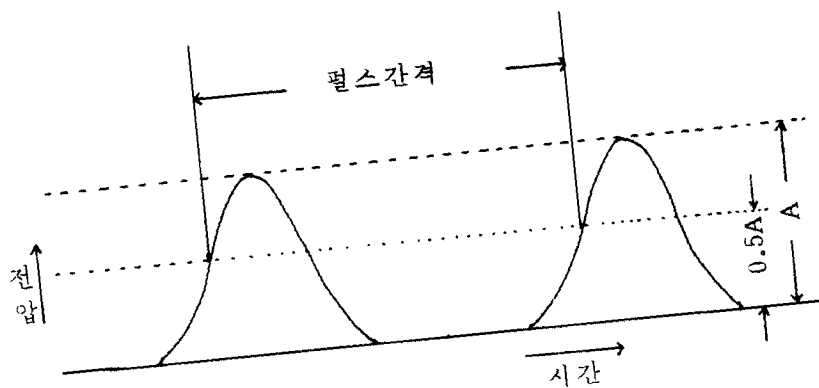
주 1. 펄스폭, 펄스상승시간 및 펄스하강시간은 다음과 같을것.

구 별	기 상 태 칸	지 상 태 칸
펄 스 폭	$3.5 \pm 0.5 \mu s$	$3.5 \pm 0.5 \mu s$
펄스상승시간	$2.5 \mu s$ 상이 $3 \mu s$ 이내	$2.5 \mu s$ 이상 $3 \mu s$ 이내
펄스하강시간	$2.5 \mu s$ 이상 $3 \mu s$ 이내	$2.5 \mu s$ 이상 $3 \mu s$ 이내

2. 펄스전압 a에서 b까지 시간에 있어서 0.95 A 이상일것.

3. (A)는 펄스의 최대전압을 표시 “이하같다”

## 2. 펄스간격



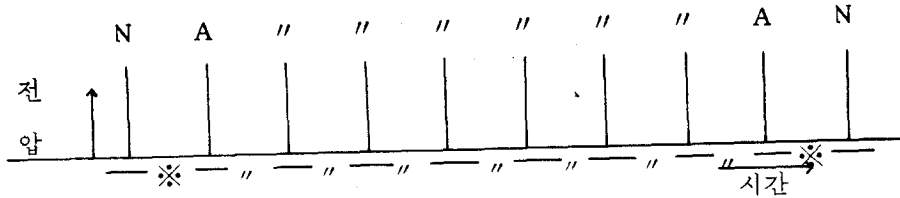
주 1. 펄스간격은 다음과 같을것.

채널	기상태칸	지상태칸
X 채널	$12 \pm 0.5 \mu s$	$12 \pm 0.25 \mu s$
Y 채널	$36 \pm 0.5 \mu s$	$30 \pm 0.25 \mu s$

2. 각각 펄스의 최대전압의 차는 1 dB 이내일것.

별표 2.

방위기준신호의 구성



※ : 송신공중선이 40도 회전하는 시간

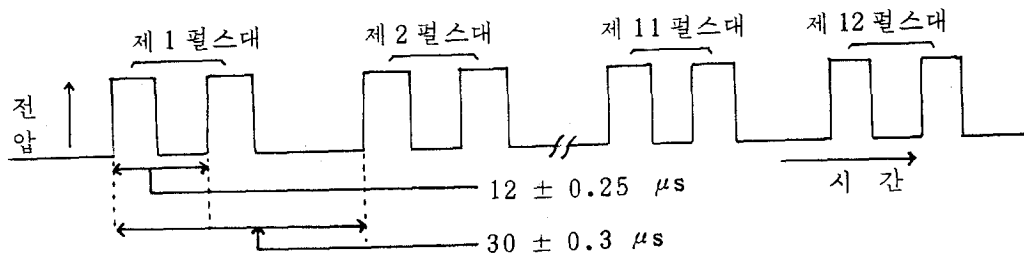
N : 북방위 기준신호

A : 40도 방위기준신호

주 1. 북방위 기준신호의 자세한것은 다음과 같다.

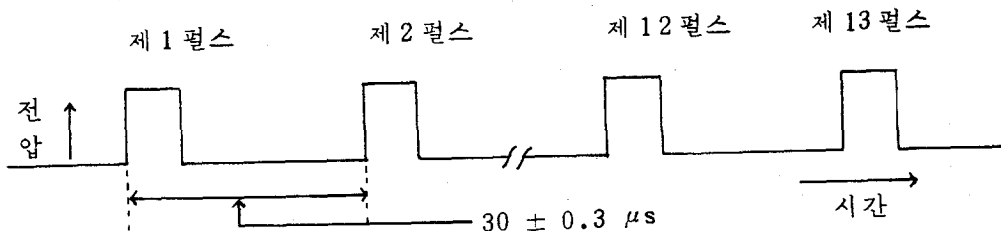
(1) X 채널

다음에 표시하는 12의 펄스대 (별표 제 1에 표시하는 펄스의 파형 및 펄스간격의 것일것. 이하같다)에 의해 구성되는 것일것.



(2) Y 채널

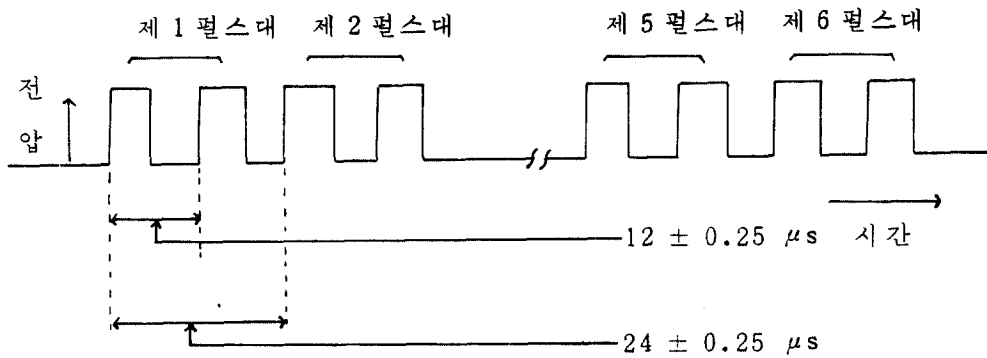
다음에 표시하는 13의 단일펄스 (별표 제 1에 표시하는 펄스의 파형 및 펄스간격의 것일것)에 의해 구성되는 것일것



주 2. 40 도 방위기준신호의 자세한것은 다음과 같다.

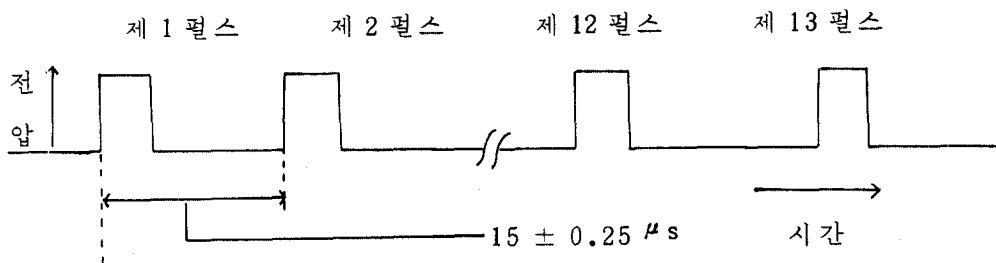
(1) X 채널

다음에 표시하는 6 의 펄스대에 의해 구성되는 것일것.



(2) Y 채널

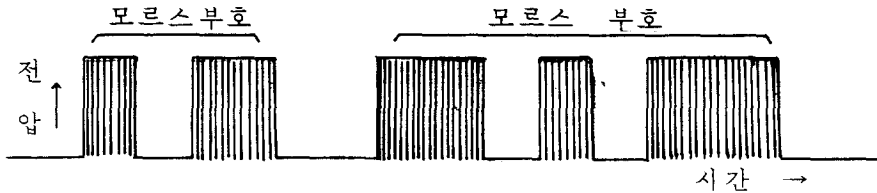
다음에 표시하는 13 위 펄스대에 의해 구성되는 것일것.





별표 3 .

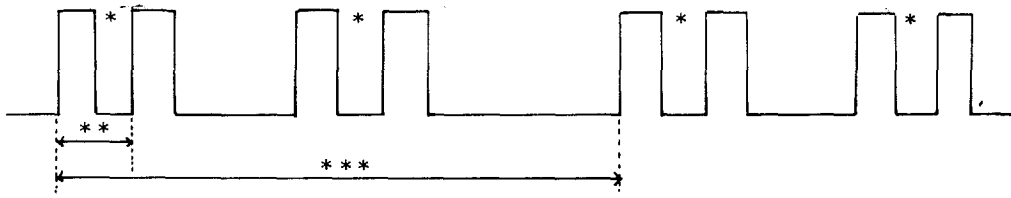
식별신호의 구성



주 1 . 모르스 부호의 단음과 장음 및 간격은 다음과 같다.

단 음	0.1 초이상, 0.125 초이하
장 음	0.3 초이상, 0.375 초이하
1 부호를만드는 각장음 또는 단음의 간격	1 단음과 같은치 (허용편차 10 %이다)
2 부호의 간격	3 단음과 같은치 이상

주 2 . 단음 또는 장음의 자세한것은 다음과 같다.



\* : 펄스대 (별표 1 에 표시하는 펄스의 파형 및 펄스간격일것.  
이하 같다.

\* \* :  $100 \pm 10$  마이크로초

\* \* \* :  $1/1350$  초 (최대치  $1/1346.9$  초 최소치는  $1/1353.1$ 로한다.)

주 3 . 식별번호의 송신중에 있어서 방위기준신호가 송신되는 경우는  
는 당해 방위기준신호에 계속되는 최초의 펄스를 당해 방  
위기준신호의 최소펄스발사후 740 마이크로초 (허용편차는 50  
마이크로초로 한다) 에 발사되는 것일것 .

## 5. 結 言

지금까지 TACAN 에 對한 概略的인 動作 概要와 機器特性 그리고 外國關係 規定을 檢討하였다. 모든 裝備의 技術基準(案) 作成에 있어서는 무엇보다도 當該 裝備에 對한 實質的인 機器特性 試驗과 長時間에 걸친 運用上의 問題點을 바탕으로 하여 이루어져야 하겠지만 이번에 作成된 TACAN 裝備는 現實的으로 어려운 與件을 考慮하지 않을 수 없었으며 또한 同 裝備가 航空機 運航에 絶對 必要한 主要保安裝備中の 하나 이므로 充分한 特性 航空裝備에 對한 技術基準이 現在까지 外國 基準을 絶對적으로 參考해야 하는 實情임을 感案하여 ICAO 規定 및 日本電波關係法을 根據로 作成하게 되었음을 밝혀 두고자 한다.

## 參 考 文 獻

1. 航行援助無線：林良治編（日本）
2. 航空電子裝置：岡田實編（日本）
3. 航法電子裝置：陳年鋼著（韓國航空大學）
4. TACAN MANUAL-AN/GRN<sup>1</sup>-9C（交通部）