

給電位相差에 의한 슈퍼게인 안테나의 指向性調整 研究 (Adjustment of the Directivity of Super Gain Antenna by Phase Difference of the Feeding Points)

金旻俊*, 朴櫻基**

(Min Joon Kim and Cheong Kee Park)

要 約

難·視聽地域 解消을 위한 小出力 放送局의 出力 增加時 同· 채널의 다른 放送局과의 混信을 막기 위하여 特定 方向의 電界 強度를 減소시키야 할 場合 現在 안테나에 對한 指向性 調整의 不可避하게 된다.

本 研究은 이러한 場合 同지 給電線의 長이에 對한 給電點의 位相 調整에 의하여 目的의 方向에 對한 電界 強度를 調節하는 方法에 對하여 研究한 것이다.

Abstract

Both the power increasing of a television broadcasting channel for the purpose of minimizing weak signal areas and depressing of radiation pattern to prevent some interference in known quadrants may be needed in TV broadcasting.

This study shows that, the two needs mentioned above are solvable by adjusting the phases of feeding points, or redesigning the lengths of feeder lines between transmitter outend and feeder inputs in super gain antenna.

A theoretical study on lengths of coaxial cables and a practical procedure of designing cable lengths, which is simple and inexpensive to apply, is presented.

I. 序 論

본 논문은 VHF 대역의 廣播에 對한 小出力 目的을 爲한 難·視聽地域 解消을 爲한 小出力 放送局의 使用되고 있다.

슈퍼게인 안테나에 있어서의 半波長 以上 1波長 以下의 距離에 對한 反射板을 組合하여 各面의 距離의 中心을 反射板의 中心에서 左右로 移動시키 本平 方向의 全方向性을 最適 狀態로 維持하여 一定의 垂直面內의 指向性을 높이게 爲하여 이러한 段을 수직으로 配列하고 있다.^{(1), (2)}

이러한 슈퍼게인 안테나에 있어서 特定方向의 電界 強度를 減소 시키기 爲한 方法은 方向別 距離의 給電電力을 다르게 하는 方法과 反射板의 傾斜을 調整하는 方法⁽³⁾ 등이 있으나 이러한 方法들은 工事費와 工期가 增加한 뿐 아니라 後者의 場合에는 비파장도 좋지 않다.

本 論文에서는 既存 各 다이폴에 增加된 劃一的인 電力을 給電하면서 同지 給電線의 位相 調整만으로 願 望의 方向의 電界 強度만을 增大시킬 수 있는 지의 與 否에 對하여 考察 研究한 것이다.

垂直面內의 位置성을 알맞게 上向시키기 爲한 各段의 最適 位相角을 數次的 컴퓨터 計算에 依해서 一定한 距離의 分配器(junction box) 까지의 給電線의 長이와 同 分配器들로 부터 各 다이폴 안테나까지의

*準會員, **正會員, 高麗大學校 工科學 電子工學科 (Korea Univ. Dept. of Elec. Eng.)

接受日: 1982年 3月 9日

給電線の 長さを 위의 目的에 맞게 計算 設計함으로써 實用 可能한 設計法을 얻었다.

II. 水平 指向性에 關한 考察 및 슈우퍼 게인 안테나의 水平面內的 指向性

反射板 2面의 다이폴 안테나를 正방형 단면의 원뿔 주위에 配列하고, 연결하는 안테나 소자간의 位相이 서로 90°씩 다르게 給電한 것을 垂直으로 多段 配列한 슈우퍼 게인 안테나의 구조는 그림 1과 같으며, 그림 2에서 電流 I₁과 그 影像에 依한 電界 E₁₁' 및 電流 I₂와 그 影像에 依한 電界 E₂₂'는 各

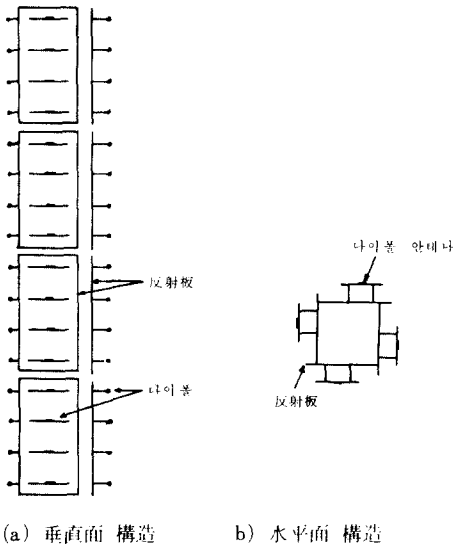


그림 1. 슈우퍼 게인 안테나의 구조
Fig. 1. Construction of the super gain antenna.

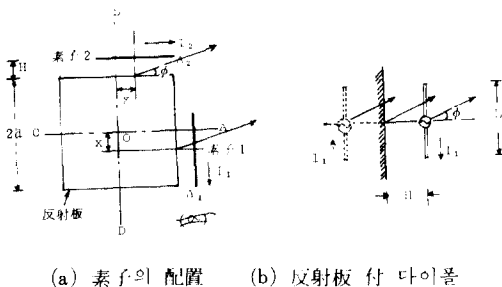


그림 2. 슈우퍼 게인 안테나의 水平面 構造
Fig. 2. A horizontal-plane construction of the super gain ant.

$$E_{11}' = E_1 e^{jkx \cos \theta} - E_1 e^{-jkx \cos \theta} \\ = j 2 E_1 \sin(kx \cos \theta)$$

$$= j 2 I_1 \frac{\cos \left[\frac{\pi L}{\lambda} \sin \phi \right] - \cos \frac{\pi L}{\lambda}}{\cos \phi} \cdot \sin(kh \cos \phi)$$

$$= j 2 I_1 A_1 \tag{1}$$

$$E_{22}' = j 2 I_2 \frac{\cos \left[\frac{\pi L}{\lambda} \sin \phi \right] - \cos \frac{\pi L}{\lambda}}{\sin \phi} \cdot \sin(kh \sin \phi)$$

$$= j 2 I_2 A_2 \tag{2}$$

의 같이 되며, 그림 2(a)에서 I₁과 I₂가 同位相일때 原點에 對한 I₁과 I₂의 位相差 Φ₁, Φ₂는

$$e^{jkx \cos \phi - xs \sin \phi} = e^{j\Phi_1} \\ e^{jkx \sin \phi - xc \cos \phi} = e^{j\Phi_2} \tag{3}$$

이 됨을 알 수 있으므로 電流 I₁과 I₂에 依한 제 1상항 內의 合成電界 E는

$$E = E_{11}' + E_{22}' \\ = j 2 |I_1| A_1 e^{j\Phi_1} + j 2 |I_2| A_2 e^{j\Phi_2}$$

와 같아진다.

여기서 |I₁| = |I₂| = |I| 라면

$$E = j 2 |I| [A_1 + A_2 e^{j(\Phi_2 - \Phi_1)}] \\ = j 2 |I| [A_1 + A_2 e^{-j\Phi}] \tag{4}$$

단 Φ = Φ₂ - Φ₁

가 되며 제 1상항內의 合成된 指向性 A는 式(4)로 부터

$$A = |A_1 + A_2 e^{-j\Phi}| \\ = |A_1 + A_2 \cos \Phi - j A_2 \sin \Phi| \tag{5}$$

가 된다. 따라서

$$|A| = [A_1^2 + A_2^2 + 2 A_1 A_2 \cos \Phi]^{1/2} \tag{6}$$

그러므로 크기는 같고 위상이 다른 두 電流 I₁과 I₂에 의한 合成 電界 E(δ)는

$$E(\delta) = j 2 |I| [A_1 e^{j\delta_1} + A_2 e^{j(\delta_1 + \delta_2)}] \\ = j 2 |I| e^{j\delta_1} [A_1 + A_2 e^{j(\delta_1 + \delta_2)}] \tag{7}$$

단, δ = δ₂ - δ₁

가 되며 이 경우의 指向성의 절대값 |A(δ)|는

$$|A(\delta)| = [A_1^2 + A_2^2 + 2 A_1 A_2 \cos(\Phi + \delta)]^{1/2} \tag{8}$$

이 된다. 따라서 各 다이폴間의 位相差가 90°씩인 그림 3의 경우를 δ = 90° 이어서 AOB 象限內의 水平 指向性은

$$|A(\delta)| = [A_1^2 + A_2^2 + 2 A_1 A_2 \cos(\Phi + 90^\circ)]^{1/2} \\ = [A_1^2 + A_2^2 + 2 A_1 A_2 \sin \Phi]^{1/2} \tag{9}$$

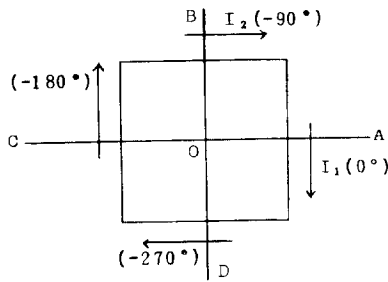


그림3. 水平面内 各 素子 位相角
Fig.3. Phase angles of each element in the horizontal-plane.

이 된다.

BOC, COD, DOA 象限内의 水平 指向性으로 求할 수 있으므로 결국 4 개의 나이퐁에 의한 그림4와 같은 全方向 指向性을 얻게 된다.

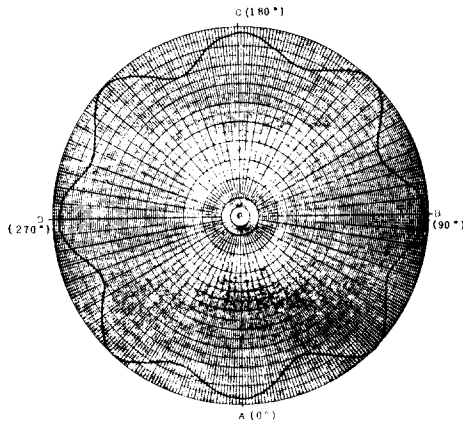


그림4. 슈퍼 게인 안테나의 水平面内 指向性
Fig.4. Directivity of super gain antenna in the horizontal-plane.

Ⅲ. 垂直 指向性 式의 誘導過程 및 垂直面内의 指向性

1. 垂直 指向性 式의 誘導

그림 5에서 各 段에 依한 제 1面의 正面方向(송의 뒤에서 앞으로 向하는 方向)에 대한 垂直 패턴식 B_n 은

$$B_n = \frac{\sin(\frac{1}{2}ks \sin \theta)}{\sin(\frac{1}{2}ks \sin \theta)} \cdot \sin(kh \cos \theta) \quad (11)$$

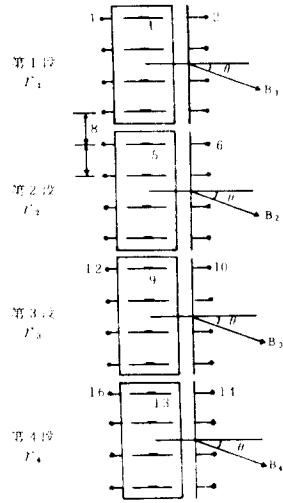


그림5. 슈퍼 게인 안테나의 垂直面 構造
Fig.5. Construction of the vertical-plane in super gain antenna.

단, $n = 1, 2, 3, 4$ 이 되며¹⁵⁾ 各 段의 位相角이 $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$ 라고 한다면 4 단 선체에 의한 제 1면 내의 垂直 패턴식 $D(\theta)$ 는²⁾

$$\begin{aligned} D(\theta) &= B_1 e^{j\gamma_1} - B_2 e^{j(4ks \sin \theta + \gamma_2)} + B_3 e^{j(8ks \sin \theta + \gamma_3)} \\ &\quad + B_4 e^{j(12ks \sin \theta + \gamma_4)} \\ &= B_1 + B_2 \cos(4ks \sin \theta + \gamma_2 - \gamma_1) + \\ &\quad + B_3 \cos(8ks \sin \theta + \gamma_3 - \gamma_1) \\ &\quad + B_4 \cos(12ks \sin \theta + \gamma_4 - \gamma_1) \\ &\quad + j[B_2 \sin(4ks \sin \theta + \gamma_2 - \gamma_1) \\ &\quad + B_3 \sin(8ks \sin \theta + \gamma_3 - \gamma_1) \\ &\quad + B_4 \sin(12ks \sin \theta + \gamma_4 - \gamma_1)] \quad (12) \end{aligned}$$

과 같은 式에 대함 $|D(\theta)|$ 는

$$\begin{aligned} |D(\theta)| &= |B_1^2 + B_2^2 + B_3^2 + B_4^2 + 2B_1 B_2 \cos \\ &\quad \left\{ \frac{2\pi}{\lambda} 4s \sin \theta + \gamma_2 - \gamma_1 \right\} \\ &\quad + 2B_1 B_3 \cos \left\{ \frac{2\pi}{\lambda} 8s \sin \theta + \gamma_3 - \gamma_1 \right\} \\ &\quad + 2B_1 B_4 \cos \left\{ \frac{2\pi}{\lambda} 12s \sin \theta + \gamma_4 - \gamma_1 \right\} \\ &\quad + 2B_2 B_3 \cos \left\{ \frac{2\pi}{\lambda} 4s \sin \theta + \gamma_3 - \gamma_2 \right\} \\ &\quad + 2B_2 B_4 \cos \left\{ \frac{2\pi}{\lambda} 8s \sin \theta + \gamma_4 - \gamma_2 \right\} \end{aligned}$$

$$+2B_3B_4 \cos \left\{ \frac{2\pi}{\lambda} 4s \sin \theta + \gamma_4 - \gamma_3 \right\} \Bigg|^{1/2} \quad (13)$$

로 주어진다.

여기서 $B_1=B_2=B_3=B_4$, 즉, $B_n=B$ 라면 식(13)은

$$|D(\theta)| = B \left| 4 + 2 \cos \left\{ \frac{2\pi}{\lambda} 4s \sin \theta + \gamma_2 - \gamma_1 \right\} + 2 \cos \left\{ \frac{2\pi}{\lambda} 8s \sin \theta + \gamma_3 - \gamma_1 \right\} + 2 \cos \left\{ \frac{2\pi}{\lambda} 12s \sin \theta + \gamma_4 - \gamma_1 \right\} + 2 \cos \left\{ \frac{2\pi}{\lambda} 4s \sin \theta + \gamma_3 - \gamma_2 \right\} + 2 \cos \left\{ \frac{2\pi}{\lambda} 8s \sin \theta + \gamma_4 - \gamma_2 \right\} + 2 \cos \left\{ \frac{2\pi}{\lambda} 4s \sin \theta + \gamma_4 - \gamma_3 \right\} \right|^{1/2} \quad (14)$$

가 된다.

2. 슈우커 제인 안테나의 垂直指向性

實際 안테나에 있어서 그 垂直面內 指向性이 약간 水平面에서 아래 쪽을 향하게 하고 또 null 點을 없애기 위하여 各段의 位相角을

$$\gamma_1 = -30^\circ, \gamma_2 = -10^\circ, \gamma_3 = 10^\circ, \gamma_4 = -60^\circ \quad (15)$$

와 같이 取하고 있다. 따라서 그 指向性은

$$|D(\theta)| = \frac{\sin(\frac{4}{3}ks \sin \theta)}{\sin(\frac{1}{2}ks \sin \theta)} \cdot \sin(kh \cos \theta) \cdot \left[4 + 2 \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} 4s \sin \theta + 20^\circ \right) + 2 \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} 8s \sin \theta + 40^\circ \right) + 2 \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} 12s \sin \theta - 30^\circ \right) + 2 \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} 4s \sin \theta + 20^\circ \right) \right]$$

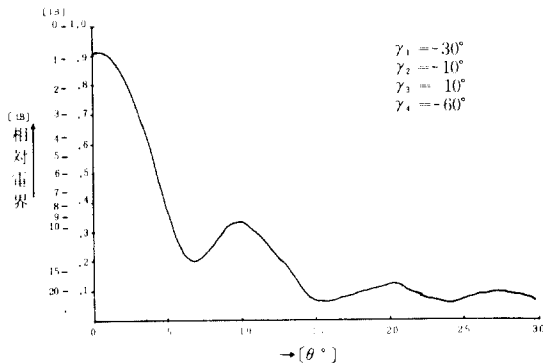


그림6. 슈우커 제인 안테나의 垂直패턴
Fig. 6. Vertical pattern of the super gain antenna.

$$+ 2 \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} 8s \sin \theta - 50^\circ \right) + 2 \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} 4s \sin \theta - 70^\circ \right) \Bigg|^{1/2} \quad (16)$$

식에 의하여 그림 6 과 같이 計算된다.

IV. 패턴 調整

(14)식에서 $\gamma_1=\gamma_2=\gamma_3=\gamma_4=\gamma$ 일때의 指向性 즉, $D(\theta)_{max}$ 는

$$D(\theta)_{max} = \frac{\sin(\frac{4}{3}ks \sin \theta)}{\sin(\frac{1}{2}ks \sin \theta)} \cdot \sin(kh \cos \theta) \quad (17)$$

이 되며 그림 5 의 1面의 총 다이폴에 의한 水平 方向의 指向性 즉, $D(\theta)_{max, \theta=0}$ 의 값은 15.735로 計算되었다. 여기서 各面의 給電 電力을 2倍로 하되 南東 方向에 對한 $\theta=0^\circ$ (水平) 方向의 電界 強度를 3dB 감소시켜야 한다. 이를 위해서 垂直 패턴을 3° 가량 公중으로 轉될 것을 생각한다. 그러기 위해서는 그림 5에서 1段으로 갈수록 位相角을 늦추면 될 것이므로 제 3段을 기준으로 해서 제 2단, 제 1단을 같은 각도씩 늦추되 제 4단의 位相角은 null 方向을 없애기 위해 다른 값으로 할 것을 염두에 둔다.

數次的 計算 結果 끝에

$$\gamma_1 = -11^\circ, \gamma_2 = -56^\circ, \gamma_3 = 10^\circ, \gamma_4 = -10^\circ \quad (18)$$

따라서 $\gamma_2 - \gamma_1 = 66^\circ, \gamma_3 - \gamma_1 = 120^\circ, \gamma_4 - \gamma_1 = 100^\circ, \gamma_3 - \gamma_2 = 60^\circ, \gamma_4 - \gamma_2 = 40^\circ, \gamma_4 - \gamma_3 = -20^\circ$ 를 얻었다. 위와같은 위상각을 제 1面(南面), 제 2面(東面)에 주었을 때 이 方向의 垂直 패턴 式은 식(14)에 의해

$$D(\theta) = \frac{\sin(\frac{4}{3}ks \sin \theta)}{\sin(\frac{1}{2}ks \sin \theta)} \cdot \sin(kh \cos \theta) \cdot \left[4 - 2 \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} 4s \sin \theta + 60^\circ \right) - 2 \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} 8s \sin \theta + 120^\circ \right) + 2 \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} 12s \sin \theta + 100^\circ \right) + 2 \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} 4s \sin \theta + 60^\circ \right) + 2 \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} 8s \sin \theta + 40^\circ \right) + 2 \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} 4s \sin \theta - 20^\circ \right) \right] \quad (19)$$

와 같이 求해지며 이 $D(\theta)$ 값을 식(17)의

$$D(\theta)_{max, \theta=0} = 15.735 \quad (20)$$

로 표준화하면 그림 7 과 같은 修訂된 垂直 패턴을 얻을 수 있다.

1. 給電 케이블의 길이에 對한 考察

南東 方向에 對한 $\theta=0^\circ$ 方向의 電界 強度를 3dB 減少시키기 위해서 南東 (1, 2) 面의 各 段에 대해서 式(18)의 位相角을 갖게 하고 北西 (3,4) 面의 各 段에 對한 位相角으로서 式(15)의 값을 갖게 해야 한다.

이 두 관계를 同時에 만족하는 給電線의 길이를 求하기 위해서 各 段, 各 面의 給電點까지의 길이에 比例하는 位相 遲延角을 그림 8 (a)와 같이 나타내 보여 주 것이 바람직하다.

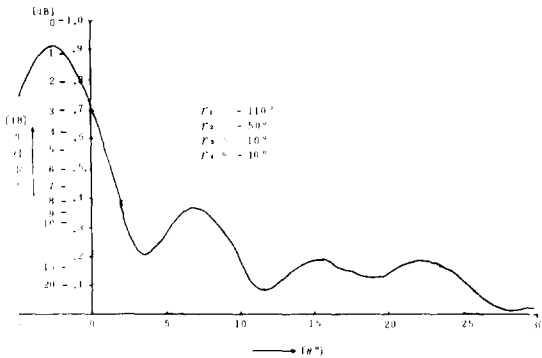


그림 7. 修訂된 1,2面의 垂直 패턴
Fig. 7. Vertical pattern of modified plane (1st & 2nd).

그림 8 (a)에서 (b)로의 推移는 本 理解할 수 있을 것이다. 제 3 段을 基準으로 取한 경우인 만큼 그림 (b)에서의 제 3 段에 對한 位相 遲延角은 그림 (a)의 그것과 같다. 그림 8 (c)는 그림 8 (b)에서 -70° 에 해당하는 地點을 0° 로 한 것이다. 즉,

$\gamma_1 = -120^\circ, \gamma_2 = -60^\circ, \gamma_3 = 0^\circ, \gamma_4 = -20^\circ$ (21)의 관계이다. 이 (c)圖 및 (21)式에서 基準인 제 3 段의 給電點에 對한 給電線의 길이보다는 제 1, 제 2, 제 4 段의 給電線의 길이를 각각 $|\gamma_1|, |\gamma_2|$, 및 $|\gamma_4|$ 씩의 位相 지연을 示만큼 갖게 한다면 결국 그림 7 과 같이 南東面의 電界強度를 3dB 減少시킬 수 있을 것이다. 또 그림 8 (c)로부터 各 段의 junction box 에서 제 1 面의 素子들에 對한 給電線의 길이를 0 으로 取한 2, 3, 4 面 위의 素子들에 對한 給電點까지의 給電線의 길이에 대응하는 各 段, 各 面의 相對 位相각 (δ)은 (22)~(25)式과 같이 表示된다.

제 1 段	제 1 面	0°	
	제 2 面	-90°	
	제 3 面	-100°	
	제 4 面	-190°	(22)

제 2 段	제 1 面	0°	
	제 2 面	-90°	
	제 3 面	-140°	
	제 4 面	-230°	(23)

제 3 段	제 1 面	0°	
	제 2 面	-90°	
	제 3 面	-180°	
	제 4 面	-270°	(24)

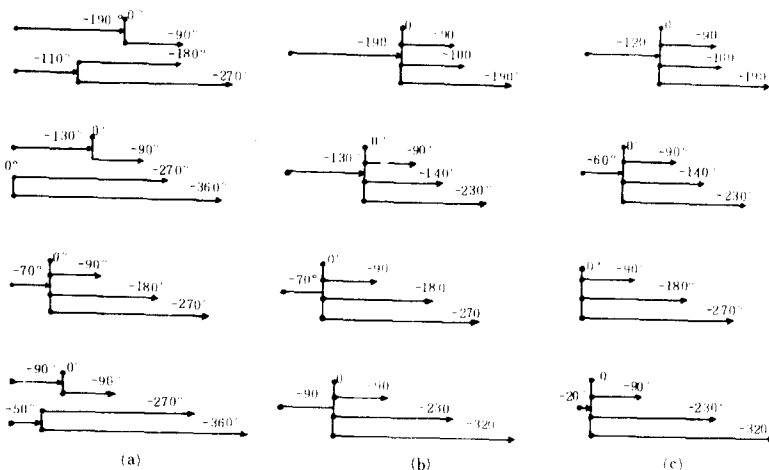


그림 8. 給電 케이블의 길이 調整
Fig. 8. Adjustment on the lengths of feeder lines.

제 4 段	제 1 面	0°	(25)
	제 2 面	-90°	
	제 3 面	-230°	
	제 4 面	-320°	

2. 水平 패턴

(1), (2)식의 A_1, A_2 의 값을 수평 패턴식(9)에 代入 하고 이 식의 δ 값으로 식(22)~(25)의 값들을 代入 하여 修訂된 각 상한면 수평 패턴식을 ϕ 의 함수로 나타 내면 다음과 같다.

1) 제 1 段의 수평 패턴
 식(23)의 位相角으로 부터

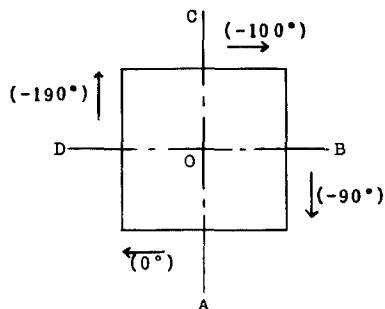
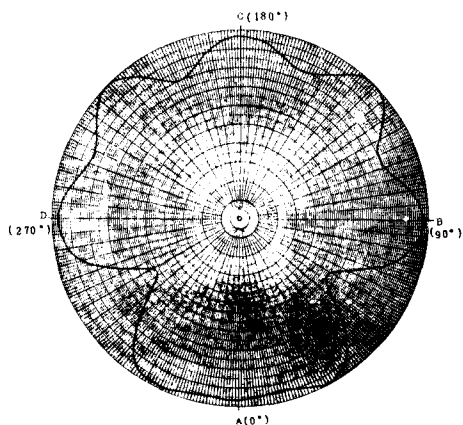
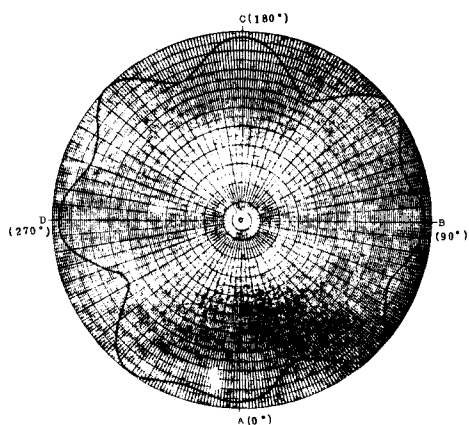


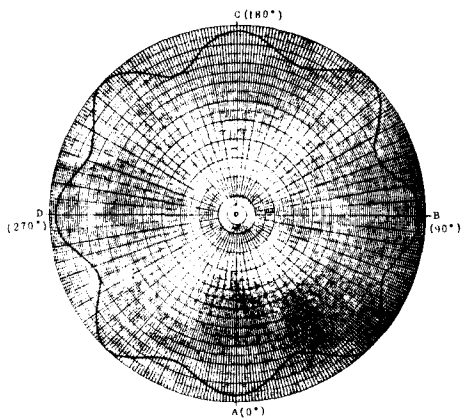
그림9. 제 1 段의 素子 位相角
 Fig.9. Phase angles of each element on the first stage.



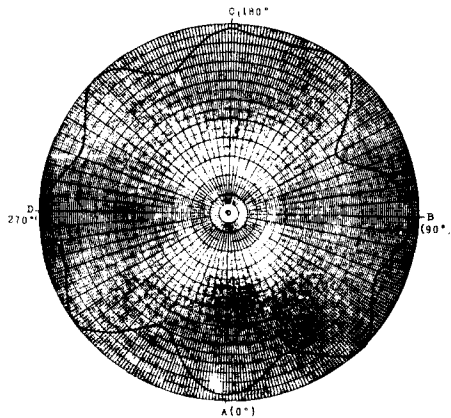
(a) 第 1 段의 水平 패턴
 (a) The horizontal-plane pattern of the first stage.



(b) 第 2 段의 水平 패턴
 (b) The horizontal-plane pattern of the second stage.



(c) 第 3 段의 水平 패턴
 (c) The horizontal-plane pattern of the third stage.



(d) 第 4 段의 水平 패턴
 (d) The horizontal-plane pattern of the fourth stage.

그림 10.
 Fig. 10.

AOB상한 :

$$D(\phi) = [A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\phi + 90^\circ)]^{\frac{1}{2}}$$

BOC상한 :

$$D(\phi) = [A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\phi + 10^\circ)]^{\frac{1}{2}}$$

COD상한 :

$$D(\phi) = [A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\phi + 90^\circ)]^{\frac{1}{2}}$$

DOA상한 :

$$D(\phi) = [A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\phi + 170^\circ)]^{\frac{1}{2}}$$

이 되며 그 水平 패턴은 그림10 (a)와 같다.

2) 제 2 段의 水平 패턴

式 (23)의 位相角으로 부터

AOB상한 :

$$D(\phi) = [A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\phi + 90^\circ)]^{\frac{1}{2}}$$

BOC상한 :

$$D(\phi) = [A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\phi + 50^\circ)]^{\frac{1}{2}}$$

COD상한 :

$$D(\phi) = [A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\phi + 90^\circ)]^{\frac{1}{2}}$$

DOA상한 :

$$D(\phi) = [A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\phi + 130^\circ)]^{\frac{1}{2}}$$

全 方向 水平패턴 : 그림10 (b)

3) 제 3 段의 水平 패턴

式 (24)의 位相角으로 부터

AOB상한 :

$$D(\phi) = [A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\phi + 90^\circ)]^{\frac{1}{2}}$$

이며 그림12에서 보듯이 인접한 素子間에 90°씩 一定한 位相差가 있으므로 BOC, COD, DOA 상한의 水平 패턴式도 AOB 상한과 같다. 이러한 제 3 段의 水平 패턴은 그림10 (c)와 같다.

4) 제 4 段의 水平 패턴

式 (25)의 位相角으로 부터

AOB 상한 :

$$D(\phi) = [A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\phi + 90^\circ)]^{\frac{1}{2}}$$

BOC상한 :

$$D(\phi) = [A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\phi + 140^\circ)]^{\frac{1}{2}}$$

COD상한

$$D(\phi) = [A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\phi + 90^\circ)]^{\frac{1}{2}}$$

DOA상한 :

$$D(\phi) = [A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\phi + 40^\circ)]^{\frac{1}{2}}$$

全 方向 水平 패턴 : 그림10 (d)

그러므로 4 段 全体에 依한 水平 패턴은 앞에서 구한 各 段의 수평 패턴을 수평 방위각 별로 대수합을 취하여 그 평균치를 구하면 그림14와 같다.

한편 南東 方向에 대해서 $\theta = 0^\circ$ 方向은 3 dB 감소 되었으므로 $315^\circ \sim 0^\circ \sim 135^\circ$ 구간의 電界를 0.7093 배

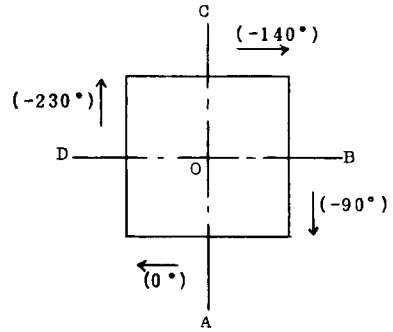


그림11. 제 2 段의 素子 位相角

Fig. 11. Phase angles of each element on the second stage.

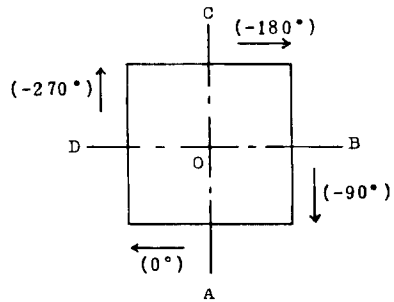


그림12. 제 3 段의 素子 位相角

Fig. 12. Phase angles of each element on the third stage.

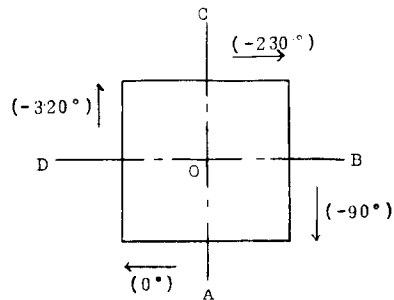


그림13. 제 4 段의 素子 位相角

Fig. 13. Phase angles of each element on the fourth stage.

로 축소한 $\theta = 0^\circ$ 方向의 전체 패턴은 그림 15(a)와 같고 이때의 電力 패턴은 그림15(b)와 같다.

3. 各 給電線 長이의 決定 設計

그림 8 과 같은 조작 과정을 거쳐 最終적으로 決定

式(21)~(25)의 位相角을 케이블의 길이로 환산하면 표 1과 같은 結果를 얻을 수 있으며 표 1에서의 給電線의 길이는 中心 주파수 199.25 MHz에 대하여 케이블의 단축율을 92%로 하여서 산출한 것이다. 이러한 給電線을 슈우커 제인 안테나에 給電시키는 方法을 그림 16에 나타내었다.

단, L_1 은 各段의 junction box에서 南面 給電點에 이르는 거리이며 L_2 는 송신기의 출력단에서 各단의 junction box에 이르는 거리이다.

위의 모든 計算은 Zilog 80 micro-computer로 電算

표 1. 給電線의 길이

Table 1. The lengths of feeder lines.

	급 전 선 번 호	급 전 선 길 이 [mm]
1 段	1	$L_1 + 0$
	2	$L_1 + 346$
	3	$L_1 + 385$
	4	$L_1 + 731$
2 段	5	$L_1 + 0$
	6	$L_1 + 346$
	7	$L_1 + 539$
	8	$L_1 + 885$
3 段	9	$L_1 + 0$
	10	$L_1 + 346$
	11	$L_1 + 693$
	12	$L_1 + 1039$
4 段	13	$L_1 + 0$
	14	$L_1 + 346$
	15	$L_1 + 885$
	16	$L_1 + 1231$
	17	$L_2 + 462$
	18	$L_2 + 231$
	19	$L_2 + 0$
	20	$L_2 + 77$

$L_1 = 1.33\lambda$

$L_2 = 3.32\lambda$

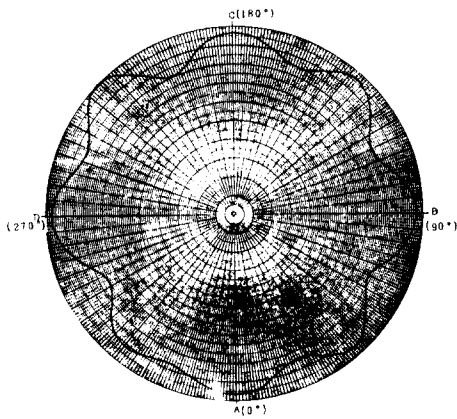
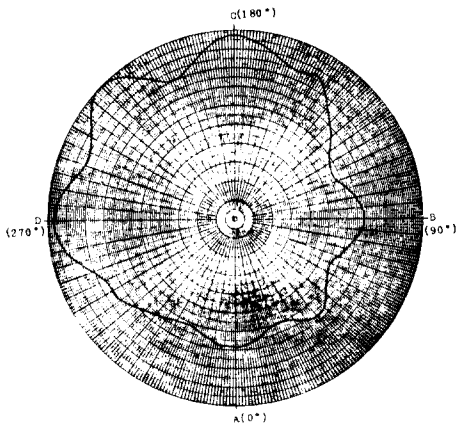
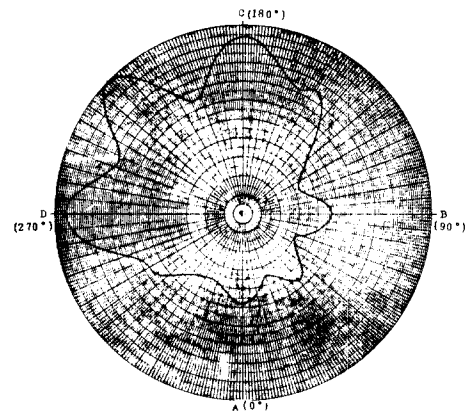


그림 14. 4 段 全体에 의한 水平 패턴
Fig. 14. The horizontal-plane pattern by the total stage.



(a) $\theta = 0^\circ$ 方向의 電界 패턴
(a) The field pattern at $\theta = 0^\circ$.



(b) $\theta = 0^\circ$ 方向의 電力 패턴
(b) The power pattern at $\theta = 0^\circ$

그림 15.
Fig. 15.

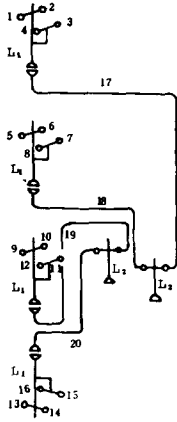


그림 16. 給電方法
Fig. 16. The method of feeding.

處理될 수 있었으며 電算 過程에 있어서 各 素子 다이폴의 길이 L 은 0.7λ , 各 다이폴과 반사판 사이의 간격은 $h=0.28\lambda$, 다이폴의 中心과 反射板의 中心 사이의 거리 x 는 $x=0.17\lambda$, 반사판은 폭 $2d$ 는 1.04λ 그리고 垂直으로 多段 配列한 다이폴 간의 거리 s 는 0.53λ 의 값을 택했다.

V. 結 論

本 研究는 多段 슈우퍼 제인 안테나에 있어서의 給電線의 位相 調整만으로 어떤 方向의 電界 強度를 다른 方向의 電界 強度에 比較해서 약 3dB 약화시키면서 全 方向性은 最適 狀態로 維持하는 것을 考察 檢討한

것이며 4段 4面의 總 다이폴 數가 64個인 슈우퍼 제인 안테나에 대해서 電界 強度 감쇄량이 0 dB 인 北西方向 범위内에서는 상대적인 最低 電界가 -1.9 dB 以上이며 電界 強度 감쇄량이 -3 dB인 南東方向의 상대적인 最低 電界는 -1.85dB 以上인 만족할만 한 結果를 얻었다.

이 設計法은 슈우퍼 제인 안테나의 給電線의 길이를 調整하는 것만으로서 그 水平 패턴을 調整할 수 있으므로 工事費와 工期가 대폭 節減되는 利點이 있으며 水平 다이폴 슈우퍼 제인 안테나 自体의 구조물은 그대로 두고 輻射 電力을 增強하되 同· 채널의 隣接 放送局과의 混信을 막기 위하여 그 方向의 輻射 電力을 抑制코저 하는 경우에 그대로 利用할 수 있을 뿐만 아니라 垂直 다이폴 슈우퍼 제인 안테나의 同様 水平 패턴 調整에 대해서도 大体로 이 方法을 應用할 수 있을 것을 確信한다.

參 考 文 獻

- [1] 遠藤敬二, 佐藤源眞, 永井淳, “안테나工學,” 日刊工業新聞社, pp. 113~138, 1969.
- [2] 遠藤敬二, “TV FM 放送안테나” 日本放送出版協會, pp. 37~74, 1966.
- [3] 官川稔, “雙ループハイチルトアンテナ의 指向性” 放送技術, pp. 576~582, 1976.
- [4] 朴櫻基, “안테나 電波傳播” 電波科學社, pp. 69~74, 153~160, 1981.
- [5] John D. KRAUS. *Antennas*. McGraw-Hill, pp. 300~314, 1950.