

고스트除去用 안테나의 構成研究

(Study on Anti-Ghost Antenna System)

朴 檉 基*, 河 千 洙**
(Park, Choung-Kee and Ha, Cheon-Soo)

要 約

고스트除去用 안테나의 構成을 目的으로 同一한 輻射패턴의 안테나 2個를 一定한 間隔으로 나란히 設置하고 正面方向以外에서 到來하는 妨害波에 對해서 兩 안테나의 受信電界의 合 出力과 差 出力사이에서 $\frac{\pi}{2}$ radian의 位相差가 있는 것에 差目하여 差 信號의 出力을 + 또는 $-\frac{\pi}{2}$ radian 만큼 移相하고 그 振幅을 調整한 다음 合信號와 合成함으로써 綜合出力에 나오는 妨害波를 抑制할 수 있음을 알고 이에 對한 回路를 試作하여 이 回路의 動作으로 妨害波가 約 20 dB 감소되는 結果를 얻었다.

Abstract

For the purpose of composing an anti-ghost antenna system, 2 antennas, which have the identical radiation pattern, are fixed parallel to each other with a constant separation. In view of the fact that the phase difference between the added power and the subtracted power of the two undesired signal which is recieved from all direction except from the real front one becomes $\frac{\pi}{2}$ radian, now it is possible to make the amplitude of each power become equal and the phase of the subtracted power become out of phase with that of the added power, by adjusting the amplitude of the subtracted power and shifting its phase by + or $-\frac{\pi}{2}$ radian.

Therefore the sum of the added power and the above modified subtracted power will be able to become zero. According to the above study, a hybrid circuit is designed and through operation of this circuit, the undesired wave can be seen to be reduced by 20 dB.

1. 序 論

최근 都市의 高層化에 따라 빌딩 壁面으로부터의 텔레비전 電波의 反射에 起因하는 고스트(ghost) 障害地域이 급격히 增加하고 있다. 텔레비전 電波의 遮蔽障害는 直接波의 감쇠로 말미암아 그 地域에 潛在하고 있던 反射波가 크게 나타나게 하므로서 受信障害를 일으킨다.

이러한 電波傳播路上에서 發生하는 反射波 및 먼

곳에서 到來하는 混信妨害波, 또는 38 線以比에서 西部休戰線 南쪽으로 發射하고 있는 텔레비전 妨害波¹⁾ 등을 除去할 目的으로 可變指向型 고스트 防止 안테나의 實用的 研究를 하였다.

2. 指向性 可變

텔레비전 放送의 受信에서 希望波와는 다른 方向에서 到來하는 妨害波의 受信을 피하기 위해서는 指向性이 날카로운 안테나를 사용하면 된다. 그러나 VHF 帶에서 指向性이 充分히 큰 안테나를 얻는다는 것은 그 구조가 너무 커져서 實現이 事實상 불가능하다.

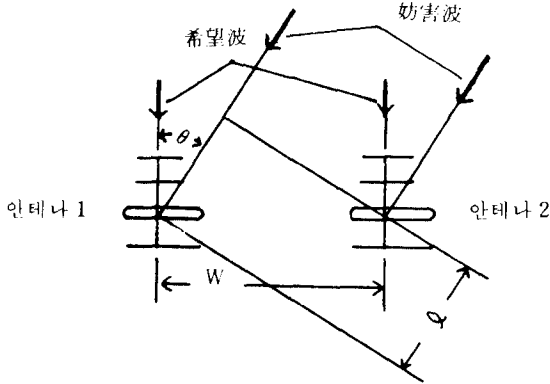
*,** 正會員, 高麗大學校 工科學科 電子工學科
(Dept. of Electronics Engr., Korea University)
接受日字: 1980年 6月 28日

그림 1에서와 같이 同一한 안테나 2개를 一定한 간격만큼 띄워놓고 그 出力을 合成하면 그 綜合指向性에 利得이 거의 0이 되는 角度(Null角 또는 死角)가 나타난다.

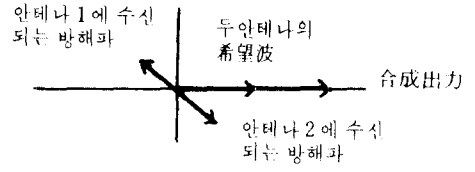
안테나 間隔 W를 조정하므로써 이 死角이 妨害波

이때 안테나 1, 2의 希望波(D)出力은 等振幅同位相이 되고 두 안테나의 “합” 出力으로는 1개 안테나의 希望波의 2배가 나타나고 “差” 出力으로는 零이 나간다.

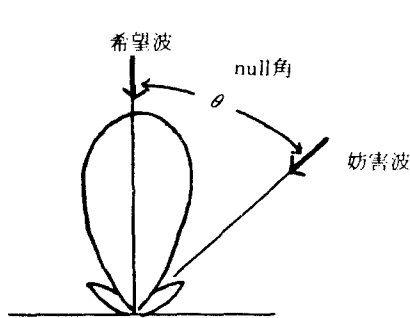
한편 두 안테나에 受信되는 妨害波(U)分은 希望



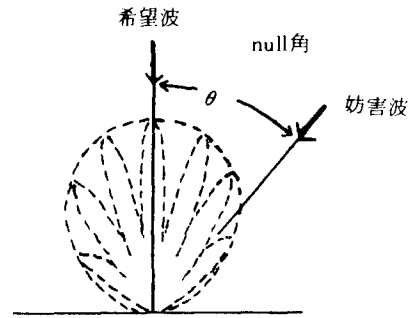
(a) 안테나系의 電波到來



(b) 妨害波의 相殺



(c) W ≃ 1 λ일때 妨害波受信패턴



(d) W가 數 λ정도의 경우의 妨害波受信패턴

그림 1. 2基의 안테나에 의한 妨害波 除去

Fig. 1. The elimination of undesired wave by 2 identical antennas.

의 到來方向에 一致 하도록 할 수도 있으나 이 原理를 일반 가정의 텔레비전 受信에 使用하는 것은 안테나의 設置에 어려움이 있을 뿐 아니라 채널에 따라 死角이 變化하여 使用이 不可할 것이므로 안테나系의 死角을 電氣적으로 變化하는 것을 考察한다.

2-1. 原 理

그림 2와 같이 同一한 안테나 2개를 希望波到來方向에 대하여 直角方向으로 1~2 m 띄워서 나란히 놓는다.

波와 到來方向이 다름으로 振幅은 거의 같지만 位相이

$$\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} W \sin \theta \dots\dots\dots (1)$$

W : 두 안테나의 간격

θ : 希望波와 妨害波의 到來方向角度差

λ : 電波의 空間波長

만큼 다르다. 따라서 信號波出力은 “합” 出力쪽

고스트除去用 안테나의 構成研究

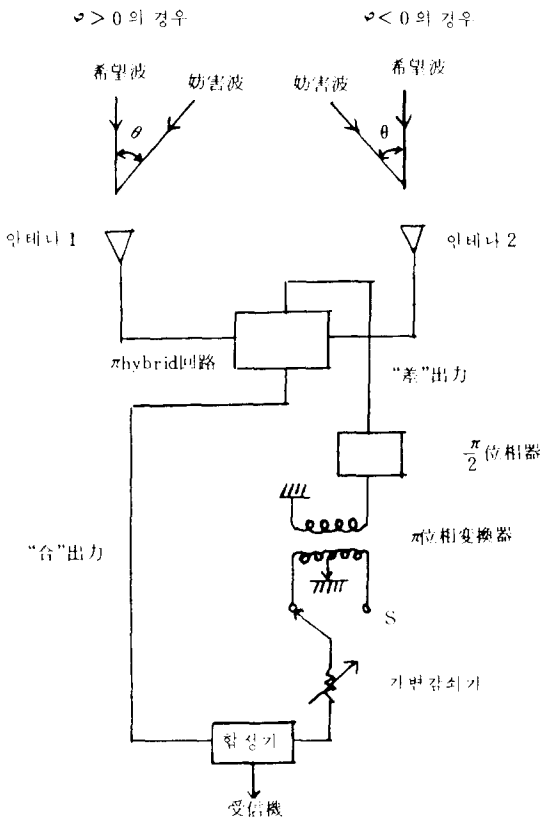


그림 2. 可變指向性 안테나의 基本回路
 Fig. 2. Basic configuration of getting an antenna of variable radiation pattern.

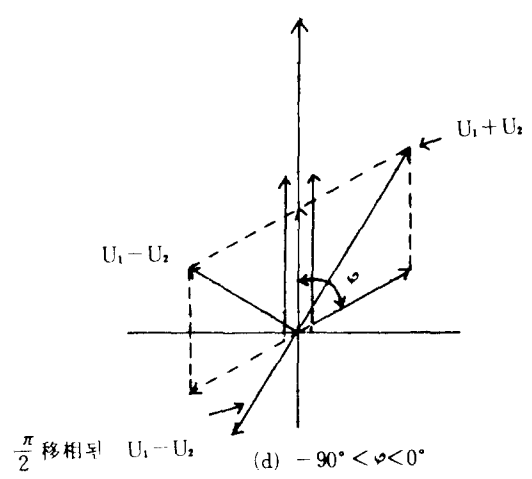
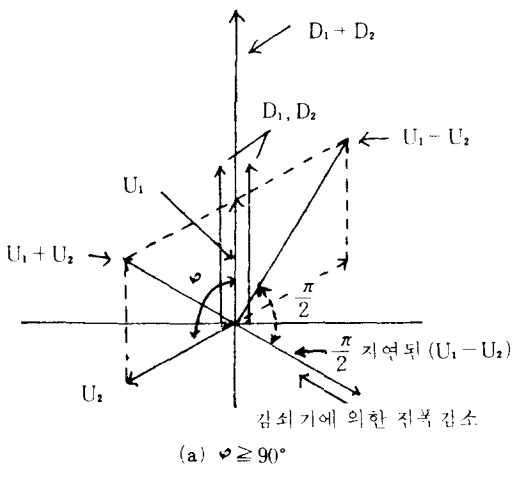
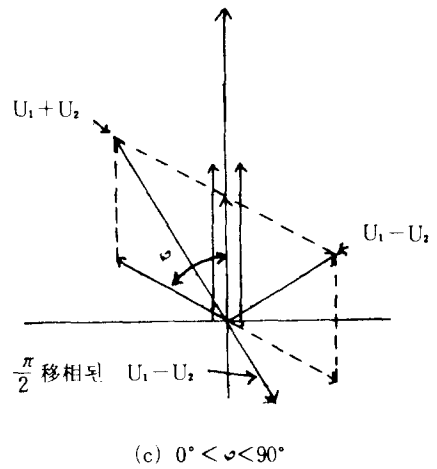
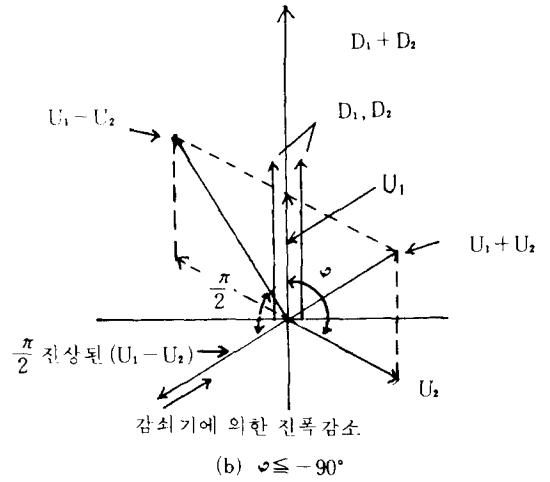


그림 3. 妨害波分除去原理
 Fig. 3. Elimination process of undesired wave.

에만 나타나지만 妨害波成分은 “합” 出力쪽과 “差” 出力쪽에 각각 나타난다.

두 안테나로부터의 妨害波의 합 및 差를 생각하는데 있어서 $|\varphi| \geq 90^\circ$ 일때와 $|\varphi| < 90^\circ$ 일때 및 안테나 1에 到來하는 妨害波成分에 대해서 안테나 2에 到來하는 妨害波成分의 位相이 앞설때와 늦을 때를 그림 3과 같이 각 구별해서 고찰할 필요가 있다.

그림에서 D_1, D_2 는 각각 안테나 1 및 2에 到來하는 希望波를, U_1, U_2 는 각 안테나에 到來하는 妨害波를 나타낸다.

2.1.1 單純合成回路에 의한 null 角調整

이제

$$U_1 = E_1 \sin \omega t \dots\dots\dots (2)$$

$$U_2 = E_2 \sin (\omega t + \varphi) \dots\dots\dots (3)$$

이며 $E_1 = E_2$ 라 생각하고 그림 2의 “합” 出力과 “差” 出力을 그림 4와 같은 合成回路로 直接 合成할 때는 그림 5(a)에서

$$\text{“합” 信號 } (U_1 + U_2) = 2 E_1 \cos \frac{\varphi}{2}$$

따라서 합 信號의 phasor 量 $(U_1 + U_2)_s$ 는

$$(U_1 + U_2)_s = 2 E_1 e^{j \frac{\varphi}{2}} \dots\dots\dots (4)$$

여기서

$$K = \frac{\text{差回路 利得}}{\text{合回路 利得}} \dots\dots\dots (5)$$

이라하면 그림 5(b)에서 綜合出力은 그 phasor

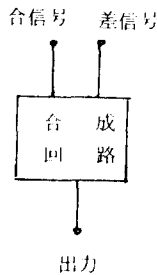


그림 4. 單純合成回路
Fig. 4. Simple hybrid cir.

量 \vec{OA} 로 부터

$$\begin{aligned} \text{綜合出力} &= \text{Re} \sqrt{1+k^2} 2 E_1 e^{j \frac{\varphi}{2}} e^{j \Theta} \\ &= \text{Re} 2 \sqrt{1+k^2} E_1 e^{j \left(\frac{\varphi}{2} - \tan^{-1} k \right)} \\ &= 2 \sqrt{1+k^2} E_1 \cos \left(\frac{\varphi}{2} - \tan^{-1} k \right) \quad (6) \end{aligned}$$

윗式에 의한 계산결과를 종합한 그림 6에서 보는 바와 같이 K 값을 변화하므로써 Null 角을 移動시킬 수 있다.

八字形 패턴의 한쪽만으로 된 것과 같은 單一指向性 안테나를 半波長間隔으로 놓고서 위의 合成回路를 使用한 경우의 綜合指向特性을 나타내면 그림 7과 같다.

일반으로 指向特性 $f(\theta)$ 를 갖는 안테나를 間隔 W 만큼 띄워서 놓은 경우에 대한 위의 綜合指向性은 그 出力振幅만 나타내면 式(6)으로 부터

$$E(\theta) = 2 \sqrt{1+k^2} f(\theta) \cos \left(\frac{\pi W}{\lambda} \sin \theta - \tan^{-1} k \right) \quad (7)$$

그림 7의 結果는 式(7)로부터 얻어진다. 例를 들어 $k=1$ 일때 Null 方向角 θ 는 式(7)로부터

$$\cos \left(\frac{\varphi}{2} - \tan^{-1} k \right) = 0$$

즉

$$\frac{\varphi}{2} - \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{2}$$

에서 $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ 이므로

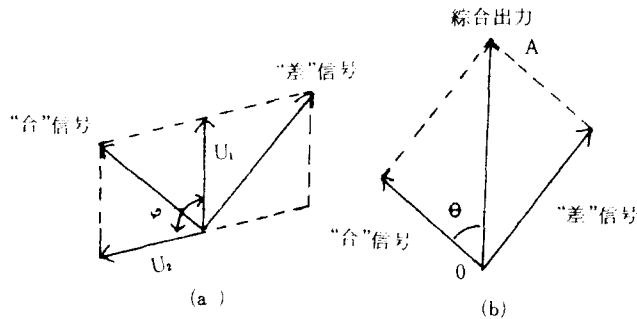


그림 5. 合成回路의 出力
(a) 合 및 差出力 (b) 綜合出力
Fig. 5. The output of the hybrid cir.
(a) Sum & difference output
(b) Total output

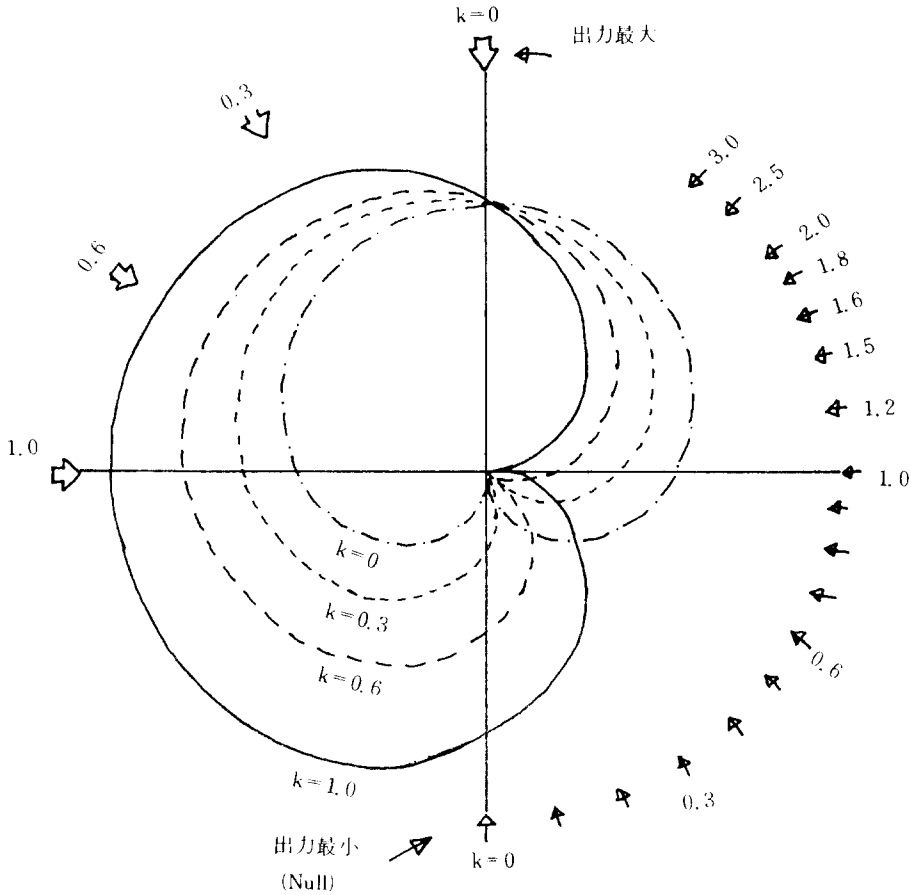


그림 6. 回路의 動作
Fig. 6. Performance of the hybrid cir.

$$\frac{2\pi w}{\lambda} \sin\theta = \frac{2\pi \cdot \lambda/2}{\lambda} \sin\theta = \pi \sin\theta = -\frac{\pi}{2}$$

로부터

$$\theta = -30^\circ$$

그림 7에서 k=1의 경우가 바로 이 경우에 해당한다. 따라서 이 방법으로서는 W와 K를 가감하므로써 Null 방향을 변화할 수 있고 W가 일정한 값으로 주어졌을 때는 K만을 가감하여서 그림 7에서 보는 바와 같이 Null 방향을 변화시킬 수 있다. 또 K를 1 이상으로 하려면 합회로측에 감쇠기를 넣든가 차 출력쪽을 증폭하면 된다.

이 방법으로는 W를 $0.5\lambda \sim 2.5\lambda$ 범위에서 변화하고 K를 $-3 \sim 3$ 범위에서 조정하므로써 Null 角을 대체로 $6^\circ \sim 180^\circ$ 및 $-6^\circ \sim -180^\circ$ 의 任意의 값에

맞출수가 있으나^[2] 이것은 $0^\circ \sim \pm 6^\circ$ 범위의 正面方向에서 오는 妨害波를 除去하기 어렵고 W를 變化하여야 할 뿐 아니라 VHF 全帶域을 cover 하여야 할 일반 受信안테나에는 適合하지 않다.

2. 1. 2 振幅移相調整

안테나 2個의 指向性を 合成하되 振幅調整뿐 아니라 移相器의 使用으로 妨害波를 除去한다.

그림 3에서 (a)의 경우는 妨害波의 差 出力의 位相을 $\frac{\pi}{2}$ radian 지연시킨 다음 또 (b)의 경우는 妨害波의 差 出力의 位相을 $\frac{\pi}{2}$ radian 進相시킨 다음 각각 그 振幅이 妨害波의 “合” 出力의 振幅에 같아 지도록 減小하면 그림 2의 合成器出力에서 나오는 妨害波의 出力은 理論上 零이 되며 受信機에서는 希望波만 나오게 된다. (c) 및 (d)의 경우는 妨害波의

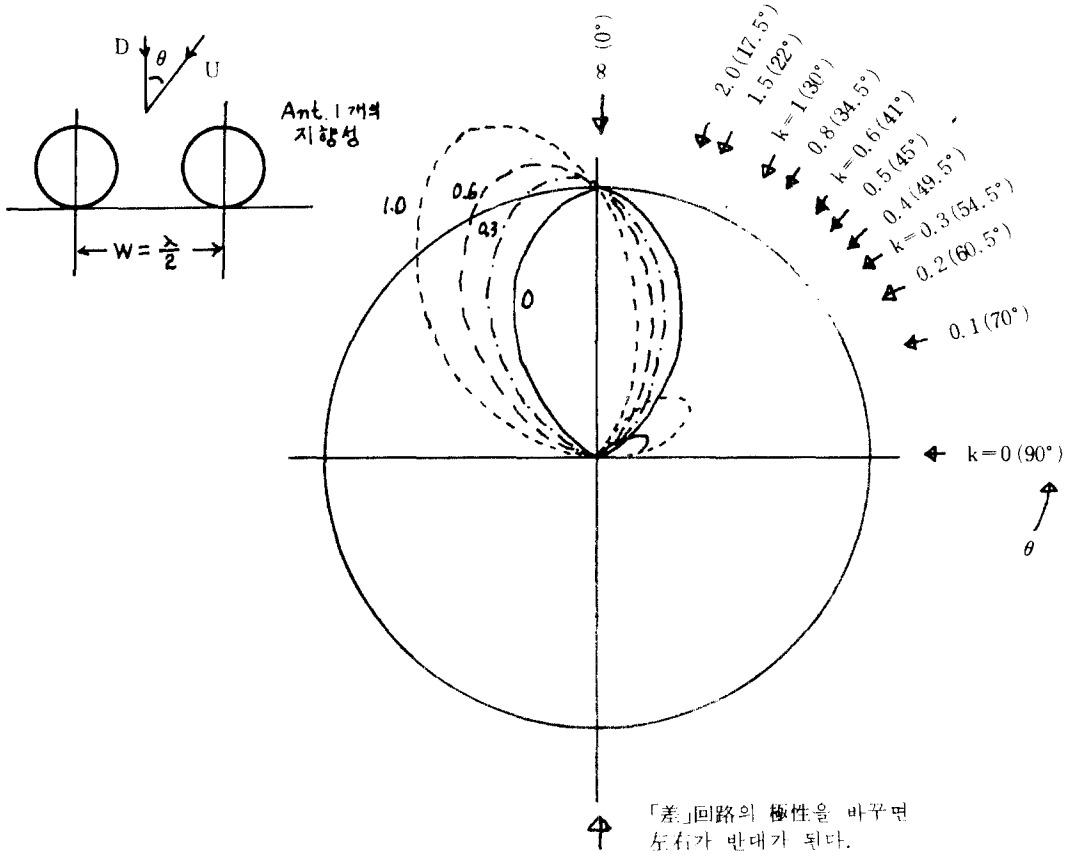


그림 7. 안테나 간격이 $\frac{\lambda}{2}$ 인 경우의 指向性 例

Fig. 7. A radiation pattern with a half wavelength separation.

“합” 出力쪽이 크므로 그림 2에서 “합” 出力回路쪽에 적당한 減衰器를 挿入할 필요가 있다.

그림 2의 S는, θ 가 +이냐 -이냐에 따라서 그림 3의 ϕ 도 反對方向이 되므로, “差” 出力信號의 極性を 轉換하기 위한 것이다.

妨害波의 位相差 ϕ 는 波長 λ 가 變化하거나 到來角 θ 가 變하면 變化하므로 妨害波分을 相殺하기 위하여는 π 位相변환기와 可變감쇠기를 調整한다.

이것이 결국 綜合指向性의 Null角을 變化하게 된다.

안테나 1, 2가 同一한 指向性 $f(\theta)$ 를 갖는다 하고 두 妨害波의 電壓比를 K, 勵振位相差를 A라 한 다면 그 合成指向性式은

$$D(\theta) = f(\theta) \left[e^{j\frac{\pi}{\lambda} w \sin\theta} + ke^{-j\left(\frac{\pi}{\lambda} w \sin\theta + A\right)} \right]$$

..... (9)

이 式의 K를 振幅감쇠기로 또 A를 位相變換器로 變化하여서 $D(\theta)$ 가 零이 되게 한다.

2.2 可變指向性 안테나系의 構成

그림 2의 안테나系를 實現하기 위하여 그림 8과 같은 합, 差 出力回路와 hybrid回路와 $\frac{\pi}{2}$ 移相器를 결합 方向性結合器, 또 差 信號의 振幅調整과 π 移相器를 결합 pin diode部分과 여기에 필요한 變極性電源裝置를 使用하였다.

합 및 差回路의 試作에 대해서는 文獻3)을 參考로 하였고 方向性結合器에 있어서는 文獻4)를 參考하였으며 pin diode에는 C_T 가 1.3 PF 이하이며 抵抗값의 변화범위가 0.44 Ω ~ 8 K Ω 인 MPN 3500 (VHF Si diode)을 사용하였다.

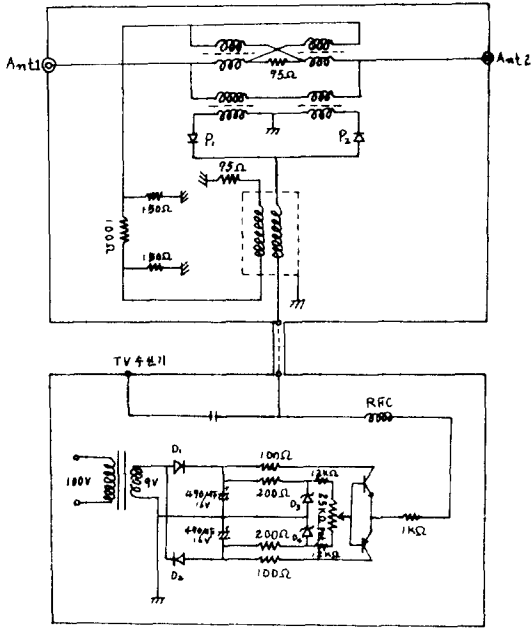


그림 8. 試作 hybrid 回路
Fig. 8. Model hybrid circuit.

3. 測定方法 및 結果

$W=1(m)$ 로 連結된 2개의 “다보네” 안테나를 一定한 電波(187.25 MHz)의 到來方向으로 向한 狀態($\theta=0^\circ$)에서 시작하여 回轉하여 가면서 pin diode 들에 대한 電源을 켜둘때 TV 수신기 入力端子에 나타나는 E_1 을 잰다. 다음에 電源을 켜놓은 상태에서 저항값이 $25 K\Omega$ 인 POT. (포텐쇼미터)를 조절하여 TV 수신기 入力端子에 나타나는 電界가 최소가 되게 맞추고 이때의 電界의 값 E_2 를 읽어 E_1 과 E_2 의 差dB를 구하였다. E_1 은 두 妨害電波의 合信號에 해당하고 E_2 는 振幅과 位相이 조절된 “差”信號와 “合”信號를 綜合한 電界가 된다.

그림 9의 測定結果에서 試作 hybrid 回路를 作動시켰을때의 妨害波出力이 약 20dB 줄어드는 것을 볼 수 있다. 그림에서 \times 표들은 5° 間隔의 實測值이고 點線은 大略적인 平均値를 나타낸다. 감쇠량이 20dB에 머문것에 대해서는 合 및 差回路에서 얻어지는 合 및 差信號의 位相差가 정확히 $\frac{\pi}{2}$ 가 안되고 있을지도 모른다는점, 方向性結合回路에서의 移相量

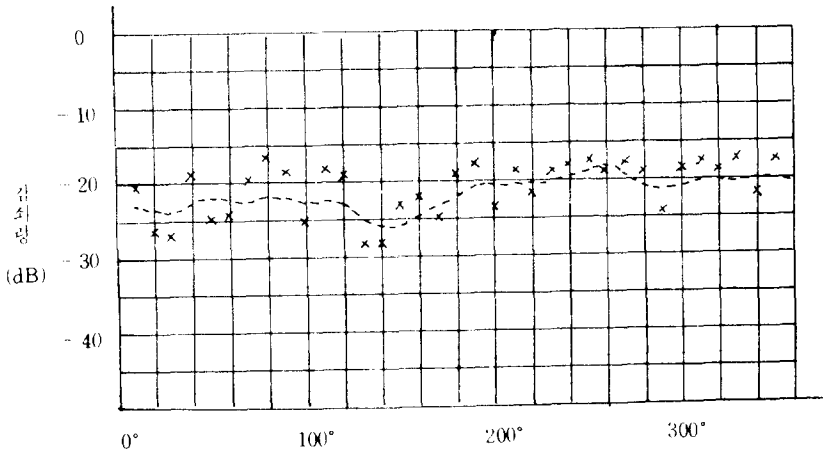


그림 9. 妨害波의 到來方向에 따른 減衰量
Fig. 9. Direction of undesired wave versus its attenuation.

이 정확히 $\frac{\pi}{2}$ 가 안되고 있다는 것, “合”信號回路에 插入한 減衰器가 固定減衰器에서 妨害波의 到來方向에 따라 적절한 減衰가 안주어지고 있다는점, 및 두 안테나의 指向性이 같지 않다는 點들을 그 理由로 생각할 수 있다.

4. 結 論

希望波와 거의 같은 방향에서 到來하는 希望波와

같은 주파수의 妨害波까지도 이를 除去하기 위한 고 스투프防止 안테나에 대한 考察研究을 하고 試作 hybrid 回路에 의한 實驗測定을한 결과 正面方向을 제외한 거의 모든 方向에서 到來하는 妨害波에 대해서 約 20dB의 妨害波抑制效果를 얻었다.

그러나 이 정도로서는 아직 未洽하며 앞으로 第三章에서 推測한 未分明點들에 대한 研究가 後續되어야 한다고 생각하지 않을 수 없다.

謝 辭

本 研究는 1977年度 高麗大學校 校內研究費로 이루어진 것이며 本意아닌 事情으로 研究 및 發表가 늦어졌으며 그간 이 實驗을 도와준 高麗大學校 大學院學生들 및 구하기 힘든 pin diode 등을 구하여 준 Motorola 社의 司空石鎭기사에 대하여 이 기회에 심심한 謝意를 表한다.

參 考 文 獻

1. 奇宇晃外 3人 共著：“反고스트 벨레비전 受信

안테나 研究” 1976年 5月 大韓電子學會誌 第13卷 第2號 pp. 48~56.

2. 山口孝一：“可變指向形 고스트 防止안테나” 1976 6月 NHK 技術月報. pp. 210~216.

3. C. L. Ruthroff：“Some Broad-Band Transformers” Proc. of the IRE pp. 1337~1342, 1959.

4. R. E. Fisher：“Broad-Band Twisted-Wire Quadrature Hybrids” IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques, Vol. MIT-21, pp. 355~357, 1973. 5.

