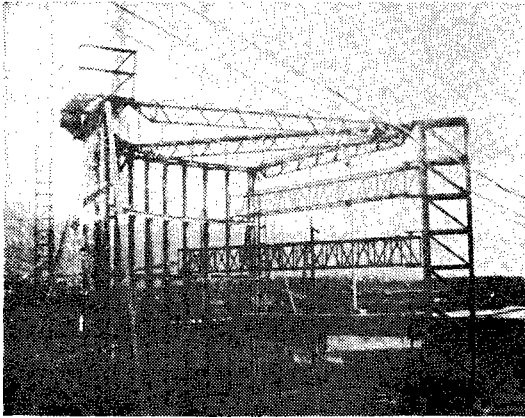


技術報告

短波空中線方向自動交換裝置 (Automatic Changing System of Short Wave Antenna Direction)

俞 炳 殷*



短波空中線方向自動交換裝置라고하던 우리나라에서는 처음 듣는 말이다.

말 뿐만이 아니라 이러한 施設은 우리나라 40餘年 放送史上 처음 보는 特異한 施設이기도 한 것이다.

우리 나라에는 海外 短波 放送을 專擔하고 있는 大電力 50kW 送信機 2台와 10kW 短波 送信機 1台가 水原에 設置되어 있다.

以上 3台的 短波 送信機는 7個 國語로 日 延 23時間 30分間씩 다음과 같은 各各 다른 方向으로 電波를 發射하고 있다.

海外 短波 送信은 미국, 구라과, 近東, 하와이, 越南, 台灣, 및 日本 等地로 各各 다른 方向으로 送波되고 있는 實情이다.

海外 短波 放送은 各國마다의 時差와 晝夜間의 電波 傳播狀態를 充分히 考察하여 放送되는 時間도 다르며 送信 周波數도 各各 다른 것이다.

國際放送局의 海外 短波 送信은 六大洲와 五

大洋을 주름 잡는 것이어서 文字 그대로 晝夜不徹의 作業으로 送波의 方向 時間 및 周波數 等의 決定에 있어서 慎重을 期하고 있는 것이다.

이와같이 여러 方向으로 對象 地域을 定해 놓고 電波를 發射하는 것이므로 短波 空中線의 方向을 交替하는 問題가 切實히 要請되는 것이다.

여러 台數의 大電力 送信機가 軋사이 없이 動作되고 있는 가운데 空中線의 方向을 交換한다는 것은 그리 容易한 作業은 決코 아닌 것이다.

물론 人命의 被害를 極히 조심해야 되고 技術者들이 늘 細心한 注意를 기울이며 作業해야 되는 고로 作業하기 前에 우선 絶緣 帽子를 쓰고 石綿 장갑을 끼지 않고는 손대지 못하는 危險性이 內包된 深刻한 作業인 것이다. 그래서 短波 空中線 方向 自動 交換裝置를 가져야 한다는 必要性이 切實히 要請되어 왔다.

이러한 어려운 作業을 十餘年間 繼續해 오면서 自動적으로 空中線의 方向을 交換하는 方法을 先輩 諸賢과 同志 여러분들과 끊임없는 研究와 努力을 기울여 왔던 것이다.

今般 設置를 完了한 短波 空中線 方向 自動 交換 裝置의 概要를 紹介 하고자 한다.

이 시스템은 國際放送局 水原送信所의 短波 50kW 2台와 短波 10kW 1台를 世界 各 地域을 向한 안테나와 連結 시키는데 있어서 送信機의 피이더 라인을 石綿 장갑을 낀 손으로 잡아서 안테나 피이더 라인에 連結 交換하는 方式에서 自動遠隔制御에 依하여 피이더 라인을 交換하는 方式으로 設計한 것이다.

* K B S 水原送信所長

이 시스템은 送信機 建物에서 따로 떨어진 露 天에 設置되어 機械的으로 모타에 依하여 動作 한다. 또한 이 시스템은 3台的 送信機로 13個의

d. 垂直 ARM : 안테나의 連結되는 ARM으로 안테나 個數의 同一하다. 이 ARM은 아직 設置되지 않은 部分이다.

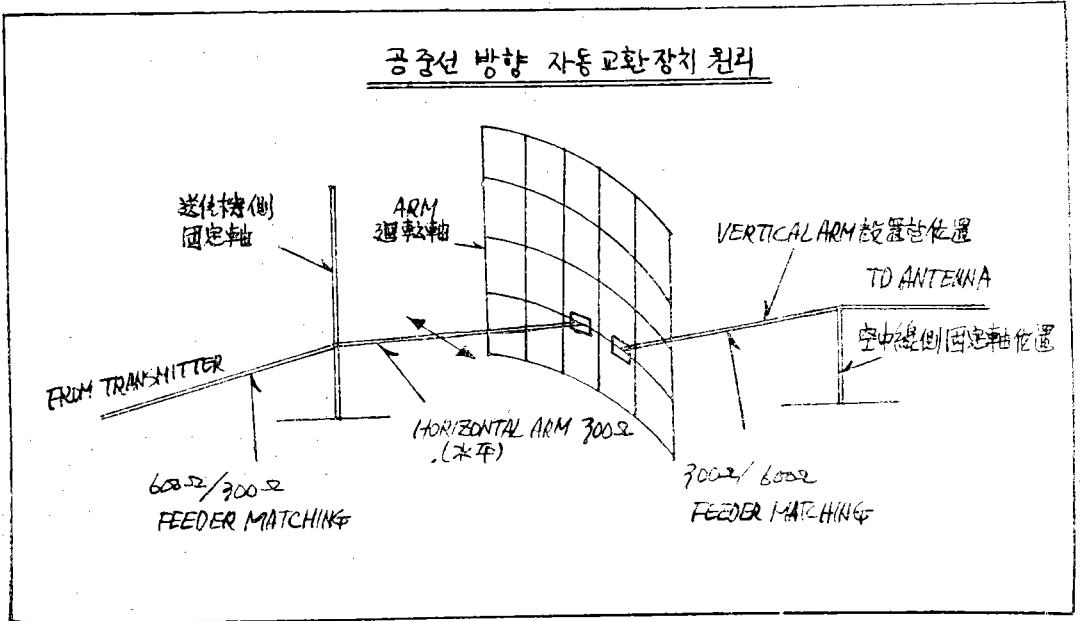


그림 1

안테나에 어느것이든지 相互結合 할 수 있게 設計 되어 있다.

그러나 그림 1에서 送信機側 固定軸과 迴轉軸은 이미 設置하고 우선 1台的 안테나를 連結할 수 있게 하였다.

이것은 構造上의 分類와 電氣的 分類로 나눌 수 있으며 構造上 分類는 簡單하게 說明하고 電氣的 分類에 對하여 仔細히 說明하기로 한다.

1. 構造上의 分類

a. 送信機側 固定軸 : 送信機에서 나오는 피이더 라인과 水平 ARM의 一端을 固定시킨 部分.

b. 迴轉軸 : 水平 ARM과 垂直 ARM이 서로 結合할 수 있는 部分

c. 水平 ARM : 各 送信機의 出力 피이더 라인이 各各 이 ARM에서 連結되며 送信機 台數와 同一하다.

2. 電氣的 分類

a. 水平 ARM(BALANCED 2 WIRE IN RECTANGULAR ENCLOSURE)의 設計

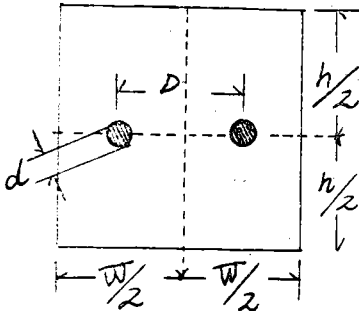
이 水平 ARM은 아래 그림과 같이 平衡 二線式의 LINE이 차폐된 正 四角 筒속에 들어있게 되며 高電力 高周波를 充分히 흘릴수 있게 한 것이다.

一定한 範圍속에 여러개의 안테나를 收容하기 爲하여 ARM의 크기를 最小로 縮小하여야 하며 線路의 RF 電壓을 내리기 爲하여 特性 임피던스를 300Ω으로 낮췄다.

이 ARM의 크기와 特性 임피던스를 求하는 計算式은 다음과 같이 된다.

$$Z = \frac{276}{\sqrt{\epsilon}} \left[\log_{10} \left\{ \frac{4h \tanh \frac{\pi D}{2h}}{\pi d} \right\} - \sum_{m=1}^{\infty} \log_{10} \left\{ \frac{1+U_m^2}{1-V_m^2} \right\} \right]$$

$$\therefore U_m = \frac{\text{Sin}h \frac{\pi D}{2h}}{\text{Cosh} \frac{m\pi W}{2h}} \quad V_m = \frac{\text{Sin}h \frac{\pi D}{2h}}{\text{Sin}h \frac{m\pi W}{2h}}$$



여기서
 $h=W=35\text{cm}$
 $D=18.5\text{cm}$
 $d=2\text{cm}$
 로 주어주고
 다음은 $m=1, m=2, m=3,$ 以下 $m=4, 5, \dots$ 는 無視하던

$$\sum_{m=1}^3 \log_{10} \frac{1+U_m^2}{1-V_m^2} = 0.156 + 0.017 + 0.002$$

$$= 0.1555$$

가 되며

$$Z = 301.15\Omega$$

됨으로 特性 임피던스는 約 300Ω 으로 計算이 된다.

b. 임피던스 整合

이 임피던스 整合은 本來 送信機의 出力特性 임피던스가 600Ω 이고 안테나 까지의 피이더라인의 特性 임피던스도 600Ω 이므로 水平 ARM이 300Ω 로 設計되어 피이더라인새에 들어가게 됨으로 送信機側 임피던스 600Ω 과 水平 ARM側 임피던스 300Ω 또한 水平 ARM 300Ω 안테나側 600Ω 과의 피이더 임피던스를 整合하지 않으면 안되게 되었다.

임피던스 整合 方法에는 分布定數 回路網을 利用한 種類中에서 간단하고 便利한 테이퍼 라인 整合 方法으로 하였다.

두 直線 導線을 한데 뚫으거나 벌려서 끝이 점점 가늘어지게 하는것이 테이퍼라는 것이다.

다음은 테이퍼라인 整合에 對하여 仔細히 설명하던 四線側結合 平衡 피이더와 二線 平衡 피이더를 結合하여 整合을 시키는 것인데 特性 임피던스가 한 값에서 다른 값으로 점점 줄어드는 피이더 라인은 서로 다른 抵抗性 임피던스를 가진 負荷와 제네레이타 사이에 結合 變成器를 使用할 수 있으며 라인을 따라서 임피던스 變化

는 매우 근소한 變化를 하게 된다.

만약 차차로 가늘어지는 導線이 $\frac{1}{2}$ 波長 以上을 갖고 있다면 이 라인을 따라서 特性 임피던스의 절차적 變化때문에 넓은 周波數帶에 걸쳐 근소한 反射와 함께 임피던스 變換이 일어난다.

動作 周波數中 가장 낮은 周波數에서 最小의 反射를 하는 一部로서 가장 짧은 길이가 必要한 變化比를 左右한다.

이 變化比가 점점 커짐에 따라서 障害가 많아진다.

테이퍼 라인의 變成比는 線의 個數 크기 간격 모양의 變化에 따라 增加할 수 있다.

即 兩端間의 임피던스를 더 큰 임피던스까지 變化 시킬수 있다.

만약 임피던스가 긴 線路에 걸쳐서 완만히 變化한다면 두 制限된 抵抗值間에는 反射가 거의 없이 充分하게 임피던스 整合이 될 것이다.

실제 이러한 應用은 단지 構造上의 편의만으로 決定하고 電流와 電位의 要件도 만족하게 하고 있다. 極小 길이를 갖고 테이퍼 라인 變成器를 만들고 싶을때 特性 임피던스는 그 限定值에서 指數 函數的으로 變化하지 않으면 안된다.

이러한 경우에는 注意해서 設計하여야 한다.

指數 函數的으로 變化하는 變成部의 길이가 점점 길어질때는 교정 회로망이 없이 직접 抵抗 對抵抗으로 整合에 가까워진다. 大部分 實際應用을 하는데는 充分히 길이를 길게 하면 교정 회로를 없앨수 있다.

傳送되는 最小 周波數에서 적어도 $\lambda/2$ 의 길이를 가진 指數函數的으로 變化하는 線路를 利用하여 抵抗 負荷와 主피이더 사이에 直結할 수 있으므로 複雜한 計算은 避할 수 있다.

가장 낮은 周波數에서 $\lambda/2$ 以上되는 波長을 가진 指數 函數的으로 變化하는 라인 計算에 對하여 다음 과정이 使用된다.

(1) 片對數 그래프 紙上에 特性 임피던스 項을 對數 그래프 스케일로 하고 라인長(波長 또는 電氣角) 쪽을 均一한 눈금으로 表示한다.

(2) 이 라인이 라인長 X度(180° 以上 最低 周波數에 對한 λ)를 가진 두 抵抗線의 임피던스

R₁ R₂를 整合할 때 그 圖表위에 $\chi_1=0$ 에서 R₁에 對한 1點을 찍고 또 $\chi_2=$ 選定한 波長에서 R₂에 對한 1點을 찍는다.

이 두 點間에 直線을 그어서 對數 눈금으로 線路를 따라서 線路의 中間마다 必要한 特性 임피던스를 直讀할 수 있다.

(3) 實際적으로 이런것을 使用할 때는 特性 임피던스의 範圍를 定하여 라인을 끌라서 테이퍼부의 끝에서 끝까지 20度 길이 간격 以下에서 다음 公式을 적용하여 計算한다.

4線 側結合 平衡 피이더

$$Z = 138 \log_{10} \frac{a\sqrt{a^2+b^2}}{\rho \cdot b}$$

二線 平衡 피이더

$$Z = 276 \log_{10} \frac{a}{\rho}$$

다음은 指數 函數의 變化する 피이더 라인에 對하여 實際 水原送信所에 設置한 것을 計算하여 본다.

使用 周波數가 15Mc이고 600Ω 피이더 라인 途中에 300Ω 임피던스를 가진 水平 ARM(길이 約 6m)을 넣으므로 앞뒤로 整合 시켜야 한다.

表 1

Distance for 300Ω Load degree	Characteristic Required Ohms	For ρ=1mm	
		amm	bmm
0	300	185	104
20	318		
40	338		
60	357	185	34.6
80	378		
100	400		
120	421	155	28
140	448		
160	478	107.8	1.9
180	502		
200	538		
220	562		
240	600	300	0

또 Z=300Ω에서 半徑 2mm의 銅線을 써서 四線側結合 方程式을 적용하여 b의 값을 表와같이 b=0되는 點까지 求한다.

또 Z=600-Ω에서 平衡 二線式 公式을 써서 $\frac{a}{\rho} = 5.4$ 되는 點이 478Ω이 된다.

이렇게 하여 그림3과 같이 테이퍼라인의 最終

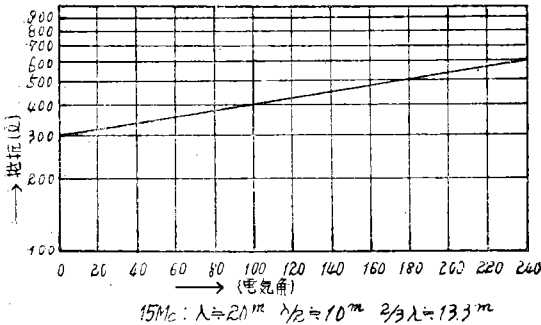


그림 2

그림 2의 片對數 圖表에 表示한바와 같이 使用 周波數 $\frac{2}{3}\lambda$ (電氣角 0°~240°)로 充分한 長이를 잡아 주었고 300Ω와 600Ω에 直線을 그어 주고 20度마다 임피던스를 읽어서 表1과 같은 값이 얻어진다.

特性 임피던스가 제일 높은 치가 平衡二線式 라인의 定常 範圍가 된다.

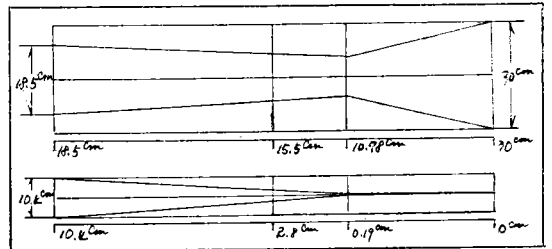


그림 3

의 電氣의 設計가 일워진다.

이 設計는 實際 連續的인 指數 函數로 變化する 테이퍼로부터 一般的인 變化를 하는 테이퍼까지 간단하게 實現할 수 있다.

c. CONTROL CIRCUIT

그림4의 回路圖에서

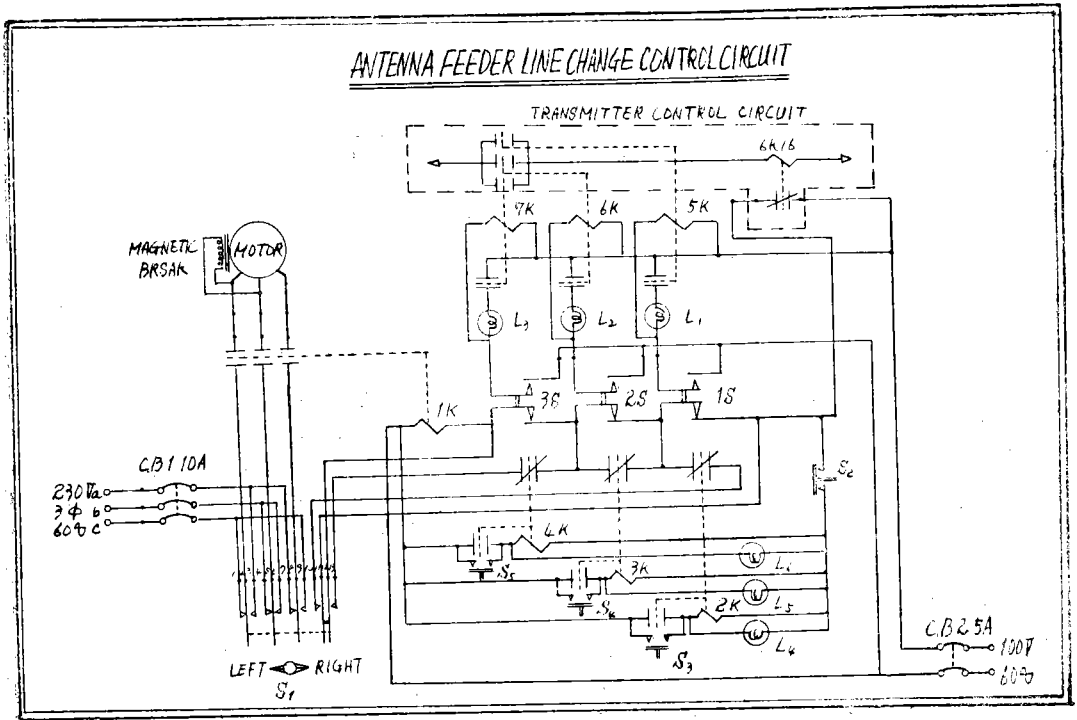


그림 4

모타 : 230V 3φ 60~ 1 3HP(1600 RPM, $\frac{1}{880}$)

의 감속기付 RAIL 바퀴의 둘레 길이 30cm)

S₁ : 모타의 廻轉方向을 交換한다.

S₂ : 리세트 스위치

S₃ S₄ S₅ : 안테나 選擇用 스위치

L₁, L₂, L₃ : ARM의 정지 위치 표시燈

L₄, L₅, L₆ : 선택 繼電器動作 表示燈

1S, 2S, 3S : 廻轉軸에 붙어 있는 制限 스위치

1K : 모타電源線 개폐 繼電器

2K, 3K, 4K, : 안테나 선택용 繼電器

5K, 6K, 7K : 안테나의 ARM이 結合後 送信機 制御回路를 連結하는 繼電器

動作의 例

가령 ARM이 1S를 動作시킨 位置에 있다면 L₁에 燈의 指示한다. 여기서 S₅를 눌렀다면 4K가 動作하여 L₆에 燈이 指示되며 다음 S₁을 LEFT로 옮기면 S₁의 10, 11 접점이 연결하여 1K가 動作하여 모타에 電源이 供給되어 電磁石 遮斷器가 열려서 모타는 廻轉한다.

그리하여 ARM이 3S를 누르면 S₁의 12, 13 접점이 열려있어서 1K는 電源이 끊어져 모타는 정지한다.

다음 S₁을 中心位置로 제쳐놓고 S₂를 눌러서 3K 電源을 끊는다.

이렇게하여 스위치 動作은 끝나는 것이다.

여기서 보안 장치로서는 이 制御回路와 送信機 制御回路를 相互 連結시켜서 1S 2S 3S가 동 동작하지 않으면 送信機의 制御繼電器 6K16이 動作하지 않으므로 送信機 陽極 電源은 들어가지 못하며 反對로 5K, 6K, 7K中에 어느것이든지 動作하면은 6K16이 동작하여 送信機의 陽極 電源이 들어가면 이 制御回路의 電源은 完全히 끊어져서 모타는 동작할 수 없게 된다.