

우리나라에 있어서의 칼라 TV 方式採擇

金 光 植
KBS

Color TV 의 세계적인 추세에 따라 우리나라에서도 이에對한 관심이 높아져 가고있으며 언젠가는 實施될 Color 放送에 대비 現在 여러나라에서 採擇하고 있는 方式을 略述하므로써 우리나라에서 採擇하게 될 方式에 對한 參考가 되었으면한다. 먼저 Color TV 說明에 앞서 現在 우리나라에서 實施하고 있는 黑白 TV方式에 對하여 간단히 說明하기로 한다.

1. 黑白 TV傳送方式

現在採擇되고 있는 方式은 水平走査線 525, 每秒 30frame(때 $525 \times \frac{1}{2}$ 마다 飛越走査로 field 周波數 60Hz)의 方式으로서 美國의 標準方式과 同一하다. 映像信號를 얻는 方法으로서는 lens에 依하여 攝像管에 맺어진 畫像을 電子 beam으로 走査하여 畫像의 明暗에 比例하여 이룬 電流의 變化로 變換시켜 얻고 있다.



그림 1. 合成映像信號

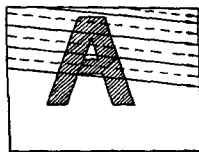


그림 2. 水平走査

지금 映像電流變化의 限界를 알아보기 위하여 다음과 같은 黑白 무늬의 畫面을 생각한다면 우

선 映像電流의 波形은 구형과 모양으로 나타날 것이며 그 最大周波數는 다음과 같다.

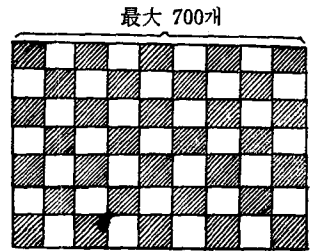


그림 3. 黑白무늬畫面

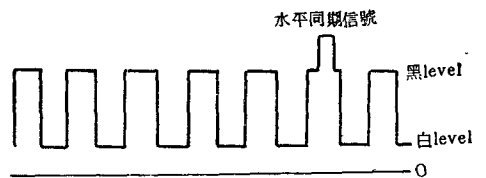


그림 4. 黑白무늬에 대한 영상 波形

即 水平方向 黑白 무늬의 크기는 走査線 굵기 보다는 더적을수가 없으므로 따라서 水平走査線이 525個垂直으로 되어있어 垂直解像圖의 限界를 나타내는 것과 같이 水平으로는 $525 \times \frac{4}{3}$ (이 는 畫面의 垂直, 水平比率)인 700個가 된다. 따라서 前記畫面 1個 line의 黑白무늬는 700개이므로 全畫面에는 $525 \times 700 \times 30(\text{frame}) = 11020500$ 개가 된다. 黑白 2個가 구형과의 1cycle이므로

로 $11020500 \div 2 = 5.5\text{MHz}$ 卽 黑白 TV의 경우 必要로하는 映像周波數는 5.5MHz 이다. 實際로 是 4.5MHz로 制限되고 있다.

4.5MHz 映像信號를 傳送하기爲하여는 VHF 帶 또는 UHF帶의 搬送波를 영상信號로 振幅變調시키며 이때의 變調方式은 殘留側波帶變調方式으로서 上側波帶는 4.5MHz이고 下側波帶는 1.25MHz이다. 이는 各 channel間的 周波數帶域을 節約하기 위한 것이다. 또한 變調極性도 負變調를 하므로서 white peak 때 變調度가 最少로 sync tip 때 最大가 되고 있다. 音聲信號는 映像搬送波보다 4.5MHz 높은 周波數를 搬送波로하여 音聲信號로 FM 變調시켜 傳送하고 있다.

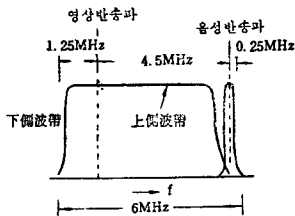


그림 5. 映像信號 Spectrum

2. Color TV의 基本原理

2.1. 色에 對한 視覺特性

人의 眼은 귀보다 銳敏한 것으로 흔히 生覺되나 既舊나 TV를 볼때 flicker를 그리 느끼지 않는 것으로 보아 반드시 銳敏한 것 만은 아니며 色에 對한 感覺도 마찬가지로이다. 例컨데 同一한 色의 物體일찌라도 그 크기에따라 色感이 다르며 赤靑黃色의 物體가 크고 넓을 때는 그 色을 正確히 識別할수 있지만 이것이 漸次 적어짐에 따라 色에 對한 識別이 힘들며 結局에가서는 三色이 모두 灰色으로보여 단지 明暗區別 밖에는 할수 없게 된다. Color TV에서는 이러한 視覺

特性을 利用하여 Color信號를 만들고 있다.

2.2 色의 3要素

1) Brightness(밝기, 明度) : 黑白 TV의 境遇 映像의 밝기를 調整하려면 輝度(brightness)를 調整하는 것과 같이 同一色의 境遇 그 強度에 依하여 色은 變하지 않으나 밝기(明暗)는 變한다. 이를 brightness라고 한다.

2) Hue(色相) : 赤, 綠, 靑, 等 色의 區別을 말한다. 一般의으로 色이라 함은 이 色相을 말한다.

3) Saturation(飽和度, 彩度) : 色의 純粹性의 程度를 表示하는 것으로서 同一色일찌라도 얇게 보이는 것은 飽和度가 낮은 것이며 飽和度 0의 경우 白色이고 1의 경우 完全한 순수原色이다.

2.3 Color 信號의 傳送

一般의으로 三原色이라하면 赤靑黃色이나 Color TV의 경우에는 被寫體의 色을 카메라에서 赤綠靑(Red, Green, Blue)의 3原色成分으로 나누어 나타내며 이를 受像管에서 合成하여 色을 再現하는 이른바 加色法의 原理를 利用하고있다 이 赤綠靑(R.G.B)의 3原色을 傳送하려면 原則的으로 黑白의 경우보다 3倍의 帶域幅을 必要로하게된다. 그러나 前記와 같은 人間的 視覺特性에 依하면 視覺이 2分程度로 적게될 때는 붉은 Orange系統의 色과 靑綠色의 色으로만 보이며 物體가 더욱적어지면 色區別은 힘들며 明暗만 識別可能하게된다는 것을 利用, 3原色信號를 同一帶域幅으로 送像하지 않고 低周波成分(物體가 큰 것)과 高周波成分(物體가 적은部分)으로 區分하여 低周波成分은 3原色을 順次로 傳送하고 高周波成分은 色再現을 目的으로하지 않는 밝기의 差異만 나타내는 輝度信號를 만들어 傳送한다 이를 간추리면

1) 畫面上에서 比較的 큰部分(映像周波數 500

KHz 以下)에 對하여는 brightness, hue, saturation의 3成分을 傳送하며

2) 畫面上에서 比較的적은部分(500KHz~1.5 MHz)에 對하여는 brightness外에 色差視力이 높은 붉은 Orange系의 色과 靑綠系의 色成分信號만을 傳送하고(이를 I 信號라함)

3) 畫面上 아주섬세한部分(1.5MHz 以上)은 밝기를 나타내는 brightness(輝度) 信號만을 傳送한다.

8. NTSC 方式

3.1 基本原理

NTSC方式이란 美國의 National Television System Committee에서 1953年 採擇된 方式으로서 前記 3信號의 周波數帶域幅을 節約하기 爲하여 3原色信號를 matrix 回路에 넣어 밝기信號 Y와 I 및 Q라는 色信號를 만들어낸다. Y信號는 0~4MHz의 廣帶域으로서 畫面の 섬세한部分을 나타내며 黑白信號와 同一한 方法으로 傳送한다. 이 信號에 色差視力이 높은 赤 Orange系와 靑綠系의 色成分을 나타내는 1.5MHz의 帶域幅을 갖인 I 信號와 500KHz의 帶域으로 黃系와 紫色系의 成分을 나타내는 Q信號를 加하여 全體色畫像信號를 만들고 있다. Y信號를 카메라에서나온 R.G.B의 3原色比率로 나타내면 $Y=0.3R+0.59G+0.11B$ 이다.

여기서 0.3 : 0.59 : 0.11의 比率이란 人間の 눈의 色에 對한 感度の 差異로서 카메라의 出力을 이에 맞추어야 하기 때문이다. 卽 人間の 눈은 綠色에 對하여는 赤色の 約 2倍 靑色の 約 5倍의 感度を 갖이고 있음을 나타낸다. 지금 同一光量을 發散하는 綠色 및 赤色物體를 촬영하여 이를 黑白像으로 再現하였을 때 綠色이 赤色の

約 2倍의 밝기로 느껴질 것이다. 이 Y信號는 Color의 경우 brightness이고 黑白의 경우 video信號가 된다. I 및 Q信號는 $E_R-E_Y, E_G-E_Y, E_B-E_Y$ 라는 色差信號를 適當한 比率로 混合하여 만들어지고 있다. 卽

$$E_I=0.74(E_R-E_Y)-0.27(E_B-E_Y)$$

$$(또는 I=0.6R-0.28G-0.32B)$$

$$E_Q=0.48(E_R-E_Y)+0.41(E_B-E_Y)$$

$$(또는 Q=0.21R-0.52G+0.31B)$$

結局 0~500KHz間은 I와 Q信號, 500KHz~1.5MHz 間은 I信號를 傳送하며 I 및 Q에는 brightness信號는 포함되어 있지 않고 hue(色相)와 saturation(飽和度)만을 나타내는 色度信號뿐이다. 受像機에서는 I 및 Q信號가 檢波되어 色을 再現시키며 組合과정에서 I 및 Q의 크기의 比率差에 依하여 色이 區別되며 比가 同一할 경우 I 및 Q가 各各 커지면 飽和度도 높아진다.

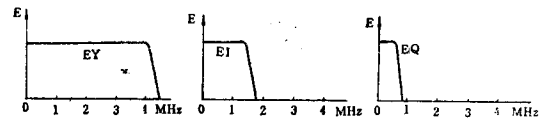


그림 6. E_Y, E_I, E_R 帶域幅

3.2 副搬送波의 決定

黑白 TV와의 兩立性을 充足시키기 爲하여 3個의 信號中 brightness信號 E_Y 를 黑白 TV信號와 同一한 方法으로 傳送하며 色信號는 黑白 TV와 同一한 6MHz의 channel內에 傳送하기 爲하여 E_Y 信號에 混合시켜 送出하지 않으면 안된다. E_Y 信號는 走査線 525, 30frame으로 傳送되고 있으므로 이信號를 Fourier 級數로 分解하면 周波數 spectrum은 水平走査線의 高調波를 中心으로 30Hz의 間격으로 側波帶成分이 分布된다. 따라서 이 spectrum의 사이에 色信號를 넣어 送信하는 方法을 生覺해냈다. NT

SC에서는 副搬送波로서 2個의 色信號를 傳送 하되 그 周波數는 水平走査周波數의 $\frac{1}{2}$ 의 奇數 周波數를 선택하였다. 卽 $f_s = \frac{f_H}{2} \times 455$ 또한 音聲中間周波數의 4.5MHz와 色信號 側波 帶와의 差周波數에 對해서도 고려해야 됨으로 水平周波數 15,750Hz와 4.5MHz의 關係가 適當 치 않으므로 水平 및 垂直走査周波數를 다음과 같이 若干變更하였다.

水平走査周波數 : 15734.264Hz

垂直走査周波數 : 59.94Hz

副 搬 送 波 : 3.579545MHz

이와 같이 Y信號側波帶 간격에 副搬送波 側波 帶를 插入함으로써 黑白수상에 影響을 주지않을

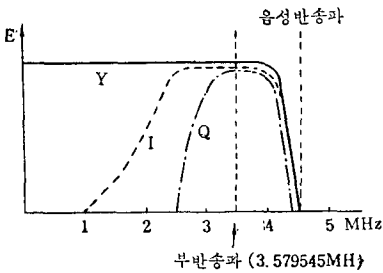


그림 7. Video Spectrum

뿐 아니라 또한 副搬送波의 周波數가 水平周波 數의 奇數倍이므로 첫번째 frame時의 波形과 2번째 frame時의 波形이 相互逆相이되어 相殺 되므로 實際黑白수상기상에는 나타나지 않는다. 이러한 2개 周波數 (搬送波 및 副搬送波)의 帶 域共有方式을 Frequency Interleaving 또는 Interlacing System이라한다.

3.3 色信號變調

色副搬送波 3.58MHz를 0° 및 90°의 位相差 를 갖는 2個의 波形으로 만들어 I 및 Q兩信號 를 各各 別途로 振幅變調시켜 이를 合成하여 Y 信號에 加해진다. 이때의 變調器는 平衡變調器 이며 搬送波는 抑制되어 送出되지 않는다. 또한

被寫體에 色이 없을경우 變調波가 0이 되며, 2個의 色副搬送波를 合成한 波形의 振幅과 位 相은 그때그때의 I, Q兩信號의 振幅에 依하여 變 化되며 合成波는 位相變調와 振幅變調를 同時에 行한 形態이다. 實際로 被寫體의 saturation이 變하면 合成波의 振幅이 變化되며 hue가 變하면 位相이 變한다. 이러한 變調方式을 quadrature phase modulation(直角 二相變調)이라 한다.

3.4 Color Burst(칼러 버스트)

Color TV에서 또한가치 必要한 것은 送信側 과 受信側의 色同期에 있다. 그런데 色副搬送波 는 側波帶만 傳送되므로 受信側에 色同期에 必 要한 信號를 보내주지 않으면 안된다. 實際로는 水平同期信號의 back porch에 副搬送波 3.5795 45MHz의 8cycle分 以上을 실려서 傳送하고 있 다. 이 信號를 Color Burst라고하며 受像機에서 는 이 Burst信號를 同期信號로 하여 副搬送波와

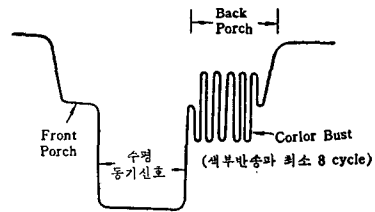


그림 8. Color Burst

同一한 連續信號를 만들어 色復調에 使用한다. 送出된 Color Burst와 色副搬送波와의 相互間에 는 正確하게 位相이 유지되어야하며 萬一 그렇 지 못할 경우 位相歪曲이 생긴다. 變化되는 Y信 號의 level에 依하여 位相歪曲이 생길경우 이를 differential phase distortion이라고 하며 error 가 5°일 경우 약 3nsec의 time delay에 해당된 다. 位相歪曲은 hue(色相)의 變化를 갖어온다.

3.5 送像裝置

그림 9. 系統圖에서 보는 바와 같이 三色分

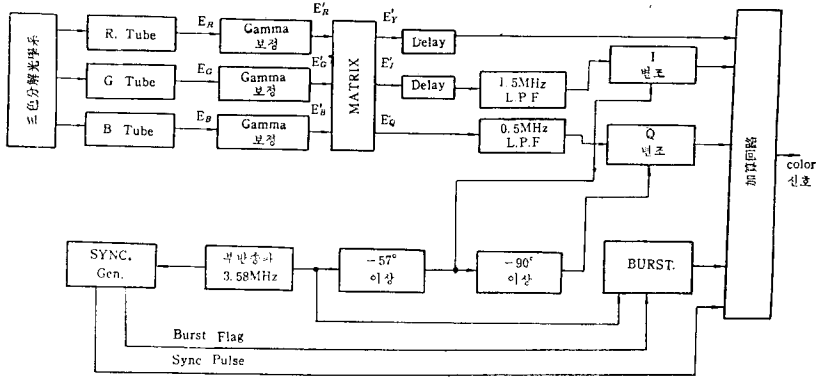


그림 9. NTSC 送像系統圖

解를 包含한 光學系에 依하여 被寫體로부터의 빛을 赤綠靑의 3 色으로 나누어 3 個의 攝像管의 光電面에 그像을 맺는다.

三色分解系의 特性은

$$\begin{aligned}
 R \text{의 分光透過率} &= T_R(\lambda) = \bar{r}(\lambda) / s(\lambda) \\
 G \quad \quad \quad &= T_G(\lambda) = \bar{g}(\lambda) / s(\lambda) \\
 B \quad \quad \quad &= T_B(\lambda) = \bar{b}(\lambda) / s(\lambda) \text{ 이어야 한다.}
 \end{aligned}$$

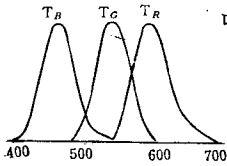


그림 10. 三原色 Channel의 分光透過率

여기서 $\bar{r}(\lambda), \bar{g}(\lambda), \bar{b}(\lambda)$ 는 Color TV 原色色도에 依해 주어지는 混色曲線이며 $S(\lambda)$ 는 攝像管의 光電面의 分光感度이다 混色曲線은

負特性은 갖고 있으나 攝像管의 分光感度 光學系의 分光透過率을 負特性으로 할수없으므로 一般的으로 負部分은 省略하고 있다. 同時式 Color Camera 三色分解系는 Dichroic Mirror와 補正 Filter로서 構成되어 있으며 Dichroic Mirror는 透明한 非金屬材料의 薄膜을 여러層을 겹쳐 빛의 干涉을 利用하는 反射鏡으로서 可視域의 一部를 選擇의 으로 反射시키고 나머지는 透過시키는 性質을 갖고 있다. 攝像管으로서는 Image Orthicon Tube 또는 Vidicon Tube를 使用하였으나 現在는 Plumbicon Tube를 널리 使用하고 있다.

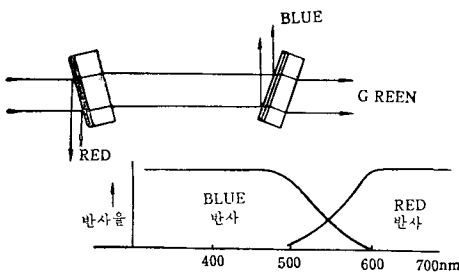


그림 11. Dichroic Mirror特性

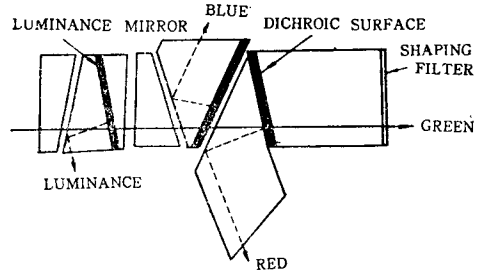


그림 12. Dichroic Mirror

가. Gamma 補正

Color 受像管의 grid 信號電壓對發光出力과의

關係가 直線性이 아니며 發光出力이 grid 電壓의 約 2.2 乘에 比例한다. 따라서 Camera로부터의

信號電壓을 그대로 受像管에 加할 경우 畫面의 brightness, hue, saturation 等도 달라진다. 그러므로 受像管에 信號를 加하기 前에 1/2.2乘인 回路를 通하므로써 綜合特性이 直線이 되도록 補正하고있다. 一般으로 이를 gamma 特性이라고 하며 $\gamma=2.2$ 로 表示한다. gamma 補正回路는 受像管의 grid前段에 挿入하면되나 이것은 複雜하

고 容易치 않으며 安定度를 要하고 또한 不經濟的이기 때문에 送像側에 挿入하고 있다. 따라서 Y信號 및 I,Q 信號等도 gamma補正된 信號를 갖이고 만들어지고 있다.

$$E_Y = 0.30 \sqrt[2.2]{E_R} + 0.59 \sqrt[2.2]{E_G} + 0.11 \sqrt[2.2]{E_B} = 0.3E'_R + 0.59E'_G + 0.11E'_B$$

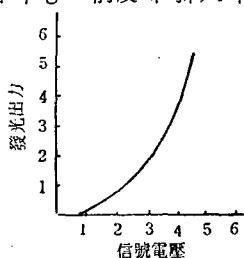


그림 13. 信號電壓對發光出力

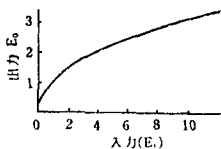


그림 14. gamma 補正回路의 特性

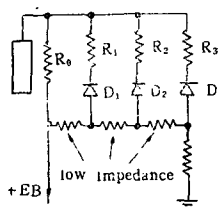


그림 15. gamma 補正回路

나. matrix回路

RGB 表色系에서 matrix 回路를 거치면 Y.I.O 表色系로 變換된다.

$$E_Y = 0.30E_R + 0.59E_G + 0.11E_B$$

$$E_I = 0.60E_R + 0.28E_G - 0.32E_B$$

$$E_Q = 0.21E_R - 0.52E_G + 0.31E_B$$

이에對한 回路는 抵抗回路網과 位相反轉器로써 構成된다. 그림 16은 Y matrix에 使用되는 것으로서 定電壓源 E_1, E_2, E_3 에 driving 되었을때 出力電壓 E_4 는 다음과 같다.

$$E_4 = \frac{1}{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4} (Y_1 E_1 + Y_2 E_2 + Y_3 E_3)$$

단 $Y_i (i=1, 2, 3, 4)$ 는 各抵抗의 admittance 值

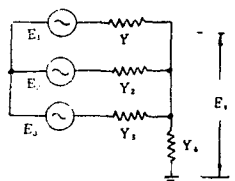


그림 16. Matrix 회로 1.3MHz에서 減衰度 2db 以下

3.6MHz에서 減衰度 2. db以上

Q信號 Filter의 帶域幅은

0.4MHz에서 減衰度 2db 以下

0.5MHz에서 減衰度 6db以下

0.6MHz에서 減衰度 6db以上 이 된다.

다. Time Delay回路

Q Channel을 0.5MHz의 帶域幅으로 制限하였기 때문에 Y Channel에 比하여 $1.35\mu\text{sec}$ 의 時間지연이 생겼으며, I Channel의 지연은 $0.18\mu\text{sec}$ 이다. NTSC에서는 Y.I.O 3Channel의 지연을 0.5

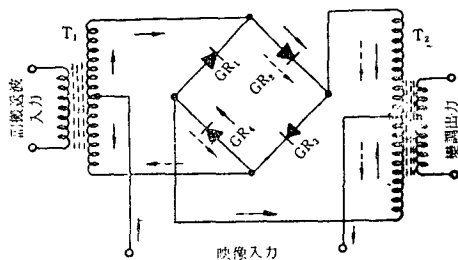


그림 17. Ring變調器

μsec 以內로 一致시키도록 되어있으므로 Y.I 兩 Channel에 適當한 지연 回路를 挿入하여 出力에서의 timing을 Q Channel에 一致시키고 있다

信號의 지연은 變調段 및 其他 增幅段에서도 發生되나 主로 I 및 Q Filter에 依하는 것이 크므로 Y Channel의 지연 1.4μsec, I Channel 1.2 μsec로 된다. Delay 回路에는 Delay Cable을 많이 使用하고 있다.

라. 平衡變調

帶域制限된 I 및 Q 信號는 各各의 變調器에 依하여 相互 90°位相差를 갖인 副搬送波를 振幅變調하나 出力에는 變調積만 나타나며 副搬送波 및 I, Q 映像信號는 抑制되어 側波帶成分만 나타나게 된다. 이를 二重平衡變調라한다. 圖示한 回路는 平衡變調器로서 使用되는 Ring 變調器의 例이며 그 動作原理는 映像入력이 없고 副搬送波만 있는 경우 十周期에는 GR₂, GR₃의 動作으로 T₁이 短絡狀態이고 一周期에는 GR₁, GR₄에 依하여 短絡狀態가 되어 T₂에는 出力이 나타나지 않는다. 映像入력이 있을때 萬一映像信號 level이 副搬送波 level 보다 높을 경우 이 期間동안만은 GR₂와 GR₄가 動作하여 映像信號가 화살포대로 통과하여 T₂의 1차側에서 서로 反對方向이 되어 相殺된다. 그러나 이때 副搬送波는 點線 화살方向으로 흐르게되며 極性에 依하여 反對로 흐를수 있으나 항상 同一한 回路를 經유한다 副搬送波信號는 한方向으로 T₂ 1次 전체 winding을 通過하므로서 二次側에 出力이 나타난다. 萬一副搬送波의 순간振幅이 映像信號보다 높을경우 GR₄는 OFF되고 GR₃는 ON되어 結果적으로 T₂의 1次側 한쪽 捲線에 電류가 흐르게 된다. 이 電류는 映像信號의 순간 振幅에 比例한다. I 및 Q 二重平衡變調出力은 共通負荷에 依하여 合쳐져서 搬送波信號가 된다. 變調器의 負荷는 搬送色信號(2.1MHz~4.1MHz)에 歪를 주지 않고 副搬送波의 第2高調波를 充分히 抑制해야 한다. 色信號無歪條件은 2.1~4.1MHz의 帶域內

에서 振幅特性이 平擔하고 位相特性이 直線이어야하며 이것이 充足되지않으면 I 및 Q 映像信號의 周波數特性에 歪가 생길뿐만아니라 I 및 Q 信號間에 漏話가 發生된다.

마. 副搬送波移相

副搬送波移相回路는 그 目的에 따라 2分된다 그 하나는 Burst, I 및 Q 副搬送波의 位相關係를 維持하기 위한것으로 -57°, -90° 移相回路이고 다른 1個는 360° 移相器로서 Color Coder가 2個以上 있을 경우 畫像의 overlap을 위하여 Coder間의 位相을 맞추는데 使用된다.

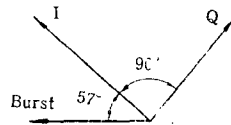


그림 18. 副搬送位相關係

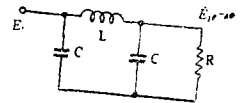


그림 19. 移相回路

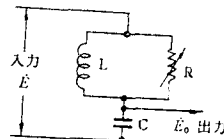


그림 20. 可變移相回路

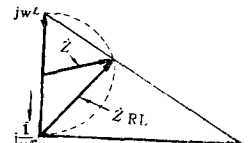


그림 21. Impedance Vector圖

Burst, I, Q 副搬送波間의 位相關係를 얻기위한 것 중 다음과 같은 回路를 使用하면 90°位相差가 생긴다. 位相의 微調整은 同調回路의 R을 調整하여 얻는다.

바. Burst Flag 發生

Burst Flag 信號는 水平同期信號 Back Panch에 最小8 cycle의 副搬送波를 挿入시키기 위한 것이며(단 垂直同期 9H期間은 除外) 持續되는 副搬送波에서 Burst Flag라는 구형과 驅動 pulse로서 gate시켜 8 cycle을 빼낸다. 그림22. 系統圖에서 表示된 바와 같이 Burst지연 multivibrator의 끝에서 Burst 幅 multivibrator가 trigger 됨으로 다시 말해서 이點에서 Burst의 Flag의 starting

point가 된다. burst幅 multivibrator는 Burst Flag의 幅을 決定한다. 그림에서 A,B,C는 同期信號發生器出力에서의 H. drive, H. blanking 및 sync信號이며 blanking 및 sync信號는 color coder內에서 約 $1.5\mu\text{sec}$ 지연된다(D.E圖). burst지연 multivibrator의 pulse幅은 G에

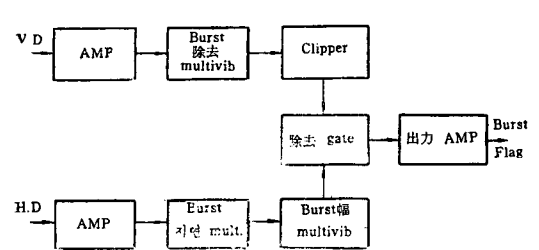


그림 22. Burst Flag 發生器系統圖

以上과 같은 系統圖에 表示된 諸回路를 거친 輝度信號, 搬送色信號 및 burst信號는 同期信號

서 表示된 바와 같이 $1.3+1.5+4.76+0.4=7.96\mu\text{sec}$ 이다. burst flag의 幅은 約 $2.5\mu\text{sec}$ ($2.24\sim 3.1\mu\text{sec}$)에 調整한다. 垂直同期 9H 期間은 burst信號를 보내지 않는다. 이는 burst信號로 因하여 幅이 넓은 垂直同期 pulse의 波高值에 影響을 주지 않기 위한 것이다.

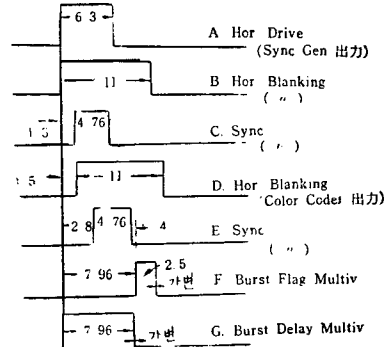


그림 23. Burst Flag 發生關係 Timing圖(μsec)

와 함께 共通負荷를 갖는 加算回路에 加해져서 合成 Color信號로서 出力段 나타난다.

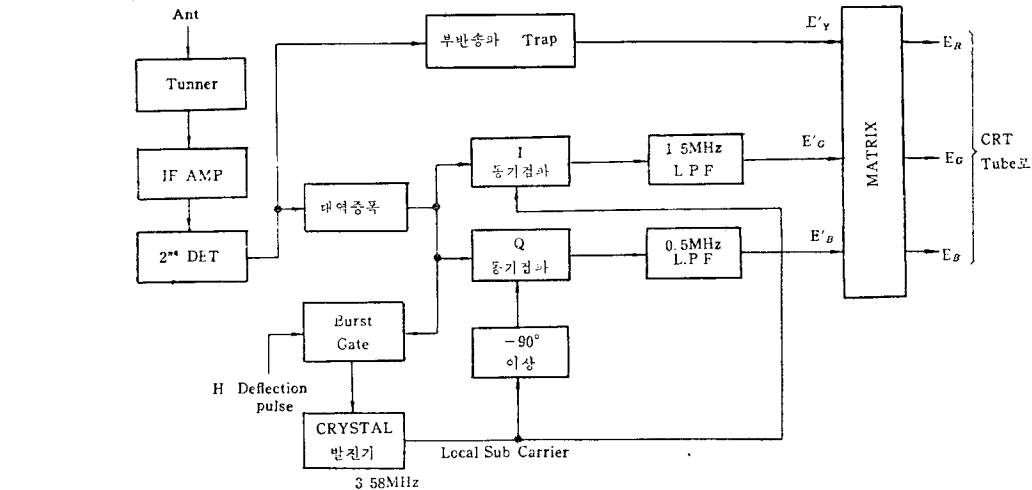


그림 24. NTSC 受像系統圖

3.6 受像裝置

Color 受像機에는 第2檢波出力에 輝度信號 E'_Y 外에 副搬送波로 變調된 色信號가 包含되어 있다. 輝度信號는 그대로 增幅되어 matrix 回路에 加해진다. 이信號에 混入된 色信號는 畫面

에 妨害가 됨으로 trap에 依하여 除去된다. 色信號 및 burst信號는 檢波出力을 分離하여 band pass Filter를 通過시켜 뽑아낸다. burst信號는 水平同期信號를 지연시킨 pulse에 依하여 뽑아지며 이것으로 受像機內部에 自藏된 crystal

發振器의 位相을 同期시킨다. 同期된 發振器出力은 local sub carrier라고하며 2個同期檢波器에 加해져 色信號 E'_I, E'_Q 를 檢波하고 있다. 이 경우 E'_I 信號를 檢波하기 爲하여 同期檢波器에 加해지는 local sub carrier의 位相은 副搬送波의 位相과 同一하며 E'_Q 檢波器에 加해지는 것도 E'_Q 變調波의 位相과 同一하지 않으면 않된다. 여기서 얻어진 E'_I 信號는 1.5MHz의 low pass filter를 通過하며 E'_Q 信號는 500KHz의 filter를 通過 E'_Y 信號와 함께 matrix 回路에 加해진다. matrix 回路의 出力에는 gamma 補正된 3原色信號 E'_R, E'_G, E'_B 가 나타나며 이 信號가 color 受像管의 grid에 加해져 螢光面에 像이 나타나게 된다.

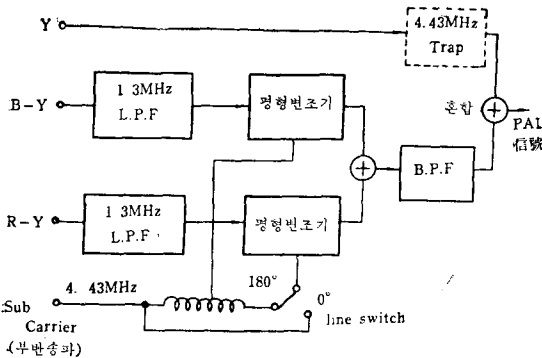


그림 25. PAL Encoder 系統圖

4. PAL 方式

4.1 基本原理

PAL이란 Phase Alternation by Line의 略字로서 現在 西獨, 英國, 和蘭, Austria, Italy 등에서 放送되고 있으며 625/50方式에 採用되고 있다. PAL 方式은 1962年 西獨 Telefunken 社에서 개발한 것이며 NTSC와의 差異點은 平衡變調方式에 依하여 色信號를 傳送하되 2個의 色差信號중 $E_R - E_Y$ 로 變調시키는 副搬送波를 走査線마다 180° 位相反轉시키는 方式이다. 따라서 複合 PAL 信號는 $E_M = E_Y' + 0.493(E_B' - E_Y')$

$$\sin w_p t \pm 0.877 (E_R' - E_Y') \cos w_p t$$

(E_Y' :輝度信號, \pm : 주사선마다 相異)

PAL의 副搬送波周波數 f_P 는 NTSC 方式과 같이 水平同期周波數 f_H 의 $\frac{1}{2}$ 의 奇數倍로 선택하면 R-Y 成分의 副搬送波位相이 走査線間에서 合쳐져 세로의 문의로서 妨害가 된다. 따라서 f_H 에 對하여 $f_P = (284 - \frac{1}{4})f_H + \frac{f_H}{625} = 4.4361875\text{MHz}$ ($f_H = 15.625\text{KHz}$)

로서 $\frac{1}{4}f_H$ 떨어진 周波數를 使用하고 있다. 다음 位相歪曲에 對한 영향으로서는 그림 7에서 보는 바와 같이 色信號를 vector로 表示 n line을 OAn , $n+1$ line을 $O.An+1$ 로 하면 萬一傳送系統에서 β 라는 位相誤差가 있을 경우 $OAn, OAn+1$ 各各 OC, OB로서 變한다. 復調時에 R-Y 信號의 極性을 맞출려면 OB 는 OC' 로 됨으로 2 line 間의 合成 卽 OC 와 OC' 의 合成은 OA' 가 된다. OA' 는 OAn 과 位相角이 一致하며 단지 saturation(飽和度)만 $(1 - \cos\beta)$ 적어졌다. 따라

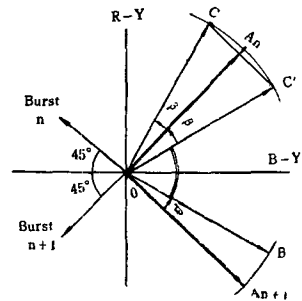


그림 26. PAL 位相 Distortion 영향

서 NTSC 方式에서는 D.P. (Differential Phase 歪曲)에 依하여 hue(色相)가 變化되나 PAL 方式에서는 2 走査線間에서 相殺되어 振幅만 若干低 下됨으로 saturation變化만 若干일어한다. NTS C에서의 DP 12°의 그림은 PAL의 경우로 換算 하면 40°의 位相歪曲에 해당됨으로 位相歪曲面 에서 PAL이 훨씬 우수하다. 또한 搬送色信號의

非對稱傳送系에서 發生되는 直交歪曲도 그 走査線間에서 相殺됨으로 2個의 色差信號를 다갈의 廣帶域(13MHz-3db)으로 傳送할 수 있다. PAL encoder에서의 Burst 位相은 vector圖(그림 7)에서 表示된바와 같이 B-Y軸에서 $\pm 135^\circ$ 로 선정하고 信號에는 第1 field의 第9 line에서(第3 field에서는 8 line부터) $+135^\circ, -135^\circ$ 의 順

으로 合成시킨다. decoder에서는 이 burst 信號의 位相을 基準으로하여 R-Y信號用 同期檢波器에 加해지는 副搬送波位相을 reset시킨다. 復調回路에는 1H 지연선을 使用하지 않고 눈의 積分效果를 利用한 것도 있으나 位相歪曲이 커지면 積分效果가 不充分하여 PAL의 特徵인 位相相殺效果가 발휘되지 못한다.

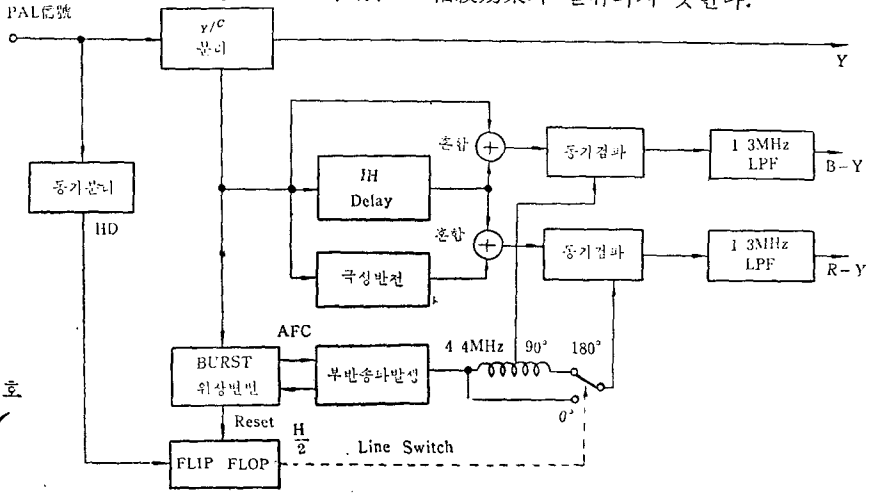
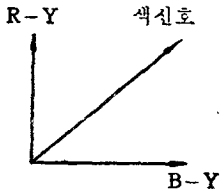
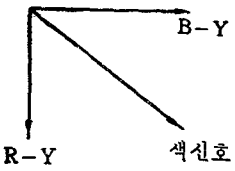


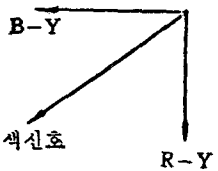
그림 27. PAL Decoder 系統圖



(a) 정상신호



(b) 1H지연신호



(c) 극성반전된신호

搬送色信號의 位相反轉回路와 1H지연회路的 動作은 搬送色信號로부터 R-Y B-Y를 分離시키기 위한 것으로서 우선 1H지연된 信號와 지연되지 않은 信號를 合쳤을 경우 R-Y는 逆極性이되어 相殺되고 B-Y成分만 나타난다. 極性反轉된 것과 合쳤을 경우 B-Y成分은 相殺되고 R-Y成分만 나타난다. 그다음 走査線에서는 B-Y는 同一하고 R-Y成分은 +極性이된다. 따라서 PAL 受像機에서는 R

-Y 復調器에 加하는 色副搬送波는 色信號의 極性에 맞추어서 走査線마다 轉換되어야 한다.

5. SECAM 方式

5.1 基本原理

SECAM 方式이란 Sequential Coulours A Mémoire의 略字로서 1956年 프랑스의 Henri De France에 依해 提案된것으로서 이는 2個의 色信號를 走査線마다 交替한후 1個의 副搬送波를 振幅變調시키는 方式이었으나 後에 周波數變調로 變更되었다. 819/50 field system에 採用된 것으로서 프랑스 소련, 東독 등에서 放送되고 있다. 初期의 SECAM 方式은 NTSC에 比해 特出하지 못하였으나 그後 黑白方式과의 兩立性을 向上시킬 目的으로 改善되었다. SECAM 信號는

그림 28. 1H 지연과 的 合成

$$E_M = E_Y' M \cos 2\pi(f_c + D_c' \cdot \Delta f)t$$

E_Y' : 輝度信號 M : Bell Filter에 依해 決定되는 多重量, f_c : 副搬送波, Δf : 周波數偏移 D_c' 는 變調色信號로서 R-Y, B-Y의 2個의 色差信號를 走査線마다 交代로 바꾸어 周波數變調시켜 E_Y' 信號에 重첩시킨다. 副搬送周波數도 走査線마다 다른 2個의 周波數가 使用되며 R-Y信號 line에는 $f=4.40625\text{MHz}$ 이다.

B-Y信號 line에는 $f_c=4.25000\text{MHz}$ 이다.

副搬送波는 水平同期周波數 f_H 의 整數倍로 設定되고 兩者의 周波數差는 黑白 TV와의 兩立性 때문에 $10f_H=156.23\text{KHz}$ 로 되어있다. SECAM 方式에서는 saturation은 周波數偏移量으로 hue

는 變調된 周波數比로 決定된다. 따라서 色이 큰 面積에 對해서는 거의 D.P D.G (Differential Gain)의 影響을 받지 않는다. NTSC에서의 DP 12°, DG30%는 SECAM의 40°, 65%에 해당된다. 그러나 傳送系에 DP歪曲의 있어 畫面中에 큰 輝度變化가 있을때는 그 前後에서 搬送色信號가 phase shift를 받아 傾위信號로 나타난다. 또한 FM 變調로 因하여 항상 一定한 振幅의 搬送色信號가 輝度信號에 重첩되고 더욱이 搬送周波數 spectrum 사이에 挿入할 수 없기 때문에 黑白 TV에 對한 妨害가 커진다.

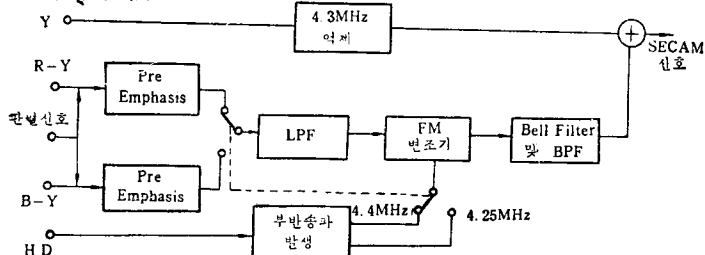


그림 29. SECAM Encoder 系統圖

5.2 Encoder

2個의 色差信號는 1MHz에서 9.5db의 pre-emphasis를 거친다음 第1, 第2 field에서는 偶數 line에 R-Y 第3, 第4 field에서는 偶數 line에 B-Y 가오도록 순서적으로 交替한다. 또한 受信側에서 2信號의 區別이 可能하도록 vertical blanking 期間에 9line에 걸쳐 判別信號를 보낸다. 色信號는 1.4MHz-3db로 帶域制限되어 變調器에 加해진다. FM 變調器는 走査線마다 st.

art, stop drive되어 副搬送波의 位相을 f_H 에 lock 시킨다. 여기서 4.3MHz 中心周波數를 갖인 Bell형 特性 filter를 挿入하는 것은 黑白受像機에 對한 副搬送波影響을 減少시키기 위하여 無變調 또는 低 saturation時 副搬送波 level을 抑壓하기 위한 것이다. saturation이 높은 搬送信號時에는 抑壓效果가 없으므로 色信號의 S/N比에 影響을 안받는다. 受信側에서는 이와 反對되는 filter를 挿入한다.

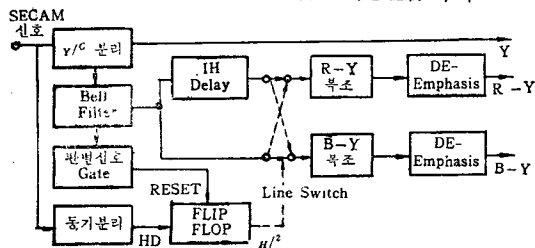


그림 30. SECAM Decoder 系統圖

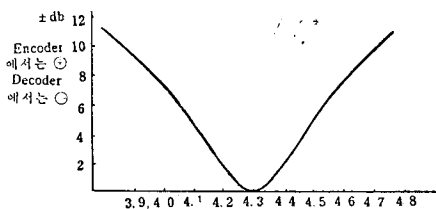


그림 31. Bell 型 Filter特性

5.3 Decoder

Decoder에서는 1H delay line에 의하여 順次同時의 變換을 시켜 2個의 色差信號를 復調한다. SECAM에서는 色信號를 FM變調시킴으로서 1個色差信號는 傳送될 수 없기 때문에 例를들어 $E_R - E_Y$ 로 變調된 走査線에는 $E_B - E_Y$ 가 빠져있다. 따라서 $E_B - E_Y$ 는 1 line前에 包含되어 있는 $E_B - E_Y$ 를 갖이고 使用하기 때문에 1H지연시킨 信號를 使用한다. $E_R - E_Y, E_B - E_Y$ 는 走査線마다 交代로 傳送됨으로 이것에 맞추어 연동시켜 轉換시키면 連續된 2個의 色差信號를 얻게 된다. SECAM

의 特徵은 傳送歪曲의 減少이다. 이는 搬送信號가 FM 變調를 받고 있기 때문이다. 그러나 이것이 輝度信號에 妨害를줌으로 黑白 TV와의 兩立性이 다른 方式보다 弱하다 또한 色差信號를 線順次로 보내기때문에 垂直解像도가 低下된다

6. 3個 方式比較

이상의 3個方式을 比較해볼때 NTSC方式은 傳送系統의 特性이 좋을 경우 가장効率的인 信號形態이며 SECAM 方式은 傳送系統의 特性劣化에 對한 影響을 가장적격 받으며 PAL은 그

3 個方式 比較

項目	方式	NTSC	PAL	SECAM
黑白 TV와의 兩立性		가장 우수함	若干 떨어짐	가장 떨어짐
色の 垂直解像度		우수함	NTSC 보다 低下	NTSC의 $\frac{1}{2}$
副搬送波의 位相 Shift에 對한 影響		$\pm 12^\circ$	$\pm 40^\circ$	영향 少
D.G.의 影響		30%	30%	64%
D.P.의 影響		$\pm 12^\circ$	$\pm 40^\circ$	$\pm 40^\circ$
Noise		NTSC와 PAL은 비슷하나 SECAM은 若干 떨어진다.		
1 μ sec 以上の Echo		NTSC보다 PAL SECAM이 양호함		
1 μ sec 以下の Echo		PAL이 양호함		
搬送色信號의 上側波帶減衰 影響		NTSC보다 PAL 및 SECAM 우수함		
受像機		hue(色相) Saturation(飽和度) 調整必要함 價格 低	hue調整不要 1H delay line이 高度로 正確해야 함 價格 高	色同期, hue 調整不要 色信號波形歪曲大 色 noise 多 價格. 中

中間이다.

7. 結 言

이상 3 가지 方式에 對하여 간단히 說明하였으나 Color 方式을 採擇하는하는데 必要한 條件으로서는 1) 優秀한 色映像을 安定하게 傳送하고 저렴한 값의 受像機로 再現시켜야하며 2) 既普及된 黑白 TV 受像機로도 Color 電波를 受信

하여 黑白으로 볼수있어야하는 이른바 兩立性問題를 고려해야한다.

우리나라의 경우는 이미 黑白 TV標準方式에 있어 525/60 方式을 採擇하고 있을 뿐 아니라 이미 普及된 黑白 TV受像機의 數가 180만대에 이르고 있으므로 Color 方式採擇에 있어서도 前記 兩立性을 고려할때 必然的으로 NTSC 方式을 採擇하지 않으면 안될 것이다.