技術解說

칼라 TV 放送의 問題點

李 忠 雄
서울大學校 工科大學電子工學科 助敎授 工博

칼라 TV(NTSC方式) 信號는 輝度信號에 加한 色度信號 및 칼라·버어스트로 構成된 複合信號임으로 黑白TV信號에 보다 여러가지 點에서 嚴格한 特性이 要求되나 特히 이 中에서 칼라 TV信號送信裝置의 具備할 條件과 칼라 TV信號傳送의 問題點을 中心으로 考察해 보기로 한다.

1. 칼라 TV 送信裝置의 具備할 條件

黑白 TV送信裝置에 比해서 칼라 TV 送信裝置에 있어서는 特히 다음 事項에 力點을 두어 考慮할 必要가 있다. 卽

(1) 振幅에 對한 周波數特性
(2) 包絡線波形의 遲延時間特性
(3) 直線性 및 微分利得特性
(4) 微分位相特性
(5) 映像, 音聲搬送波의 差周波數의 安定度
(6) 映像變調器의 Clamp回路
(7) VSB 필터의 칼라特性

(1) 振幅에 對한 周波數特性

標準칼라 TV 方式에 있어서 振幅에 對한 周波數特性은 黑白 TV規格보다 한層더 嚴格하며 2.1Mz~4.18MHz 사이에서 레벨變動이 ±2dB을 넘어서는 안된다.

이것은 單純히 畵質의 解像度에 關係될뿐 아니라 畵面의 比較的 넓은 面積을 찾이하는 部分의 色飽和度 및 color edge에 影響을 준다. 따라서 正確한 純度의 色을 보내기 爲해서는 色信號副搬送波 및 I,Q 信號近傍의 振幅에 對한 周波數特性이 低域周波數領域에서의 特性과 同一하지 않으면 안된다. 또한 色信號副搬送波近傍의 振幅에 對한 周波數特性은 位相特性과 같이 色信號의 過渡現象을 일으켜 color edge의 歪曲을 생기게 한다.

이 映像信號裝置의 振幅에 對한 周波數特性은 調整이 가장 容易하다. 卽 映像變調器, 被變調增幅器 및 高周波直線增幅器의 振幅에 對한 周波數特性을 良好하게 하면된다.

칼라 TV 送信裝置 및 家庭用受像機의 理想的인 周波數特性을 그림 1 및 그림 2에 各各 表示한다. 또 그림 3은 칼라 TV送信 裝置의 周波數特性의 實測例이다.

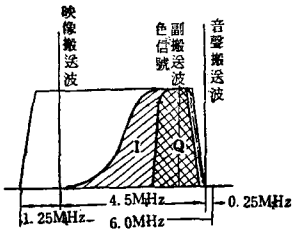


그림 1 칼라TV 送信裝置理想特性

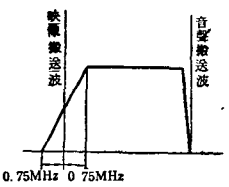


그림 2. 家庭用受像機理想特性

(2) 包絡線波形의 遲延時間特性

包絡線波形의 遲延時間特性은 그림 4와 같은 許容偏差가 規定되어 있다. 이 包絡線波形의 遲延時間特性은 TV信號傳送系에서 殘留側帶波信號를 取扱하므로 本質的으로 생기는 問題이다

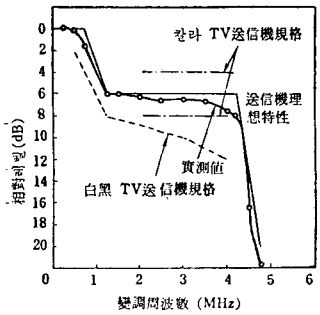


그림 3. 칼라 TV送信裝置의 周波數特性規格 및 實測例

그림 4와 같이 特性이 꾸부러져 있는 것은 復調의 過程에서 生기는 低域周波數帶의 遲延時間歪曲을 補償하여 遲延時間을 平擔하게 하고 또한 家庭用受信機의 音聲트랩으로 因하여 생기는 高域周波數帶의 遲延時間歪曲을 미리 送信側에서 補償하기 爲서이다.

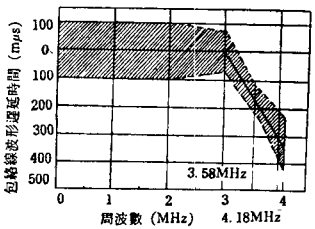


그림 4. 包絡線波形의 遲延時間特性規格

이 規定의 目的은 色信號副搬送波로보내는 色信號 卽 I 및 Q 信號의 混信을 避하기 爲해서 그 帶域內에서 位相特性이 直線的이고

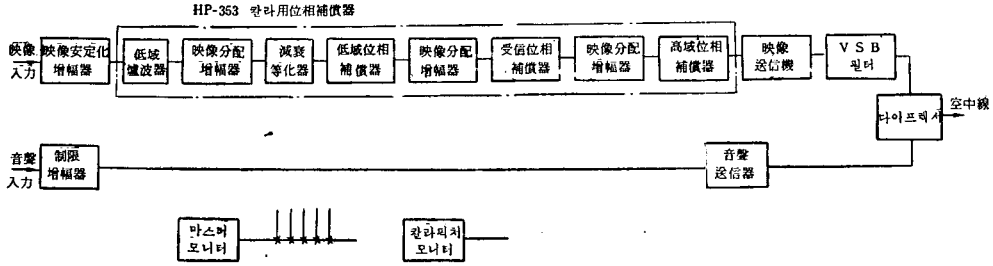
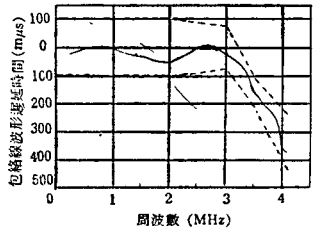


그림 5. 칼라 TV 送信裝置

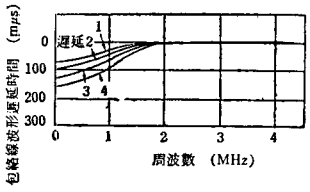
또한 色信號와 輝度가 時間的으로 一致하고 色度와 輝度가 變化하는 畵面에서 物體의 形態의 edge를 忠實하게 再現하는데 있다.

以上과 같은 低域周波數 및 高域周波數域에서의 位相補償은 그림 5에 表示된 바와 같이 映像送信裝置의 映像變調器 入力側에 칼라位相補償裝置를 挿入하여行한다.

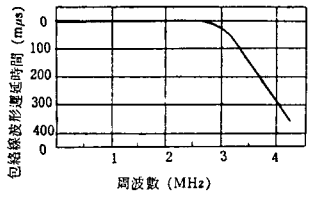
各補償器사의에 使用된 映像分配增幅器는 送受端에서의 임피이던스 不整合에 依해서 생기는 遲延時間特性의 리플을 減少시키기 爲한 Isolator



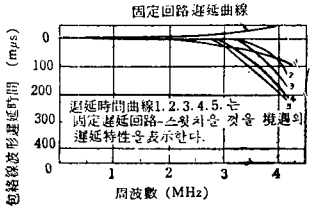
(a) 補償後綜合包絡線波形遲延時間의 測定値



(b) 低域位相補償器遲延時間特性曲線



(c) 受信位相補償器遲延時間特性曲線



(d) 高域位相補償器可變部分遲延時間特性

그림 6

의 目的으로 挿入되었다.

칼라 TV 映像送信裝置의 包絡線波形의 遲延時間歪曲特性을 映像復調器로 測定한 一例로서 10km TV 放送機(NEC)와 位相補償裝置를 組合한 試驗測定結果를 그림 6(a)에 表示한다.

그림 6 (b), (c) 및 (d)는 칼라 TV 映像送信裝置와 組合하여 使用한 칼라 位相補償裝置의 遲延時間特性을 表示한다.

包絡線波形의 遲延時間特性規定에서 基準點으로서 50KHz~200KHz 사이의 遲延時間의 平均値를 基準으로 삼도록 定해있으나 現在의 測定器는 精度의 問題로因해 1MHz에서의 遲延時間을 一般的으로 基準點으로 採用하고 있다.

(3) 直線性, 微分利得特性

映像送信裝置의 非直線性은 輝度信號의 變化를 일으켜 色信號副搬送波의 振幅, 卽 色의 飽和度에 變化를 일으키게 된다. 이것은 畵面中에서 特히 큰 面積을 찾이하는 部分의 色에 關係된다.

映像送信機는 大部分이 그리드變調方式을 使用하고 있다. 이 그리드變造方式의 變調特性에는 S字形의 非直線歪曲이 있다. 따라서 이 非直線性歪曲을 補正하기 爲하여 미리 逆S字形으로 彎曲된 非直線回路를 挿入하거나 負歸還을 걸거나 한다. 例를들면 그림 7에 表示한 色信號搬送波(3.58MHz)가 重疊된 階段波形信號를 그리드變調回路入力에 加하면 出力側에는 黑白레벨 信號가 伸張되고 白色레벨信號가 壓縮된다. 이 變化를 微分利得이라한다. 放送基準에는 TV카메라 出力端子로부터 映像送信裝置出力端子까지의 全系統을 通하여 ±20% 以內로 規定되어 있다.

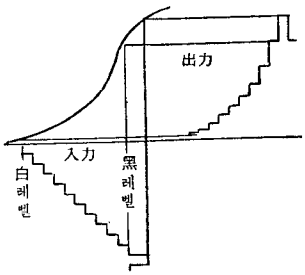


그림 7. 그리드 變調特性

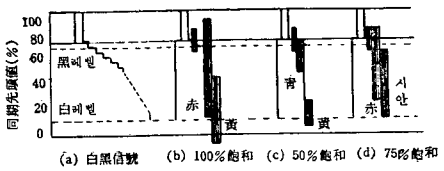


그림 8. 色信號와 輝度信號와의 振幅比較

한편 이와같은 直線性을 必要로 하는 輝度信號레벨에 關해서 考察해 보기로 한다. 그림8(a)에는 通常의 黑白 TV信號를 表示했으며 이 境遇에 同期先頭値를 100으로하면 映像信號는 12.5~70의 範圍를 차지하며 이 範圍에서 直線性이 要求된다 黑白 TV 信號에 100%, 75%, 및 50%의 飽和度를 가진 色信號를 重疊시키면 그림 8의 (b), (c), (d)와 같이 된다. 그러나 一般的으로 100%의 飽和度를 가지는 色信號는 存在하지 않으며 TV카메라 出力端에서는 飽和度가 大槪 50%이며 이 境遇에 6~75%의 範圍에서 直線性이 좋아야 한다. 따라서 TV送信裝置의 試驗信號로서는 75%의 飽和度를 가지는 色信號를 使用하도록 칼라 TV放送基準에 規定되어 있다.

TV 送信裝置의 日常保守調整에는 實際로는 75%의 飽和度部를 가진 칼라信號를 使用하지 않고 普通은 그림 9와 같은 階段波에 色信號副搬送波 3.58MHz를 重疊한 試驗信號를 使用한다.

以上과 같은 廣範圍한 直線性이 要求되는 칼라 TV 送信裝置는 黑白 TV放送의 境遇에 比하

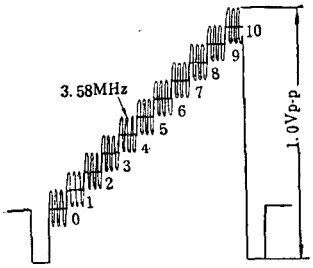


그림 9. 色信號副搬送波 3.58Hz를 重疊한 階段 試驗信號

여 映像幅器等에 걸쳐 加一層의 直線性이 要求됨으로 高周波增幅器에 그리드 接地形增幅器가 使用된다.

前述한 그리드變調特性에 基因하는 非直線歪曲을 補正하기 爲하여 映像變調器에는 直線性補正回路를 使用한다.

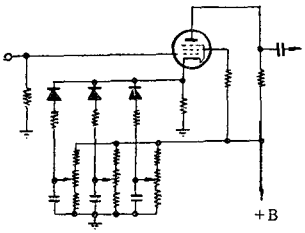


그림 10. 映像變調器의 直線性補償回路

映像變調器의 直線性補正回路의 一例로서 그림 10에 10 KW TV 放送機의 白信號伸張回路를 表示한다.

(5) 微分位相特性

그림 9에 表示된 바와 같이 階段波形信號에 副搬送波를 버어스트信號와 同位相이되게 重疊시킨 境遇에 그 副搬送波의 位相은 어느階段에서나 變化가 있어서는 안된다. 이 境遇에 位相의 變化는 輝度레벨에 依한 色相의 變化로 나타나게 된다. 이 傳送特性을 微分位相, 또는 增分位相이라고 稱하며 칼라 TV放送局에서는 ±10° 以內로 規定하고 있다.

前項까지 記述한 振幅周波數特性, 包絡線波形의 遲延時間性, 直線性 및 微分利得特性은 어느것이나 黑白 TV 境遇에 要求되는 規格을 若干 高度化한 것이며 位相補償器, 直線性補償回路等에 依해서 補償할 것이 可能하나 微分位相特性은 칼라 TV 信號의 境遇에 비로서 問題가 되는 아주 새로운 槪念으로서 가장 重要한 特性의 하나이다.

微分位相을 補償하는 것이 可能하나 送信機에서 생기는 特性의 劣化를 極力히 작게하지 않으면 안된다. 이 微分位相特性의 劣化의 原因에 對해서 몇가지 檢討해 보기로 한다.

一般的으로 大電力의 TV放送機의 被變調回路에는 C級그리드變調方式이 使用된다. 따라서 黑레벨 또는 同期信號部分에서는 그리드電流를 흘리나 白레벨에서는 그리드電流를 흘리지 않는다. 이 그리드 電流의 變化는 變調器의 負荷임피이던스의 變化로되며 이로因해서 變調器로부터 被變調管그리드에 이르는 사이의 副搬送波의 位相推移는 輝度레벨에 對應해서 變化하게 된다 이것을 防止하기 爲해서는 變調器에는 內部임피이던스가 낮은 並列制御增幅器(shunt regulated cathode follower: SRCF)를 使用하고 있다.

또 微分位相을 惡化시키는 다른 原因으로서는 被變調管의 캐소우드·임피이던스 問題가 있다. 卽 카소우드·임피이던스에는 그리드·탱크回路의 電流가 흐르므로 그 임피이던스가 크면 被變調管의 入力임피이던스가 비디오·레벨에서 變하며 微分位相特性劣化의 原因이된다. 이 對策으로서 캐소우드·콘덴서의 容量과 캐소우드·리드 인덕턴스를 直列共振시켜 되도록 임피이던스를 작게 하는 回路도 있으나 이와같이 高周波回路에 依한 位相變調는 回路의 構造에 따라 다를수 있으므로 實驗的인 結果를 보아야하는 경우가 많다. 前述한 微分利得特性및 微分位相特性은 各各 칼라 TV 放送基準에 依해서 ±20%, ±10% 以內로 規定되어 있다. 그러나 이 餘裕度를 TV放送系統中에서 스터디오裝置, 傳送回線 ST間의 中繼回線및 送信裝置의 어느 것에 얼마나 分配하면 妥當한가 하는 것은 아직 明確히 規定되어 있지 않으나 普通은 微分利得을 ±10% 以內, 微分位相特性을 ±5° 以內로하고 있다.

따라서 키이局을 除外한 다른 TV放送局은 스터디오裝置, ST間中繼裝置 및 送信裝置의 모든 것을 包含하여 全體的으로 微分利得 및 微分位相特性이 上記한 ±10% 및 ±5%以內로 되게 프리·디스토오숀〈前置補償〉方法에 依해서 調整하고 있다.

이 프리·디스토오숀을 시키기 爲해서 複數個의 칼라映像安定化增幅器를 使用하고 있으며 映像安定化增幅器의 微分利得 및 微分 位相特性의 調整可能範圍는 各各 ±20% 및 ±20°의 것이 實用化되어 있다.

(5) 映像, 音聲搬送波의 差周波數의 安定度

칼라 TV信號의 色副搬送波周波數는 極히 巧妙한 原理에 依據하여 周波數間揷法을 使用하여 決定된 것으로서 3.5795MHz(約 3.58MHz)이다 이副搬送波周波數 3.58MHz와 音聲搬送波와의 差인 約 920KHz의 비이트가 생기나 이 비이트 周波數에 依한 映像은 周波數間揷法의 原理에 依해서 畵面上에 나타나지 않는다.

그러나 映像音聲搬送 周波數差가 크게 變化하는 경우에는 上記한 비이트信號의 920KHz가 偏移되는 것이되며 周波數間揷法의 原理가 適用될 수 없으며 따라서 畵面上에는 비이트妨害가 생기게 된다. 이것을 防止하기 爲해서 一般的으로 칼라 TV送信機의 映像音聲搬送周波數差는 4.5 MHz 以內로 抑制하도록 規定되어 있다.

從來의 黑白 TV放送機에서는 映像, 音聲의 兩搬送波는 各各獨立된 水晶發振器에 依해서 制御되고 있으므로 映像音聲兩搬送周波數差를 4.5 MHz±1KHz 以內로 하는데는 使用되는 水晶發振周波數를 高度로 安定化시킬 必要가 있다. 例를들면 搬送周波數가 200MHz일때 4.5MHz±1 KHz 以內로 周波數偏差를 抑制하기 爲해서는 映像音聲兩搬送周波數는 ±500Hz 以內로 할 必要가 있으며 이때의 水晶發振子의 周波數偏差는 $\frac{500}{200\times10^6}=2.5\times10^{-6}$ 偏差로 抑制하지않으면 안된다.

이와같이 水晶發振子의 周波數偏差를 高度로 安定化시키는 方法以外에 電子回路에 依해서 兩搬送周波數差를 4.5MHz로 一定하게 維持하는 方法이 있다.

그림 11, 그림 12는 電子回路에 依해서 映像

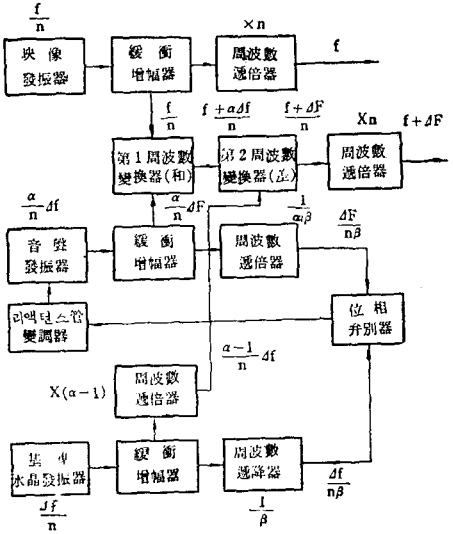


그림 11. APC回路

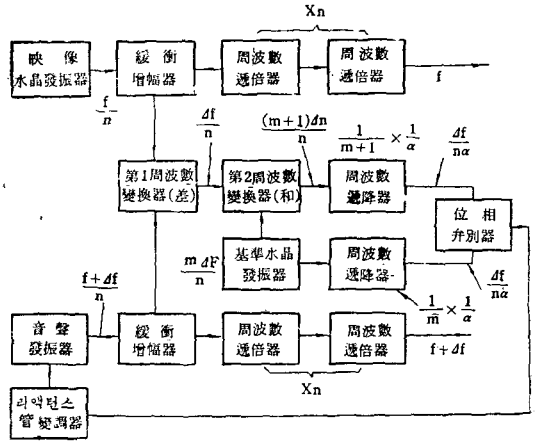


그림 12. APC回路

音聲의 兩搬送周波數를 4.5MHz±1KHz 以內로 抑制하는 APC 回路를 採用한 送信機의 例이다. 이 例에서 映像送信機는 通常的으로 水晶制御方式을 使用하나 音聲送信機는 리액턴스變調方式을 採用하며 映像, 音聲의 兩搬送波周波數差가 恒常 4.5MHz가 되도록 APC回路를 使用한 리액턴스變調器를 制御하고 있다.

그림 11의 原理를 說明하기로 한다 映像, 音聲의 兩發振器의出力의 一部는 第1周波數變換器에 連結되고 兩者의 差의 周波數分 $\frac{4.5}{n}$ MH의 出力을 얻는다. 이 出力을 直接 周波數遞降器에 依해서 遞降된 基準發振器로부터의 出力과 比較하는 경우에 第1周波數變換器의 出力에 나타나는 周波數變調分의 最大周波數偏移를 크게하고 位相辯別器를 動作시키는데 所要되는 遞降을 하면 좋겠으나 이와같이 하면 位相辯別器 入力周波數가 낮아져서 音聲變調周波에 가까워져서 APC 動作을 妨害한다. 이것을 解決하기 爲해서는 第2周波數變換器에서 兩送信機의 差周波數 $\frac{4.5\text{MHz}}{n}$를 一旦높인 後에 遞降하여 基準發振出力과 位相을 比較하여 이것에 依해서 리액턴스 能動素子를 制御한다.

이와 같은 回路를 使用함으로서 映像送信機의 搬送周波數가 基準에서 벗어나는 境遇에는 音聲發振器의 리액턴스 能動素子가 基準水晶發振器에 依해서 制御되어 恒常 4.5MHz로 一定하게 할 수가 있다.

그림12에는 다른 方法을 表示한다. 이 回路도 音聲發振器에 리액턴스 能動素子를 使用하였으며 그림에 表示된바와 같은 周波數關係에 依해서 周波數變換을 함으로서 音聲搬送周波數를 恒常 映像周波數보다 4.5MHz만큼 높게 維持할 수 있다. 例를 들면 基準發振器에 映像送信機의 發振器와 同一한 程度의 偏差의 것(±5×10⁻⁶)을 使用하면 音聲搬送周波數의 偏差는 4.5MHz×(±5×10⁻⁶) =±22.5Hz가 되어 偏差가 大端히 작다.

따라서 映像送信機의 偏差가 ±977Hz 以內라면 音聲送信機의 周波數偏差는 ±1KHz가 됨으로 兩發振器가 다 同一한 程度의 安定度로 足하게 되며 4.5MHz에 對한 偏差의 規定이 追加되었다고 해서 發振器의 安定度를 向上시킬 必要가 없다.

이와같이 電子回路를 使用함으로서 兩搬送周波數差를 4.5MHz±1KHz 以內로 維持하는 것은 容易하게 할수있으나 回路가 複雜해지는 欠點이 있다. 最近의 水晶發振器의 技術進步는 눈부시며 映像, 音聲兩發振器에 獨立的으로 水晶發振器를 使用하여도 兩搬送波의 周波數差를 4.5MHz로 一定하게 維持하는 것이 可能케 되었다

(6) 映像變調器의 크람프回路

通常 TV送信機의 映像變調器에서 2~3段에 걸쳐서 페데스털·크람프 回路가 使用되고 있으므로 칼라 TV信號를 傳送하는데는 이크람프 回路의 特性에 關해서 充分히 考慮할 必要가 있다 卽 페데스털·레벨에 重疊된 3.58MHz의 칼라 버어스트의 振幅 및 位相에 變化를 일으키지 않은 回路가 必要하다.

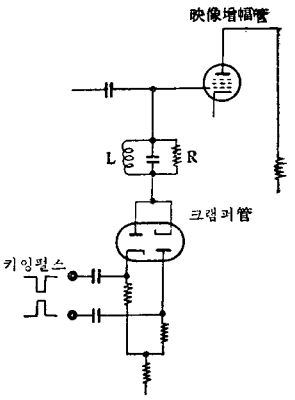


그림 13. 映像變調器의소프트 크램프回路

그림 13에 代表的인 回로를 表示한다. 이런 回路를 "clamp softing"이라고 하며 clamper管과 映像增幅管과의 사이에 L, R,C의 並列回路를 挿入하여 3.58MHz 付近에서 並列同調시켜서 높은 임피이던스로하여 페데스 털·레벨에 重疊된

칼라·버어스트의 振幅및 位相에 變化가 生기지 않게 하고 또한 直流分을 包含한 低周波分에 對해서는 充分히 낮은 임피이던스가 되게 페데스털 크람프를 行하고 있다.

(7) VSB(Vestigial Side-Band) 필터의 칼라 特性

黑白信號를 傳送하는 境遇의 VSB 필터의 下側 帶波特性은 1.25MHz 以上의 周波數에서 −20dB 以上으로 規定되어 있을 뿐이다. 그러나 칼라 TV信號를 放送하는 境遇에는 色副搬送周波數 3.58MHz가 있으므로 當然히 3.58MHz의 下側帶波에 不必要한 放射가 生겨 他채널에 妨害를 주는 境遇가 있다.

따라서 標準칼라·TV放送機로서는 200KHz의 側帶波와 比較해서 3.58MHz의 下側帶波成分은 送信出力으로서 −42dB 以下가 되도록 規定되어 있다. 現在 實用化되고 있는 VSB 필터는 그림14와 같은 等價回路의 것으로서 各各 Notch 周波數를 $f_V-1.4$MHz, $f_V-2.1$MHz, $f_V-3.9$MHz로 함으로써 −3.58MHz의 特性에서 約 −38dB 以下의 性能을 얻으며 남어지의 數 dB의 減衰는 放送機終段 力增幅帶域에 依해서 充分히 減衰시킨다. 그림 15는 代表的인 VSB 필터 性能의 實測値이다.

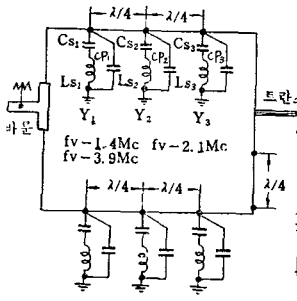


그림 14. SVB 필터의 等價回路

2. 칼라 TV 信號傳送의 問題點

칼라 TV 信號 傳送은 長距離短距離를 막론하고 마이크로波中繼에 依한 傳送이 가장 널리 使用되나 一部短距離의 ST link에는 同軸케이블에 依한 傳送도 하고있다.

칼라 TV信號는 輝度信號, 色信號 및 칼라 버어스트가 重疊된 複雜한 信號임으로 輝度信號만으로 된 黑白 TV 信號를 傳送할 때 보다는 훨씬 嚴格하게 無歪曲傳送條件을 지켜야 하며 여기서는 다음 事項을 中心으로 考察하기로 한다

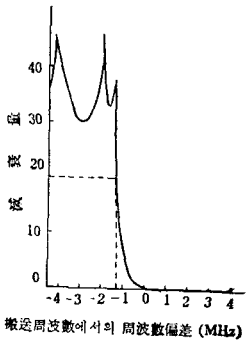


그림 15. VSB 필터의 特性

(1) 周波數特性

黑白映像信號에서는 높은 周波數成分이 적으므로 高周波에 있어서의 特性劣化는 解像度를 漸次的으로 劣化시킴 뿐이나 칼라 信號의 境遇에는 그림 16과 같이 3.58MHz의 副搬送波에 色度信號가 실려 있으므로 色度成分이 映像周波數帶域에서 高周波側에 모여 있음으로 高周波 特性의 低下는 곧 色飽和度의 低下가 됨으로 눈에 띄게 된다.

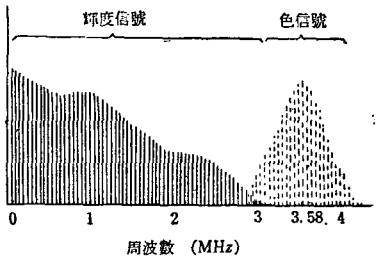


그림 16. 칼라 TV信號의 周波數分布

日本 電電公社의 칼라 TV 傳送回路規格을 紹介하면 그림 17(b)와 같으며 同圖(a)의 黑白 TV用規格보다 高周波에 있어서의 特性이 嚴格함을 알 수 있다.

(2) 信號對 雜音比

칼라 TV에서는 前述한 바와같이 色信號成分이 高周波帶에 모여있다. 이 周波帶의 雜音은

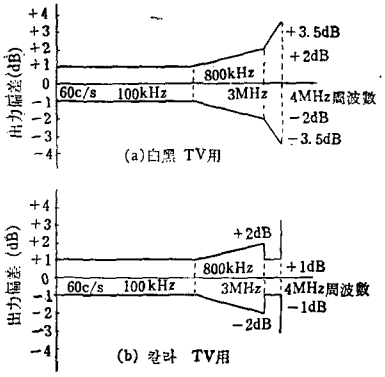


그림 17 텔레비전傳送回路周波數特性規格

黑白 TV의 境遇에는 그렇게 問題가 되지않으나 칼라 TV의 경우에는 色의 亂雜으로 나타난다.

따라서 여러가지 周波數成分으로된 雜音이 있는 境遇의 雜音評價曲線은 그림 18과 같이 되게 한다.

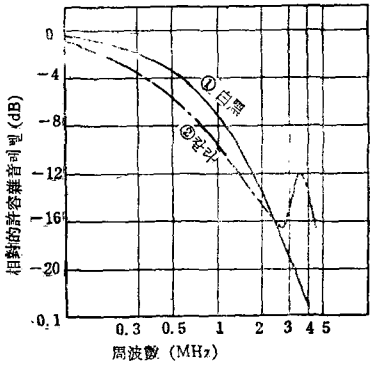


그림 18. 雜音評價曲線

(3) 微分利得(Differential Gain : DG)

이것은 黑白TV에서는 거이 問題가 되지 않는 量이나 칼라 TV信號에서는 매우 重要한 量이다 卽 輝度信號레벨의 變化에 따라서 DG特性에 依해서 副搬送波의 振幅이 正規値로부터 벗어나게 되므로 輝度에 따라서 色의 飽和度가 變한다. 이와 같이 輝度信號에 重疊되어 있는 副搬送波의 振幅이 正規値로부터 벗어나는 程度를 %로 나타낸다. 이값은 輝度信號의 黑레벨로부터 白레벨까지의 範圍에서 10%以內가 아니면 忠實한 色의 傳送이 되지 않는다.

비디오增幅器에서는 動作點이 달라짐에 따라 그 利得도 變함으로 DG가 나빠진다. 그러나 FM傳送路에서는 輝度信號레벨을 움직이게 한다는 것은 瞬間瞬間 搬送周波數를 變化시키는 것으로 生覺할수 있다. 따라서 FM區間의 振幅特性과 位相特性에 依해서 DG의 劣化가 생기나 理論解析에 依하면 DG의 劣化는 近似的으로 傳送路振幅特性의 3次以上의 成分에 依해서 생기며 振幅特性의 1次및 2次傾斜는 影響을 주지 않는다

(4) 微分位相(Differential Phase : DP)

비디오增幅器에서는 輝度信號레벨의 變化에 依해서 副搬送波의 位相이 變하는 것은 작으므로 DP는 一般的으로 極히 작다. 그러나 FM 傳送路에서는 輝度信號레벨에 依해서 動作點의 周波數가 變하며 傳送路를 通過하는 時間이 달르므로 DP를 일으키는 率이크다. 이率은 近似的으로 FM傳送路의 遲延特性을 그대로 置換한 것과 같다.

DP特性이 劣化되면 칼라·버어스트의 基準位相과 色副搬波와의 사이의 位相關係가 變하여 色의 Tone이 달라진다. 따라서 忠實한 色信號의 傳送을 할려면 DP의 變化가 輝度信號의 全域에서 5°以內에 있어야 한다. 다시 말하면 遲延時間差가 帶域內에서 約 5mμs 以內이어야 한다.

(5) 칼라 TV信號의 마이크로波傳送

마이크로波에 依한 칼라 TV信號傳送에는 通常FM方式을 使用한다. 칼라 TV信號의 傳送에서 問題가 되는 것은 FM 傳送路의 直線歪曲을 일으키는 DG 및 DP이다. DG 및 DP는 다음式으로 表示된다. 卽

$$DG=\frac{a(\omega,p)-a(\omega_0,p)}{a(\omega_0,p)}\times 100(\%)$$

$$DP\fallingdotseq p[\tau(\omega)-\tau(\omega_0)]$$

但 a=入力과 出力의 角周波數偏移의 比

p=變調信號의 角周波數

$\tau(\omega)$=群遲延特性

ω_0=基準角周波數

ω=動作角周波數

DG 및 DP를 작게하기 爲하여 等化器를 使用하거나 칼라 TV 信號에 適當한 emphasis를 加하여 이들의 影響을 輕減시키는 方法을 使用하기도 한다.

實際의 엠퍼시스量은 엠퍼시스에 依한 SNR劣

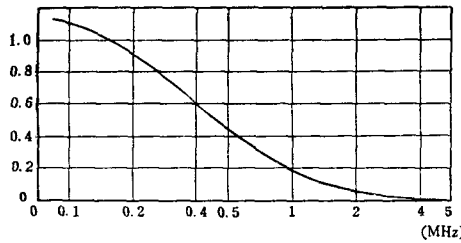


그림 19. Color TV FM 傳送에 있어서의 Emphasis 特性의 一例

化와의 妥協點에 依해서 定한다. 엠퍼시스量의 一例를 들면 그림19와 같다.

(6) 칼라 TV信號의 有線傳送

칼라 TV 信號의 有線傳送方式에서는 Video pair cable과 同軸케이블을 使用할 수 있으나 最近에는 同軸케이블을 主로 使用한다.

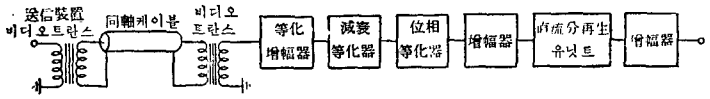


그림 20. 同軸비디오方式系統圖

$$DP=\frac{-|\mu\beta|\sin\theta}{1-2|\mu\beta|\cos\theta+|\mu\beta^2}\,dg\times 100[\%]$$

但 $|\mu\beta|$=還送比

θ=還送比의 位相

dg=無歸還利得微分

上記式을 보면 알수 있는 바와같이 回路의 非

有線傳送은 마이크로波中繼回線의 端局과 TV스튜디오間이나 TV스튜디오와 送信所間等의 短距離(約 10km까지) 傳送인 境遇에 使用된다.

元來 同軸케이블은 低周波의 漏話特性이 좋지 않고 地電流等으로 因한 雜音誘導를 받기 쉬우므로 從來에는 video pair cable(平衡形)을 使用했다. 그러나 同軸케이블의 送受信端에 그림 20과 같이 廣帶域의 비디오變成器를 挿入하여 케이블을 非接地로 使用하고 그림과 21과 같은 縱電流阻止코일을 使用 함으로서 雜音의 誘導等을 防止할 수 있으며 또한 同軸 케이블의 損失은 이것과 同一한 外導體徑을 갖인 video pair cable의 損失의 約 1/2이 됨으로 現在는 video pair cable은 거이 使用되지 않고 마이크로波와 同軸비디오·케이블이 사용된다. 受信裝置에는 비디오變成器外에 振幅等化, 位相等化 直流分再生裝置를 具備하고 비디오信號의 減衰歪曲, 位相歪曲을 補正하도록 되있다. DG 및 DP時性은 VSB 方式을 使用함으로써 傳送路의 直線歪曲(linear distortion)에서 오는 問題를 輕減시킴수 있으나 增幅器의 歸還特性에 依해서 생기는 點이 問題가 된다. 卽

$$DG=\frac{1-\mu\beta\cos\theta}{1-2|\mu\beta|\cos\theta+|\mu\beta|^2}\,dg\times 100[\%]$$

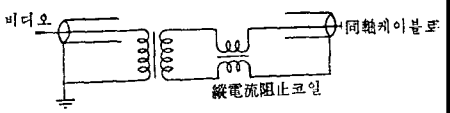


그림 21. 縱電流阻止回路

直線性에 依해서 生기는 DG는 歸還에 依해서 改善된다. DP는 歸還에 依한 θ에 依해서 도리어 劣化된다. 따라서 DP가 너무 劣化되지 않게 DG를 改善시키는 歸還을 걸어야 한다.