제2장

아날로그 TV 표준방식과 NTSC방식

EBS

■ TV 채널

1. TV채널주파수 할당표

⇨

① 우리나라의 TV방식은 미국식 NTSC방식을 그대로 채택하고 있으며, TV주파수 할당도 미국의 채널주파수 할당표와 동일하다.

② 채널2번에서 채널83번까지 각 채널은 6MHz로 할당되어 있는데 표2-1과 같이 채널6번과 채널7번사이 및 채널13번과 채널14번 사이의 주파수는 통신용 또는 FM 용도로 할당되어 있다.

③ 채널13번까지는 VHF대역(30MHz-300MHz)에 해당하며, 채널14번부터는 UHF대역(300MHz-3000MHz)에 해당한다.

[표2-1. TV채널과 주파수대역]

채널 번호	주파수대역 (a-b)	영상 반송파(b)	음성 반송파	채널 번호	주파수대역 (a-b)	영상 반송파(b)	음성 반송파
2	54-60	a+1.25	b+4.5	13	210-216	a+1.25	b+4.5
3	60-66	〃	〃	14	470-476	〃	〃
6	82-88	〃	〃	83	884-890	〃	〃
7	174-180	〃	〃				

2. EBS 지상파 TV 채널주파수 대역은?

⇨ 남산에서 송신하는 EBS 지상파 TV는 채널 13번이므로 주파수대역은 210MHz에서 216MHz이다. 따라서 영상 반송파는 211.25MHz가 되며, 음성반송파는 영상반송파로부터 4.5MHz떨어져 있으므로 215.75MHz가 된다.

■ 아날로그 TV표준방식

EIA(Electronic Industries Association)는 미국의 Washington DC에 본부를 두고 있는 전자 산업 연합으로 통신 조건의 표준화를 위해 만들어진 전자 제품 생산업자들의 모임을 말한다. 직렬 통신 장치 사이의 연결을 위하여 사용되는 RS-232-C에 대한 표준은 EIA의 대표적인 업적이다. 또한 이들에 의해 제정된 통신전송방식을 말하기도 한다. 자세한 사항은 하단을 참조

(일반적으로 NTSC, PAL, SECAM은 컬러에서의 전송방식이며, EIA와 CCIR은 흑백에서의 전송방식이다. 각 국가별로 채택한 방식이 다르다. EIA와 CCIR의 국가별 차이는 추후에 업데이트할 예정임.)

(한국하니웰 기술연구소 제공-EIA와 CCIR의 비교)

1. EIA와 CCIR이란?

- EIA : Electronic Industries Association
- CCIR : Comite Consultatif International des Radio Communications 영어로는 International Radio Consultative Committee라고 함 EIA와 CCIR은 각각 흑백TV의 Video Signal을 정의한 단체의 이름으로 TV의 Video Signal은 각기 그 방식을 정한 단체의 이름을 따고 있음.

2. 두 방식의 주요한 차이

- 1개의 frame을 이루는 주사선 수의 차이
- 전원 주파수의 차이

3. TV

- TV화면은 화면의 위로부터 수평으로 주사된 선들로 이루어지는데, 이 주사선을 주사하는 방식에 따라 순차주사 방식과 비월주사 방식으로 구분합니다. 일반적인 TV는 비월주사 방식을 사용하고 있으며, 이는 위로 부터 순차적으로 주사하지 않고, 한line씩 걸러 주사하고 다시 위로 올라가 걸러졌던 line을 주사하는 방식을 말합니다. 이 한화면을 이루는 것을 frame이라고 하며 바로 이 frame이 TV화면의 기본 단위가 됩니다. 1개의 frame을 두개의 field로 구성되어있으며, 이 field는 한 line씩 걸러서 주사되어 내려온 반개의 화면이 됩니다. 이 field의 시작 시점을 알려주는 것을 동기라고 합니다.

4. 주사선수의 차이

- 위 1번의 두 단체에서는 각기 1개의 frame을 이루는 주사선수를 다르게 정의하고 있습니다. EIA에서는 1개의 frame을 이루는 주사선수를 525lines (1field = 262lines)으로 정의하였으며, CCIR에서는 625lines (1field = 312lines)로 정의하였습니다. 즉, 한개의 화면을 이루기 위해 EIA방식에서는 525lines의 주사선이 필요하고, CCIR방식에서는 625lines의 주사선이 필요합니다. 따라서 주사선이 많은 CCIR방식의 해상도가 EIA보

다 높아, 화면이 더욱 깨끗하고 선명하게 보입니다.

5. 전원 주파수의 차이

- 먼저, 각 지역의 전원 주파수를 보면, EIA방식인 한국을 비롯한 북미지역은 60Hz이며, CCIR방식인 서유럽 등의 지역은 50Hz입니다. TV에서는 전원주파수에 연동하여 위 3번에서 이야기한 동기를 맞추어 주는데, 이는 전원 주파수에 실리는 진동(주파수 = 1/진동)을 동기신호로 사용함을 말합니다. 다시 말하면, EIA지역에서는 1초에 60번의 진동이 생기고 CCIR지역에서는 1초에 50번의 진동이 생기는데, 이 전원주파수의 진동을 각 field의 시작지점으로 지정하여 주는 것을 말합니다. 따라서 EIA방식에서는 1초에 60개의 field (30개의 frame)가 생기며, CCIR방식에서는 1초에 50개의 field (25개의 frame)가 생기게 됩니다. 이에 맞추어 EIA에서는 1field를 1/60초 (1frame = 1/30초)로, CCIR에서는 1field를 1/50초 (1frame = 1/25초)로 정하게 된 것입니다. 따라서 EIA방식에서는 1/30동안 525lines의 주사선을 쏘아주어 1개의 화면을 구성하고, CCIR방식에서는 1/25초 동안 625lines의 주사선을 쏘아 1개의 화면을 구성합니다. 이를 요약하면, 각 방식에 있어서의 전원 주파수의 차이는 지역적인 특성이며, 각 방식에서는 이 전원 주파수를 동기신호로 이용하고 있는 것입니다.

1. NTSC방식

⇨ NTSC(National Television System Committee) 미국 TV규격 위원회. 1940년 초에 미국 방송계가 설립했던 기술단체.

① 1953년 미국에서 컬러TV표준방식으로 채택한 방식으로 EIA 흑백방식과 양립성을 기하면서 기존의 6MHz주파수대역내에 칼라신호를 수용하기 위한 방식이다.

② R,G,B의 3원색 신호로부터 휘도신호를 만들어 내고 3색신호에서 I, Q라는 색도신호를 만들어 내어 이를 직교변조시켜 합성하고 이 색도신호를 휘도신호와 합성하여 컴포지트 영상신호를 만들어내는 방식이다.

2. PAL방식

⇨ PAL(Phase Alternation by Line) 유럽과 전세계에서 널리 사용되는 컬러코딩 시스템

① 초당 25프레임과 프레임당 수직주사선이 625라인으로 해상도가 높다.

② 전송로에서 생기는 위상왜곡이 영향을 받지 않으나 흑백수상기로 시청할 수 없다는 단점이 있다.

③ NTSC와 가장 다른 점은 2개의 색신호 중에 한쪽의 위상을 주사선마다

180도 반전시키고 있다는 것이다. 즉, (B-Y) 신호는 90도의 위상으로 고정, (R-Y)신호의 쪽은 주사선마다 0도와 180도로 위상을 반전해서 보내고, 수상기는 1라인 지연선(약 64ns)을 사용하여 색반송파 성분을 시간적으로 연달아 2라인의 주사선에 대하여 평균한다. 이와 같이 하면 전송 시스템에서 색 신호의 위상 왜곡은 주사선마다 상쇄되기 때문에 위상관리는 NTSC에 비해 용이하게 된다. 따라서 전송계에서 생기는 색부반송파의 위상 일그러짐은 상쇄되어 감소한다. 즉 색상 변화가 없다.

3. SECAM방식

⇨ SECAM(Systems Equential Couleur A Memoire)방식은 프랑스가 개발한 컬러TV 방식.

① SECAM 방식은 소련을 비롯한 동유럽국과 일부 중남미 국가에서 표준으로 채택하고 있다.

② 주사선마다 색차신호를 순차방식으로 색부반송파로 FM변조하여 전송하고 1라인 메모리기술로 복원하는 TV표준방식이다.

③ 주파수와 진폭에 따른 영상의 일그러짐을 없지만 수직방향의 해상도가 떨어진다.

④ 전송계에서 생기는 일그러짐의 영향이 적고, 수상기의 색조정이 필요없다. 그러나 무채색에 대해서도 색부반송파의 진폭이 0이 되지 않기 때문에 색부반송파에 의한 방해(점상 노이즈)가 눈에 띄기 쉽다.

■ NTSC방식의 기초

1. 영상신호의 최고주파수는?

⇨ NTSC방식은 초당 프레임수가 30매이고 프레임당 525라인을 채택하므로 영상신호의 최고주파수는 4.2MHz이다.

① 주파수란 초당 사이클수를 말한다.

② 따라서 초당 30x525 = 15750라인이 발생한다. 이것이 수평주파수이다.

③ 수직과 수평 화면비는 3:4 이다.

④ 화소는 정사각형화소(square화소)이므로 라인(주사선)당 525x4/3 = 700개가 되는 샘이다.

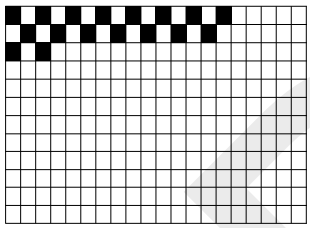

그림2-1. 화소

⑤ 그림 2-1과 같이 화소 각각이 흑과 백으로 바뀔 때 그 때 영상신호가 최대주파수가 된다. 흑이나 백은 2개의 화소마다 나타난다.

⑥ 따라서 영상신호의 최대주파수는 각 화소가 흑백으로 바뀔 때이므로 초당 프레임수 x 프레임당 라인수 x 수평라인(하나의 주사선)당 화소수 / 2로 계산하면 된다. 그 결과 5,512,500Hz가 나온다.

⑦ 순수영상신호는 수평동기기간과 수직동기기간에는 실리지 않으므로 이 기간을 제외하여야 한다.

- 수직동기기간은 한 프레임당 42라인이며, 수평동기기간은 한 라인당 11.2μs이므로 라인당 실제 그림(active line)은 63.5μs의 82.3%가 된다.

⑧ 따라서 계산방식은 초당 프레임수 x (525-42) x 0.823 x 한 주사선당 화소수 /2 = 4,173,844(Hz) ≒ 4.2 MHz가 된다.

2. 영상신호의 변조는 진폭변조 잔류측파대방식을 채택함

1) 영상신호를 진폭변조(AM)하는 이유

① 진폭변조는 측파대가 2개 발생하며, 주파수변조는 측파대가 무수히 존재한다.

② 영상신호는 최대주파수가 4.2MHz이므로 주파수변조 할 경우 채널대역폭이 대단히 크게 요구되므로 진폭변조를 행한다.

2) 잔류측파대방식을 채택하는 이유

① 양측파대를 이용할 경우 8.4MHz가 소요되며, 단측파대를 이용할 경우는 4.2MHz가 소요된다.

② 영상신호의 최대주파수 계산에서 살펴보았다시피 각 화소가 흑백으로 반전될 경우는 최고 높은주파수가 되고, 화소의 밝기가 거의 같을 때에는 낮은 주파수가 된다.

③ 단측파대의 경우 이상적인 필터가 없으므로 반송파주변이 훼손이 된다. 이는 저주파영상의 손실을 의미한다.

④ 즉, 낮은 주파수 성분이 훼손된다면 화질의 손상이 뚜렷하므로 저주파영상의 훼손을 막기 위해 1.25MHz까지의 영상을 하측파대에 두는 방식을 채택한다. (참조. 그림2-3)

⑤ 수상기에서 중복된 1.25MHz까지의 영상을 제거하는 방식을 채택하고 있다.

3. 영상신호는 부변조됨

송신하고자 하는 영상신호는 동기신호와 순수 영상신호로 구성된 합성영상신호(Composite Video)이다. **동기편에서 설명하겠지만** 동기신호에 문제가 발생하면 화면을 정상으로 재생하기 어려우므로 영상신호 그 자체보다 동기신호의 보호를 중요시한다. 따라서 우리가 통상 보는 영상신호를 거꾸로 하여, 즉 동기신호가 위로 가고 영상신호가 아래로 내려오는 방식으로 하여 변조를 한다. 이를 부변조방식이라고 한다.

따라서 영상신호가 크면 과변조가 되므로 영상신호의 화이트레벨을 클리핑시키고 있는 이유가 이 때문이다.

4. 음성신호는 주파수변조를 행함

1) 음성신호를 주파수변조(FM)하는 이유

① 영상신호와의 분리를 쉽게 하기 위해서 FM을 채택한다.

② 주파수대역폭은 상하 측파대 개수에 따라 정해진다.

③ 측파대개수는 주파수편이에 따라 정해지므로 최대 주파수편이를 엄밀하게 ±25kHz로 제한하고 있다.

2) 음성변조파의 주파수대역폭과 최대주파수편이

① 변조지수(mf) : 최대주파수편이(Δf)/신호주파수(fs)

주파수대역폭(B) = 2*n*fs 여기서 n ; 한쪽 측파대 수

※최대주파수편이란 주파수변조에서 주파수가 변화하는 변화분의 최대치

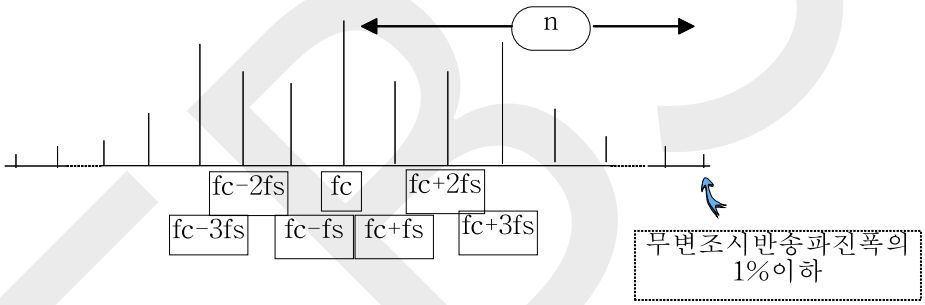

그림2-2. FM변조시대역폭(측파대수)

② 무변조시 반송파진폭의 1%이하의 고조파를 무시한 경우의 측파대수

변조지수(mf)	측파대 수(n)
1~2	mf + 2
3~8	mf + 3
9~20	mf + 4
21 이상	mf + 5

③ 음성최저주파수와 최고주파수에서의 측파대수와 대역폭

Δf = ±25kHz, 신호주파수(fs) = 30~15000(Hz)일 경우

- fs = 30(Hz)인 경우

  mf = Δf/fs = 25000/30 ≒ 833, n = mf + 5 = 838

  B = 2*n*fs = 2*838*30 = 50280(Hz) ≒ 50kHz

- fs = 15000(Hz)인 경우

  mf = Δf/fs = 25000/15000 ≒ 2, n = mf + 2 = 4

  B = 2*n*fs = 2*4*15000 = 120000(Hz) = 120kHz

따라서 음성신호의 최대주파수대역폭을 120kHz로 잡아두면 이상적이다.

5. 음성반송파 송신출력은 영상반송파의 1/4로 한다.

⇨ 음성신호는 각 채널 영상반송파를 기준으로 하여 4.5MHz 높은 주파수를 변조하는데 수상측에서도 이와 같이 각 채널 영상반송파를 기준으로 4.5MHz 높은 주파수를 만들어 내어 음성신호를 복조한다. 이러한 방식을 인터케리어방식이라 한다.

① 주파수스펙트럼과 측파대 진폭의 크기

- 신호주파수를 15kHz로 일정하게 하고 변조지수를 점차 크게할 때 변조지수(mf)가 0.2에서는 측파대가 AM과 동일하게 되며, 변조지수가 2.4에서는 측파대의 진폭은 커지고 반송파의 진폭은 0이 된다.

② 따라서 영상반송파가 제대로 나오지 않으면 음성반송파를 만들기 힘들다. 이는 영상신호가 과변조되면 음성신호가 제대로 복조되지 않고 발진음이 발생한다.

③ 채널주파수대역과 음성주파수대역의 관계

- 아래 그림에서 보다시피 음성대역을 충분히 잡아 놓았다.

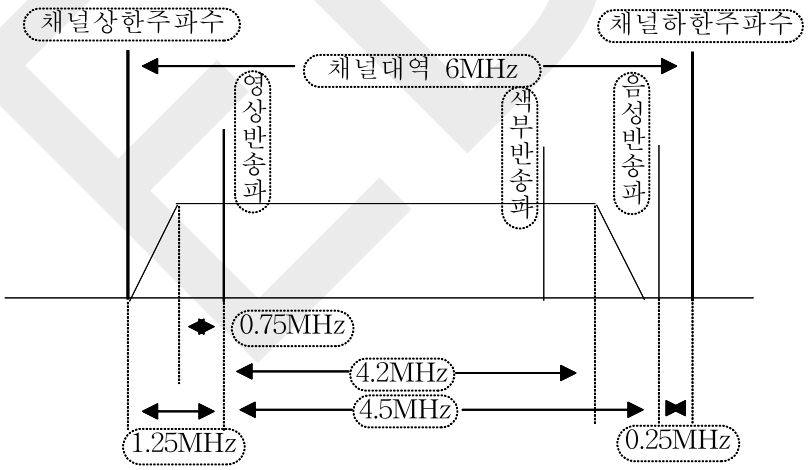

그림2-3. 채널대역폭과 음성대역

6. 컴포지트와 컴포넌트 영상신호

⇨ 그림2-4는 R, G, B 영상신호가 입력되어 컴포지트 영상신호가 만들어지기까지의 개략적인 도면이다.

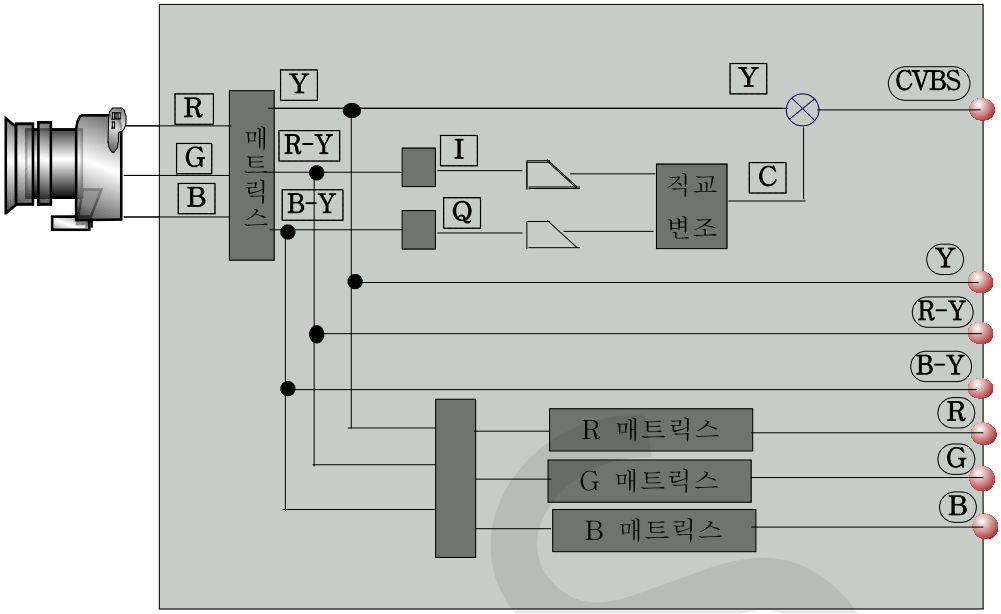

그림2-4. 영상신호의 계통도

1) 컴포지트 영상신호

① R, G, B 영상신호가 합해져 하나의 영상신호가 된 상태, 또한 휘도신호(Y)와 색차신호(R-Y, B-Y)신호가 합쳐진 신호(엄밀히 말해 휘도신호와 반송색신호가 합쳐진 신호)를 컴포지트 영상신호(CVBS)라 한다. 이 신호가 편집이나 송출로 입력된다.

② 컴포지트 영상신호는 동기신호가 실려있다.

2) 컴포넌트 영상신호

① 컴포지트 영상신호를 만들기 위한 기본이 되는 하나 하나의 신호를 컴포넌트 영상신호라 한다. 즉, R, G, B신호와 Y, R-Y, B-Y를 컴포넌트 영상신호라 한다.

② R, G, B 컴포넌트신호는 크로마 장비나 편집장비의 입력으로 사용된다. 크로마장비 입력신호로는 컴포지트신호나 R, G, B 컴포넌트신호나 Y, R-Y, B-Y 컴포넌트 신호 어떤 것도 가능할 수 있으나 통상은 R, G, B 컴포넌트신호를 사용한다.

③ Y, R-Y, B-Y 컴포넌트신호를 입력으로 하는 장비는 거의 없다. 그러나 1/2인치 녹화기(VCR)에서는 휘도신호와 색신호를 따로 녹화하는 방식을 취하므로 컴포지트 영상신호가 입력되어도 Y, R-Y, B-Y 컴포넌트신호로 바꾸어 녹화한다.

- PAL 방식의 색차신호는 Y, R-Y, B-Y 단어 대신 Y, U, V 단어를 사용한다.
- 디지털방식에서의 색차신호는 Y, Cr, Cb 단어를 사용한다.
- MPEG-2에서 영상신호를 압축할 때 휘도신호와 색차신호를 나누어 압축하므로 색차신호란 말이 많이 등장한다.

④ 주조에서는 영상신호와 음성신호가 합쳐져서 송출되므로 이 합쳐진 신호를 컴포지트신호라 하고 영상신호와 음성신호 각각을 컴포넌트신호라 한다. 즉, 목표로 하는 궁극적인 하나의 신호를 컴포지트 신호라 하고 그 컴포지트 신호를 구성하는 하나 하나의 신호를 컴포넌트 신호라 한다.

7. 컴포지트 영상신호를 만들자.

⇨ 영상신호의 대역을 줄이기 위한 방안으로 하나의 영상신호를 만드는데 이 신호를 컴포지트 영상신호라 한다.

1) 수상기에서 필요로 하는 신호는 흑백수상기는 Y신호, 칼라수상기는 R, G, B신호이다.

① 우리 가정에 있는 수상기가 필요로 하는 영상신호는 R, G, B신호이다. 그리고 카메라에서 픽업해 내는 신호도 R, G, B신호이다.

② 흑백TV와의 양립성을 기하기 위해 휘도신호를 따로 송출해야 한다.

③ 휘도신호와 R, G, B신호를 보낸다면 4개의 영상신호를 전송해야 한다. 따라서 4.2MHz(영상신호최고주파수) x 4(개) = 16.8MHz라는 넓은 대역이 필요하게 된다.

④ R, G, B신호에서 두 개의 색차신호를 만들고 이를 33도 위상 천이하여 I, Q신호를 만들어 1.5MHz, 0.5MHz로 주파수 대역제한을 시킨후 평형변조기를 거쳐 반송색신호로 하나의 신호를 만들어 휘도신호와 합성한다.

⑤ 수상기에서는 합성된 컴포지트 영상신호에서 R, G, B신호를 만들어 낸다.

2) 휘도신호(Y)를 만들자.

흑백촬상관으로 흰화면을 잡았을 때 그 출력전압을 1(V), 흑백화면을 잡았을 때 그 출력을 0(V)로 할 때, 100%포화된 R, G, B화면을 잡았을 때

그 출력이 각각 0.30(V), 0.59(V), 0.11(V)가 나왔다. 이 신호의 크기는 100%포화된 R, G, B화면을 눈으로 보았을 때 그 밝기와 유사하였다. 따라서 R, G, B 신호를 Matrix회로를 이용하여 합성하여 Ey = 0.30Er + 0.59Eg + 0.11Eb로 설정하였다.

- 각 색의 휘도신호 크기는 다음과 같이 구해진다.
  (R, G, B 출력전압 Er, Eg, Eb을 각각 1(V)로 하자.)
  - 적색의 경우(Er=1, Eg=Eb=0)
    Ey = 0.30Er + 0.59Eg + 0.11Eb = 0.30(V)
  - 녹색의 경우(Eg=1, Er=Eb=0)
    Ey = 0.30Er + 0.59Eg + 0.11Eb = 0.59(V)
  - 청색의 경우(Eb=1, Er=Eg=0)
    Ey = 0.30Er + 0.59Eg + 0.11Eb = 0.11(V)
  - 황색의 경우(Er=Eg=1, Eb=0)
    Ey = 0.30Er + 0.59Eg + 0.11Eb = 0.89(V)
  - 시안의 경우(Eg=Eb=1, Er=0)
    Ey = 0.30Er + 0.59Eg + 0.11Eb = 0.70(V)
  - 마젠타의 경우(Er=Eb=1, Eg=0)
    Ey = 0.30Er + 0.59Eg + 0.11Eb = 0.41(V)
  - 흰색의 경우(Er=Eg=Eb=1)
    Ey = 0.30Er + 0.59Eg + 0.11Eb = 1(V)
  - 흑색의 경우(Er=Eg=Eb=0)
    Ey = 0.30Er + 0.59Eg + 0.11Eb = 0(V)

3) 색차신호를 만들자.(대역폭을 줄이자)

① 1단계 R, G, B신호를 R-Y, B-Y 색차신호로 만든다.(개수를 줄인다)

- 송출해야 하는 휘도신호(Y)는 R, G, B를 적절한 비율로 합성한 것이므로 R-Y, B-Y 색차신호와 함께 송출하면, 수상기에서 R, G, B신호를 만들어낼 수가 있다.
- Y, R-Y, B-Y신호를 그대로 송신한다면 4개의 신호를 보내는 것에 비해 하나가 줄어든 상태 즉, 3개이지만 그래도 12.6MHz의 대역이 필요하게 된다.

② 색차신호의 의미와 색의 표현

- 색차신호는 색을 표현하는 벡터축상의 기본이다.
  - 각 색의 크로마레벨은 두 색차신호의 벡타합으로 구한다.

- 각 색의 색상은 두 색차신호의 벡타 위상차로 표현한다.

③ 각 색의 색차신호의 크기

• 적색의 경우(Er=1, Eg=Eb=0)

Er - Ey = 1 - (0.30*1 + 0.59*0 + 0.11*0) = 0.70(V)

Eb - Ey = 0 - (0.30*1 + 0.59*0 + 0.11*0) = -0.30(V)

• 녹색의 경우(Eg=1, Er=Eb=0)

Er - Ey = 0 - (0.30*0 + 0.59*1 + 0.11*0) = -0.59(V)

Eb - Ey = 0 - (0.30*0 + 0.59*1 + 0.11*0) = -0.59(V)

• 청색의 경우(Eb=1, Er=Eg=0)

Er - Ey = 0 - (0.30*0 + 0.59*0 + 0.11*1) = -0.11(V)

Eb - Ey = 1 - (0.30*0 + 0.59*0 + 0.11*1) = 0.89(V)

• 황색의 경우(Er=Eg=1, Eb=0)

Er - Ey = 1 - (0.30*1 + 0.59*1 + 0.11*0) = 0.11(V)

Eb - Ey = 0 - (0.30*1 + 0.59*1 + 0.11*0) = -0.89(V)

• 시안의 경우(Eg=Eb=1, Er=0)

Er - Ey = 0 - (0.30*0 + 0.59*1 + 0.11*1) = -0.70(V)

Eb - Ey = 1 - (0.30*0 + 0.59*1 + 0.11*1) = 0.30(V)

• 마젠타의 경우(Er=Eb=1, Eg=0)

Er - Ey = 1 - (0.30*1 + 0.59*0 + 0.11*1) = 0.59(V)

Eb - Ey = 1 - (0.30*1 + 0.59*0 + 0.11*1) = 0.59(V)

④ 100% 포화된 각 색의 chroma level과 chroma phase

- 각 색의 chroma level은 두 색차신호의 벡타 합으로 나타낸다.
- 각 색의 chroma phase는 두 색차신호의 벡타합에 따른 R-Y축과의 위상차이이다.
- Chroma Level 값
  - $R^2 = (+0.70)^2 + (-0.30)^2 \Rightarrow R = 0.76158$
  - $G^2 = (-0.59)^2 + (-0.59)^2 \Rightarrow G = 0.83433$
  - $B^2 = (-0.11)^2 + (+0.89)^2 \Rightarrow B = 0.89672$
  - $Y^2 = (+0.11)^2 + (-0.89)^2 \Rightarrow Y = 0.89672$
  - $C^2 = (-0.70)^2 + (+0.30)^2 \Rightarrow C = 0.76158$
  - $M^2 = (+0.59)^2 + (+0.59)^2 \Rightarrow M = 0.83433$

  단, 여기서 Y는 황색, C는 시안, M은 마젠타색을 의미한다.
- Chroma Phase(B-Y축 기준) 값

- R의 위상 = 90도 + $\tan^{-1}$(0.30/0.70) = 113도
- G의 위상 = 180도 + $\tan^{-1}$(0.59/0.59) = 225도
- B의 위상 = 360도 − $\tan^{-1}$(0.11/0.89) = 353도
- Y의 위상 = 180도 − $\tan^{-1}$(0.11/0.89) = 173도
- C의 위상 = 270도 + $\tan^{-1}$(0.30/0.70) = 293도
- M의 위상 = $\tan^{-1}$(0.59/0.59) = 45도

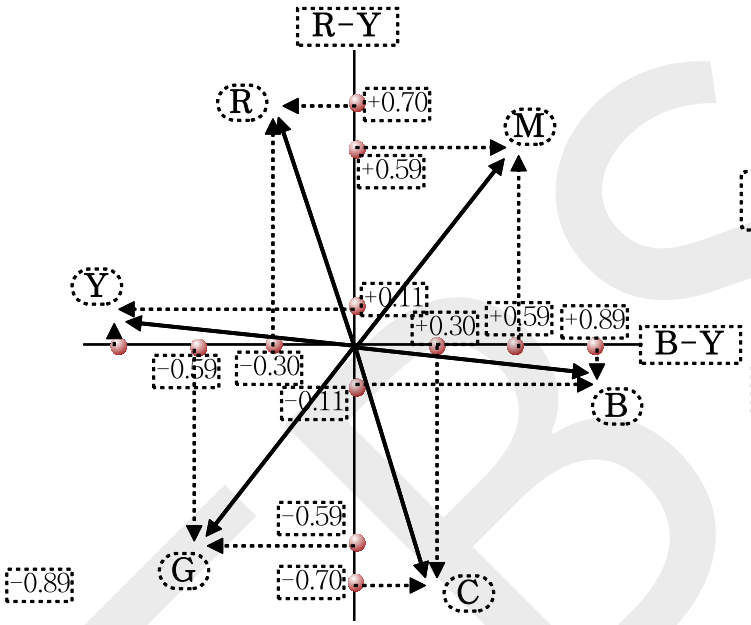

그림2-5. 수정안된 100% 포화색의 벡터도

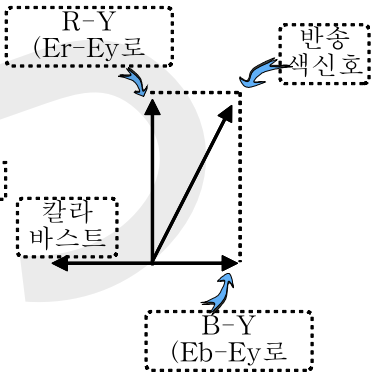

그림2-6.
평형(직교이상)변조

- 파형모니터상에 100% 포화된 각 색의 크기는 휘도신호에 각 색의 Chroma Level이 합쳐진 상태이므로 전압치로 나타내면 그림2-7과 같다.
  - 휘도신호에 두 색차신호가 변조된 반송색신호를 합한 신호이다.
  - 진폭변조를 행하므로 크로마가 휘도신호를 중심으로 상하로 나타난다.

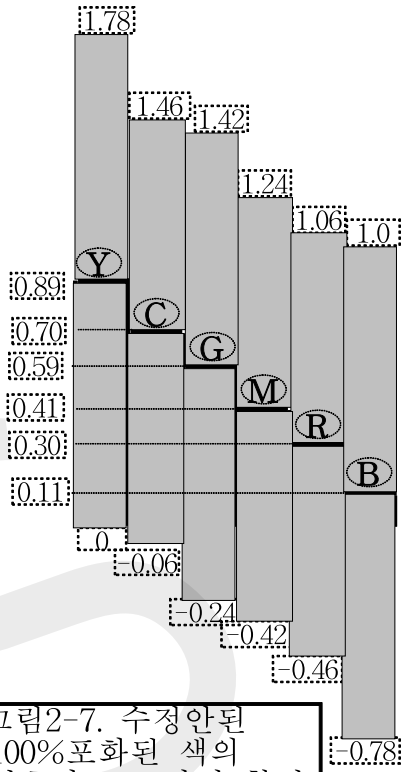

그림2-7. 수정안된 100%포화된 색의 휘도신호와 크로마의 합성

4) 색차신호를 수정하여야 한다.

① 색차신호를 평형변조하여 휘도신호와 묶으며 그림6)에서와 같이 황색의 크기는 1.78(V)까지 올라가며, 청색은 -0.78(V)까지 내려가므로 이와 같은 색을 전송하면 수상기에서 색을 재현해낼 수 없을 뿐만 아니라 과변조로 인하여 음성에 버즈음이 발생하게 된다. 따라서 (R-Y)색차신호를 1/1.14배로, 그리고 (B-Y)색차신호를 1/2.03배로 축소하여 색차신호를 수정하였다.

② 100% 포화된 색의 (R-Y)값과 (B-Y)값을 변경하므로 인하여 각 색의 Chroma Level과 Chroma Phase가 변하게 된다. 그 수정된 값은 위 식에 그대로 대입하여 계산하면 아래 표와 같다.

[표 2-2. 3원색과 보색의 값]

	휘도신호 Ey	수정된 색차신호		수정된 Chroma Level	Chroma Phase (B-Y)기준	
		Er-Ey	Eb-Ey		원색위상	수정된위상
R(적색)	0.30	+0.614	-0.148	0.632	113	103.5
G(녹색)	0.59	-0.518	-0.291	0.594	225	240.7
B(청색)	0.11	-0.096	+0.438	0.449	353	347.6
Y(황색)	0.89	+0.096	-0.438	0.449	173	167.6
C(시안색)	0.70	-0.614	+0.148	0.632	293	283.53
M(마젠타)	0.41	+0.518	+0.291	0.594	45	60.67

③ 표에서 보다시피 R, G, B 각 색의 Chroma Level은 그 보색의 Chroma Level과 동일하다.

5) 색차신호를 색도신호로 만든다.

① 두 개의 색차신호를 평형변조를 거쳐 하나의 반송색신호로 만들어 휘도신호 에너지대역내에 위치시켜 휘도신호에 간섭을 주지않기 위해서는 색차신호주파수대역을 제한할 필요가 있다.

② 사람의 눈은 색면적이 큰 그림에 대해서는 색상을 구분할 수 있으나, 색면적이 작아지면 점차 색구분을 못하고 밝기만을 느낄 뿐이다.

- 오렌지계통과 시안계통의 색에 대해서는 색감각이 높으나, 청색과 황색계통의 색에 대해서는 색감각이 낮다.

③ 색감각이 뛰어난 색도도상의 선상을 하나의 축 I(In phase)축으로 하고, 이와 90도를 이루는 축을 Q(Quadrature)축으로 한다.

④ I, Q축은 R-Y축과 B-Y축의 33도 반시계방향(33도앞선다)으로 잡고 있다.

⑤ I축상의 색은 색감각이 높은 축이므로 1.5MHz까지 색을 전송하고, Q축상의 색은 색감각이 낮으므로 0.5MHz까지만 색을 전송한다.

Ei=(Er-Ey/1.14)cos33-(Eb-Ey/2.03)sin33

Eq =(Er-Ey/1.14)sin33-(Eb-Ey/2.03)cos33

=0.74(Er-Ey)-0.27(Eb-Ey) =0.48(Er-Ey)+0.41(Eb-Ey)

=0.60Er-0.28Eg-0.32Eb =0.21Er-0.52Eg+0.31Eb

6) 반송색신호를 만들자

① 색차신호를 만들 때 이미 설명하였다시피 두 개의 색차신호를 하나로 묶기 위해 평형변조를 사용하고 있다.

② 변조를 행하기 위해서는 반송파가 필요한데 두 색차신호를 변조하기 위한 반송파를 색부반송파라 한다.

③ 두 색차신호의 반송파는 동일주파수를 사용하여 위상을 180도 차이를 두고 있다.

- 두 색차신호를 분리하기가 싶다.

④ 평형변조를 행하면 두 반송파가 상쇄되어 출력에는 나타나지 않는다.

⑤ 평형변조된 색 출력을 반송색신호라 한다.

⑥ 반송파를 전송하지 않는대신 수상기에서 색신호를 복조해야 하기 때문에 영상신호의 각 라인시작부분에 칼라바스트신호를 보낸다.

⑦ 칼라바스트신호에 색부반송파가 9주기 포함되고 있다.

7) 색부반송파의 주파수를 구하자

① 색부반송파주파수 결정 조건

- 두 색도신호(I, Q)를 변조할 만큼 높아야 한다.
- 흑백수상기 화면상에 간섭을 최소화하기 위해 충분히 높아야 하며 영상신호(4.2MHz) 대역 내에 있어야 한다.
- 수평주사주파수의 기수배/2 이어야 한다.
- 음성반송파(4.5MHz)와의 비트방해가 최소화 되어야 한다.

② 위항의 조건들을 만족시키는 주파수는 수평주사주파수의 453/2배, 455/2배, 457/2배가 충족시킬 수 있었지만 회로설계상 계산이 수월한 455/2배를 선정하였다. 따라서 fsc = 15750*455/2 = 3.583125MHz가 된다.

- 이 주파수는 4.5MHz의 음성반송파와 비트방해를 일으킨다.
- 음성중간주파수(4.5MHz)와 색부반송파의 차(비트주파수)의 비트방해도 화면에 방해로 나타난다.
- 이를 피하기 위해 비트주파수도 수평주사주파수의 1/2의 기수배로 해야 한다 .
- 색부반송파가 수평주사주파수의 1/2의 기수배이므로 수평주사주파수는 4.5MHz의 정수분의 1이 되어야 한다.

③ 수평주사주파수가 4,500kHz/286＝15,734.26573Hz가 된다.

- 이 주파수는 흑백TV의 수평AFC회로의 허용범위 ±0.5%내에 든다.

④ 색부반송파주파수는 fsc = fh*455/2 = 15,734.26573Hz*(455/2)＝ 3,579,545.455Hz가 된다.

⑤ 수직주사주파수는 fv = fh*(2/525) = 59.94(Hz)로 변경되었다.

8. 동기신호(Black Burst)와 그 구성신호

⇨ 송상측과 수상측 브라운관에 기하학적으로 똑 같은 화상을 재현하기 위해 송수상측의 주사주파수와 위상을 서로 일치시켜만 하는데 이를 동기라 한다.

1) 동기신호의 결정요소

- 동기신호에는 수평동기신호, 수직동기신호 및 색동기신호가 있는데 이

들 신호는 영상신호와 다중화되는데 이를 위해 다음 요건이 필요하다.

- 수평동기신호는 하나의 수평라인을 주사하는 시작점과 끝점을 알려주는 신호이다.
- 수직동기신호는 다음 필드의 시작점을 알려주는 신호이다.

① 영상신호와 분리가 쉬워야 한다.

- 동기신호를 영상신호에 대해 부(-)극성으로 다중한다.

② 수직동기신호와 수평동기신호가 정확하게 분리되어야 한다.

- 수직동기펄스폭을 수평동기펄스폭보다 넓게(37.5배)한다.
- 수상기에서는 수평동기신호분리에는 미분회로를, 수직동기신호 분리에는 적분회로를 사용한다.

③ 영상신호와 동기신호간에 간섭을 일으키지 않아야 한다.

- 수평, 수직동기신호를 영상신호가 전송되지 않는 수평, 수직귀선기간 중에 각각 삽입한다.

④ 동기신호가 잡음의 영향을 받지 않아야 한다.

- 동기신호의 진폭을 크게 잡는다. 영상신호에 대해 4:10으로 함.
- 과변조가 되어도 동기신호가 영향을 받지 않도록 부변조를 행한다.

2) 수평블랭킹신호

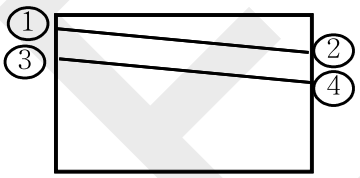

그림2-8.수평주사

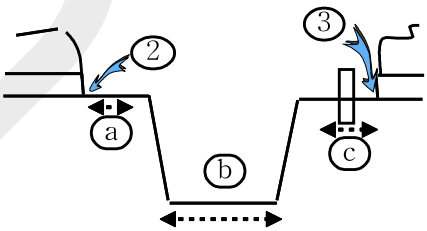

그림2-9.수평블랭킹신호

- 그림2-8에서와 같이 한 수평주사가 끝나면(②, 그림2-9의 ②점) 다음 주사를 위해 빔이 ③(그림2-9의 ③점)으로 이동하여야 한다. 이 기간을 수평블랭킹기간이라 한다.
- 그림2-9에서와 같이 빔이 한 라인 주사한 후 귀선하기전에 화면을 일정기간(front porch, 그림2-9의 ⓐ) 블랙으로 처리하고, 빔을 다음 라인으로 이동시키고, 그 라인을 주사하기 전에 일정기간(back porch, 그림2-9의 ⓒ) 블랙으로 처리한다.
- Back Porch기간에는 송수상기의 색동기를 위한 color burst신호가 첨가되어 있다.

① Front Porch

- 과거장비는 이 F·P를 DC기준으로 삼았으나 지금은 B·P를 기준으로 삼는다.
- 지금은 의미가 퇴색되었음. 이 기간이 규정된 값보다 길면 화면의 우측이 검게 나타난다. 즉, 화면 오른쪽이 짤리게 보인다.

② Horizontal Sync

- 그림2-9의 ⓑ구간으로 카메라와 수상기의 수평라인의 수평주사 타이밍을 일치시키는 신호로 화면을 수평적으로 안정시킨다.
- 리딩엣지와 동기선단 및 트레이링 엣지로 구성되어 있다.
- 리딩엣지는 카메라 등 수평 라인 스위프를 동기 시키며, 스튜디오 각 장비들간의 수평위상의 기준점으로 사용된다. 또한 ScH의 기준점이다.
- 동기선단은 영상신호의 전체 전압을 나타내는 기준점이며, 측정장비의 DC기준점으로 사용되었다. 송신기에서는 이 기준점을 사용하고 있다.

③ Back Porch

- 귀선이 행해지고 난 다음부터 라인의 실제 주사가 이루어지기전에 화면을 블랭킹 시킨다. 즉, 한 라인의 시작점이라고 생각하면 된다.
- 스튜디오 장비의 DC기준점으로 사용되고 있다.
- 색동기신호가 이 기간에 실린다.
- 이 기간이 규정보다 길면 화면의 좌측면이 검게 나타난다.

④ Color Burst

- 40IRE의 크기로 고정되어 있으며 B-Y축에 대해 180도의 위상을 갖는 색동기신호이다.
- Color Flag와 Subcarrier로 구성되며, 색부반송파는 9싸이클 실린다.
- 칼라유무를 나타내기 위해 주사선라인의 시작점 즉, 백 포치기간에 실린다.
- 이 레벨은 스위쳐에서 크로마레벨의 기준으로 삼고 있다.
- 칼라바스트의 서브케리어 위상은 스위쳐에서 각 소스의 절환시 위상의 기준점으로 삼고 있기 때문에 꼭 맞추어져야 한다.

3) 수직블랭킹기간

- 수직블랭킹기간은 한 필드의 실제주사가 끝나고 다음 필드로의 주사를 위하여 빔을 화면의 하단에서 상단으로 옮겨 실제 주사를 시작하기 전까지의 기간을 말한다.
- 등화펄스와 수직동기신호 및 몇 개의 BB로 구성되어 있으며, 전체 타이밍은 21H이다.

- 이 블랭킹은 수평동기 및 수직 동기를 맞추어주며 비월주사가 잘 이루어지도록 하며 또한 수직귀선기간동안 수상관의 빔을 블랭킹 시킨다.
- 수직 블랭킹 기간의 10H부터 21H까지의 기간에 문자방송이나 음성다중 및 VIRS(VIR)신호를 실리기도 한다.

EBS

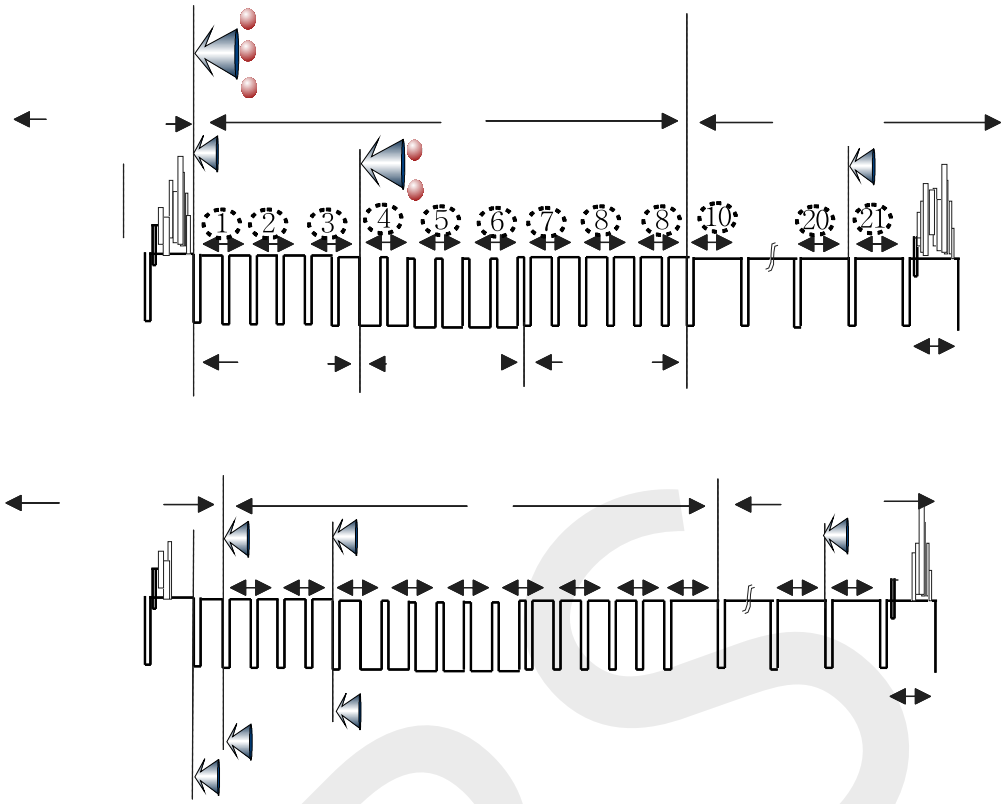

그림2-10. 수직 블랭킹 기간

① 등화펄스

- 그림2-10의 ①과 ③구간이다.
- 송수상기의 동기를 정확히 하기 위해서는 수평동기신호와 수직동기신호가 연속적이어야 한다.
- 그러나 비월주사를 행함으로 인해 하나의 필드는 262.5라인(H)으로 구성되어 있어 제1필드 뒤와 제2필드 앞에는(수직동기신호의 앞뒤)에는 H/2가 어긋나 있다.
- 이는 수상기에서 볼 때 수평동기가 연속적이지 못하고 또한 수직동기 또한 에러가 생긴다.
- 이를 보완하기 위해 2.4㎲의 등화펄스를 수직동기신호의 앞뒤에 H/2간격으로 6개 3H분 넣는다.

② 수직 동기신호

- 그림2-10의 ② 구간으로 약 4.5㎲폭의 6개 톱니파 형태의 펄스가 일렬로 서 있어 Serrated Pulse라고도 한다.
- 1인치 VTR의 경우 헤드 1회전에 1필드분의 그림을 한 개의 트랙에 기록한다. 다음 트랙에 다음필드의 그림을 기록하기 위해서는 헤드가 다음 트랙으로 옮겨야 한다. 이 옮기는 시간은 기록이 되지 않는데 그

기간을 수직 동기신호의 두 번째 H에서 등화펄스 3H까지의 기간으로 하고 있다.

9. NTSC 신호 정리

⇨ 합성된(Composite) 영상신호와 Component 영상신호가 있다.

1) 영상신호의 측정

① Composite 영상신호는 하나의 주사선의 전기적 신호가 수평동기신호에 실려 연속적으로 241.5개(H) 보내지고 이어 등화펄스가 3개(H), 수직동기신호가 3개(H), 등화펄스가 3개(H)보내지고 BB신호가 12개(H)보내지고 다음으로 241개(H)의 주사선의 전기적 신호가 연속적으로 보내지는 신호이다.

② 파형모니터로 주사선라인 하나 하나의 신호 또는 라인을 연속적으로 관찰할 수도 있다. 또한 필드분의 전기적 신호를 관찰할 수도 있다.

- 파형모니터로는 영상신호의 휘도신호와 크로마 레벨 및 동기신호레벨을 관찰하며, 수평동기신호를 관찰하여 방송장비의 Horizontal Phase를 맞춘다.
- 벡타스코프로는 영상신호의 chroma phase 및 burst phase를 알 수 있다.

2) Color Field와 ScH

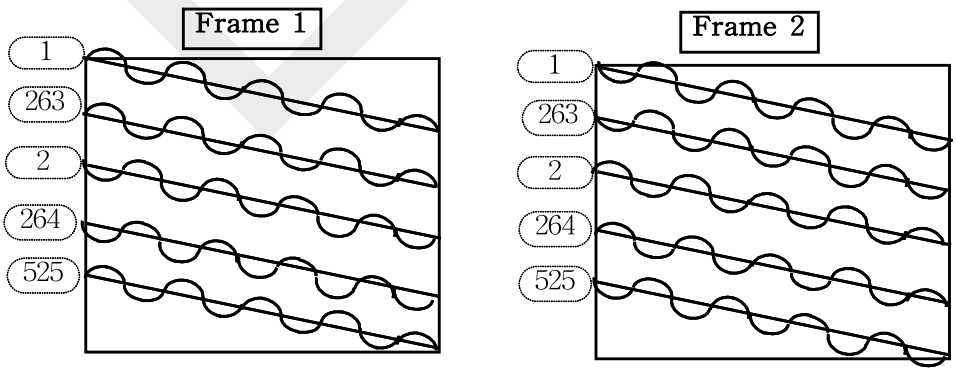

그림2-11. NTSC 4필드 시퀀스
(라인과 색부반송파와의 관계)

① 수평주사주파수와 색부반송파와는 fsc = fh*455/2 관계이다. 이는 수평주사선 한 라인에 색부반송파가 227.5싸이클 들어간다는 의미이다.

- 이는 색부반송파가 주사라인에 대하여 연속적이므로 그림2-11의 프레임1에서 보다시피 1라인과 2라인의 시작점 위상은 180도 차이가 난다.
- 프레임2의 제1라인과 프레임1의 제1라인도 180도 위상차이가 생기며 프레임2의 525라인이 끝나고 다음 프레임이 제1라인이 시작될 때에 프레임1의 제1라인의 위상이 일치하게 된다.
- 즉, 두 개의 프레임 또는 4개의 필드만에 색부반송파의 위상이 완전히 일치하게 된다. 따라서 칼라TV에서는 2프레임을 완전한 하나의 영상이라고 하며 칼라프레임이라고 한다.

② 수평주사라인과 색부반송파와의 위상관계를 ScH라고 하는데 이 위상이 장비들간에 맞아야만 영상스위쳐에서 스위칭될 때 색이 튀거나 화면이 수평으로 진동하지 않는다.

- ScH라 함은 칼라바스트내의 색부반송파를 수평동기신호로 19싸이클 연장하였을 때 수평동기신호의 리딩엣지의 -20IRE(수평동기신호의 50% 지점)지점에서 색부반송파의 위상관계를 말한다. 이 위상관계는 ±40도 이내이어야 한다.

3) GENLOCK

- 영상스위쳐의 입력으로 사용될 영상소스를 출력하는 장비의 동기신호들이 일치되어야 한다.
- 이를 위해 각 장비들은 하나의 BB신호를 받아 각 동기신호별로 분해하여 자신의 신호발생기(generator)를 이에 락킹시킨다.
- 외부의 BB신호에 각 장비들의 동기를 맞추는 것을 젠락이라고 한다.

4) 더미(Dummy)

- 더미저항을 줄여 더미라고 하는데 종단에 붙인다 해서 종단저항이라고 하고 실제로 연결하지 아니하고 연결된 것처럼 해당 저항을 연결한다고 해서 모형이라고 하고 전달되는 신호가 송신측으로 유도되지 않도록 하기 위해 임피던스 매칭으로 사용하므로 무유도라고 한다.
- 영상신호의 전달을 위해 사용하는 동축케이블이 75옴/km이므로 모든 장비들의 입출력이 75옴으로 종단되어 있다. 따라서 최종단에는 75옴으로 종단(더미)한다.
- 송출의 경우 공중선저항이 50옴이므로 송출을 위한 시스템에서 영상신호전달을 위한 동축케이블은 50옴짜리를 사용하며, 종단도 50옴으로 하고 있다.