

제8장

비디오 시스템 설비시 타이밍 및 동기화



■ 동기화

1. 동기화의 목적

- ⇒ 각종 비디오 설비가 혼용된 환경에서 작업하는데 있어서의 문제점 해결
- ① 비디오 화면과 오디오 신호를 완벽하게 생성, 전송, 복원하기 위해서는 한 시스템 내에 있는 모든 장치(카메라, VTR, 스위처 등)가 동기화 되어 있어야 함.
 - ② 아날로그와 디지털 방식을 포함한 다양한 표준과 여러 가지 형식을 사용하는 환경에서 비롯된 복잡성 때문에 여러 가지 형식을 혼용하고 있는 비디오 설비에서는 설비들을 동기화하고 그 상태를 유지하기 위한 유연성이 반드시 필요.
 - ③ 마스터 SPG(Sync Pulse Generator 동기화 펄스 생성기)에서 나오는 신호를 사용하여 한 시스템 내에 있는 모든 장비를 동기화 함. ⇒ 생성기 잠금(generator locked) 상태, 즉 젠락(genlock) 이라고 하는 상태가 됨.
 - ④ 스튜디오, 중계차, 편집 작업을 담당하는 작업실에서는 다양한 형식과 표준을 사용하는 장비들을 함께 사용할 수 있도록 SPG가 다양한 타이밍 및 동기화 신호를 발생시켜야 함.

2. 아날로그 타이밍의 이해



1) 비디오 이미지를 정확하게 재생하기

카메라 및 텔레비전 수신기가 화면의 같은 부분을 동시에 스캔하기 위해서 동기화되어야 합니다. (그림8-1 참조). 화면을 만들어내는 전자빔의 가로(라인) 및 세로(필드) 조절을 목적으로 구별된 동기화 펄스를 사용합니다.

참고: 빔(beams)이라는 용어는 단색 모니터에서는 하나만 사용하지만 이 설명서에서는 비디오 모니터를 의미합니다.

2) 수평귀선

빔은 각 라인의 끝에서 시작하여 왼쪽에서 오른쪽으로 스캔되며 화면의 왼쪽으로 반드시 되돌아 와야 합니다. 이런 과정을 수평 귀선(horizontal retrace)이라고 하는데 가로 동기 펄스는 수평 귀선을 조정합니다.

3) 수직귀선

라인은 화면의 위쪽에서 아래쪽으로 스캔되어 동적인 화면을 만듭니다. 표준 아날로그 시스템은 홀수 라인과 짝수 라인을 비월 주사(interlace)하여 한 장의 전체 화면(두 개의 교대 필드)을 만듭니다. 몇몇 고선명 시스템에서는 하나의 필드에 모든 라인을 스캔하는 순차 주사(progressive) 방식을 사용합니다. 이 방식에서는 빔이 다음 필드를 시작하기 위해서 화면의 위쪽으로 되돌아 옵니다. 여기서 이 빔이 되돌아 오는 간격을 수직 귀선(vertical retrace)이라고 합니다. 수직 동기화 펄스가 수직 귀선의 시작 신호를 보냅니다.

4) 귀선소거 기간

수직 귀선 방식이 수평 귀선 방식보다 시간이 더 많이 소요되므로 더 많은 시간의 수직 동기화 간격이 필요하며 수직 동기화 펄스가 수평 동기화 펄스보다 더 넓습니다. 각각의 수평 귀선 및 수직 귀선 동안 전자 빔은 꺼지고 화면에는 아무 것도 기록되지 않습니다. 이 기간을 귀선 소거 기간(blanking interval)이라고 합니다.

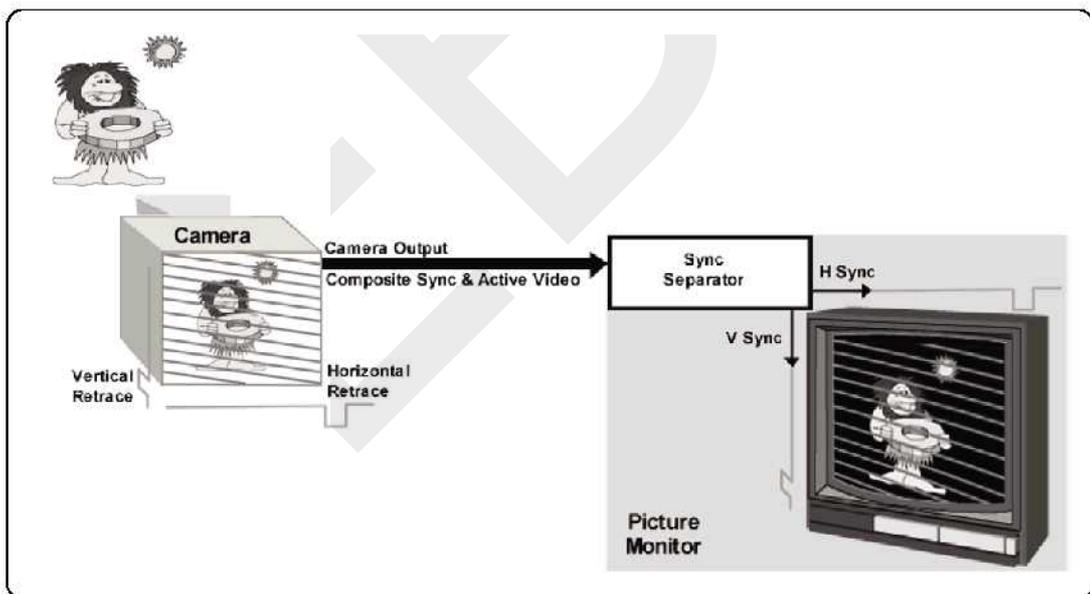


그림8-1. 아날로그 비디오 동기화 과정

아날로그 비디오 전송 방식은 수평 동기화 펄스와 수직 동기화 펄스를 하나의 복합 동기화 신호(composite sync signal)로 조합해서 사용하며 수신기에서 신호의 추출 및 분리가 용이하게 해줍니다. 아날로그 텔레비전이 처음 개발될 당시에는 기술적인 한계로 인해 서킷 디자인이 아주 기본적인 차원에서 이루어졌습니다. 그렇기 때문에 수신기에서 수평 구동

신호를 추출하는데 사용되는 동기화 분류기는 간단한 미분 회로를 사용하고 있습니다. 이 미분기는 그림8-2에서 볼 수 있듯이 각 수평(라인) 동기화 펄스의 양쪽 끝에 끝이 뾰족한 펄스를 생성합니다.

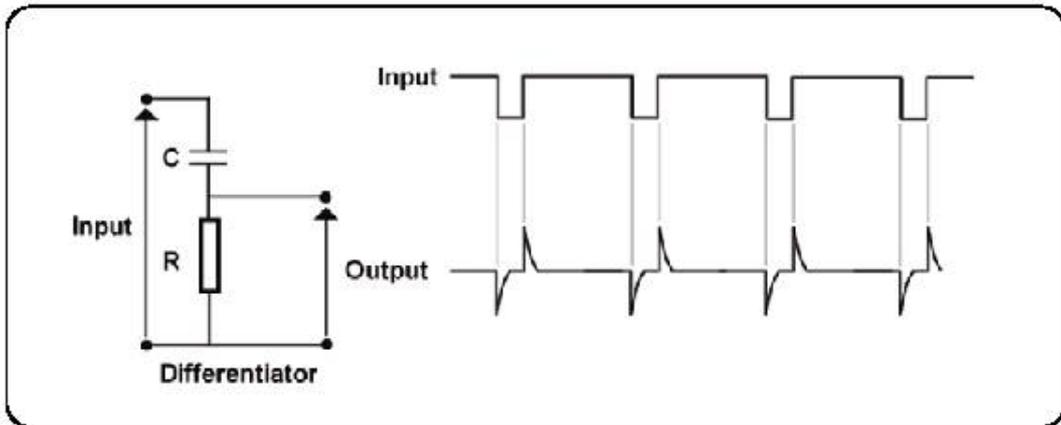


그림8-2. 수평(라인) 동기화 펄스를 추출하기 위한 미분회로

그리고 나면 동기화 회로는 음의 펄스 중 최고 스파이크를 사용하여 음의 펄스에 잠금을 걸고 양의 스파이크를 무시합니다. 수평 구동 회로의 편차를 방지하기 위해서 라인 동기화 펄스가 전체 필드 간격동안 발생합니다. 복합 신호의 수평 동기화 펄스에서 **넓은 펄스(Vertical sync)**로 알려진 더 긴 펄스의 폭인 수직 동기화 신호를 구별합니다. 넓은 펄스의 전후에 등화 펄스(Equalizing pulse)가 삽입되는데 이 등화 펄스는 홀수 필드와 짝수 필드에 비슷한 펄스를 만듭니다. 그림8-3에서 볼 수 있듯이 단순 적분 회로를 사용하여 수직 펄스를 추출합니다.

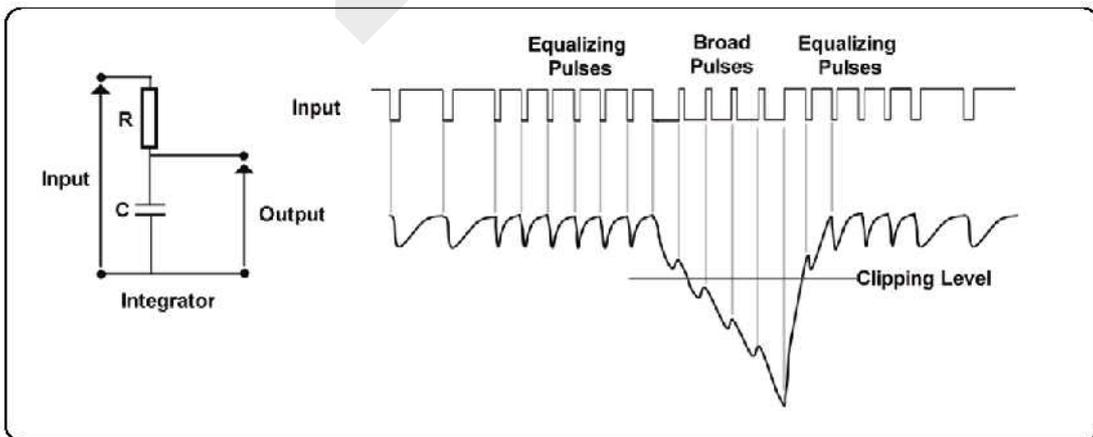


그림8-3. 수직 동기화 펄스를 추출하기 위한 적분회로

3. 아날로그 타이밍 파라미터

☞ 아날로그 비디오 타이밍에는 기본적으로 다음과 같은 세 개의 파라미터가 동기화되어야 기준을 만들고 화면의 품질을 보장할 수 있습니다.

- ▶ 라인 타이밍을 위한 수평 동기화
- ▶ 필드 타이밍을 위한 수직 동기화
- ▶ 색상 동기화를 위한 부반송파(subcarrier)

1) 라인 타이밍을 위한 수평 동기화

수평 귀선 소거 기간(**horizontal blanking interval**)은 비디오 정보의 라인당 한 번 발생하며 수평 동기화, 프런트 포치(front porch), 백 포치(back porch)로 구성되어 있습니다. 수평 프런트 포치는 비디오가 0으로 안정되는 시간을 정의하고 비디오 신호가 동기화 펄스의 추출을 간섭하는 것을 방지합니다. 수평 귀선 소거 기간은 빔이 표시 화면의 왼쪽 면으로 되돌아 오고(귀선) 비디오 신호의 시작 전에 자리 잡을 수 있도록 충분한 시간을 할당해야 합니다. 귀선 기간 동안에 빔은 스캔 라인이 화면에 나타나는 것을 방지하기 위해 공백 처리됩니다. 그림8-4와 8-5는 NTSC 및 PAL 수평 귀선 소거 기간의 타이밍을 비교하여 보여 주고 있습니다. 컬러 버스트(color burst)는 각 수평 간격의 백 포치에서 찾아볼 수 있습니다.

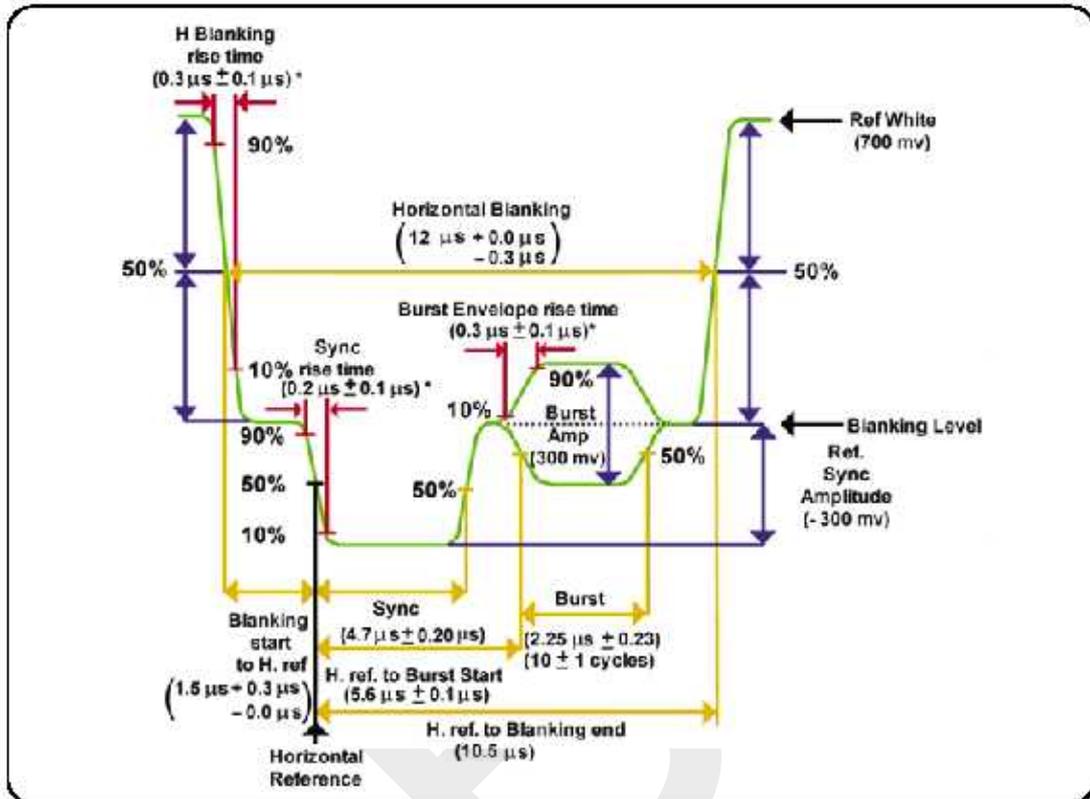


그림8-4. NTSC 수평귀선 소거시간의 타이밍

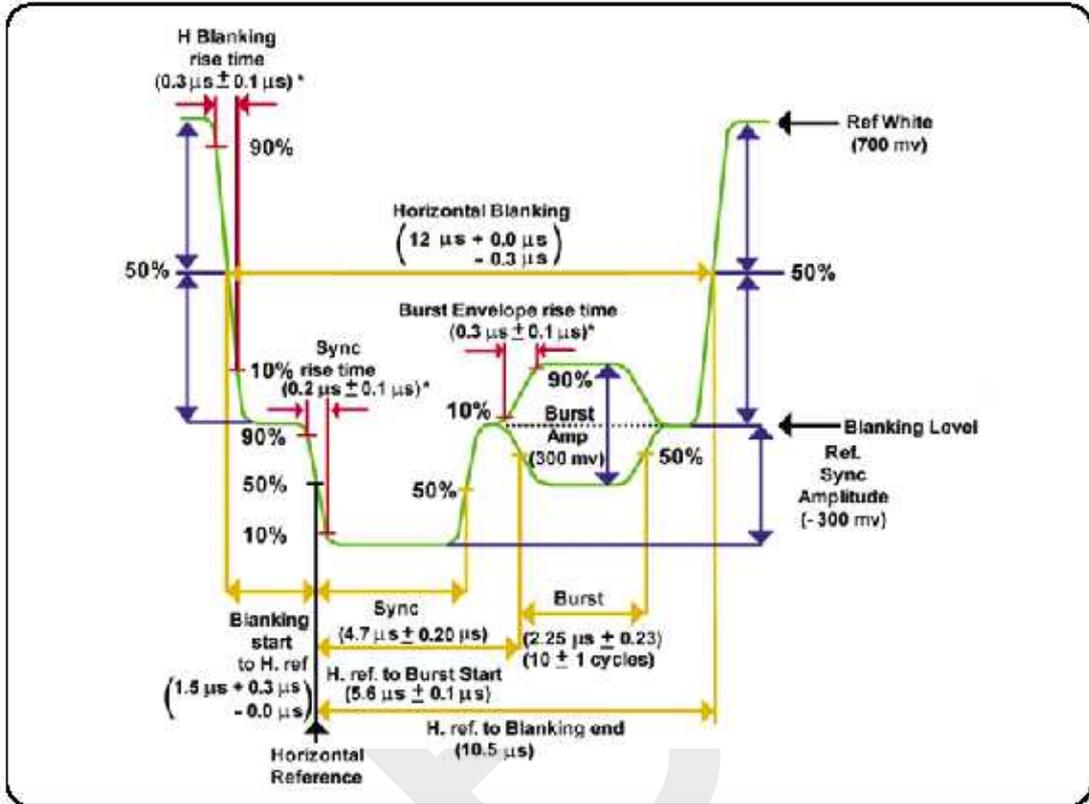


그림8-5. PAL 수평귀선 소거시간의 타이밍

2) 필드 타이밍을 위한 수직 동기화

수직 동기화는 수직 타이밍 기간 동안에 등화 펄스 및 넓은 펄스 (Vertical sync)에서 추출됩니다. 수직 기간은 주사 시스템에서 홀수 필드와 짝수 필드를 식별할 수 있게 하고 더 긴 수직 귀선 소거 기간은 그림 튜브 전자 빔이 화면의 위쪽으로 돌아 올 수 있게 해 줍니다. 수직 귀선 소거 기간(vertical blanking interval)은 현재 그림의 끝과 다음 그림의 시작을 신호해 줍니다. 그림8-6은 NTSC 방식, 그림8-7은 PAL 방식을 보여 주고 있습니다.

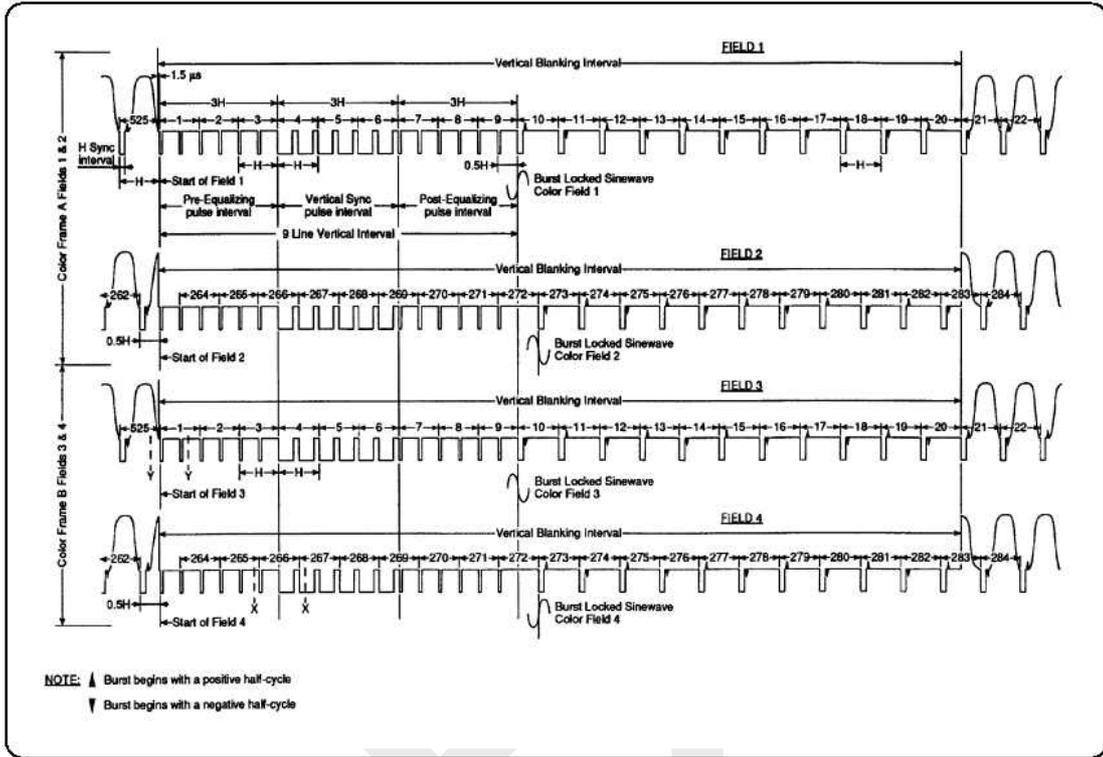


그림8-6. NTSC 수직귀선 소거기간

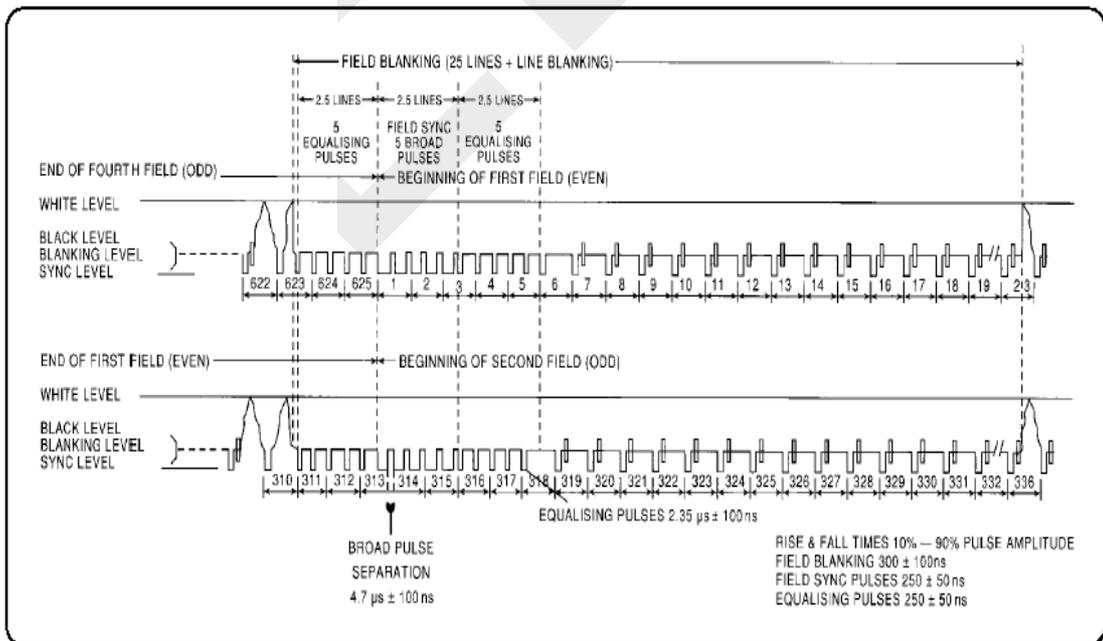


그림8-7. PAL 수직귀선 소거기간

3) 색상 동기화를 위한 부반송파(subcarrier)

그림에서 색을 검출하기 위해서 부반송파 버스트가 수평 기간의 백 포치에 추가되고 부반송파 타이밍용으로 사용됩니다. 전송된 신호와 수신된 신호의 동기화는 반송파 버스트의 현재 위상에 달려 있습니다. 컬러 버스트의 주파수는 NTSC의 경우 3.579545 MHz이고 PAL의 경우 4.43361875 MHz입니다. 두 주파수는 색 신호와 휘도 신호(luma signal)의 구별성을 높이고 단색 텔레비전 신호의 간섭을 방지하기 위해서 선택된 것입니다. 그림8-6에서는 교류 필드(Alternating Field)와 4 필드 NTSC 색 프레임 시퀀스를 보여주고 있습니다. 색 부반송파는 NTSC에서 4 필드 이후에 수직 동기화와 같은 관계로 다시 돌아옵니다. PAL 동기화 및 부반송파는 수평 동기화와 부반송파의 관계 때문에 원래의 관계로 돌아오기 위해서 8(여덟) 필드를 거쳐야 합니다.

PAL 수직 동기화 패턴과 NTSC 수직 동기화 패턴 사이의 위상 관계는 비디오 소스를 특수 효과 장비를 이용하여 편집, 스위칭 또한 병합할 때 처럼 한 가지 비디오 신호 소스가 추가되거나 갑자기 다른 소스로 대체될 때 아주 중요합니다. 올바른 필드와 색 부반송파 위상을 식별하기 위한 필수적인 과정을 SCH 위상(Subcarrier-to-Horizontal 위상)이라고 부릅니다. SCH 위상 어플리케이션 설명서는 20W-5613-2 NTSC 및 20W-5614-1 PAL을 참조하십시오.

4. 아날로그 비디오를 위한 젠록(Genlock) 기준

블랙 버스트(black burst) 신호는 비디오 시스템을 젠록 시키기 위해 자주 사용됩니다. 이 신호는 수평 동기화, 수직 동기화 및 NTSC 컬러 부반송파 또는 PAL 컬러 부반송파(컬러 버스트)를 포함하고 있는 복합 신호입니다. 블랙 버스트라는 용어는 신호의 현재 그림 부분이 흑 레벨(PAL의 경우 0 mV, NTSC (미국)의 경우 7.5 IRE (흑) 및 NTSC no-setup (일본)의 경우 0 IRE)에 있기 때문에 붙여진 것입니다. 블랙 버스트는 시스템 타이밍을 위해 사용되는데 동기화는 젠록과 구동 신호를 위해 사용됩니다. 그리고 컬러 버스트는 컬러 프레이밍(framing) 레퍼런스를 위해 사용됩니다.

어떤 경우에는 동기화 펄스 발생기(SPG)를 젠록하기 위해 **지속파(Continuous Wave - CW)** 신호가 사용됩니다. CW 신호는 장치에 따라서 일반적으로 1, 5 또는 10 MHz의 주파수에서 선택할 수 있는 사인 곡선 모양의 클럭 신호입니다. 이 사인파는 단지 클럭이기 때문에 H 및 V의 위치 정보를 갖고 있지 않습니다. 그러므로 CW 신호가 SPG에서 제거된 다음에

다시 적용된 경우에는 SPG의 타이밍 결과를 보장할 수 없습니다.

5. 고화질(HDTV) 아날로그 수평 타이밍

⇒ 고화질 아날로그 수평 타이밍의 경우에는 이중 수준 동기화 펄스 대신에 **HD 삼중 수준 동기화(HD Tri-Level sync)**가 사용됩니다. 그림8-8에서는 전형적인 삼중 수준 동기화 신호를 보여주고 있습니다. 기준점은 삼중 수준 동기화의 중간 높이에서 상승하는 끝의 귀선 소거 수준에 있습니다. 삼중 수준 동기화 신호는 증가된 HD 대역폭으로 인해 상승 시간이 더 빠릅니다. 그렇기 때문에 보다 정확한 타이밍 끝을 얻을 수 있습니다. 이런 요소들로 인해 지터 성능 및 싱크 분리도가 향상됩니다.

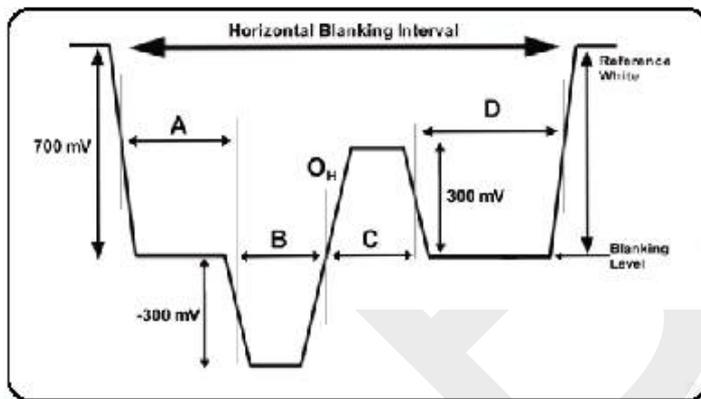


그림8-8. HD Tri-level 동기신호

표8-1에는 HDTV 형식의 폭넓은 어레이에 대한 적절한 타이밍 기간이 정리되어 있습니다.

[표8-1. HDTV 수평 귀선 소거]

Format	A (pixels)	B (pixels)	C (pixels)	D (pixels)	Digital Horizontal Blanking (pixels)	Digital Horizontal Blanking (μ s)
1920x1080/60/1:1	44	44	44	148	280	1.886
1920x1080/59.94/1:1	44	44	44	148	280	1.887
1920x1080/50/1:1	484	44	44	148	720	4.848
1920x1080/60/2:1	44	44	44	148	280	3.771
1920x1080/59.94/2:1	44	44	44	148	280	3.775
1920x1080/50/2:1	484	44	44	148	720	9.697
1920x1080/30/1:1	44	44	44	148	280	3.771
1920x1080/29.97/1:1	44	44	44	148	280	3.775
1920x1080/25/1:1	484	44	44	148	720	9.697
1920x1080/24/1:1	594	44	44	148	830	11.178
1920x1080/23.98/1:1	594	44	44	148	830	11.190
1280/720/60/1:1	70	40	40	220	370	4.983
1280/720/59.94/1:1	70	40	40	220	370	4.988
1280/720/50/1:1	400	40	40	220	700	9.428
1280/720/30/1:1	1720	40	40	220	2020	27.205
1280/720/29.97/1:1	1720	40	40	220	2020	27.233
1280/720/25/1:1	2380	40	40	220	2680	36.094
1280/720/24/1:1	2545	40	40	220	2845	38.316
1280/720/23.98/1:1	2545	40	40	220	2845	38.355

6. 고화질(HDTV) 아날로그 수직 타이밍

☞ 아날로그 수직 귀선 소거 기간은 일반 화질(SD)(그림8-9 참조)보다 HD에서 더 간단합니다. 그러나 처리해야 할 여러 가지 다양한 Interlaced HD 포맷 및 Progressive HD 포맷이 있습니다.

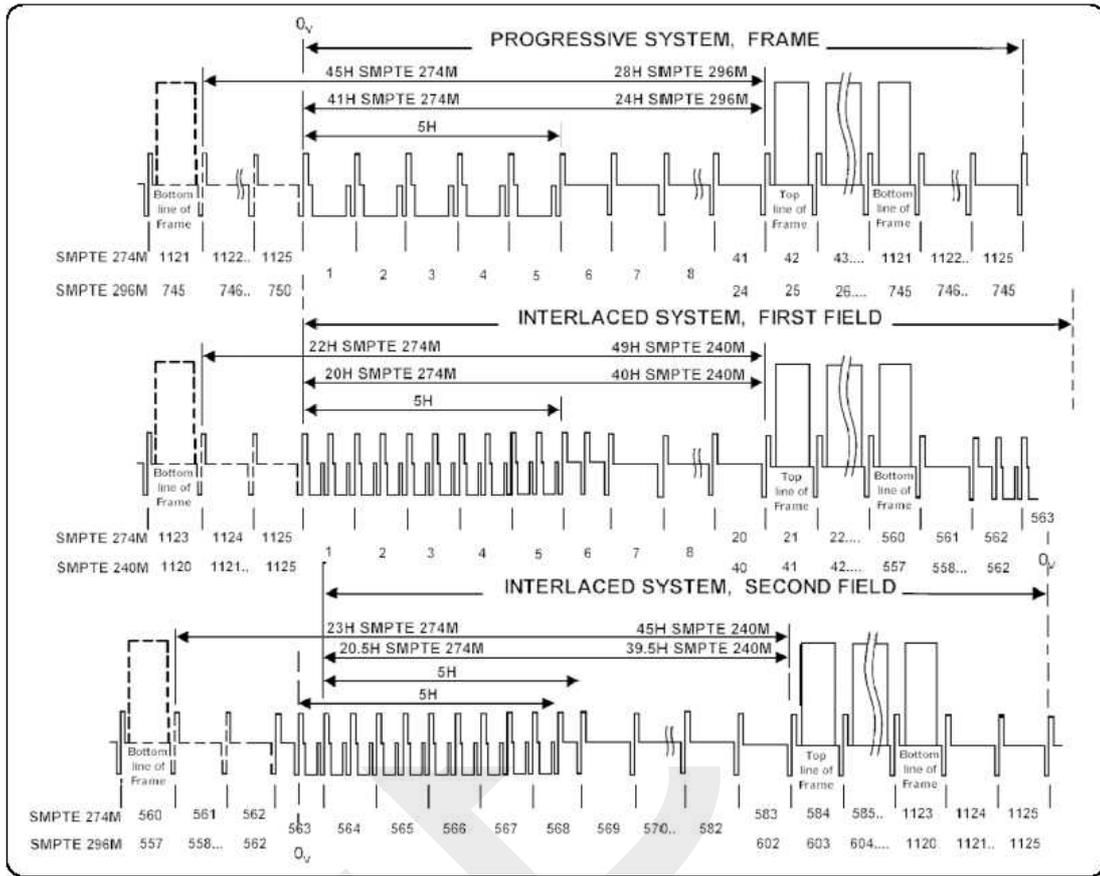


그림8-9. 아날로그 HD 수직귀선 소거기간

7. 디지털 비디오 및 디지털 오디오 신호에 대한 타이밍 이해

☞ 디지털 비디오에는 아날로그 동기화 신호가 없습니다. 디지털 환경에서는 현재 비디오의 시작(Start of Active Video - SAV) 및 현재 비디오의 끝(End of Active Video - EAV)을 나타내는 특정한 일련의 부호를 사용함으로써 동기화할 수 있습니다. 표8-2에서 볼 수 있듯이 각각의 부호는 3FF 데이터 패킷으로 시작하고 다음에 000, 000,이 온 다음, 필드(F) 및 세로 귀선 소거(V) 및 가로 귀선 소거(H)에 대한 정보를 포함하는 XYZ 값들로 구성되어 있습니다. 이 데이터를 사용하여 디지털 비디오 신호에서 타이밍을 동기화합니다. 디지털 HD의 경우에는 구별된 부호 시퀀스를 사용하여 휘도 구분 신호 및 색 구분 신호로 사용됩니다. 그런 다음에는 3FF(C), 3FF(Y), 000(C), 000(Y), 000(C), 000(Y), XYZ(C), XYZ(Y)와 같은 시퀀스를 형성하기 위해서 번갈아 끼워집니다.

[표8-2. EAV/SAV "XYZ" 단어 형식]

Bit Number	9 (MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
Function	Fixed (1)	F	V	H	P3	P2	P1	P0	Fixed (0)	Fixed (0)

그림8-10에서는 F, V 및 H 비트가 비디오 신호에서 어떻게 사용되는지를 보여줍니다. 수직 카운트는 비디오 신호의 라인 1, 필드 1에서 시작합니다. 디지털 시스템은 설비에 오디오 장비도 함께 포함합니다. 대부분의 전문가용 디지털 오디오 시스템은 AES/EBU 표준에 따르는 48 kHz 샘플링을 사용합니다.

장치들 사이에서 데이터를 인식할 때 잘못 정렬되어 오디오에 잡음이 발생하는 원인이되는 클럭 비율 드리프트를 제거하기 위해서 디지털 오디오 장비를 동기화하는 것이 중요합니다. 그러므로 디지털 오디오 레퍼런스는 모든 디지털 장치에 적용되어야 합니다. 이 레퍼런스는 일반적으로 AES/EBU 신호이지만 어떤 경우에는 48 kHz 워드 클럭을 사용합니다.

Bit 9 (고정 비트) 1에 고정됨

Bit 8 (F-비트) Progressive 스캔 시스템에서는 항상 0; Interlaced 시스템에서는 필드 1에 0, 필드 2에 1

Bit 7 (V-비트) 수직 귀선 기간 동안은 1; 현재 비디오 라인 동안은 0

Bit 6 (H-비트) 1은 EAV 시퀀스 표시; 0은 SAV 시퀀스 표시

Bits 5, 4, 3, 2 (보호 비트) F, V 및 H에서 데이터의 제한적인 오류 수정 제공

Bits 1, 0 (고정 비트) 10 또는 8 비트 시스템에서 동일한 단어 값을 갖도록 0으로 설정

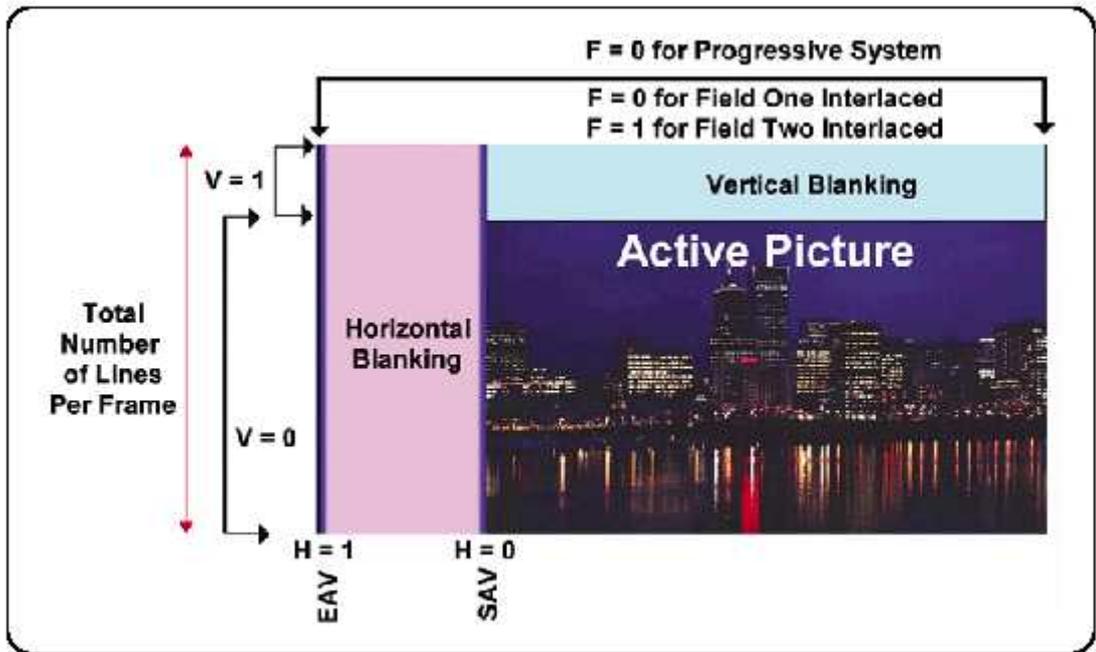


그림8-10. F, V, H 비트값에 따른 디지털 프레임

8. 아날로그 시스템 타이밍 측정 및 조정

다양한 비디오 소스가 혼합된 경우 혼합된 비디오 소스 신호는 서로 타이밍이 일치해야 합니다. 그렇지 않으면 그림은 말리고 건너뛰고 찢기고 잘못된 색상으로 표시될 것입니다. SPG에서 발생시키는 정밀도 레퍼런스 신호는 각각의 장치에 적절하게 적용되고 zen록되어서 장치의 출력이 레퍼런스의 타이밍과 동기화되게 합니다.

설비 내에서 모든 신호들을 동기화하려면 시스템을 신중하게 디자인해야 합니다. 설비의 시스템 타이밍을 계획할 때는 장치의 처리 지연과 장치들을 연결하기 위해 필요한 케이블의 길이로 인한 전파 지연 등을 모두 고려해야 합니다. 일반적으로 1 피트의 케이블에 대해서 전파 지연 시간은 사용하는 케이블의 종류에 따라서 약 1.5 ns입니다(1 미터당 5 ns). 케이블의 길이가 길어지는 경우 상당한 시간이 지연됩니다.

그림8-11에서는 전형적인 기본 아날로그 비디오 시스템을 보여줍니다. 케이블 길이와 장치의 처리 지연 그리고 그 지연 문제를 해결하기 위해 취할 수 있는 타이밍 조정 방법을 이해하는 것은 매우 중요한 일입니다. 이 블록도에서 VTR은 시간 기반 콜렉터(Time Base Corrector)를 갖고 있고 출력 타이밍 조정이 가능합니다. 문자 생성기가 있어서 소프트웨어를 통한 출력 타이

밍 조정이 가능하고 카메라 컨트롤 유닛에는 시스템 타이밍을 맞추기 위해서 외부 지연 조정이 필요합니다.

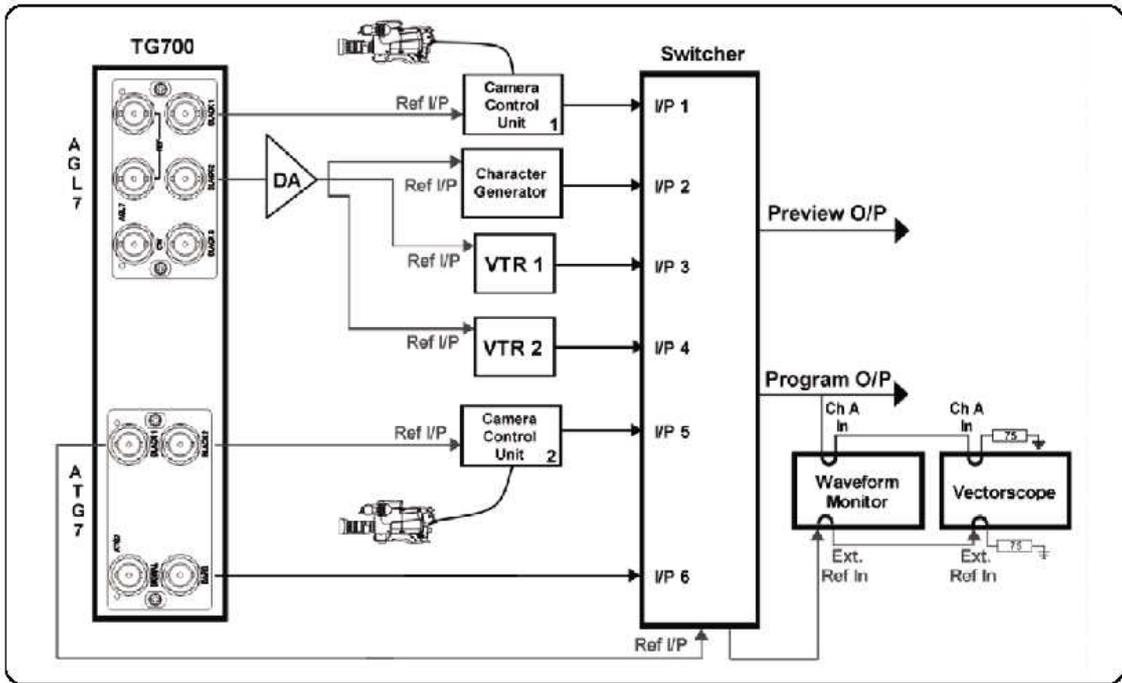


그림8-11. 기본적인 아날로그 비디오 시스템

그림8-12에서는 시스템 전체에 걸쳐 계산된 지연 시간을 보여줍니다. 첫 번째 단계는 시스템 전체에서 가장 긴 지연 시간이 얼마인지를 결정하기 위해서 각 장치들의 타이밍을 기록하는 것입니다. 이 단계의 목적은 보상 지연을 사용해서 모든 신호가 스위처에 동시에(타임 제로로 정의된) 도착하게 만드는 것입니다.

이 예제에서는 카메라 1의 신호 경로에서 발생하는 복합적인 처리 지연 및 케이블 지연이 가장 큽니다. 그렇기 때문에 이 가장 큰 지연 시간을 다른 모든 신호에 대한 기준으로 사용할 것입니다. 가장 긴 지연 시간에 맞출 수 있도록 다른 신호 경로에는 적절한 지연 시간을 삽입해야 하고 스위처로의 입력에서 동기화해야 합니다.

각각의 블랙 출력에 대해서 SPG(TG700)의 타이밍 조정을 사용하여 지연 시간을 삽입합니다. 이 예제에서는 지연을 적절하게 조정하기 위해서 각 카메라 컨트롤에 대해서 독립적인 블랙 출력이 사용되었습니다. 문자 생성기 및 VTR에는 각각 내장된 타이밍 조정 기능이 있어서 DA (Distribution Amplifier)를 사용하여 각 장치에 TG700 레퍼런스를 라우트할 수 있습니다. 시스템에서 DA를 사용하면 작지만 역시 처리 지연이 발생한다는 점에 주의하십시오. 장치가 가깝게 있는 경우 레퍼런스 신호는 장치들 사이에서 루프

될 수 있습니다. 그러면 스위치의 입력에 동기화하는데 각 장치의 내부 조정 기능을 사용할 수 있습니다. 스위치로의 칼라바(Color bar) 입력 타이밍은 SPG(TG700)으로 조정할 수 있습니다.

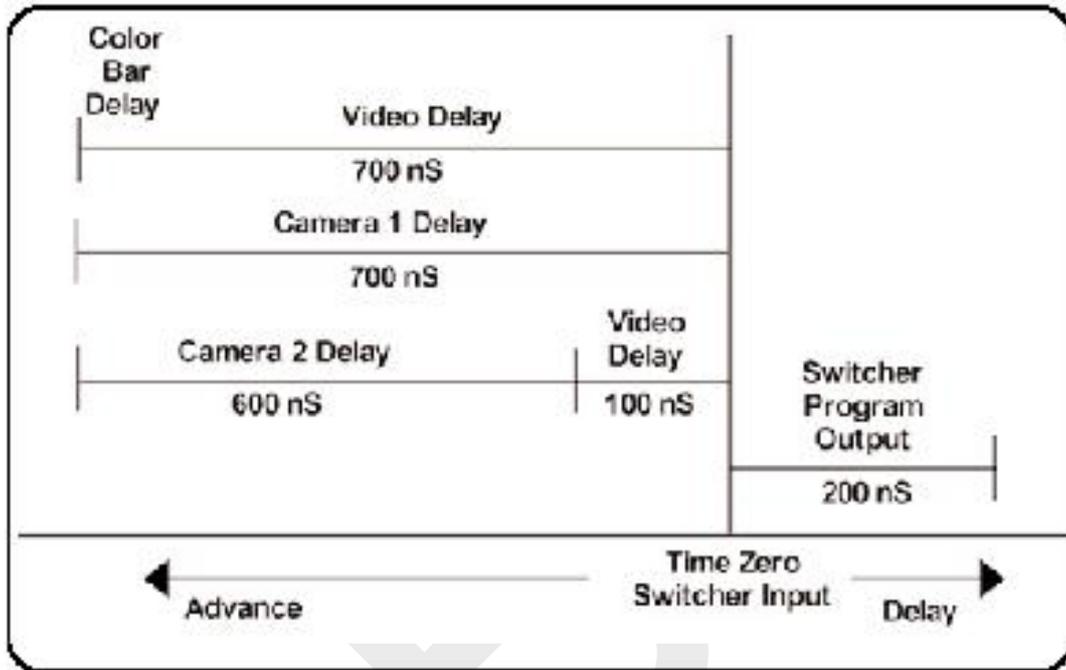


그림8-12. 시스템 지연시간

아날로그 시스템 타이밍 조정은 그림8-11에서 볼 수 있듯이 스위치 출력에 연결된 파형 모니터와 벡터스코프를 통해서 이루어집니다. 파형 모니터 및 벡터스코프 양쪽 모두에서 외부 레퍼런스가 선택되어서 유닛이 블랙 버스트 레퍼런스에 동기화될 수 있게 합니다. 아날로그 신호를 측정할 때 표준으로 사용되고 있는 50% 수준에서 측정하도록 하기 위해서 주의를 기울여야 합니다. 그렇지 않으면 측정 과정에서 오류가 발생할 수 있습니다. 블랙 레퍼런스 신호를 스위치의 출력으로 선택합니다. 이것은 스위치의 입력에 적용된 다른 신호를 비교하기 위한 제로 타임(zero time) 참조가 됩니다.

수직 타이밍이 입력 사이에 있게 하는 작업에서부터 시작합니다. 파형 모니터에서 A 입력을 선택하고 파형의 수직 기간을 표시할 수 있도록 수평 확대(H MAG) 1 필드에서 파형 표시를 스위프(sweep) 모드로 설정합니다. 라인 1, 필드 1이 파형 모니터의 주요 턱 표시에 위치하도록 파형의 위치를 조정합니다. 그러면 스위치로 들어오는 다른 모든 입력을 제로 블랙 참조와 비교하여 신호가 레퍼런스와 정확하게 같은 위치에 오도록 수직으로 조정할 수 있습니다.

다음 단계는 신호의 수평 타이밍을 조정하는 것입니다. 스위치의 출력에서 블랙 참조 신호를 선택하고 수평 동기화 펄스가 표시되도록 파형 표시에서 H MAG 1 라인 스위프 모드를 선택합니다. 동기화의 최고 끝의 50% 포인트가 주요 틱 표시 중 하나에 오도록 파형의 위치를 조정합니다. 색상 버스트 부반송과 위상을 확정하기 위해서 벡터스코프에서도 비슷한 절차를 따라 수행할 수 있습니다. NTSC의 경우 그림8-13에서 볼 수 있듯이 색상 버스트를 9시 방향에 놓고 버스트 진폭이 컴퍼스 상승의 바깥쪽 끝에 오도록 표시를 확대(MAG)합니다. 이것을 블랙 레퍼런스로 설정한 다음 스위치로의 다른 모든 입력을 위한 위상을 조정합니다. 그림8-14에서 볼 수 있듯이 PAL 시스템에서도 비슷한 방법을 사용하지만 버스트의 위상이 교체 라인에서 스위치되고 $+135^\circ$ 및 $+225^\circ$ 에 위치합니다.

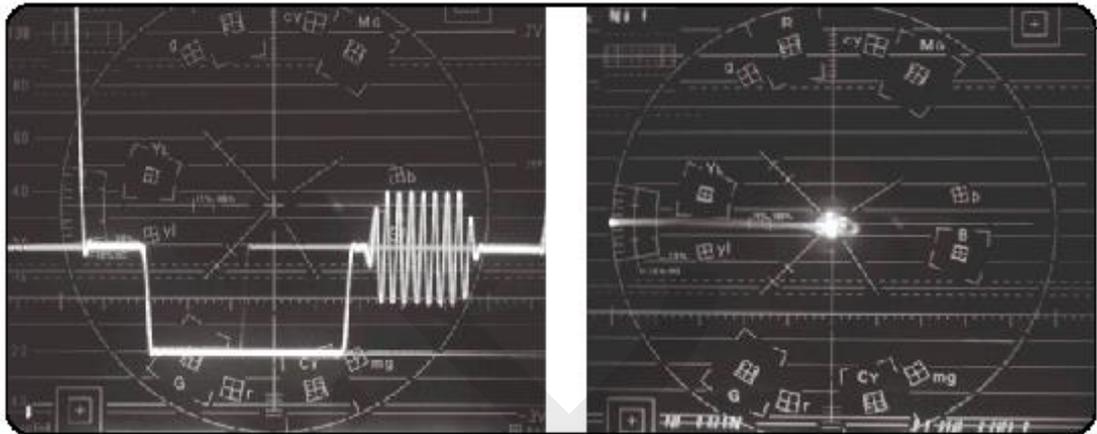


그림8-13. NTSC 2Line H 확대 파형(좌) 가변확대 벡터 표시(우)

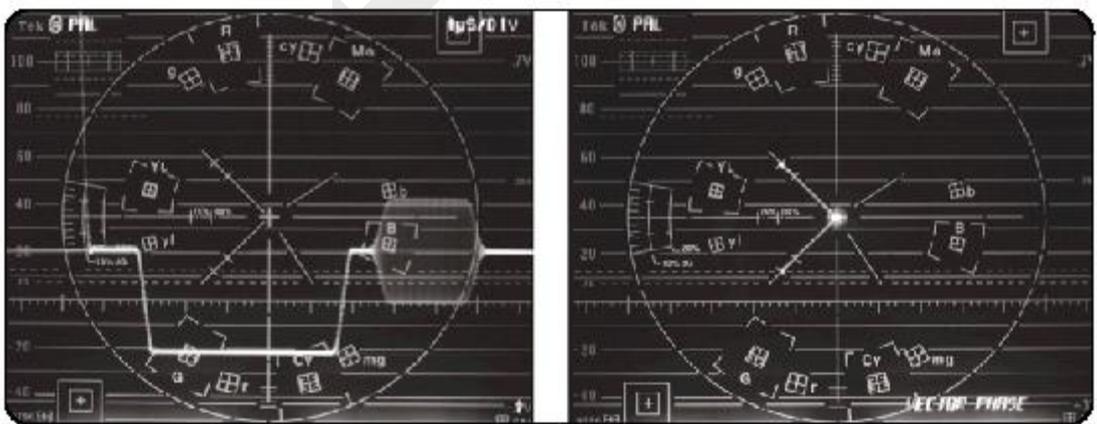


그림8-14. PAL 2Line H 확대 파형(좌) 벡터 표시(우)

그림8-15에서 볼 수 있듯이 PAL 버스트는 확대할 수 있습니다. 그렇기 때문에 컴파스 상승의 바깥쪽 끝의 135° 축에 놓을 수 있습니다. 그림8-16에서 볼 수 있듯이 표시를 단순하게 만들기 위해서 벡터스코프에서 V 축 스위치 설정을 선택할 수 있습니다.

동기화 신호와 버스트 신호는 타임 제로로 참조됩니다. 그리고 그것들이 파형 모니터와 벡터스코프에서 적절한 자리에 위치 지정되었는지 확인하기 위해서 스위치로의 다양한 입력을 선택할 수 있습니다. 벡터스코프가 기능을 지원하는 경우 레퍼런스 신호와 스위치로의 다른 입력 사이의 S/CH 위상도 반드시 측정해야 합니다. 이 측정 작업은 특히 신호가 스위치될 때 간섭을 방지하기 위해서 편집하는 과정에서 중요합니다. 측정 작업을 완료하면 비디오 소스 사이에서 부드럽게 스위치할 수 있으며 그림이 말리거나 수평으로 건너뛰거나 색상의 번짐 같은 문제 없이 깨끗하게 편집할 수 있습니다.

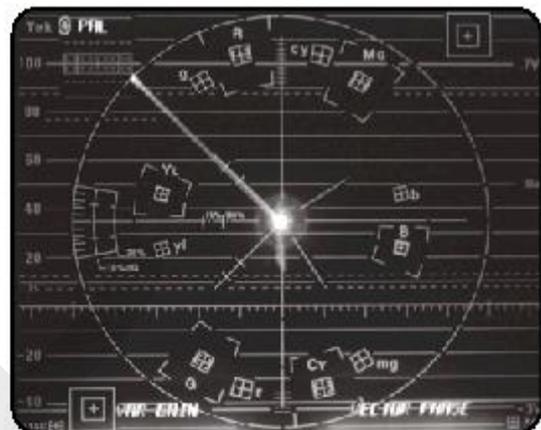
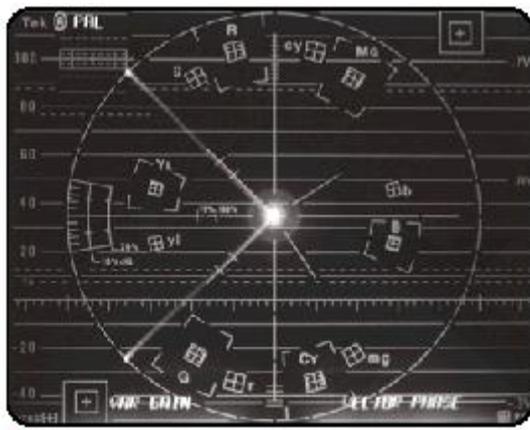


그림8-15. PAL 버스트 확대 그림8-16. V축 선택 PAL 버스트 확대

편집 작업실과 스튜디오에서는 복잡한 작업을 피하고 신호의 관리성을 향상시키기 위해서 CAV (Component Analog Video)를 사용해 왔습니다. 이 프로세스는 수평 신호 및 수직 신호의 타이밍이 필요하지만 색 부반송자의 타이밍은 필요하지 않기 때문에 비교적 간단한 방법입니다. 그러나 CAV 시스템에서는 전파 경로 당 (Y', P'b, P'r) 또는 (R', G', B') 같은 세 비디오 신호의 적절한 채널 간 타이밍이 필요합니다.

SDI (Component Serial Digital Interface)는 단일 케이블에 신호를 전달하고 비디오 설비 전체를 통해서 비디오 품질을 유지하는 방법을 제공합니다. 그러나 이것은 여러 가지 형식을 사용하는 설비를 위한 새로운 기술이 필요하고 여러 가지 과제가 남아 있습니다.

9. 디지털 시스템 타이밍 측정 및 조정

☞ 디지털 시스템의 타이밍을 측정하고 조정하는 것은 아날로그 방식과 비교해서 몇가지 장점이 있습니다. 그리고 타이밍 관련 작업을 할 때 좀 더 유연성이 있습니다. 디지털 스위치는 보통 입력에 대한 반자동 타이밍을 갖고 있으며 장치에 따라서 신호가 지정한 범위인 30에서 150 μs 사이에 있는 경우 타이밍 오류를 어느 정도는 보정할 수 있습니다. 그러나 몇몇 디지털 장치들에서 나타나는 막대한 처리 지연 때문에 여전히 수직 타이밍을 맞추는 주의를 기울여야 합니다. 비록 SDI 블랙 신호를 몇몇 디지털 장치에서 사용할 수는 있지만 아날로그 블랙 버스트가 아직까지는 주된 레퍼런스 신호입니다. 두 디지털 신호의 타이밍을 측정하는 것은 Tektronix WFM1125, WFM601 또는 WFM700을 사용하여 시행할 수 있는 간단한 작업입니다. SDI 신호는 채널 A 및 채널 B에 연결되어 있고 파형 모니터는 외부적으로 블랙 버스트(Black burst) 또는 삼중 수준 동기(Tri-level)가 레퍼런스로 사용 됩니다. 모든 신호를 정확하게 종결(Termination)하기 위해서 주의를 기울여야 합니다.

파형 모니터의 구성 메뉴에서 pass EAV 및 SAV 모드를 선택하면 그림 8-17과 같이 3FF, 000, 000, XYZ 값이 파형 모니터에 표시됩니다. SAV 또는 EAV 펄스는 그것을 파형 표시의 주요 틱 표시에 놓음으로써 타이밍 참조로 사용할 수 있으며 그것을 다른 SDI 신호와 비교할 수 있습니다. 그럼으로써 그것들이 같은 표시에 놓여졌는지 확인할 수 있습니다.

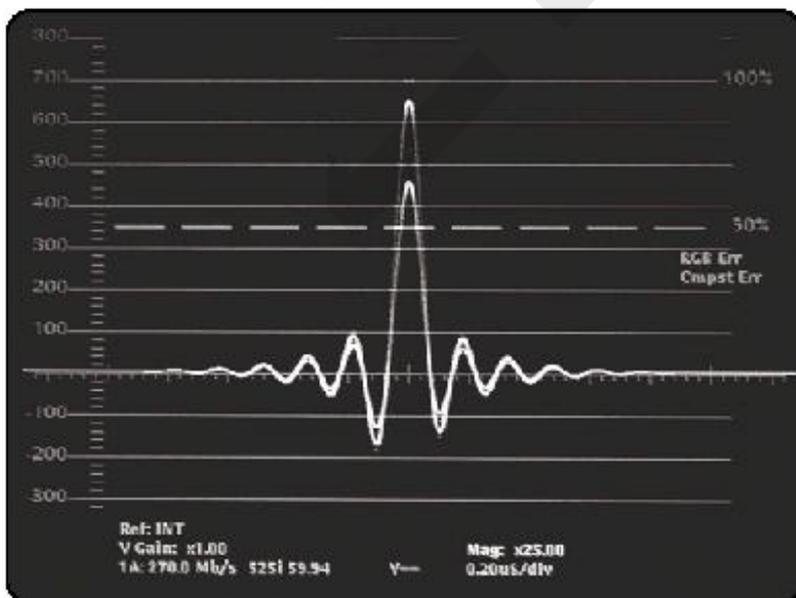


그림8-17. WFM700에서 Y채널 XYZ 펄스

디지털 영역에는 수직 펄스가 없습니다. 디지털 시스템은 F, V 및 H 값을 기준으로 비디오 위치를 계산합니다. 그러므로 수직 타이밍을 측정하려면 참조점이 반드시 정의되어야 합니다. 작업을 간단하게 하기 위해서 현재 비디오의 첫 번째 라인을 참조로 사용할 수 있습니다. 왜냐하면 수직 귀선 라인은 일반적으로 공백이기 때문입니다.

수직 타이밍을 측정하려면 2라인 모드에 대해 라인 선택 및 스위치를 설정합니다. 수직 기간의 마지막 라인과 Active 영상 신호의 첫 번째 라인을 표시하도록 설정에서 필드 1 및 라인을 선택합니다. 이 설정은 HDTV의 1080 비월주사 방식에 대해서는 라인 20 이어야 하고 1080 순차주사 방식에 대해서는 41, 720 순차주사 방식에 대해서는 25, 525 비월 주사에 대해서는 19, 625 비월주사 주사에 대해서는 22로 설정해야 합니다. 필요한 경우 제대로 표시될 때까지 소스의 수직 타이밍을 조정합니다.

다음으로, 채널 B를 선택하고 마지막 수직 라인과 첫 번째 활성 라인이 표시되게 합니다. 필요한 경우 수직 타이밍이 두 수직 위치를 현재 비디오의 시작에 정렬하도록 조정합니다. 마지막으로 채널 A로 스위치백하고 MAG를 ON으로 설정합니다. SAV 펄스의 확대 정도에 주의하십시오. 만약에 두 펄스의 확대 정도가 같다면 그들은 같은 필드에 있는 것입니다. 혹시 그렇지 않은 경우에는 두 신호가 서로 반대의 필드에 있는 것이고 소스를 같은 시작점에 정렬하기 위해서 타이밍 조정이 필요한 것입니다.

수평 타이밍을 측정하려면 채널 A로 스위치하고 파형 모니터를 스위치 1 라인으로 설정합니다. 수평 위치 손잡이를 사용하여 SAV 펄스를 주요 경위선방향 표시 위에 설정합니다. 또는 커서 모드를 사용하고 커서를 SAV 펄스 위에 설정합니다. 채널을 선택하고 채널 A의 타이밍 위치와 맞추기 위해서 미세 타이밍 컨트롤을 조정하여 채널 B에서의 신호까지의 타이밍을 비교합니다.

10. 디지털 오디오 동기화

☞ Tektronix TG700 오디오 생성기 모듈인 AG7은 다양한 테스트 Tone이나 Silence을 제공하는 4개의 AES/EBU 출력과 Silence 및 워드 클럭 출력을 제공합니다. AG7은 오디오 및 비디오 장치 사이의 동기화를 위해서 비디오 레퍼런스로 Genlock 될수도 있습니다.

625/50 라인 시스템의 경우에는 비디오 프레임 당 1920회 샘플의 25 Hz 비디오와 48 kHz 오디오 사이에 직접적인 관계가 있습니다. 비디오 프레임 당 정확하게 10개의 오디오 인터페이스 프레임을 생성하는 AES/EBU 디지털 오디오 구조에는 192개의 프레임이 있습니다. NTSC의 경우에는 29.97 Hz

(30/1.001)의 프레임 비율로 인해 프레임 당 정수가 아닌 샘플 수가 존재합니다. 그리고 정수의 오디오 샘플(8008) 수에 도달하려면 5개의 NTSC 프레임이 있어야 합니다.

SMPTE 318M에 지정된 것과 같이 선택적인 10 필드의 식별 시퀀스를 사용하여 디지털 오디오를 59.94 Hz의 필드 주파수를 사용하여 NTSC 블랙 버스트 주파수에 동기화할 수 있습니다.

이 시퀀스는 다중 형식 환경에서 23.976 Hz (24/1.001)에서 실행되는 장치를 동기화하는데 사용할 수도 있습니다. 예를 들어, 23.976 Hz의 1080 프로그레시브 시스템은 필름 프레임을 디지털 파일로 직접 전송할 수 있는 수단을 제공합니다.

그림8-18에서는 10 필드 타이밍 레퍼런스를 볼 수 있고 10 필드 타이밍 참조가 라인 15 및 NTSC 525/59.94 Hz 신호의 278에 삽입되었습니다. 첫 번째 펄스(1)는 항상 표 4에 정의되어 있는 것과 같이 식별 시퀀스의 시작 부분에 있습니다. 펄스 2에서 6은 10 필드 시퀀스의 수를 나타냅니다. 추가적으로 마지막 펄스 (6)는 라인 15에는 항상 없으며 라인 278에는 항상 존재합니다. TG700 신호 생성기 플랫폼은 AGL7 아날로그 젠록 모듈로 SMPTE 318M에 젠록할 수 있는 기능을 제공하고 칼라바(Color bar) 옵션(CB)과 함께 BG7 블랙 버스트 생성기를 사용하여 SMPTE 318M 출력 레퍼런스를 제공합니다.

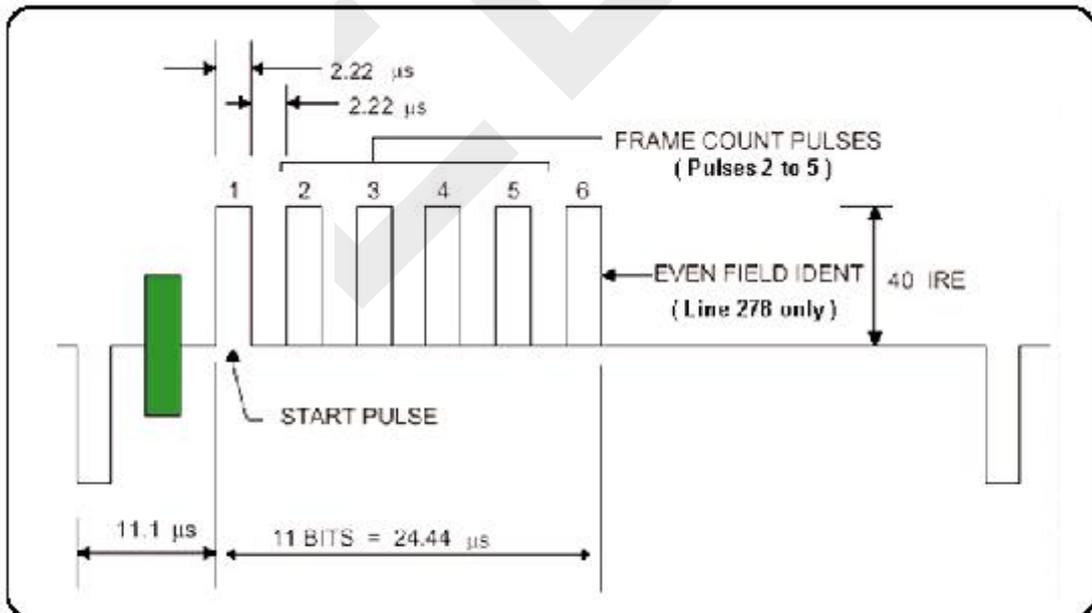


그림8-18. SMPTE318M 타이밍 동기라인

11. 여러 가지 형식을 사용하는 혼용 설비에서의 타이밍

개별적인 아날로그 시스템 및 디지털 시스템의 타이밍 요구 사항에 적용된 기본 원칙을 다중 형식 설비에 대해서도 그대로 사용할 수 있습니다. 최상의 프로그램 품질을 얻기 위해서는 여러 가지 형식 사이에서 발생하는 변화를 최소화해야 합니다. 전형적으로 신호가 특정 작업 영역에서 처리되는 동안 하나의 단일 포맷으로 처리될 수 있도록 포맷군(format island)이 형성됩니다. 타이밍 및 동기화를 사용하면 혼용 설비 내에서 포맷간에 장비를 유연하게 사용할 수 있습니다.

그림8-19에서는 일반적인 멀티 포맷 혼용 설비의 기본적인 구성 요소를 보여줍니다. 듀얼 마스터 레퍼런스 SPG가 비상 변경 유닛(Change-over unit)과 함께 사용되어 설비 전체에 걸쳐서 정확하게 타이밍이 맞춰진 레퍼런스를 얻을 수 있게 합니다.

[표8-4. SMPTE318M 10 필드 타이밍 시퀀스]

Ten Field Sequence	Pulse Position						Line Position	
	1	2	3	4	5	6		
0	1	0	0	0	0	0	Line 15	Field 1
1	1	0	0	0	0	1	Line 278	Field 2
2	1	1	0	0	0	0	Line 15	Field 1
3	1	1	0	0	0	1	Line 278	Field 2
4	1	1	1	0	0	0	Line 15	Field 1
5	1	1	1	0	0	1	Line 278	Field 2
6	1	1	1	1	0	0	Line 15	Field 1
7	1	1	1	1	0	1	Line 278	Field 2
8	1	1	1	1	1	0	Line 15	Field 1
9	1	1	1	1	1	1	Line 278	Field 2

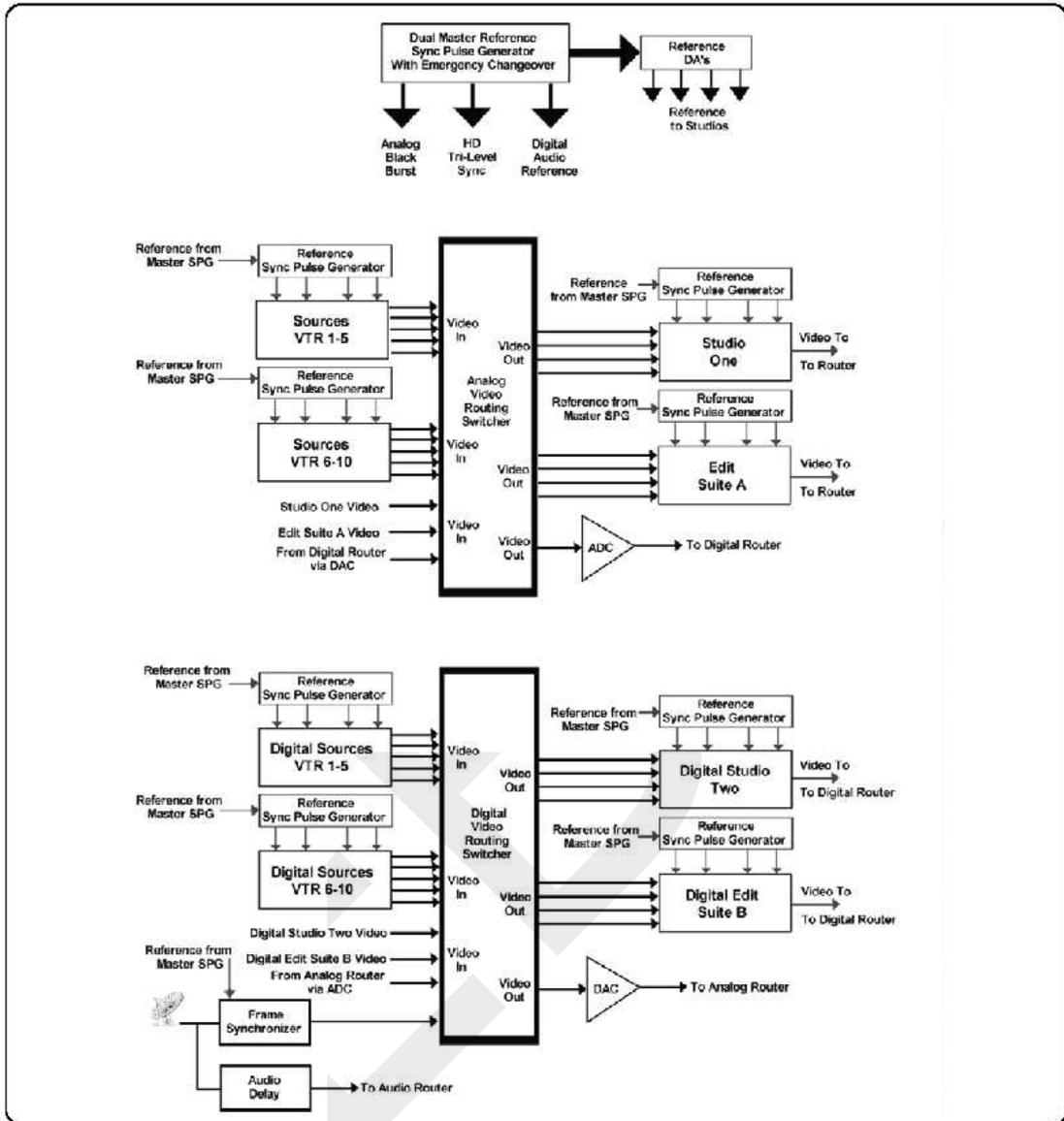


그림8-19. 멀티포맷 혼용설비의 기본적인 구성요소

적절한 아날로그 또는 디지털 분배 증폭기(DA)는 설비 전체에 각 레퍼런스 출력을 분배 합니다. 디지털 분배 증폭기에는 다음과 같은 두 종류가 있습니다.

▶ 루프 쓰루 입력(loop-through) 및 다중 비 리클락(non-reclocked) 출력을 제공하는 팬아웃(fan-out)

▶ 긴 케이블(200 m)을 통한 디지털 신호를 복구하고 일정하게 만드는 추가적인 서킷이 있는 균일화/리클록킹(Equalizing/Reclocking). 신호는 완벽하게 생성된 디지털 신호를 재생하기 위해서 리클록킹되며 여러 가지 출력을 제공합니다.

마스터 레퍼런스는 슬레이브 SPG에 zen록되어 있는 스튜디오 또는 편집실과 같은 개별적인 곳에 분배됩니다. 슬레이브 SPG는 위에서 기술한 것과 같이 각 영역에서 장치들의 타이밍을 맞추는데 사용되는 레퍼런스를 생산합니다. 비록 대부분의 시스템은 그림8-19에서 볼 수 있듯이 아직도 아날로그 블랙 버스트 레퍼런스를 사용하고 있기는 하지만 몇몇 디지털 장치는 디지털 레퍼런스를 사용합니다. 디지털 블랙 레퍼런스 신호는 다음과 같은 어플리케이션에 사용할 수 있습니다. 신호를 아날로그에서 디지털로 또는 디지털에서 아날로그로 변환해야 하는 경우에는 Analog-to-Digital Converter (ADC) 또는 Digital-to-Analog Converter (DAC)가 신호를 디지털 및/또는 아날로그 라우터에 제공하여 해당 지역으로 분배합니다.

어떤 경우에는 프레임 싱크로나이저를 사용하여 위성 신호 같은 외부 소스를 동기화하기도 합니다. 설비 내에서 이런 외부 소스의 타이밍이 가능하게 하기 위해서 레퍼런스가 적용됩니다. 그러나 이런 장치들은 비디오 경로에서 지연을 처리하는 여러 필드를 사용할 수 있습니다. 이런 외부 비디오 신호와 연결된 오디오는 비디오보다 훨씬 적은 처리 시간이 소요되는 보다 간단한 처리 방식을 사용합니다. 그렇기 때문에 비디오 처리 지연을 보상하기 위해서 오디오 지연이 반드시 추가되어야 합니다. 오디오 지연은 립싱크 문제를 피하기 위해서 다른 디지털 장치에서의 비디오 처리 지연을 보상하기 위해서 사용할 수도 있습니다.

12. 이중 동기화

☞ 설비 전체에 걸친 동기화는 안정적인 시스템 성능을 얻기 위해서 가장 중요한 작업입니다. 이중 동기화 개념을 도입하여 설비를 구축하면 오류가 발생하지 않고 유연하며 강력한 시스템을 얻을 수 있습니다. Tektronix ECO422D 같은 ECO (Emergency Change-Over) 유닛은 설비 내에서 현재 어느 소스를 사용하고 있는지 서비스의 중단 없이 한 동기화 소스에서 다른 동기화 소스로 스위칭하는 것을 자동화하는데 사용합니다. TG700을 또 다른 한 대의 TG700과 함께 사용하면 타이밍 시스템에서 하나의 SPG(Master SPG)에 오류가 발생했을 때 백업을 제공합니다(그림8-20 참조). ECO는 마스터 입력에서 동기화 신호의 손실을 탐지할 수 있고 자동으로 백업 마스터 슬레이브 입력으로 스위칭할 수 있습니다. ECO422D에는 사용자가 구성할 수 있는 채널이 11개 있으며 아날로그 블랙 버스트(PAL 또는 NTSC), HD 삼중 수준 동기화(Tri-level), AES/EBU 디지털 오디오, SD-SDI, 또는 HD-SDI 등과 같은 형식을 지원하도록 구성할 수 있습니다.

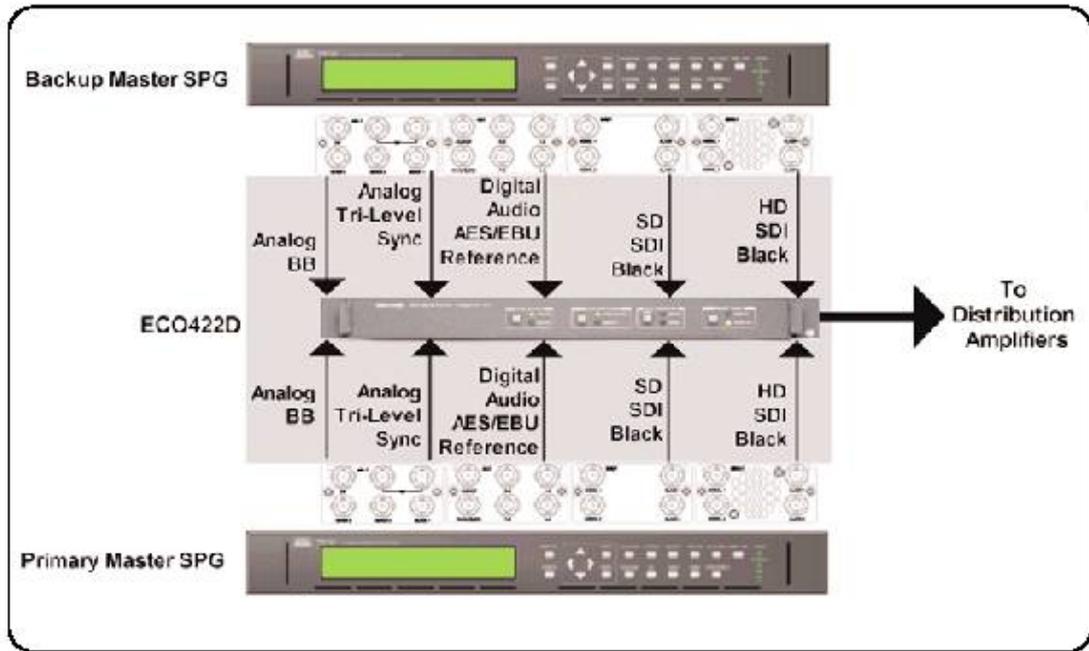


그림8-20. Dual SPG를 가진 Changeover 구성

설비 전체의 타이밍 설정을 완료한 다음에는 마스터 SPG 및 슬레이브 SPG의 설정을 저장하는 것도 중요합니다. TG700에는 이 과정을 지원하는 여러 가지 소프트웨어 어플리케이션이 있습니다. TG Duplicate(PC software)을 사용하면 펌웨어 설정 및 소프트웨어 설정을 한 TG700에서 다른 TG700로 완벽하게 복사할 수 있기 때문에 슬레이브 SPG가 마스터 SPG의 완벽한 복사본이 되게 할 수 있습니다. TG Backup을 사용하면 TG700의 구성을 외부에 있는 컴퓨터에 백업할 수 있습니다. 그리고 TG Restore를 사용하면 백업 정보를 TG700에 다시 로드할 수 있습니다.

신호의 손실을 방지하기 위해서 UPS (무정전 전원 - uninterruptible power supply)도 시스템에 반드시 사용해야 할 것 중의 하나입니다. UPS는 전압의 변화 또는 정전으로 인해 SPG의 출력 구성이 망가지는 것과 타이밍 설정이 간섭 당하는 것을 방지합니다.

13. 결론

레퍼런스로 블랙 버스트를 사용하는 텔레비전 타이밍은 모든 비디오 설비에 있어서 가장 중요한 부분이었습니다. 디지털 및 고화질으로의 전환 추세로 인해 매우 다양한 아날로그 및 디지털 형식을 동시에 동기화해야 할

필요성이 대두 되었습니다. 비디오 제작 장치에는 이제 HD 삼중 수준 동기화 또는 (HD/SD) SDI 블랙과 같은 다른 레퍼런스 신호 종류를 사용해야 할 필요가 커지고 있습니다. 추가적으로 아날로그 형식에서는 동기화가 필요 없었던 오디오 변환 과정도 이제는 디지털 오디오 장치를 동기화하기 위해서 디지털 오디오 레퍼런스를 사용해야 할 필요가 있습니다. Tektronix의 아날로그 및 디지털 장치 제품군을 사용하면 이런 새로운 비디오 형식 및 운영 조건으로 인해 발생하는 많은 문제를 해결할 수 있습니다.

