

기본적인 디지털 오디오 테스트 기술

Basic Digital Audio Test Techniques

최 성 진
서울산업대학교 매체공학과

I. 서론

오늘날 디지털 오디오 포맷으로 여러 가지 형태가 사용되고 있는데, 이중 가장 널리 채택되어 사용되는 것 중의 하나가 AES/EBU(Audio Engineering Society/European Broadcast Union) 포맷이다. 이 방식은 두 채널의 다중화된 디지털 오디오 스트림을 지원하고 직렬 포맷 상에 데이터와 클럭을 삽입한다. AES 비트의 상승 모서리(rising edge)와 하강 모서리(falling edge)의 위치는 TTL 또는 CMOS 논리회로처럼 신호레벨 변화에 대하여 "1" 또는 "0"의 상태로 정의한다. AES/EBU 포맷은 24비트까지 신호 해상도를 지원한다. 이중 일반용으로는 16비트 그리고 전문 방송용으로는 20비트가 가장

널리 사용되어지고 있다. 또한 AES/EBU 포맷은 최대 데이터율인 3.072MHz와 동등한 32kHz에서 48kHz 사이의 샘플링을 지원한다. 본 논문에서는 이러한 형태의 디지털 오디오 데이터 스트림을 분석하고 고장 진단 하는 것을 중심으로 해서 AES/EBU의 프레임들과 서브프레임들을 이해하고자 한다.

II. AES/EBU 프레임과 서브프레임

AES/EBU 디지털 오디오 데이터는 그림 1과 같은 프레임 구조로 구성되고, 각 프레임들은 두 개의 서브프레임을 포함한다. 즉, 스테레오 동작시 A 서브프레임은 왼쪽 채널에, B 서브프레임은 오른쪽 채널에 해당된다. 각각의

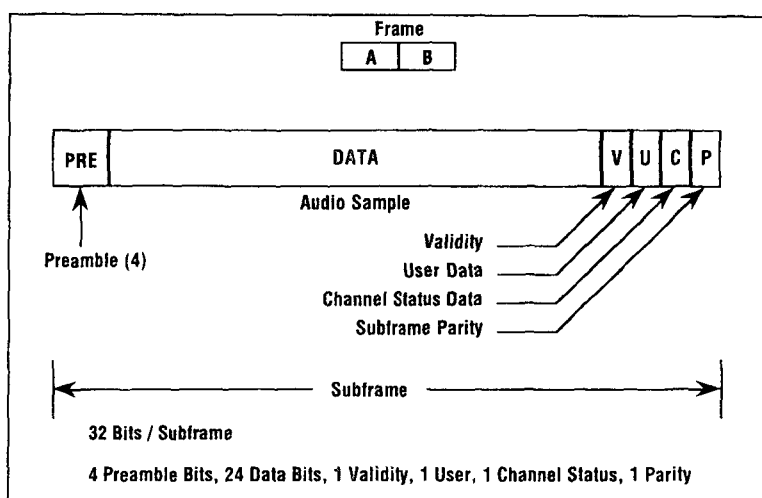


그림 1. AES/EBU frame and subframe structure.

서브프레임은 32 비트의 양을 가진다. 처음 4 비트는 동기에 관련된 프리앰블(preamble)을 형성한다. 다음 24 비트는 2의 보수 형태로 최상위비트(MSB)에서부터 최하위비트(LSB)까지 배열되는 디지털 오디오 데이터를 형성한다. 24 비트 보다 작은 해상도에 응용될 경우, 사용되지 않는 비트는 "0"으로 지정한다. 마지막 4 비트는 제어에 관련된 정보를 포함한다.

비트 28은 유효성 비트(Validity bit)로서 V로 표시하는데 이것은 아날로그 형태로 변환되어지기 위한 디지털 오디오 데이터의 적합성을 나타낸다. 비트 29는 사용자 비트(User bit)로서 U로 표시한다. 비트 30은 채널상태(channel status)로서 C로, 비트 31은 패리티 비트로서 P로 표시하는데 이것은 AES 인터페이스에서 "1"(짝수 패리티)로 설정한다. 이러한 VUCP 비트들은 고정진단 이 논의될 때 더 자세하게 설명할 것이다.

이러한 일을 효과적으로 하기 위해서는 디지털 오디오 신호 데이터가 수신되는 지점에서 부괴(corrupt)되지 않아야 하고 다운스트림(downstream) 소자에 의해 에러 없이 해석되어야 한다. 타이밍 정보(timing information)는 데이터 스트림의 전이(transition)가 재현됨으로써 표현되기 때문에 이러한 전이(transition)들의 위치에서의 편차는 문제들을 발생시킨다. Short-term 편차는 지터(jitter)를 일으킨다. Long-term 편차는 샘플링율의 정확도에 영향을 미치는데, 이것은 불안정하고 부정확한 시스템 클럭으로 해석되어진다. 지터는 연속적인 디지털 오디오 소자들들 통해 지연하는 경향이 있다.

디지털 오디오는 초당 수 메가 비트 대역폭에서 동작하고 또한 신호는 잡음과 간섭에 의해 모호하게 될 수 있기 때문에 신호경로와 케이블이 적절히 연결되어 있어야 한다. AES/EBU 표준은 신호 진폭 사양을 제공하고, 오늘날 사용되어지고 있는 두가지 다른 방법이 있다. 전문가 포맷은 2V-10V(p-p) 범위의 신호진폭을 사용한다. 이것은 케이블 길이가 100m에 달하고 잡음과 간섭에 의한 오차를 허용한다. 일반용 포맷은 200mV-1V까지의 신호진폭을 사용한다. 이 포맷은 좀 더 짧은 케이블을 사용하고, 간섭과 잡음에 더 민감하다. 수신기 장치가 적당한 신호 진폭을 공급 받지 못한다면, 데이터 스트림내에서 전이(transition)를 정확하게 검출할 수 없을 것이고 이것은 링크실패(link failure)의 원인이 되기도 한다. 또한 반사나 링(ringing) 현상과 같은 다른간섭은 성능에 영향을

줄 수 있다.

III. 장비의 비호환성 문제

만약 디지털 오디오 송·수신 장비가 다른 샘플링율로 동작된다면 - 예를들어 콤팩트디스크 플레이어의 샘플링이 44.1kHz 이고 디지털 테이프 레코더의 샘플링이 48kHz - "click"과 같은 주기적 인공음이나 전혀 녹음되지 않는 문제에 직면하게 될 것이다. 비록 장비의 입출력이 전기적으로 호환이 된다할지라도 이러한 문제는 발생할 수 있다. 더 나아가 다른 데이터 포맷에서 동작하는 송·수신기들은 유사한 비호환성을 야기 시킬 것이다.

IV. 디지털 오디오 테스트 기술

숙련된 전문가가 기존의 재래식 테스트 장비로 어떤 디지털 오디오 인터페이스 문제를 해결할 수 있을 지라도, 처음에 고장을 발견하여 수리하는 사람은 당황하게 될 것이다. 다행히도 작업을 더 쉽게 할 수 있겠 하는 특별 목적의 테스트 기기의 유효성이 증가하고 있다.

디지털 오디오 성능을 가진 신뢰성 있는 모니터들은 신호가 패치판(patch panel)과 케이블 설비를 통해 신호가 잘 진행되고 있는지를 증명하는데 유용하다. 또한 이러한 것들은 데이터 스트림내의 V(Validity), U(User), C(Channel Status), P(Parity) 비트들의 상태를 감시하고 수정하는데 사용될 수 있다. VU 메터와 스테레오 레벨/위상 메터와 대등한 현대의 디지털 오디오 모니터는 레벨, 데이터 포맷, 샘플링율, 채널상태를 포함하는 데이터 스트림 동작의 다양한 계측을 제공한다. 자세한 테스트와 분석을 위해서, eye diagram을 생성할 수 있는 능력과 같은 진보된 성능을 가진 오디오 측정 장비들이 사용된다.

V. Eye Diagram 분석

Eye Diagram 디스플레이들은 많은 데이터 스트림 구성 요소들을 보여준다. 즉 비트 전이상태(transition activity) 및 신호의 모습과 진폭을 보여준다. 이러한 이유로 다양한 형태의 전기적 문제를 쉽게 검출할 수 있다. 주파수 응답과 간섭상의 문제들은 파형의 상승모서리와 하강모서리에 미묘한 변화를 일으킬 수 있다. 지터(jitter)

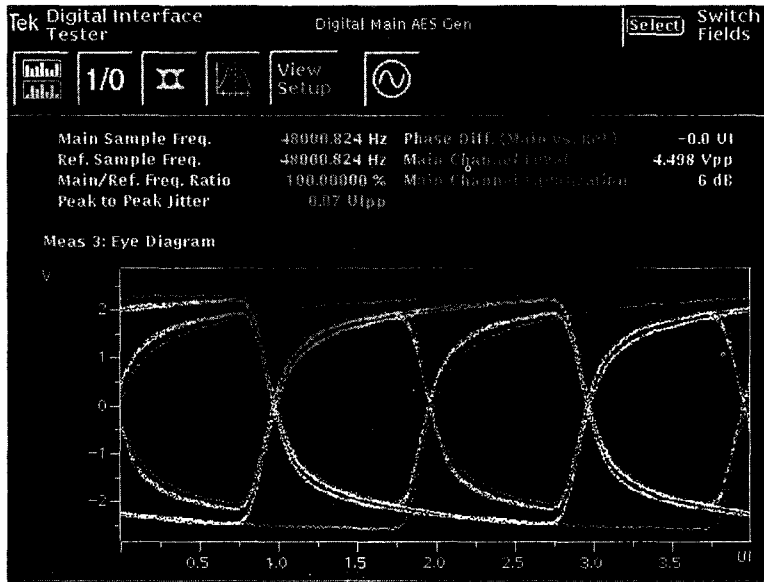


그림 2. Eye diagram showing signal degradation in a long cable run

는 eye diagram의 뚜렷한 가장자리 선의 어떤 번짐으로 명시되는데, 수평 방향으로는 diagram이 닫혀 있게 된다. 긴 케이블에서의 감쇠는 그림 2와 같이 전체 eye 진폭의 감소를 나타낸다. 이 모든 경우에 있어서, 지켜봐야 할 eye diagram의 중요한 부분은 파형의 좌우대칭과 패턴의 중심 개방지역이다.

VI. 지터 스펙트럼 분석

eye diagram은 오직 최대치-최대치(pick-to-pick) 지터만을 나타내기 때문에 지터 스펙트럼 분석이 지터 주파수 내용과 특성을 진단하기 위해 사용되어진다. 오디오 측정 장비로 지터 스펙트럼을 관찰함으로써 소스(예를 들어 120Hz 지터 최대치는 형광빛에 의해 야기된다)가 확인되어질 수 있다. 그리고 나서 소스는 추론을 통해서 위치되어질 수 있다. 대안으로 디지털 오디오 분석기는 신호를 재기록하기 위해 회로내의 다양한 위치에 신호선이 삽입될 수 있어서 어긋난 지터소스를 정확히 지적해 낼 수 있게 한다.

VII. 비트 움직임의 모니터링

오디오 측정 장비를 가지고 디지털 데이터 스트림 및 이것과 관련된 서브프레임을 조사하는 것은 제공된 디지털 신호의 존재 유무와 형태를 보여줄 것이다. 비트 움직임 모니터는 16비트(일반용) 또는 24비트(전문가용) 어느 것이든 신호를 디스플레이 한다. 또한 이것은 화면의 대략 중간지점에서 배회하는 각 비트의 상태 바(bar)를 보여준다. 이러한 표현은 50%의 비트 확률을 나타낸다. 왜냐하면 오디오 워드(word)에서 비트는 2개의 보수로 되어 있고 어떠한 시간에서도 “1” 또는 “0”으로 되어 있기 때문이다. 어떤 비트가 이 50% 확률에서 변화 한다면, 공급되고 있는 신호 형태나 측정되고 있는 하드웨어 장치의 완전무결은 문제시 되어질 것이다.

또한 데이터 스트림 활동의 다른 면이 비트 활동 디스플레이를 사용하여 모니터 되어질 수 있다. Validity 비트 사용은 제품마다 다르기 때문에 에러 검출 및 교정이 있을 때마다 몇몇 장비는 높은 validity 비트를 나타낼지도 모른다. 어떤 다운스트림 수신기는 high validity 비트가 나날 때 오디오를 재생할 수도 안할 수도 있다. 사용자 비트와 채널 상태비트의 존재 유무도 유사한 방법으로 검출

될 수 있다.

영어로 인코더된 포맷에 따라 디스플레이될 수도 있다.

VIII. 데이터 모니터링

데이터 포맷의 비호환성은 검출하기가 매우 어렵다. 왜냐하면 채널 상태블럭들이 한번에 하나의 비트씩 전송되고 데이터 스트림의 192개 서브프레임에 퍼져 있기 때문이다. 오디오 측정 장비 또는 디지털 오디오 모니터는 전송 순서내에 인접한 24, 8-비트 바이트 채널 상태블럭을 보기 위해 필요하다. 이러한 테스터 기기들을 가지고 데이터는 변환되기전 2진 형태나 디코더된 형태로 볼 수 있으며,

결 론

디지털 오디오 제품을 다룰때, AES/EBU 데이터 스트림이 어떻게 동작되고, 디지털 오디오 장치들이 어떻게 통신 접속 되는지에 대한 기본을 이해하는 것은 중요하다. 올바른 테스트 장비가 이용되어야 한다는 것과 관련하여 이것은 이 새로운 장비의 신비를 해결하는데 도움을 줄 것이고 고장진단의 문제를 상당히 쉽게 할 것이다.

필자소개



최 성 진(崔 聖 鎭)

현재 서울산업대학교 매체공학과 교수

주요관심분야 :

디지털 방송시스템

디지털 전송 방식