80SJNB

PavelZivny 샘플링 오실로스코프 Tektronix, Inc. Beaverton, Oregon 97077, USA

80SJNB로 측정한 여러 결과를 다른 지터 측정 도구와 비교합니다.

지터를 수평, 수직 구성 요소로 분해한 내용을 검증합니다.BER 지터 bathtub을 BERT의 경우와 비교합니다. 이 모든 실험 결과는 80SJNB와 다른 도구의 결과가 서로 일치한다는 사실을 보여주고 있습니다.

1.

80SJNB 애플리케이션 소프트웨어는 텍트로닉스 8000 시리즈 샘플링 오실로스코프 플랫폼에 대한 지터, 노이즈,비트 오류율(BER) 분석을 제공합니다.첨단 방식으로 지터와 노이즈를 주요 구성 요소로 분해하므로 높은 비트율 직렬 데이터 링크에 사용되는 시스템 구성 요소의 디버그와 검증에 필요한 규격 준수 테스트 결과는 물론 진단 정보를 제공합니다.

80SJNB 소프트웨어의 기능에는 새롭게 도입된 것도 있으나 지터 분석 등 일부 기능은 다른 측정 장치로도 가능합니다.본 백서의 주 목적은 다음과 같은 사실을 제시하는데 있습니다.

- 80SJNB의 지터 분석과 기타 여러 지터 분석 방식과의 상관 관계

- 지터의 구성 요소를 분리하는 능력에 있어서 80SJNB에 의한 지터 분석 결과의 안정성 및 정확성 위에 언급한 두 가지 목적은,다른 장애들은 일정한 상태에서 한 가지 장애만 달라진 신호를 측정하는 방식으로 수행되었으며, 측정 결과는 이러한 목적에 일치할 것으로 예상됩니다.

- 외삽된 비트 오류율(BER)은 비트 오류율 테스터(BERT)에 의해 보고된 BER과 낮은 확률 수준으로 일치함

또한 80SJNB가 신호 장애를 기본적인 타이밍과 진폭 구성 요소로 정확하게 분리하는 방법도 예시됩니다.

측정 상관관계를 알아보기 위해 본 백서에서는 여러 방식으로 처리될 수 있는 신호를 중점적으로 다루고 있습니다.80SJNB에는 다른 솔루션의 범위를 넘어서는 중요한 기능이 있지만 이에 대해서는 본 (상관관계) 백서에서 다루지 않습니다.

2.

직렬 데이터 흐름에 다양한 수준의 RJ,PJ,ISI,RN,PN으로 장애를 가합니다.각각의 경우에 대해 보고된 값을 검사하고,거의 대등한 대표적 성능을 지닌 다음의 4개 시스템을 비교합니다.

- a 지터, 노이즈, BER 분석을 위한 80SJNB 애플리케이션 소프트웨어가 장착된 텍트로닉스 CSA8200 등가 시간 샘플링 오실로스코프 - 데이터는 30GHz의 대역폭을 가진 낮은 노이즈 80E03 전기 샘플링 모듈로 수집되었습니다.82A04 위상 참조 모듈은 200fs(m s) 미만의 첨단 지터 노이즈 플로어를 제공합니다.또한 CSA8200에는 자동 패턴 트리거 기능을 제공하는 80A06 PatternSync 모듈이 갖춰져 있습니다.
- b ETSS x로 표시될 벤더 x의 등가 시간 샘플링 오실로스코프 이 장비에는 지터 분석 소프트웨어가 내장되어 있으며,26GHz의 전기 샘플링 모듈로 설정되어 있습니다.200fs(m s)의 랜덤 지터 노이즈 플로어를 제공합니다.

- c TDSJIT3 V2 지터 분석 애플리케이션 소프트웨어가 장착된 텍트로닉스 TDS6154C 실시간 오실로스코프 - 이 장비는 40G sam ples/s의 샘플링 속도에서 업계 최고의 15GHz 대역폭을 제공하며,420fs (m s)의 지터 노이즈 플로어를 갖추고 있습니다.
- d 보통 BERT 수신기라고 불려지며 150MHz-12GHz 사이의 작동 주파수를 갖춘 AdvantestD 3286
 오류 탐지기



그림 1 신호원과 지터 생성 설정의 배선 구조도

<**그림** 1>

주파수 합성기 B	데이터	● 80E03 모듈
		● 위상 참조 82A04
		• PatternSync 82A06
펄스 패턴 발생기	클록	● 12M5GHz 대역폭 RT 스코프
		● 40 G 샘플/초,10μs구간
노이즈 소스		ET 샘플링 스코프 X 및 지터 SW
*가우스		● 26GHz 대역폭
벡터 시그널 발생기		
주파수 합성기 A		비트 오류율 테스터
		● AdvantestD3285 오류 감지기
		• 01GHz-125GHz
2.5GHzcbck:2.5GHz 클록 10MHzReference:10MHz 참조		

그림 1은 신호 생성 및 측정 시스템으로의 분배를 포함한 전체적인 설정을 보여줍니다. 다이어그램의 왼쪽은 신호원과 지터 생성 장비를 나타냅니다. 벡터 신호 발생기 (R & S SM U 200A, 100kH z-4GH z)는 27-1 (L 27비트)의 패턴 길이를 가지고 있으며 2.5G b/s에서 의사 랜덤 비트 시퀀스를 방출하도록 설정된 12.5G b/s AdvantestD 3186 패턴 발생기인 데이터 소스에 2.5G H z의 클록 신호를 공급합니다. 패턴 발생기의 출력은 2Vp p이며, 약 450m Vp p 진폭을 가진 4개의 동일한 신호로 저항에 따라 분리됩니다. 깨끗한 2.5G hz 클록 신호는 외부의 10M H z 참조 신호를 통해 벡터 신호 발생기에 연결된 W ihron 68047B 주파수 합성기에 의해 같은 방식으로 지터 분석 장비에 제공됩니다. 서로 다른 지터와 노이즈 장애가 데이터 신호에 주입되는 방식에 대해서는 다음의 해당 부분에서 각각 별도로 설명할 것입니다. 모든 장비가 차동 신호를 받아들이는 것은 아니므로, 이번에는 종단형 신호에 대해서만 살펴보기로 하겠습니다. 데이터 수집 시, 모든 장비 네트 오류 탐지기 제외)에 같은 양의 시간을 할애하여 각각의 결과에 이르도록 하였습니다. 모든 장비에 대해 자동 수직 임계값을 선택하였습니다.D 3286 BERT는 비트 오류율 만을 보고하고 지터 하위 구성 요소 값은 보고하지 않으므로, 이 결과의 분석은 805JNB와의 수평 bathub 곡선 비교로 제한할 것입니다(**오류! 참조 소스를 찾을 수 없습니다** 섹션을 참조하십시오).

3. RJ

랜덤 지터 κJ)는 10/90 저항성 전력 혼합기를 통해 벡터 신호 발생기로부터 패턴 발생기로 전달되는 정현파 클록 신호로 진폭 노이즈를 수직적으로 합산하여 산출됩니다. 그런 다음 패턴 발생기의 위상 탐지기 회로의 고정 임계값이 진폭 노이즈를 전송된 데이터 패턴의 타이밍 노이즈로 전환합니다. 진폭 노이즈 분포를 타이밍 노이즈 분포로 전환하는 과정은 노이즈 진폭이 클록 신호 진폭에 비해 작게 유지되는 한 매우 선형적으로 진행됩니다. 진폭 노이즈는 ±7σ (σ는 노이즈 분포의 표준 편차) 이상의 가우스 분포를 가진 사용자 정의 노이즈 소스에 의해 제공되며, 그 결과 산출된 가우스 지터는 10^{±2}의 비트 오류율로 줄어듭니다.RJ의 양은 R&S SMU200A에서 드라이브 수준을 낮추는 한편 노이즈 소스 출력 진폭 상수를 유지하고, 이를 통해 의도적으로 클록 신호의 SNR을 패턴 발생기의 위상 탐지기로 줄임으로써 제어할 수 있습니다. 결과적으로 가우스 RJ가 전송된 데이터 패턴으로 제어될 수 있는 범위는 0.3ps (m s) -6ps (m s)가 됩니다. 그림 2 5ps (mm s) RJ가 주입된 2.5Gb/s PRBS7 패턴의 아이

그림 3 주입된 랜덤 지터의 다양한 수준에 대한 랜덤 지터 값 (RJ)의 보고 결과.

그림 2는 RJ를 2.5Gb/s PRBS7 데이터 패턴에 주입하고, 해당 데이터 신호에 그 외 다른 지터나 노이즈 장애는 적용하지 않은 결과 생성된 아이 다이어그램을 보여줍니다. 그림 3은 여러 수준의 R&S SMU200A 클록 출력 진폭의 함수로서 보고된 RJ를 보여줍니다. 모든 장비에서 매우 일치된 결과를 볼 수 있으며, 특히 주입된 각 지터 양의 측정 값은 장비들 간에 200fs 미만의 적은 차이를 보여주고 있습니다.3dBm 이상의 클록 수준의 경우, 주입된 지터는 무시해도 좋을 정도이며, 보고된 310 -420fs(m s)의 지터 값은 설정된 두 개의 잠금 클록 사이에 내재하는 랜덤 지터에 기인한 것입니다.

4. DDJ

데이터 의존성 지터 (DDJ)는 FR-4 인쇄 회로 기판상의 다양한 길이의 손실이 많은 마이크로스트립 전송선을 통해 신호를 전송함으로써 간단히 생성됩니다.150ps (p-p) 이상의 DDJ 값은 2.5 Gb/s의 데이터 전송 속도로 쉽게 생성될 수 있습니다.

그림 4는 FR-4를 통한 46인치의 전파 후에 나타나는 아이 다이어그램을 보여주며, 다양한 트레이스 길이에 대해 보고된 값은 그림 5에서 찾아볼 수 있습니다.DDJ 결과는 장비간의 예상 수치를 거의 그대로 따라가고 있습니다.¹DDJ는 심벌 간 간섭(நා이라고 불리는 물리적 문제점에 의해 야기되는 주요 결과입니다.다소 오래된 문서의 경우, 55와 DDJ는 같은 의미로 사용되고 있으나, 현재 2005년 여름) 업계에서는 물리적 효과는 55로, 결과적으로 나타나는 타이밍 장애는 DDJ로 부르고 있습니다. 805JNB는 신호에 미치는 151의 수직적 영향, 즉 DDN 데이터 의존성 노이즈)의 측정도 가능합니다. 그림 4 FR 4의 46인치 트레이스를 통한 전파 후에 나타난 아이 다이어그램

그림 5 PCB 상의 다양한 트레이스 길이를 통한 전파 후에 보고된 DDJ 값

5. PJ

주기성 지터 (PJ)는 SMU200A 벡터 신호 발생기의 IQ 변조에 의해 적용됩니다.이 테스트에서는 10MHz의 주파수에서 정현파 위상 변조가 D3186 패턴 발생기에 공급되는 2.5Ghz 클록 신호로 프로그래밍됩니다. 최대 40ps(p-p)의 PJ 진폭을 정밀하게 생성할 수 있습니다.

그림 6 주입된 정현파 지터 40ps에 대한 아이 다이어그램

그림 7 보고된 PJ와 벡터 신호 발생기로 프로그래밍된 명목상 주입된 PJ

그림 7에서 입증된 바와 같이 JIT3와 80SJNB는 서로 거의 일치하며 정확한 PJ 값을 보고하는 반면, 샘플링 스코프 ETSS는 20ps(50mUI) 이상의 주입된 값에 대해 PJ를 과대 평가합니다.JIT3과 80SJNB는 둘 다 직접 스펙트럼 분리 알고리즘을 사용하여 PJ를 결정합니다.단순화된 모델에 의존하지 않으므로 보다 확실하며 정확합니다.

ETSS는 듀얼 Diac δδ) 값으로서 PJ를 보고하는 반면, 텍트로닉스 오실로스코프는 PJ의 직접 피크 투 피크 (peak-to-peak) 값을 제공합니다.여기 제시된 경우에서는,DJRJ 비율이 크며, 듀얼 Diac와 피크 투 피크 값이 거의 같을 것으로 예상되므로, (의외로) 직접 비교의 타당성을 보여줍니다.어떤 경우에도 정확한 듀얼 Diac 값은 항상 해당되는 직접 피크 투 피크 값보다 작아야 하는 데 이는 그림 7의 결과와 정반대되는 것입니다.

PJ 측정의 두 번째 부분은 PJ 양에 대한 보고된 DDJ의 감도입니다.

그림 8 PJ에 대한 보고된 DDJ의 감도 (DDJ는 일정하게 유지)

그림 8을 보면 ETSS는 PJ에 대한 감도를 보여주며 DDJ 결과에서), PJ가 계속 주입됨에 따라 보고된 DDJ의 오류는 예상 값의 몇 배로 커진다는 것을 알 수 있습니다. 이러한 현상이 나타나는 이유는 분명하지 않습니다.JTT3은 이 그래프에서 거의 수평으로 나타난 선으로 보아 알 수 있듯이, 이 점에서는 가장 정확한 결과를 보여줍니다.

일반적으로 Tektronix TDS6154C 실시간 오실로스코프는 최대 40GS/s의 실시간 샘플링 속도로 인해 주기성 지터 측정에 있어서의 우수함을 보여줍니다.이와 같이 높은 샘플링 속도를 통해 사이클 간의 지터 측정 및 실제 주기성 지터 스펙트럼 측정이 가능한 반면, 등가 시간 샘플링 오실로스코프는 100kHz 이상의 앨리어싱된 지터와 노이즈 구성 요소 스펙트럼으로 제한됩니다.그럼에도 불구하고, 80SJNB에서 사용되는 강력한 직접 스펙트럼 분해 알고리즘 덕분에, 앨리어싱된 스펙트럼에서도 정확한 주기성 지터를 평가할 수 있습니다. 6.

지금까지 단일 지터 구성 요소 주입을 위한 장비를 측정해 보았으므로 이번에는 앞에서 설명한 모든 지터 구성 요소를 다양하게 혼합하여 동시에 주입함으로써 복잡해진 상황에 대해 알아보기로 하겠습니다.전반적으로 저,중,고의 지터 함량을 가진 세 가지 사례에 대해 살펴봅니다.그림 9-그림 15에는 표로 나타낸 결과와 해당되는 샘플링 아이 다이어그램이 제시되어 있습니다.

그림 9 낮은 지터 수준: 10M H z에서 ~2 5ps (m s)의 RJ와 10ps의 PJ를 주입하고 12인치 PCB를 통해 전파한 후

그림 10 낮은 수준의 혼합된 지터 주입에 대해 보고된 결과

그림 11 중간 지터 수준:RJ~35ps (mms),PJ=20ps,24" PCB.

그림 12 중간 지터 수준 결과

그림 13 높은 지터 수준:RJ~7ps (zm s), PJ=30ps, 34" PCB.

그림 14 높은 지터 수준 결과

지터 하위 구성 요소에 대한 보고 값이 장비 간에 약간의 편차를 보여주고 있기는 하지만, 선택된 10⁻ "의 BER 수준에서 총 지터에 대해 놀라울 정도로 일치된 추정치를 나타내고 있으며 최악의 경우에도 보고 값의 차이는 단 5m U에 불과합니다.

7. (RN, PN)

805JNB만의 특수 기능은 모든 신호 장애를 수평, 수직 구성 요소로, 즉 타이밍 지터와 수직 노이즈로 분리할 수 있는 기능입니다.805JNB는 불확실성을 기본적인 수평, 수직 구성 요소로 분리하고, 2-D 회선 (convolution)을 수행하여 완전한 BER 아이를 수집합니다.이 BER 아이는 수평적 불확실성, 수직적 불확실성 및 상관성 파형의 완전 굴곡 간의 미묘한 상호 작용 전체를 함축적으로 보여줍니다. 이러한 직교 구성 요소들은 비트 전환 시의 슬루율로 상호 작용합니다. 예를 들어 누화(crosstak)는 실제로 수직적 신호 장애이며 랜덤, 주기성, 결정성 노이즈 구성 요소들에 의해 측정될 수 있습니다. 그러나 805JNB 이외의 지터 분석기들은 누화를 지터로서 해석하기 때문에 고성능 장치나 모듈, 시스템을 설계하는 설계자들에게 아이 클로저의 소스를 파악하여 시정하는데 필요한 상세 정보를 제공하지 못합니다.

다음의 예에서는 랜덤 노이즈 (RN)와 주기성 노이즈 (PN)가 그림 1과 같은 저항성 전력 커플러를 통해 가우스 노이즈와 정현파 신호 (주파수 합성기 A)를 데이터 신호로 합산하고 연결된 전송선이나 전기 회로의 클록과 같은 공격자 소스의 결과를 모방함으로써 산출됩니다.

에지 변환 슬루율을 낮추기 위해 데이터 신호 경로에 2GHz4차 BesselThompson 저역 통과 필터를 삽입하면 에지에서 관찰된 수평 지터에 대한 수직 노이즈의 효과를 강조할 수 있습니다.

A. 랜덤 노이즈 (RN)

수직 랜덤 노이즈(RN)의 주입 결과 나타나는 아이 다이어그램을 그림 15에서 관찰할 수 있습니다. 이 예에서는 80SJNB의 수직 및 수평 분리 기능을 보다 분명히 보여주기 위해 비트 흐름에 수평 지터의 잔여량(Lps m s)을 적용했습니다. 그림 16은 비트 흐름에 RN의 수준을 높여 주입함에 따라 모든 장비에서 상승하는 RJ 값을 보고한 사실을 보여줍니다.JTT3은 두 가지 샘플링 스코프에 비해 보다 높은 내재적 장비 노이즈로 인하여, 약간 더 높은 RJ값을 보여줍니다.

그림 15 완전히 수직적인 랜덤 노이즈의 방해를 받은 아이 다이어그램

그림 16 주입된 진폭 노이즈 수준의 함수로서 보고된 RJ 값

그러나 805JNB는 그림 17에 제시된 바와 같이 누화를 지터와 정확히 구분할 수 있는 유일한 솔루션입니다. 청색 선은 그림 16에서 이미 확인한 바 있는 관찰된 RJ입니다. 적색 선과 녹색 선은 RJ의 직교 하위 구성 요소를 나타내며, 이는 805JNB에 의해 RJ(v)와 RJ(h)로 각각 보고된 수직, 수평 랜덤 노이즈에 기인한 것입니다. 신호에 진폭 노이즈를 계속 주입해도 RJ의 수평 구성 요소(RJ(h), 녹색 선)는 변함 없이 유지된다는 사실을 쉽게 알 수 있습니다. 또한 2ps 이상의 관찰된 RJ 값의 경우, 지배적인 기여자는 실제로 RJ(v)(적색선)가 나타내는 수직 노이즈라는 사실도 분명해졌습니다. 최저 RN 수준에서 주입된 노이즈는 실제로 전혀 없으며, 잔여량 0.7m V는 샘플링 모듈의 노이즈 플로어에 기인한다는 사실을 명심해야 합니다.

따라서 관찰된 지터 값 RJ는 모든 장비에서 동일하게 나타나지만,80SJNB의 수평,수직 분리 기능을 통해 엔지니어는 BER 위반의 원인,즉 높은 BER이 순전히 수평 타이밍 지터에서 온 것인지,아니면 누화나 수직 노이즈에서 온 것인지를 파악할 수 있습니다.

그림 17 80SJNB는 수평 및 수직 RJ 소스를 표시

B. **주기성 노이즈** (PN)

여기서는 먼저, 주파수 합성기 B로 주파수 10MHz에서 다양한 수준의 주기성 진폭 노이즈 PN을 데이터 신호로 주입합니다.

그림 18 신호 진폭 대비 22% 의 크기를 가진 정현파 주기성 노이즈의 방해를 받은 아이 다이어그램

RN의 경우와 마찬가지로, 관찰된 PJ 값을 그림 19에서 세 가지 장비 모두로 보고된 값과 80SJNB의 수평, 수직 하위 구성 요소 분해(그림 20 참조)로 표시하였습니다. 다시 말하지만 80SJNB는 거의 모든 PJ가 수직적, 즉 진폭 변조에 의해 발생한다는 것을 정확히 보여주고 있습니다.

그림 19 주입된 주기성 노이즈 수준의 함수로서 보고된 PJ 값

그림 20 80SJNB는 PJ를 수직 (진폭)과 수평(타이밍) 소스 구성 요소로 분해

다음은 수평/수직 분리에 관한 또 다른 두 가지 사례입니다. 이번에는 주입된 주기성 노이즈와 직접 주입된 주기성 지터가 모두 있는 경우입니다. 결과로서 나타난 아이 다이어그램을 보기 1(그림 21)에서 볼 수 있습니다. 여기서는 직접 PJ(LM H z에서 10ps p-)를 일정량 적용하고, 주입된 PN (10M H z)의 수준에 변화를 주었습니다.

그림 21 일정량의 PJ를 적용하고 주입 PN의 수준에 변화를 줄 경우의 직교 PJ 분해

보기 2(그림 22):여기서는 PN (1MHz에서 10psp-)을 일정량 적용하고 직접 주입된 PJ의 수준에 변화를 주었습니다.

그림 22 일정량의 PN을 적용하고 직접 주입 PJ의 수준에 변화를 줄 경우의 직교 PJ 분해

8. BERT Bathtub

오실로스코프를 이용한 지터 분석의 효과적인 테스트 방식은,실제 가우스 분포가 없는 랜덤 지터 구성 요소가 포함된 신호가 있거나 다량의 광대역 연결 비상관성 지터가 스펙트럼 지터 분해 알고리즘을 압박하는 경우에 BERT 기반 bathtub 측정치와 이를 비교하는 방식입니다.

여기서는 수평 bathtub 곡선,즉 최저 BER=10³² 수준의 AdvantestD 3286 오류 탐지기로 직접 측정된 BER bathtub 곡선으로 805JNB에 의해 제공된 임계값 수준의 2차원적 BER 맵의 수평면들을 비교하였습니다.그 이유에 대해서는 다음에서 설명하겠지만,처음에는 데이터 패턴을 2.5Gb/s 속도의 비트 패턴인 단순한 1010으로 제한할 것입니다.이 테스트의 목적은 BERT에 의한 직접 측정과 비교하여 낮은 BER 수준에서 TJ를 정확히 측정할 수 있는 805JNB의 능력을 예시하기 위한 것입니다.

BERT의 수평 임시 해상도는 1ps입니다. 낮은 RJ(<400fs)가 포함된 신호의 경우 가파른 랜덤 지터 끝 부분에서 일반적으로 단 2 지점만 스캐닝될 수 있습니다.

참고:BERT에 의한 10³² 측정치의 BER (-12 수준의 빨간 점)은 간혹 BERT sw에 의해 외삽됩니다(BERT의 오류가 많지 않은 경우).

그림 23 장애가 없는 2.5Gb/s 1010에 대한 기본 BER 곡선 ... RJ<300fs (m s), TJ=5.1ps의 패턴

그림 24 RJ=3.8ps (m s), TJ=53.8ps 주입 후의 bathtub 곡선

그림 25 RJ=7.01ps(mms) 주입 후의 bathtub,TJ는 99.6ps까지 상승

다음 세 개의 그림은 PRBS 27-1 패턴에 대해 측정된 bathtub 곡선과 주입된 혼합 지터 수준의 증가를 보여줍니다. 그림 2625Gb/s,TJ=9.8ps에서 PRBS7 패턴에 대한 기본 bathtub 곡선

그림 27 24인치 PCB 트레이스를 통한 전파 및 RJ=5.9ps,TJ=123.9ps 주입 후 PRBS7 패턴에 대한 bathtub 곡선 그림 28 24인치 PCB, RJ=6.5ps 주입, PJ=20ps 주입 후 PRBS7 패턴에 대한 bathtub 곡선.TJ=147.0ps

데이터 패턴에 DDJ 주입량을 높이면 편차도 커지는 경향이 분명하게 드러납니다.즉 BERT는 80SJNB보다 더 큰 아이 클로저를 보여줍니다.왜 그럴까요? 다음에서 알아보겠습니다(BERT는 잘못된 것입니다).

9. – BERT

이 조사에 사용된 오류 탐지기는 높은 시간축 선형성과 300fs(m s) 미만의 극히 낮은 내재적 랜덤 클록 샘플링 지터를 고려하여 선택되었으며, 앞에서 관찰된 결과는 이러한 성능 수준을 입증해주고 있습니다.

한편으로 많은 BERT 모델은 기본적으로 아날로그 신호의 충실도를 중요하게 고려하지 않은 디지털 수신기로 설계된 것입니다.계측기의 아날로그 신호 충실도를 위한 일반적인 방안은 충격이나 에지 응답을 기록하는 것입니다.이러한 작업은 오실로스코프의 경우에는 간단하게 수행되지만 BERT에서는 수행이 어려운 작업입니다.다행히 AdvantestD3286 오류 탐지기는 BERT의 데이터 입력 경로의 제한 증폭기 단계를 통과한 후에 내부의 결정 회로에서 "보이는" 데이터 신호 사본을 출력하는 모니터링 포트를 제공합니다.이 모니터 신호에 결정 회로의 응답이 들어있는 것은 아니지만,그래도 이를 통해 신호 충실도 한계에 대한 중요한 정보를 얻을 수 있습니다.

그림 29에서는 100MHz 구형파(square wave) 자극에 대해 본 연구에 사용된 텍트로닉스 80E03 샘플링 모듈의 응답과 BERT의 모니터 신호가 비교되어 있습니다. 분명히 BERT의 충격 응답은 샘플링 스코프의 경우만큼 수평에 가깝거나 명확하지 않습니다. 일반적으로 샘플링 스코프는 가장 평평한 주파수 응답과 최고의 대역폭 및 뛰어난 신호 충실도를 보여줍니다.80E03은 BERT 결정 회로의 불분명한 충실도에 비해 다이오드 샘플러의 뛰어난(또한 추적 가능한) 신호 충실도를 제공합니다.BERT 응답에서 관찰된 울림과 긴 안정화 시간은 결과적으로 테스트 대상 신호의 데이터 의존성 왜곡을 야기합니다. 결국 이로 인해 DDJ 값이 증가되고 총 지터가 과대 평가되는 결과를 낳게 됩니다. BERT에서 유발된 오류는 BER이 수평 장애나 앞에서 사용된 1010... 비트 패턴과 같은 원시 신호에 의해 지배되는 상황에서는 미미한 수준에 그치지만, 수직 장애(RN, PN, DN)가 지배적인 상황이나 높은 BI신호의 경우에는 그 영향이 매우 커질 수 있습니다. 그림 29 D 3286 오류 탐지기와 Tektronix 80E 03 전기 샘플링 모듈 간의 100M Hz 구형파 (square wave)에 대한 응답 비교

다음은 BERT가 낮은 충격 응답으로 인한 TJ를 큰 폭으로 과대 평가하는 상황을 보여주는 예입니다. 여기서는 FR-4에서 18인치 트레이스를 통한 전파 후,PRBS2°-1 비트 패턴으로 6.25Gb/s의 CEI-6G + 신호를 생각해 보기로 합니다.그림 30은 두 개의 샘플링 오실로스코프와 BERT의 결정 회로에 의해 "보여지는" 것과 같은 입력 신호에 대한 아이 다이어그램을 보여줍니다. 두 개의 샘플링 스코프 아이는 거의 동일하게 나타난 반면,BERT의 파형은 내재적인 BII왜곡으로 인해 수직 및 수평 아이 클로저가 눈에 띄게 드러납니다. 이로써 수직 축은 물론 수평 축에서도 과도하게 비관적인 bathtub 곡선이 그려집니다. 신호에 대한 bathtub 곡선을 80SJNB와 BERT 간에 비교한 그림에서 이러한 상황을 찾아볼 수 있습니다.

그림 30 6 25G b/s PRBS9 신호.a)와 b)는 Tektronix 80E03과 샘플링 스코프 ETSS에 의해 수집된 아이 다이어그램을 보여줍니다.c)는 같은 80E03에 의해 수집된 BERT의 "모니터 출력" 포트에서 나온 신호를 보여줍니다. 그림 31 625Gb/s PRBS9 데이터 패턴에 대해 측정된 bathtub 곡선.BERT는 80SJNB에 비해 TJ를 거의 200m UI나 과대 평가하고 있습니다.

결론

3개의 오실로스코프 모두를 이용한 결과는 보고된 PJ 결과의 DDJ에 대한 ETSS의 감도와 실시간 오실로스코프의 다소 큰 노이즈 플로어 샘플링 오실로스코프에 비해)를 제외하고는 높은 수준의 일치를 보여줍니다.특히 TJ 결과는 놀라운 수준의 일치를 보여줍니다.80SJNB는 지터의 수평 및 수직 구성 요소를 분리할 수 있습니다.80SJNB bathtub 결과는 BERT의 하드웨어 한계로 인해 제한되는 결과를 제외하고는 BERT의 결과와 일치합니다.

BERT는 '최고의 표준"으로 간주되는 경우가 많기 때문에 이러한 사실은 특히 중요한 의미를 갖습니다.

Copyright® 2005,Tektmonix,Inc.Allmights meserved.텍트로닉스 제품은 현재 등록되어 있거나 출원중인 미국 및 국제 특허의 보호를 받고 있습니다. TEKTRONIX 및 TEK은 Tektmonix,Inc.의 등록 상표입니다.본 문서에 인용된 다른 모든 상표는 해당 회사의 서비스 마크,상표 또는 등록 상표입니다.09/05 DV/M OW 85W -19015-0