

모드 변환 테스트는 네트워크가 균형을 잘 이루도록 합니다

개요

오늘날 고속 이더넷 네트워크에 균형잡힌 트위스트 페어 구리 케이블을 사용하는 이유가 있습니다. 바로 균형 때문입니다. 잡음 내성은 이더넷 신호를 적절하게 전송하는 케이블 능력에 있어서 중요한 요인이며, 트위스트 페어의 두 도체 간의 균형은 케이블에 발생한 잡음을 없애주는 역할을 합니다. 균형은 또한 케이블에서 신호가 누설되는 것을 방지할 책임도 있습니다. 우리가 더 높은 주파수 및 더 빠른 데이터 속도로 이동하면서, 케이블은 잡음에 더욱 민감해지고 양질의 균형 보장이 그 어느 때 보다 더 중요해지고 있습니다.

트위스트 페어 케이블의 균형은 케이블의 전반적 디자인 및 정확한 제조를 통해 이루어집니다. 그러나 모든 케이블이 동일하지 않으며 시종에는 많은 가변성이 있습니다. 모드 변환 테스트를 통해 트위스트 페어의 균형을 보장하는 것은 높은 주파수 어플리케이션의 크로스토크(AXT)를 포함하여 잡음 내성을 보여주는 좋은 지표입니다. 그러나 모드 변환 테스트는 이런 테스트를 수행할 수 있는 필드 테스트 장비의 부족으로 인해 현재 업계 표준에 따른 필드 테스트 요건이 아닙니다. 필드의 설치자 및 최종 사용자는 균형을 확인할 수 있는 어떠한 수단도 없습니다 - 지금까지는.

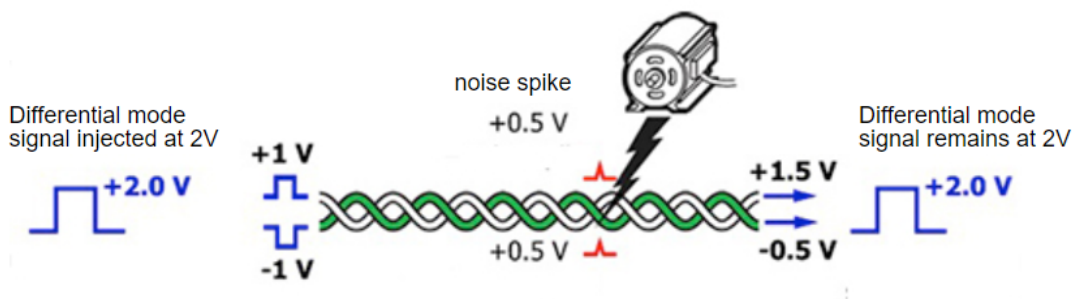
왜 균형이 중요한가

균형을 뒷받침하는 기본 개념은, 반대되는 양전압 및 음전압 같은, 즉 이상(out of phase)이라고 하는 이런 형태의, 페어의 두 도체에 대한 차동 모드에 적용됩니다. 차동 모드에서 두 신호는 서로를 기준으로 합니다. 이것은 신호가 동상(in phase)으로 나타나고 접지 기준되는 공통 모드와는 다릅니다.

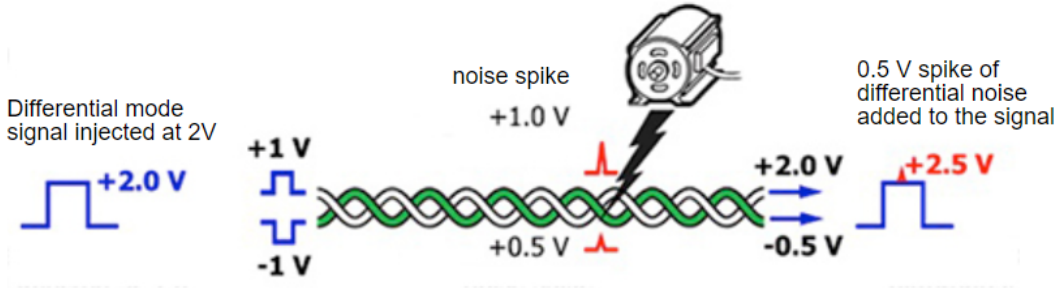
공통 모드 신호는 데이터 링크의 전송 경로를 따라 부분적으로 차동 모드로 변환될 수 있으며 그 반대의 경우도 가능합니다. 모드 변환으로서 참조할 때, 이런 현상은 페어 사이에서 페어 내에서 발생할 수 있는데, 좋은 현상은 아닙니다. 잡음이 공통 모드의 케이블에 주입될 때 그런 잡음의 1퍼센트가 차동 모드로 변환될 수 있으며 이더넷 신호의 일부가 될 수 있습니다. 이 잡음이 일으키는 불균형은 균형잡힌 페어의 전압을 동일하지 않게 만들고, 비트 오류 가능성이 있는 차동 신호 이더넷 전송을 저하시키며, 재전송과 느린 네트워크 성능을 차례로 야기합니다. 모드 변환은 환경에 잡음이 많고 대기 시간이 중요한 산업용 이더넷 및 데이터 센터 어플리케이션에서 특히 문제가 많습니다.

균형은 케이블의 전반적인 디자인 및 정확한 제조, 즉 도체의 동일한 크기와 간격 확보를 통해 더욱 타이트하고 일관된 페어 트위스트를 만들어 냄으로써 달성될 수 있습니다. 균형이 잘 잡힌 케이블은 더 나은 잡음 내성을 제공하는데, 이런 케이블은 균형잡힌 페어에서 공통 모드 잡음이 동일하거나 거의 동일한 전압을 표시하여 상쇄되도록 유도합니다.

아래 그림 1에서는 좋은 균형 링크 및 불량 균형 링크 사이의 차이를 보여줍니다. 좋은 균형 링크에서, 주입된 모드는 동일하게 보이며 차동 모드 신호가 링크의 다른 쪽 끝과 동일한 전압으로 유지되는 것으로 보입니다. 불량 균형 링크에서, 주입된 모드는 두 도체에 의해 동일하게 보이지 않으며 맨 끝의 동일하지 않은 차동 모드 전압으로 나타납니다.



좋은 균형 링크

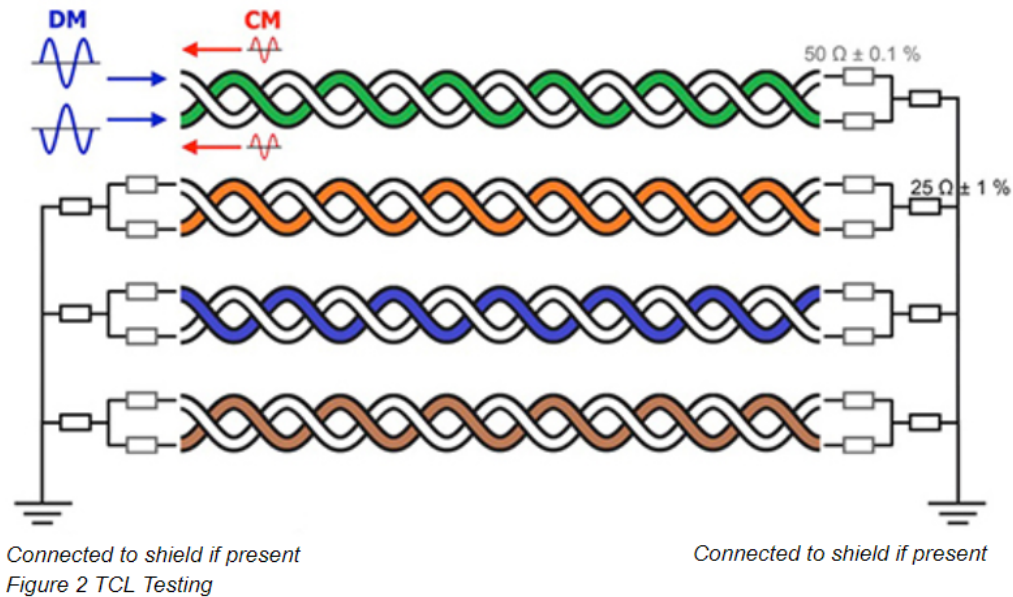


불량 균형 링크

아래 그림 1에서는 좋은 균형 링크 및 불량 균형 링크 사이의 차이를 보여줍니다. 좋은 균형 링크에서, 주입된 모드는 동일하게 보이며 차동 모드 신호가 링크의 다른 쪽 끝과 동일한 전압으로 유지되는 것으로 보입니다. 불량 균형 링크에서, 주입된 모드는 두 도체에 의해 동일하게 보이지 않으며 맨 끝의 동일하지 않은 차동 모드 전압으로 나타납니다.

TCL 및 ELTCL 모드 변환 매개변수

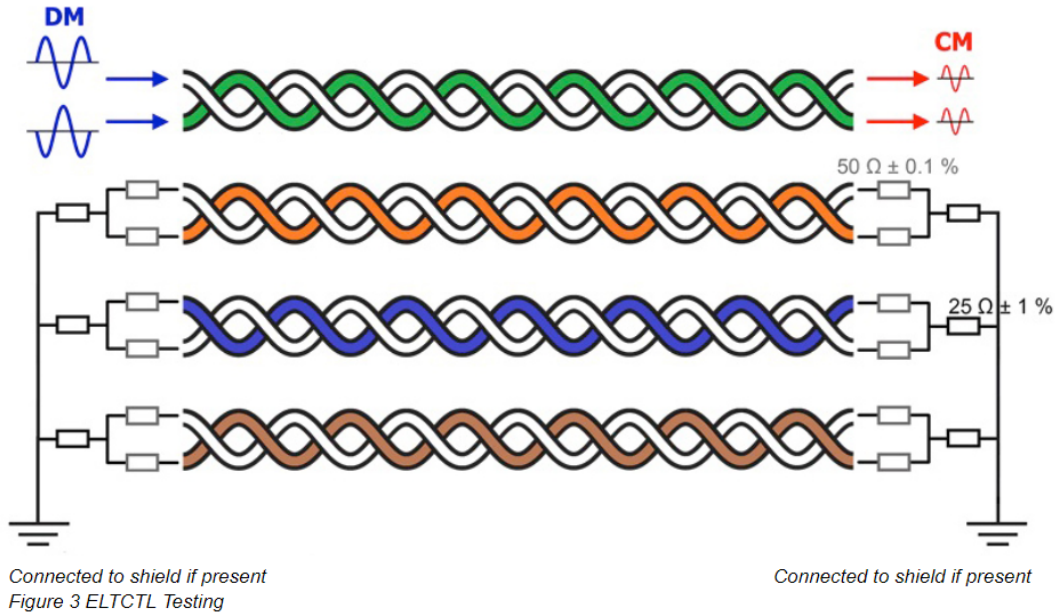
ANSI/TIA-568-C.2, ANSI/TIA-1005 및 ISO/IEC 11801:2010에는 균형(TCL 및 TCTL)을 표시하는 두 가지 모드 변환 매개변수가 포함. 가로 변환 손실(TCL)은 동일한 끝에 있는 페어 내에서 측정된 모드 변환입니다. 그림 2에서 볼 수 있는 것처럼, 이것은 트위스트 페어 내의 차동 모드 신호 주입에 의해, 그리고 동일한 트위스트 페어상의 반환되는 공통 모드 신호를 측정함으로써 측정됩니다. 반환되는 공통 모드 신호가 작으면 작을 수록 균형은 더욱 좋아집니다. TCL는 반환된 공통 모드 신호를 측정하는 것 이외의 것은 제외하고, 반환 손실 측정과 유사해 보이는데, 반환 손실은 반환된 차동 신호를 측정합니다.



가로 변환 전송 손실(TCTL)은 반대편 끝에 있는 페어 내의 모드 변환입니다. 그림 3에서 볼 수 있는 것처럼, 이것은 트위스트 페어 내의 차동 모드 신호 주입에 의해, 그리고 동일한 트위스트 페어상의 반대편 링크 끝의 공통 모드 신호 측정에 의해 측정됩니다. 공통 모드 신호의 양은 길이에 따라 달라지므로, 동등화가 어카운트에 삽입 손실을 취하는 데에 적용되어야 합니다. 따라서 좀 더 의미 있는 측정은 동등한 수준 TCTL (ELTCTL)입니다. TCL와 마찬가지로, 맨 끝의 공통 모드 신호

가 작으면 작을 수록 균형은 좋아집니다.

TCL이 반환 손실 측정과 비슷하게 보이는 것처럼, ELTCTL는 삽입 손실 측정과 비슷해 보입니다. 그러나 삽입 손실은 끝 단에서의 차동 모드 신호를 측정하며, ELTCTL은 끝 단에서 공통 모드 신호를 측정한 다음(TCTL), 삽입 손실을 기반으로 동등화를 적용하여 ELTCTL 측정을 얻습니다.



TCL 및 ELTCTL 매개 변수는 트위스트 페어 케이블의 균형을 보여주는 우수한 지표이나, 현재 그 어느것도 ANTI/TIA-568.C.2 하에서 필드 테스트 요건이 아닙니다. 그 이유는 대부분의 필드 테스트 장비가 차동 모드 측정만을 수행할 수 있기 때문입니다. 따라서 TCL 및 ELTCTL 테스트는 제조자들의 실험실 환경으로 제한되었으며 제조자들은 좋은 페어 균형 특성을 보장하여 TIA 및 ISO/IEC 산업 성능 표준을 준수해야만 합니다.

하지만 보십시오 - 모든 케이블이 동일하지 않으며 설계와 제조 일관성에 많은 가변성이 있습니다. 또한, 균형은 제조업체들이 제품의 최초 품질 테스트를 통해서만 일반적으로 따르는 것이며, 불규칙성을 경험할 수 있는 매일의 제조 공정 전반에 걸쳐서는 요구되지 않는 것입니다.

TCL 및 ELTCTL은 균형의 최소 성능을 정의하는, 그리고 잡음 내성을 정의하는 중요한 측정이기 때문에, 네트워크 소유자/운영자들 사이에서는 이들 매개변수에 대한 관심이 증가하고 있습니다. 제조업체의 주장에 전적으로 의존하는 대신, 지금 DSX CableAnalyzer를 가지고 필드에서 균형을 검사할 수 있습니다(사이드바 참조). DSX는 TCL 및 ELTCTL를 통해 균형 테스트를 지원하기 위해, 차동 모드 및 공통 모드 측정 둘 다에서 필드 테스트가 가능한 최초의 테스터입니다.

ANEXT를 이용해 균형을 유지

10GBASE-T에서처럼 10Gb/s의 데이터 속도를 지원하는 데 필요한 500MHz의 높은 주파수에서, 이웃 케이블 사이의 원치 않는 잡음 생성인 AXT는 전송 성능의 제한적 요인이 되고 있습니다. 그 이유는 10Gb/s를 지원하기 위해 필요한 고성능 범주 6A 케이블이 페어 간의 더 나은 균형을 가지고 설계되어 하위 범주 케이블에 대한 향상된 잡음 내성을 제공하기 때문입니다.

실험실 환경에서 케이블 제조업체는 여섯가닥(six-around-one) 케이블 구성을 사용하여 AXT를 테스트하는데, 이는 six disturber 케이블로 싸인 케이블에 최악의 케이스 시나리오를 제공할 수 있습니다. 이것은 매우 간단하지만 AXT에 대한 필드 테스트는 훨씬 더 복잡한 프로세스입니다. 엄청난 시간을 소모하게 될, 번들 내의 각 케이블을 테스트하는 것보다는 실제적 필드 인증에는 총 링크 수의 1% 또는 다섯 개의 링크만을 샘플링하는 것이 포함됩니다. 그것은 또한 번들의 가장 긴 링크와 가장 짧은 링크를 테스트 하도록 권장합니다. 왜냐하면 이들 링크가 최고 AXT 수준을 나타내는 경향이 있기 때문입니다. 샘플링 방식에도 불구하고, AXT 테스트는 드물게 필드에서 수행되나 주로 인증을 위해 제조업체가 요구하지는 않습니다.

일부는 데이터센터 환경 이외의 곳에서 10Gb/s 속도를 구축하였으며, 향후 몇 년 동안 10GBASE-T가 사업체의 공간에 침투할 것으로 예상됩니다. 따라서 AXT 성능 보장보다 더 그것이 중요해지고 있습니다. 그러나 AXT를 위한 필드 테스트와 관련된 인건비는 여전히 숙제이며 특히 수천의 링크를 가진 대규모 설치에서 더욱 우려하는 바가 큼니다. 이전에 설치된 범주 6A 케이블의 대부분이 AXT에 대해 테스트되고 인증되었기 때문에 기존의 케이블이 10GBASE-T를 지원하는 AXT 성능을 지니는지를 알 방법이 사실 없습니다.

다행히도 TCL 및 ELTCTL에 대한 테스트를 통해 결정된 균형을 통해 케이블이 10GBASE-T를 지원하는 충분한 AXT 성능을 제공할 것인가의 여부를 알 수 있습니다.

다. TCL 및 ELTCTL을 테스트하는 것은 AXT에 대한 테스트보다 훨씬 쉬운 매개변수로서, 다른 필수 채널-내 성능 매개변수에 대한 표준 필드 테스트와 함께 수행될 수 있습니다(NEXT, PSNEXT, 삽입 손실, 반환 손실). 사실, TIA는 TSB-1197을 통해 균형과 잡음 사이의 상관 관계를 인정합니다. 이는 채널 사이의 에일리언 크로스토크 및 채널 내의 균형과 모드 변환 매개변수 사이의 상호 작용을 설명합니다.

결론

잡음 내성과 그에 따른 양질의 AXT 성능이 높은 균형 없이 달성될 수 있다는 사실에 아무도 의의를 제기하지 않습니다. 에일리언 크로스토크에 대해 시험된 적이 없는 기존의 많은 범주 6A 시스템 및 일부 제조업체의 AXT 테스트 요구와 더불어, 이들 설치된 케이블이 10GBASE-T를 지원하는 충분한 균형 성능을 갖는지 알 방법이 없습니다. 따라서 TCL 및 ELTCTL에 대한 테스트는 설치자와 최종 사용자 둘 다를 위해 엄청난 이점을 제공합니다.

TCL 매개변수가 표준에 의해 요구되는가에 상관없이 유지됩니다. 현재 ANSI/TIA-56-C.2 준수가 필수는 아니지만, DSX CableAnalyzer를 사용하여 TCL 및 ELTCTL를 테스트하는 능력은 정기적인 필드 테스트를 통해 10GBASE-T 같은 고속 어플리케이션의 지원과 균형을 확인할 수 있게 합니다. 이것은 네트워크 성능을 불균형인 채 두지 않는 가장 쉽고 효과적인 방법 중의 하나입니다.

차폐 케이블의 균형은 어떻습니까?

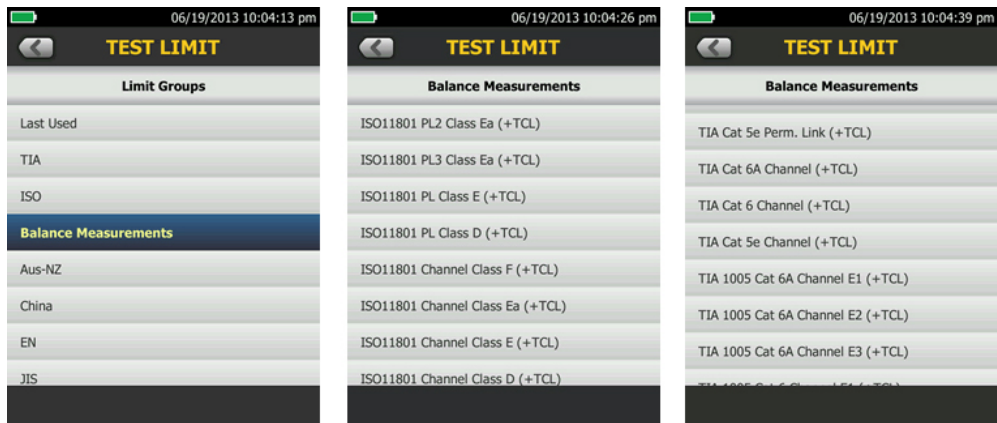
LAN 케이블은 주로 비차폐인데, 종종 잡음 내성 제공 수단으로서 차폐 케이블을 많은 환경에서 사용하며 고속 어플리케이션의 더 나은 성능을 보장하는 것처럼 선전됩니다. 에일리언 크로스토크가 차폐 케이블의 경우에는 우려사항이 아닌가에 대한 많은 논쟁이 있습니다. 하지만 고속 어플리케이션에서 좋은 에일리언 크로스토크 성능을 보장하기 위해서는 전체 채널에서 지속적으로 차폐가 유지되어야 합니다. 차폐 케이블에서의 균형은 비차폐보다 덜 제어되는 경향이 있는데, 이는 스크린의 도입이 케이블 신호 페어에 대한 외부 잡음 소스를 줄일 수 있기 때문입니다. TCL 및 ELTCTL 매개변수 차폐 케이블에 대해 덜 중요해지는 반면, 스크린 자체의 무결성은 차폐 케이블의 성능에 매우 중요합니다.

차폐 무결성을 보장하는 우수한 방법은 DSX CableAnalyzer에서 차폐 무결성 옵션을 활용하는 것입니다. 차폐 연속성은 전통적으로 유효한 결함에 대해 거리가 없는 직류(DC) 측정입니다. 케이블의 양쪽 끝이 랙(건물에 접지)에 놓이는 데이터 센터 환경에서, DC 측정을 사용하는 것은 언제나 차폐가 연결되어 있음을 보여줍니다. DSX CableAnalyzer는 최초의 필드 테스터로서 차폐 거리 무결성 문제를 보고하며 이때에 특허 기술인 교류 전류(AC) 측정 기법을 사용하여 공통 접지에 관계없이 차폐의 단락을 나타내며 단락의 정확한 위치를 잡아냅니다.

DSX를 이용할 때 TCL 및 ELTCTL 테스트를 더욱 빠르고 쉽게 행할 수 있습니다

TCL 및 ELTCTL는 DSX CableAnalyzer가 출시되기 전까지는 필드 테스트 요건이 아닙니다. 왜냐하면 어떤 필드 테스트 장비도 TCL 필드 테스트를 수행할 수 없었습니다. 매개변수는 산업 표준에 따라 필드 테스트에서 필요할 수 있으며, 다른 테스트 장비 공급업체는 TCL 필드 측정을 제공할 수 있습니다. 시중의 대부분의 필드 테스터는 자동 모드 측정만을 수행할 수 있습니다. DSX CableAnalyzer는 모드 및 공통 모드 측정 둘 다에서 측정이 가능하며 따라서 TCL 및 ELTCTL 측정도 가능합니다.

TCL 및 ELTCTL는 균형 측정이라고 불리는 DSX의 폴더 하에 테스트 한계를 선택하고 아래 표시된 것처럼 TCL이 말미에 붙은 테스트 한계를 찾음으로써 표준 범주 5e, 6, 6A 또는 Class D, E, EA 테스트에 쉽게 추가될 수 있습니다.



TCL 접미사는 TCL과 ELTCTL 측정에 추가하여 표준 ANSI/TIA 또는 ISO/IEC 테스트를 나타냅니다. ANSI/TIA-568-C.2 및 ISO/IEC 11801:2010 현재 채널 측정에 대한 테스트 한계만을 제공합니다. 영구 링크 테스트 한계를 선택하는 경우, TCL과 ELTCTL 측정이 수행되지만 합격/불합격 기준이 적용되지는 않습니다. 산업용 이더넷 표준 TIA 1005 및 E1, E2, E3, 환경 TCL와 ELTCTL 한계도 또한 제공됩니다. TCL과 ELTCTL 테스트는 일반 DSX '자동 테스트' 시간에 약 6.6초만을 추가



합니다. AXT 테스트와 비교하여 매우 짧은 시간이며 이 시간은 균형 검증에도 제대로 사용됩니다.



Fluke Networks에 대하여

Fluke Networks는 중요한 네트워크 배선 인프라의 설치 및 정비를 하는 전문가를 위한 인증, 문제 해결 및 설치 도구 분야에서 세계적인 선도 기업입니다. 최고급 데이터 센터를 위한 설치부터 혹독한 기후 하의 복구 서비스에 이르기까지, 당사의 전설적 신뢰성 및 독보적 성과의 결합은 고객의 모든 작업이 효율적으로 달성되는 것을 보장합니다. 기업의 주력 제품은 현재까지 1,400백만 이상의 결과가 업로드된 혁신적인 세계 제일의 클라우드 연결 케이블 인증 솔루션인 LinkWare™ Live를 포함하고 있습니다.

1-800-283-5853 (US & Canada)

1-425-446-5500 (국제)

<http://www.flukenetworks.com>

Descriptions, information, and viability of the information contained in this document are subject to change without notice.

Revised: 2023년 10월 9일 6:49 PM

Literature ID: 6004005B

© Fluke Networks 2018