



Pushing Performance

싱글 페어 이더넷 (SPE)
IIoT를 위한 최적의 인프라

스마트하게
IIoT를 구현하라

People | Power | Partnership



Pushing Performance

목차

01

자동화 섬에서의 탈출

02

한 쌍으로 충분

03

모든 표준의 단일화

04

테크놀로지에 대한 심도 깊은 연구

05

강력한 협력업체

06

결론 - 전망

1.

자동화 섬에서의 탈출

사물인터넷(IoT)은 정보통신 기술을 이용한 가상 객체와 실제 물체간의 네트워킹을 말한다. 우리가 일상에서 접하는 객체들에는 디지털 기술이 반영되고 있다. 이로써 이들 객체들은 디지털 네트워크에도 참여할 수 있는 실제 물리 객체가 된다. 산업 응용 부문에서도 일어나는 이들 프로세스를 산업용 사물 인터넷(IIoT)이라고 한다.

점점 더 많은 산업 요소들이 스마트한 지능형 참여자들로 변모하고 있다. 이들 요소는 더 이상 사내 네트워크에 국한되지 않고 해당 인터넷의 일부를 구성하고 있다. 데이터의 수집, 평가 및 사용이 증가함에 따라 보다 강력한 인프라가 필요하게 되었다. 동시에, 이와 같이 강력한 인프라는 소요 공간 및 자원을 절약할 수 있을 것으로 기대된다. 대역폭 요건이 점증함에 따라 점점 더 많은 센서가 네트워크에 참여할 수 있게 되었기 때문에, 효율성은 더욱 중요한 용어가 되었다. 이제 우리에게 새로운 테크놀로지가 필요하다.

자동화 세계에서는, "자동화 섬"이라는 문구가 만들어졌다. 이는 필드 레벨을 지배하고 있는 독립 및 독점 (아직 아날로그방식인) 네트워크 범위 전체를 의미한다. 이더넷/인터넷과 아날로그 필드버스 시스템 간의 고전적인 시스템 분리는 이제 해체되고 없어져야 한다. 목표는 이더넷을 클라우드에서 모든 센서로 확장하는 것이다. 각 센서는 스마트하고 개별적으로 평가될 수 있으며 따라서 IIoT로 가는 길에 필수적인 단계다. 그러나, 적절한 기반 시설은 여전히 부족한 실정이다. 현재 네트워크는 2 페어 또는 4 페어 케이블 및 커넥터를 기반으로 한다. 그러나 이와 같은 기존의 인프라는 현장에서 연결해야 하는 센서와 액추에이터의 수를 생각하면 너무 크고 너무 비싸다. BUS 케이블이 공간 절약과 경제적인 이유를 충족시키도록 설계되었다.

싱글 페어 이더넷 솔루션

고성능 이더넷 인프라를 위한 이 솔루션은 꼬여있는 한 쌍의 구리선을 기반으로 한다.

싱글 페어 이더넷 - IIoT를 위한 최적의 인프라



2.

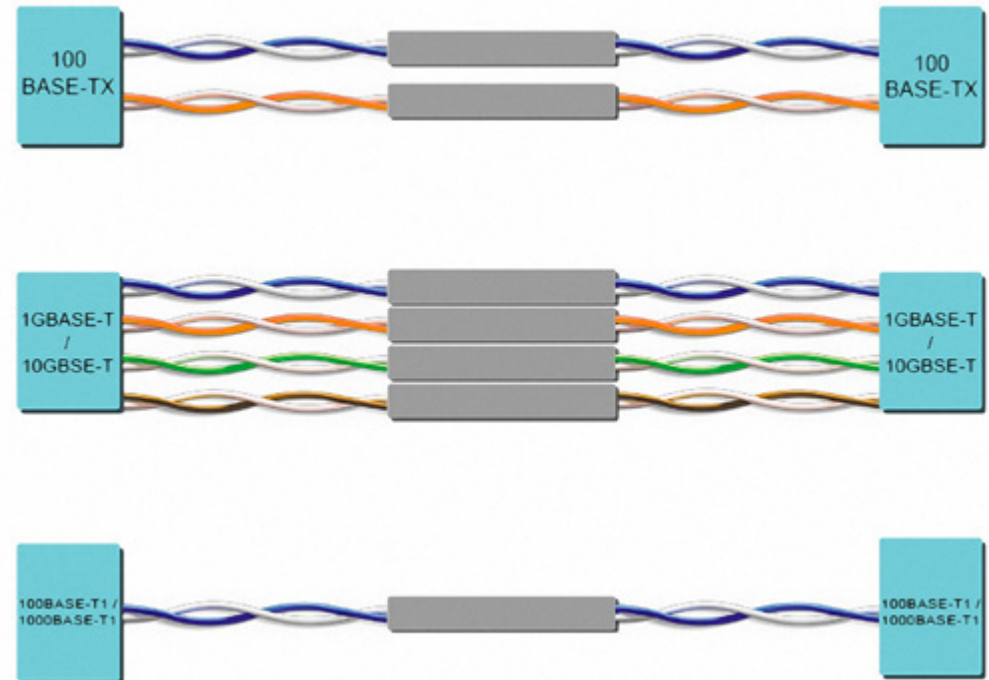
한 쌍으로 충분 - SPE로 필드레벨이 스마트해진다

'클라우드에서 센서에 이르기까지' - 이것은 자동화 환경에서 최근에 더 자주 들게 되는 주장이다. 이러한 주장은 일반적으로 IIoT나 I4.0과 같은 메가트렌드와 관련하여 제기되었다. 이는 이더넷 기반 지속적인 TCP/IP 기반 통신을 말하며, 현재 대부분 클라우드 애플리케이션에서 제조분야의 분산 레벨에 이른다. 이더넷과 BUS 시스템 사이의 기존 통신 시스템에는 단절된 부분이 있었지만, 이제 현대적 컴포넌트를 사용하면 꼬임쌍선 하나만 써도 초소형 애플리케이션에 고속 이더넷(최대 1Gbit/s)을 제공할 수 있다. 이로써 SPE는 처음으로 TCP/IP 프로토콜의 일관된 사용을 가능하게 하였다. 그리고 이는 특히 센서/액추에이터 네트워크를 위한 새로운 장치 및 애플리케이션 분야의 개발을 추진한다. 센서는 "지능화"되어 전체 네트워크의 부분을 차지한다. 이는 매개변수화, 초기화 및 프로그래밍 속도를 높여준다. 단순한 상태 센서나 고해상도 카메라로 구성된 현대적 비전 시스템 중 어느 것을 채택하든 SPE를 사용하면 사물 인터넷은 현실이 되고 현장 수준은 스마트해진다.

기원

CAN 버스를 대체할 것이 필요했던 자동차 업계가 이 새로운 TCP/IP 기반 전송 방법을 확인한 후 IEEE 802.3 워킹 그룹은 IEEE 802.3bw-2015 조항 96에서 첫 번째 SPE 표준규격을 표준 100BASE-T1로 발표했다. 하지만 자율주행이나 반자동 운전은 훨씬 더 높은 데이터 전송률을 요구했다. 그래서 100Mbit/s를 지원하는 첫 번째 SPE 표준규격 이후 기가비트 버전이 상당히 빠르게 뒤를 이었다. IEEE 802.3bp 1000BASE-T1 기반의 이더넷 기술은 현재 이미 사용 가능하며, 구리선 한 쌍만을 사용하여 1Gbit/s 전송 속도를 구현한다. IEEE는 현재 고해상도 센서 및 비디오 전송에 필요한 최대 10Gbit/s(IEEE 802.3ch)의 보다 더 높은 데이터 전송률을 위한 심화 표준규격이 현재 개발 중에 있다. 2020년 2월, 10 Mbit/s (IEEE 802.3cg)에 대한 표

MPE VS. SPE



MPE는 2 쌍 또는 4 쌍의 와이어를 사용하는 멀티 페어 이더넷을 의미한다.



"기업들은 현재 사물 인터넷 (IoT, Internet of Things) 에 지대한 관심을 보이고 있습니다."

준이 발표되었다. 이 표준은 최대 1,000미터의 전송 거리를 허용하여 거의 모든 필드버스를 대체할 수 있기 때문에 많은 산업 부문에 매우 적합하다. 또 다른 워킹그룹이 2019년 3월 10Gbit/s 이상의 전송률을 처리하기 위해 설립되었다. 이 두 워킹그룹의 목표는 25Gbit/s와 50Gbit/s이다. 이러한 높은 데이터 전송률은 자율 주행과 차량 내의 새로운 지역 컴퓨터 구조에 필요한 기술이다. SPE는 이를 지원하기에 적합한 이상적 테크놀로지이다.

산업 자동화는 이러한 잠재력을 인식해 왔다

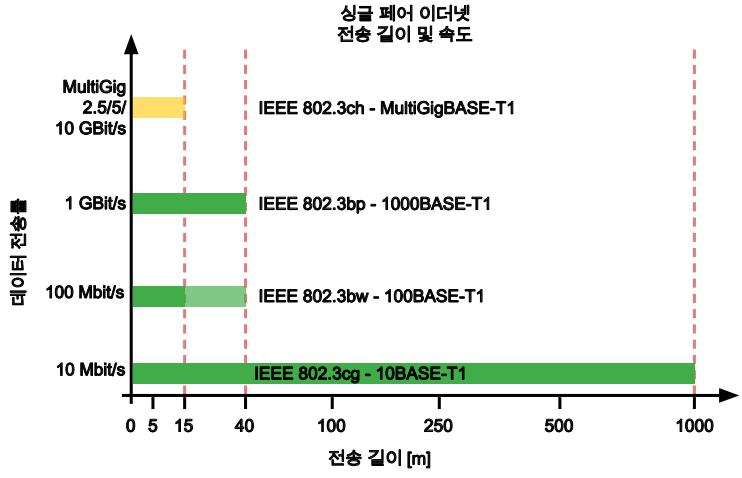
특정 산업(생산 및 자동화)은 자동차 산업과 유사한 문제를 안고 있는데, 이는 자동화된 생산 내의 톨 및 공작품에 이르는 필드 레벨(센서/액추에이터 네트워크)의 통합을 의미한다. 이는 미래에도 지속가능한 동시에 보편적으로 활용할

수 있는 네트워크 전략을 필요로 한다. 즉, 적절하지 않고 업계에서 흔히 볼 수 있는 가용성 및 보안 표준을 제공하는 IT 솔루션이 필요하다. SPE는 바로 여기 적합한 테크놀로지다.

SPE - 새로운 케이블링과 기존 인프라 중 어느 것을 사용하는가? SPE는 다수의 이점을 제공한다:

- 전용 버스 또는 전원 인터페이스의 대안으로 종단간 TCP/IP 통신
- 높은 안전성 및 100% 가용성
- 몇 미터에서 1,000 미터 이상까지의 엄청난 가용 범위
- 케이블 및 분배기에 최소 공간 필요
- 손쉬운 설치
- PoDL(Power over Data Line, 데이터라인 전원장치)를 사용한 최종 장치 및 센서의 동시 전원 공급 가능
- 충전식/비충전식 배터리가 필요없으며, 이는 환경에 대해 중요한 의미를 갖는다.
- 운영 안정성 향상으로 인한 비용 절감

따라서, SPE는 유선 통신이 갖고 있는 대부분의 제약을 극복한 테크놀로지이다. 또한 여기서 고려하는 애플리케이션의 유형을 기반으로 (무선 등) 다른 기술에 비해 케이블의 단점을 보완한다. 요약하자면, SPE는 전송 매체로서 광섬유보다 구리의 장점을 강조한다. 무선통신도 새로운 경쟁에 직면하고 있다.



범례:
■ 발표된 최종 기준
■ 진행 중인 표준
■ HARTING 내부 검증된 전송 길이

도식으로 표시된 최신 IEEE 802.3 SPE 표준규격의 범위 및 전송 속도



Pushing Performance

SPE 장점 한눈에 보기



개방형 통신 프로토콜



IIoT를 구현하는 능력자



TSN에 의한 실시간 통신



최대 10 GBIT/S, 자동화 네트워크 지원



데이터라인 전원장치(PODL, POWER OVER DATA LINE)를 사용한 원격 전원 공급



표준화된 인터페이스는 안정적인 계획을 가능하게 한다

애플리케이션

이더넷은 회사 본부에서 제어 레벨에 이르기까지 모든 유형의 산업 애플리케이션을 통해 표현된다. 여기에서는 현재 컨버터 및 게이트웨이를 사용하여 필드버스 시스템과의 연결을 수행한다. 그러나 보다 정교하고 강력한 센서 및 액추에이터도 필드 레벨에서 자기 역할을 수행하고 있기 때문에 필드 레벨에서 이더넷의 필요성은 여전히 존재한다. SPE를 사용하면 다수의 현장 기기를 공간 절약 및 비용 효율적인 방법으로 이더넷을 통해 공급할 수 있다. SPE는 모든 센서 IP를 (TSN을 사용한) 결정론적 방식으로 처리할 수 있기 때문에 컨버터와 게이트웨이가 필요없게 된다. 간단히 말해서 MPE는 필드 레벨까지 모두 사용할 수 있고, 이후 필드 레벨에서 직접 이더넷으로 연속적으로 사용할 수 있다. SPE를 사용하면 "센서에서 클라우드에 이르기까지"라는 주장이 현실화되어, HARTING 컴포넌트는 I4.0과 IIoT의 인프라를 제공하게 된다.





Pushing Performance

"최종 기기에서 최대 50 W까지."



싱글 페어 이더넷 전송 길이 및 속도

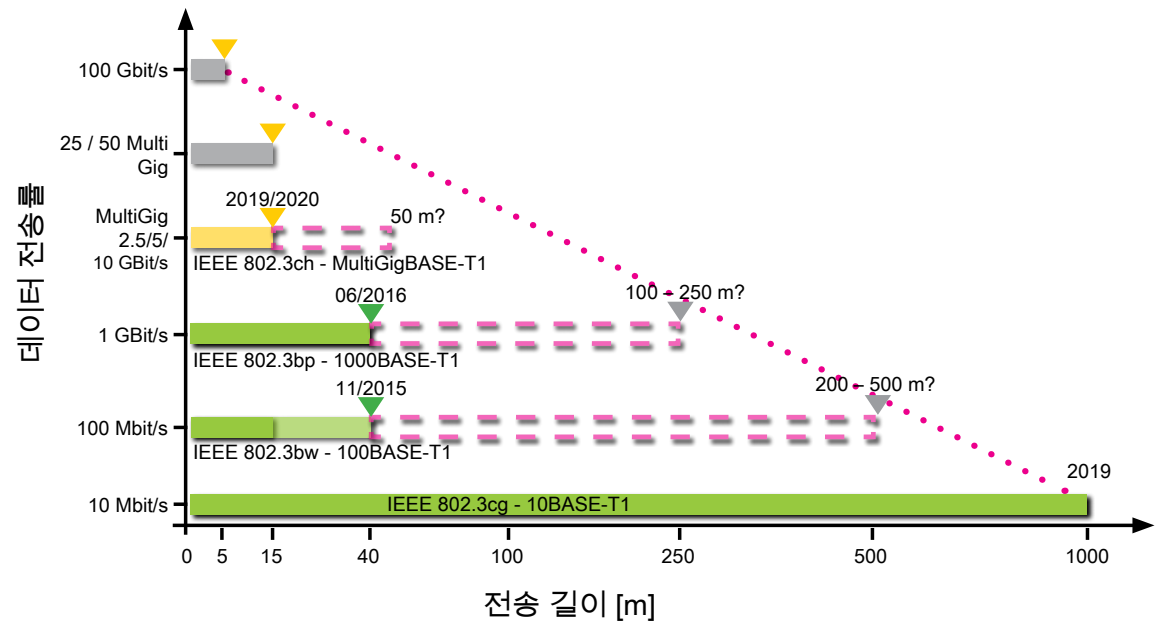
데이터라인 전원장치 - PoDL

멀티 페어 케이블링과 유사하게, PoE(이더넷 전원장치, Power over Ethernet)와 비슷한 SPE용 원격 전원 공급을 지원하는 새로운 표준이 나타났다. 이 표준의 이름은 PoDL(데이터라인 전원장치) = Power over Data Line(IEEE 802.3bu)이다. 초소형 플러그인 커넥터와 싱글 페어 케이블을 사용하는 이러한 데이터와 전력의 조합은 보다 복잡한 시스템의 소형화, 고속 데이터 전송 및 모듈화 경향을 지원하는 데 도움을 준다. 이것들은 모두 산업, 스마트 시티, 빌딩 등에서 비차량 SPE 애플리케이션을 신속하게 개발하기 위한 전제 조건이다.

이더넷으로 1000m 이상 지원이 가능한가? 네! SPE라면.

SPE 기술은 이미 매우 짧은 시간 내에 현재 지배적인 "멀티 페어 이더넷"(Multi-Pair Ethernet)과 동일한 성능을 달성했다. 현재, 제한사항은 100 Mbit/s와 기가비트 SPE(각각 15m와 40m)에 한정되어 있으며, 이는 자동차 산업의 주요 표적 집단의 요건에서 비롯된다.

전문가들은 여기에서 더 긴 전송 길이도 달성할 수 있다는 데에 같은 의견이다. 인접 차트는 기술적으로 확장 가능한 전송 길이를 보여준다. 그러나 이러한 SPE 표준규격의 확장이 IEEE 802.3를 통해 적용되고 특히 반도체 업계가 이와 같은 신형 칩 세트의 개발에 투자하기 위해서는 새로운 타겟 애플리케이션 및 적절한 시장 잠재력을 정의할 필요가 있다. 이를 위해서는 확장된 SPE 제품군에 대한 모든 이해 당사자들의 공개적인 협력이 필요하다. IEEE 802.3의 첫 번째 프레젠테이션은 이미 발표되었고 좋은 반응을 얻었다. 이러한 표적 표준규격을 지원하는 추가적인 지지자들은 이를 매우 환영하고 있다.



3.

T1 Industrial 스타일: 모든 표준규격이 지원 가능하도록 단일화됨



Pushing Performance

SPE 인프라와 관련 잠재력이 확고히 확립되기까지는 아직 갈 길이 멀다. 현재 시장에서 여러 가지 솔루션과 다양한 표준이 논의되고 있으며, 특히 SPE용 인터페이스에 초점을 맞추고 있다. 사용자들은 이제 제조업체들이 통일된 표준에 근거하여 일관되고 호환되는 솔루션을 개발할 것인지, 아니면 복수의 솔루션과 호환되지 않는 체결면을 고수할 것인지에 대해 딱딱히 묻고 있다. 따라서, 다양한 표준 위원회의 협력과 그들의 이더넷 통신 관련 작업에 대해 면밀히 살펴볼 필요가 있다.



ISO/IEC SC25 WG3

ISO/IEC JTC 1/SC 25/WG 3 는 표준화에서 중심적 역할을 수행한다. 이 곳이 ISO/IEC 11801에 따른 케이블링 표준이 작성되고 유지되는 곳이다.

IEC SC46C

케이블링 컴포넌트 위원회
구리 데이터 케이블

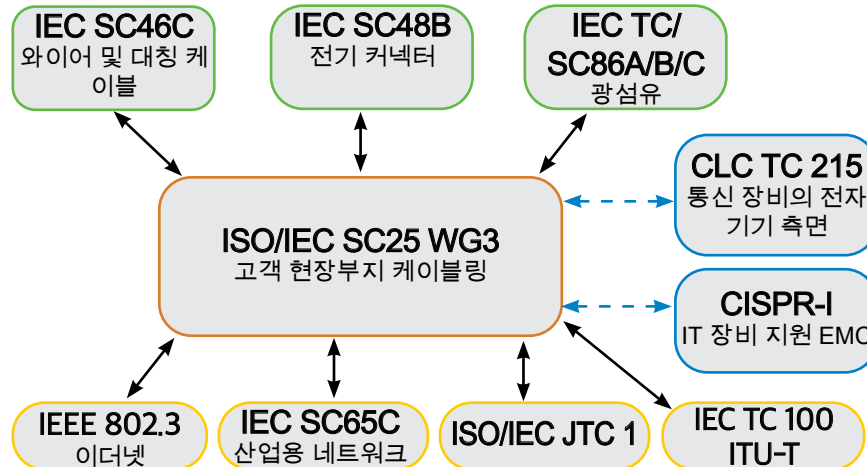
IEC SC48B

케이블링 컴포넌트 위원회
커넥터

IEEE 802.3

케이블 기반 이더넷 프로토콜 표준

컴포넌트 위원회



케이블링 시스템

사용자 그룹

IEC 61156-x – 싱글 페어 이더넷 케이블의 표준화

벌크 제품으로서 데이터 케이블 표준화를 지원하는 IEC SC46C 실무그룹 내에서, 현재 다음과 같은 표준 설정이 진행 중이다.

- IEC 61156-11 – 고정형 설비를 위한 최대 600 MHz 대역폭의 SPE 데이터 케이블 (최종 발표본)
- IEC 61156-12 – 유연한 설비를 위한 최대 600 MHz 대역폭의 SPE 데이터 케이블 (CD 사용 가능)
- IEC 61156-13 – 고정형 설비를 위한 최대 20 MHz 대역폭의 SPE 데이터 케이블 (CD 사용 가능)
- IEC 61156-14 – 유연한 설비를 위한 최대 20 MHz 대역폭의 SPE 데이터 케이블 (계획 중)

예를 들어 1Gbit/s 이상의 데이터 속도를 지원하기 위한 더 높은 대역폭을 위한 추가 표준 프로젝트가 향후 처리될 예정이다.

IEC 63171-6 싱글 페어 이더넷 연결 기술의 표준화

SPE 커넥터의 첫 번째 표준규격 초안은 2016년 초에 HARTING에 의해 SC48B에 제출되었고 CD 문서까지 IEC 61076-3-125로 발표되었다. 2017년 CommScope사는 표준화를 위한 또 하나의 SPE 체결면을 제출하고 모든 SPE 커넥터에 대한 IEC 63171 시리즈 표준을 만들기로 결정했다. 이에 따라 프로젝트팀 PT63171을 SC48B에 설치하고 이러한 새로운 일련의 표준을 제정하는 임무를 맡겼다. 이 시점까지 이미 진행 중인 표준규격은 규격이 포함된 문서로 완성되고, 이후 개정판으로 이 새로운 표준 시리즈에 통합될 예정이다.

다음 표준 프로젝트들은 현재 진행 중에 있다.

- IEC 63171: 필요한 사양 및 테스트 시퀀스를 모두 갖춘 기본 표준(CDV 사용 가능)
- IEC 63171-1: LC 인터록 기반, CommScope의 SPE 커넥터, M111C1E1 애플리케이션 지원 (FDIS 사용 가능)
- IEC 63171-2: Reichle & De-Massari의 SPE 커넥터, M111C1E1 애플리케이션 지원 (CD 사용 가능)
- IEC 63171-3: M111C1E1 애플리케이션을 지원하는 기존에 출시된 한 쌍의 Tera 커넥터를 기반으로 하는 Siemon의 SPE 커넥터 (폐기)
- IEC 63171-4: BKS의 SPE 커넥터, M111C1E1 애플리케이션 지원 (NP 사용 가능)
- IEC 63171-5: Phoenix Contact의 SPE 커넥터, M212C2E2 및 M313C3E3 애플리케이션을 지원하는 IEC 63171-2 규격 체결면 기반 (CD 사용 가능)
- IEC 63171-6 (이전 규격 IEC 61076-3-125): HARTING 및 TE Connectivity의 SPE 커넥터, M212C2E2 및 M313C3E3 애플리케이션 지원 (2020년 1월 23일 발표)

참고: IEC 63171-1 (LC Style) 및 IEC 63171-6 (Industrial Style) 규격은 모든 필수 사양 및 테스트 시퀀스가 포함된 완전한 표준 문서이다. 이 후에 시작된 모든 표준은 기본 표준 IEC 63171을 참조하며 다양한 기계 버전만 설명한다.

SPE를 위한 케이블링 표준 규격

SPE와 그 표준화된 커넥터는 현재 케이블링 표준에 통합되어 있다. 국제적으로 이는 주로 ISO/IEC11801:2017 규격에 따른 구조화된 케이블링의 표준 시리즈에 적용되며, 이와 유사하게 EN50173에 따른 CENELEC의 유럽 표준 시리즈에도 적용된다. 여기서 SPE는 부속서(수정본)에 있는 산업용 케이블의 파트 3에 먼저 포함된다. 이들 부속서의 중심 문서는 ISO/IEC 11801 TR9906 "기술 보고서: 최대 600MHz까지 밸런스드 싱글 페어 케이블 채널"이다. ISO/IEC 11801 문서에서 SPE의 구현은 매우 중요한데, 이 표준은 MICE 환경등급과 관련하여 필요한 모든 매개변수(길이, 연결부 개수 및 대역폭은 물론, NEXT, FEXT, 차폐 특성 등을 포함하는 일체의 기술적 전송 관련 파라미터 등)를 사용하여 케이블링 채널을 기술하는 유일한 표준이기 때문이다. 따라서, 여기에 병렬 설치 이후 측정하여 이를 테스트 할 수 있도록, IEC 61918(IEC SC65C)에 따른 자동화 솔루션 케이블링의 기반으로 산업 설치 표준을 채택할 것이다. 이것이 자동화 프로파일 자체에 어느 정도 영향을 미칠지는 아직 미지수이다. 확실한 것은 PI(IEC 61784-5-3에 따른 PROFINET 적용)와 ODVA(IEC 61784-5-2에 따른 EtherNet/IP 적용)가 SPE 표준의 추가 개발은

" T1 IEC 63171-6 규격에 따라 산업 스타일(Industrial Style)을 갖추다 - SPE 구현에 모험은 필요 없다. 안정적인 구축이 가능!"



HARTING T1 Industrial



물론, 구현에 적극적으로 관여하고 있다는 점이다.

SPE의 모든 사용자는 커넥터 및 케이블의 컴포넌트 표준규격과 함께, 적절한 전송 경로의 구성 및 검사에 대한 명확한 지침을 받을 수 있다. 1Gbit/s SPE의 경우 이 케이블은 초기에는 40m 범위로 제한된다. 10 Mbit/s 버전 제품의 경우 1,000 m 이상의 범위를 구현할 수 있다.

미국, 캐나다 및 멕시코 관련 SPE 케이블링에 대한 추가 문서는 ANSI/TIA-568.5 및 TIA TR42.7에서 준비 중이다. 이 문서는 TIA42 문서에서 부록(TIA-1005-A-3)으로 업데이트된다. 이 모든 추가 문서의 내용은 대체로 동일하다.

이러한 케이블링 표준규격은 사용자에게 케이블링 구조, 성능 사양에 도달하기 위해 사용되어야 하는 케이블링 컴포넌트, 및 케이블링 테스트에 대한 한계값 등에 대한 정보를 제공한다. 따라서, 이들은 SPE 케이블링 시스템을 설치 및 시운전하는데 가장 중요한 도구다. 또한 컴포넌트 표준규격(예: IEC 63171-6에 따른 커넥터)에 참조규격을 제공하여 장치와 케이블 간의 호환성을 보장한다. 이러한 호환성은 SPE에 기초한 연결 및 네트워크와 연결의 적절한 기능성을 위한 기본적인 전제조건이며, 따라서 IoT/IIoT의 기반을 구성한다. ISO/IEC 11801-3 개정판 1에서 명시한 것 이외의 케이블링 컴포넌트의 사용은 이론적으로 가능할 것이다. 하지만 이들 컴포넌트는 더 이상 표준에 부합하지 않으며, 비호환성과 기능 상실의 위험을 초래할 것이다.

이 때문에, 2018년 초에 ISO/IEC JTC 1/SC 25/WG 3과 TIA42는 통일된 인터페이스를 정의하기 위한 국제 선정 프로세스를 시작하였다. 이 두가지 선정 프로세스는 IEEE 802.3에 의해 공동 개시되었으며, 이는 ISO/IEC와 TIA에서 SPE MDI(SPE 장치 인터페이스)에 대한 권고를 요청하였다.

20개 이상의 국가 전문가 패널이 이 선정 과정에 참여했다. 이 선정 프로세스에서 두가지 커넥터 체결 프로파일이 선호되는 선택사항으로 나타났다.

- 빌딩 배선 지원, IEC 63171-1 규격에 따른 체결면, 이 체결면은 CommScope 사의 제안을 기초로 함
- 산업 및 산업 인접 응용부문을 위한 (M2I2C2E2 및 M3I3C3E3), **IEC 63171-6** (이전 규격 IEC 61076-3-125)에 따른 체결면. 이 체결면은 HARTING T1 Industrial의 제안을 기초로 함.

TIA 42의 선정 과정은 ISO/IEC의 결과를 확인한 것이며, 따라서 SPE 인터페이스에 대한 중요한 전 세계적 합의가 이루어지고 있다. 이렇게 선택된 체결면은 이제 해당 국제 케이블 표준에 통합되고 있다. IEEE802.3은 또한 IEEE 802.3cg의 이러한 SPE 인터페이스를 권장 미디어 종속 인터페이스(MDI)로 지정했다.

이것은 대규모 사용에 필요하다. 따라서, 다양한 유형의 애플리케이션 전반에 걸쳐 기기, 케이블 및 커넥터의 일관된 호환성을 갖춘 SPE 테크놀로지를 성공적으로 시장에 선보이는 것이 필요하다. 이것은 모든 시장 참가자들에게 계획적인 보안을 제공한다.

용어집 - MICE는 설비의 환경 조건을 기술한다. 또한, 이 정보는 설계자 및 사용자에게 기술 설비 및 케이블링 사양에 대한 귀중한 정보를 제공한다. 그 일환으로 기계적 건전성 (M), IPxx 등급 (I), 화학 및 기후 저항 (C) 및 전자파 안전성 (E)에 대한 필수 요건이 기술되어 있다. 가장 폭넓은 의미로, M1I-1C1E1은 사무실 빌딩 내부와 유사한 환경을 기술한다. M3I3C3E3는 산업이나 실외에서 발견되는 것과 같은 상당히 극단적인 환경을 기술한다.

4.

테크놀로지에 대한 심도 깊은 연구

SPE 뿐만 아니라, 기존 4 페어 데이터 케이블링에 꼬임쌍선이 필요하더라도, 케이블링 및 연결 기술에 대한 요건은 상당히 다르다. 이는 특히 현재 가용한 SPE 전송 표준 뿐 아니라 RF(무선 주파수) 요건이 적용된 전송 길이에 대한 경우로서, 이와 같은 필수 대역폭에서 특히 두드러진다.

성은 확실하지 않다. 예를 들어 설치된 Cat. 6A 케이블링이 1000BASE-T1의 조건에 부합하기 위해서는 전송 길이가 40m를 초과해서는 안되며 해당 RF 파라미터는 최대 600MHz의 조건을 갖추어야 한다. 이 모든 조건이 완벽하게 부합하면, SPE를 통해 1Gbit/s의 4배를 전송할 수 있다. 비록 Cat. 6A 케이블링 경로를 사용할 경우 MPE를 통해 10Gbit/s의 전송률을 달성할 수 있기는 하지만.

데이터 전송률	4 쌍 이더넷 케이블링 (MPE)		싱글 페어 이더넷 (SPE)	
	대역폭 (Cat.)	전송 길이	대역폭 (Cat.)	전송 길이
10 Mbit/s	16 MHz (Cat. 3)	100 m	20 MHz	1000 m
100 Mbit/s	100 MHz (Cat. 5)	100 m	166 MHz	40 m
1000 Mbit/s	100 MHz (Cat. 5)	100 m	600 MHz	40 m
10 Gbit/s	500 MHz (Cat. 6A)	100 m	4-5 GHz tbd.	15 m

SPE를 사용한 멀티 페어 케이블링(MPE) 방식(케이블 공유)으로부터의 전환

한 쌍의 와이어를 통해 높은 데이터 전송률 달성이 가능하다. 그렇다면, 기존 인프라에서 4개의 SPE 경로를 결합하는 것은 어렵까? "케이블 공유" 방식으로 SPE 4 페어 케이블링 방법을 사용하는 것은 매우 간단하다. 이것은 특별한 경우에는 가능하지만, 기술적으로나 경제적으로나 실제로 권장할 방법은 아니다. 한편으로, SPE 케이블링은 특히 누화(cross-talk) 때문에, MPE에 비해 더 높은 대역폭을 필요로 한다. 또한, 전송 길이가 100미터인 MPE에 비해, 이제까지 SPE는 차폐형 케이블의 경우 1000BASE-T1에서 전송 길이가 단 40미터에 불과하다. 이와 같이 전환(migration)할 경우, 사용자는 SPE용 케이블링의 각 경로를 점검해야 한다. 따라서 이와 같은 사용 전략의 실제 경제적 실행가능

싱글 페어 이더넷을 위한 연결 테크놀로지

개별 커넥터 유형은 특정 애플리케이션과 불가분의 관계에 있으며 물론 국제적으로 표준화되어 있다. 이것의 잘 알려진 예로는 이더넷용 RJ45 커넥터 및 비디오 전송용 간결한 HDMI 또는 DVI 커넥터가 있다. 그러므로 SPE와 같은 새로운 네트워크 기술에 대한 성공적인 시장 출시를 위해서는 표준화된 인터페이스 커넥터가 필요하다. 이는 표준화된 인터페이스가 있어야만 단일한 데이터 네트워크에 다양한 기기를 네트워크 연결할 수 있기 때문이다. (IEC 36171-6 규격에 따른) SPE 커넥터의 설계는 관련 IEE 802.3 표준의 사양 및 기타 시장 요구사항을 기반으로 제작되었다.

전기적 특성의 개요

공칭 전압

순수 이더넷 전송에는 보통 +/- 1V의 차동 전압 신호가 사용된다. 그러나 SPE 커넥터의 공칭 전압을 결정할 때는 원격 전원 공급을 위해 두 와이어의 병렬 사용도 고려해야 한다. SPE에서 이를 위해 사용하는 방법을 PoDL(데이터라인 전원공급, Power over Data Line)이라고 하며, IEEE 802.3bu에 따라 표준화된다. PoE와 유사하게, 최대 정격 전압은 48 V DC로, 전력 소싱 장비(PSE)에 대한 최대 공급 전압은 60 V DC가 된다. PoE와 대조적으로 PoDL은 차량에 사용되는 12V 및 24V DC의 일반적인 추가 온보드 전압을 정의한다.



Pushing Performance

귀사의 센서는 까다롭습니까? 그렇다면 SPE를 사용하십시오!



절연 저항:

자동차 업계에서 최대 사용자 그룹 관련 절연 요건에 대한 명시적 규격이 IEEE80.3 SPE 표준에 정의되어 있지 않더라도, 접점-대-실드 1.5 kV(rms) 및 접점-대-접점 1.0 kV(rms) 전압이 적용되는 4 페어 이더넷에 존재하는 것과 동일한 요구사항이 건물 및 산업용 케이블링과 같은 일반 애플리케이션에도 적용된다.(섹션 126.5.1 IEEE 802.3cr 참조)

정격 전류:

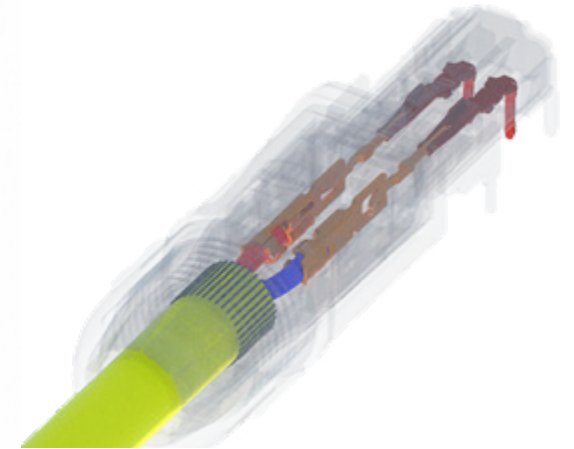
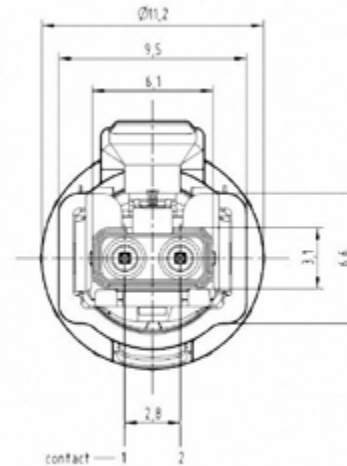
또한, PoDL 요건은 정격 전류 결정 시에도 중요한 역할을 한다. 현재 표준규격에서 IEEE 802.3bu의 표 104-1은 최대 공급 전력을 63.3W로 명시하고 있는데, 이는 50W의 동력 장치(PD)에서 최대 공급 전력에 해당한다. 따라서 최소 허용 공급 전압에서 48V에 1.36A가 발생한다. 그러나 4A DC의 정격 전류가 선택되어 향후 지속 가능한 간섭 수준을 유지하게 되었다.

배경: 북미시장용 국가별 전기코드(NEC)에 따르면 NEC 등급 2 기기의 최대 전력은 100W로 제한되며, 이는 PoE 표준 IEEE 802.3bt의 최대 원격 전원 공급 전력이기도 하다. 이는 향후 PoDL 확장이 100W 미만으로 유지되고 산업 자동화에 사용되는 24V 공급 전압이 반올림하여 최대 정격 전류 4A가 된다는 것을 의미한다.



RF 전송 파라미터

데이터를 전송하기 위해 SPE는 임피던스가 100Ω인 차동 와이어 쌍의 전이종 연결을 사용한다. 간섭 민감도를 낮추기 위해(특히 전기 차량의 경우), SPE에 대해 최대 1000BASE-T1까지는 PAM3를, 2.5/5/10GBASE-T1에 대해서는 PAM4를 사용하는 낮은 코딩을 선택했다. 이로써, 멀티 페어 이더넷(MPE) 표준에 비해 대역폭 요구조건이 엄청나게 늘어났다. 예를 들어, 10GBASE-T1에서 최대 4GHz(단 500MHz의 10GBASE-T와 비교)의 멀티 기가비트 SPE에 대한 IEEE802.3ch이 현재 논의되고 있다. 그러므로, 케이블 및 연결 기술에 대한 RF 요건이 증가하고 있으며 이러한 엄격한 RF 요구사항을 안정적으로 충족하기 위해서는 매우 대칭적인 커넥터 설계가 필요하다. 이러한 이유로 T1 산업용 커넥터의 접점은 완전히 닫힌 차폐형 하우징에 대칭으로 배열된다. 차폐형 또는 인쇄 회로 기판에 대한 두 도체의 결합 커패시턴스 및 인덕턴스는 동일하며 차동 데이터 전송에 간섭현상이 존재하지 않는다. 이는 신호 경로가 두 도체 경로에서 동일하지만, 신호 전파 시간의 차이는 피할 수 있다는 것을 의미한다.



IEC 63171-6에 따른 접합면의 대칭 설계

IEC 63171-6 규격에 따른 SPE 연결 테크놀로지의 기술 설계

SPE 인터페이스 설계의 목적은 향후 더 높은 대역폭을 위해 충분히 여유를 두고 미리 설명한 모든 전기적 파라미터를 고려하는 것은 물론, 원격 전원공급 (PoDL) 관련 요건들 및 시장에서 이미 수용되어 널리 사용되고 있는 다양한 외장 설계를 고려하는 것이었다. 여기서 여러 가지 요소가 중요하게 작용했다. 즉, 소형 인터페이스, 높은 내구성, 조작 우수성 뿐 아니라 사용될 와이어 및 케이블 직경에 알맞도록 잘 설계된 중단부 등에 대한 시장 수요 간의 균형 잡힌 관계가 바로 그것. 이런 방식으로 설계된 객체에 따라, 점점 간격이 2.8mm인 0.5mm 점접점이 점점 시스템에 선택되었다. 점접 간격은 연결하려는 케이블 단면에 들어맞도록 일치시킨다. 100BASE-T1 및 1000BASE-T1 규격을 적용한 단거리 전송을 위해, 와이어 중심 직경이 약 1 mm 또는 1.6 mm인 AWG 26 또는 AWG 22 컨덕터를 사용할 수 있다. 그러나 범위가 더 긴 10BASE-T1L 1.000m의 경우 대표적인 와이어 코어 직경이 약 2mm인 AWG 16/18 도체가 필요하므로 2.8mm의 점접 거리가 가장 적합하다.

IEEE 802.3 표준규격에 따르면, 더 긴 범위의 제품은 차폐형 전송 경로를 통해서만 달성할 수 있다. 이러한 이유로, 그리고 열악한 산업 환경에서도 안전한 전송을 보장하기 위해 차폐형 설계가 일관되게 구현되어 왔다. 동시에, 이러한 차폐 플레이트는 IP 20 버전에 대한 강력한 기계적 연동장치를 제공한다. 금속 래치 레버는 또한 래치 고장 메커니즘의 문제를 해결했다. - RJ45, M8 및 M12 원형 커넥터에 대한 공통된 비판을



IEC 63171-6에 따른 다양한 버전의 SPE 커넥터: IP65/67 및 IP20 버전(상단 행 왼쪽에서 오른쪽으로 상단 행: M12 PushPull, M8 PushPull, M8 Snap-In 및 IP20 커넥터 / 왼쪽에서 오른쪽으로 하단 행: Screw와 PushPull 인터록 적용 M12 소켓, Snap-In 및 PushPull 인터록 적용 M8 소켓 및 앵글형 IP20 PCB 소켓)

스트를 위해 IP65/67 인터페이스에 연결될 수도 있다는 것을 의미한다. 널리 인정받은 M8/M12 유형 제품의 사용은 시장 수용을 용이하게 하는 동시에 필요한 투자 비용의 절감을 보장한다. 많은 공급자들이 이미 사용 가능한 해당 외장 설계를 보유하고 있기 때문이다. 모든 시공 유형에서 동일한 소켓과 플러그인 커넥터 인서트("데이터 컨테이너")를 사용한다는 것은 모든 제품 시리즈에 동일한 기술적 특성이 있음을 보장하는 셈이다. 이로써, 규모의 경제를 통해 비용 효율적인 생산을 보다 쉽게 구현할 수 있다. 따라서 IEC 63171-6에 따른 SPE 인터페이스는 산업용 애플리케이션에서 SPE의 미래

통해 이들 커넥터는 산업 용도에 사용될 수 있도록 확립되었다.

따라서, 새로운 SPE 체결면의 M8 구조 유형에 대해 나사형, 스냅인 및 PushPull 인터록이 추가되어 단일형태의 "데이터 컨테이너"가 되었다. 1,000 m 10BASE-T1L 채널에 대한 대형 케이블 단면을 수용하기 위해 나사 및 PushPull 인터록이 있는 M12 설계도 표준화되었다. 즉, 이는 모든 설계에 동일한 체결면이 사용되며, IP20 커넥터도 파라미터 설정 또는 테

사용을 최적으로 지원하는 국제적으로 표준화된 체결면을 제공한다. 이 표준화된 SPE 데이터 컨테이너를 사용함으로써, 현재 새로운 표준 프로젝트로 개발되고 있는 내장형 M12 PushPull 인터록을 적용한 커넥터 시스템과 같이, 해당 IEC 63171-6에 따른 체결면을 다른 설계에 통합하는 것도 쉽다.



Pushing Performance

HARTING 75 년 동안 품질 과 혁신을 대표 해 왔습니다.



5.

강력한 파트너들로 구성된 생태계



Pushing Performance

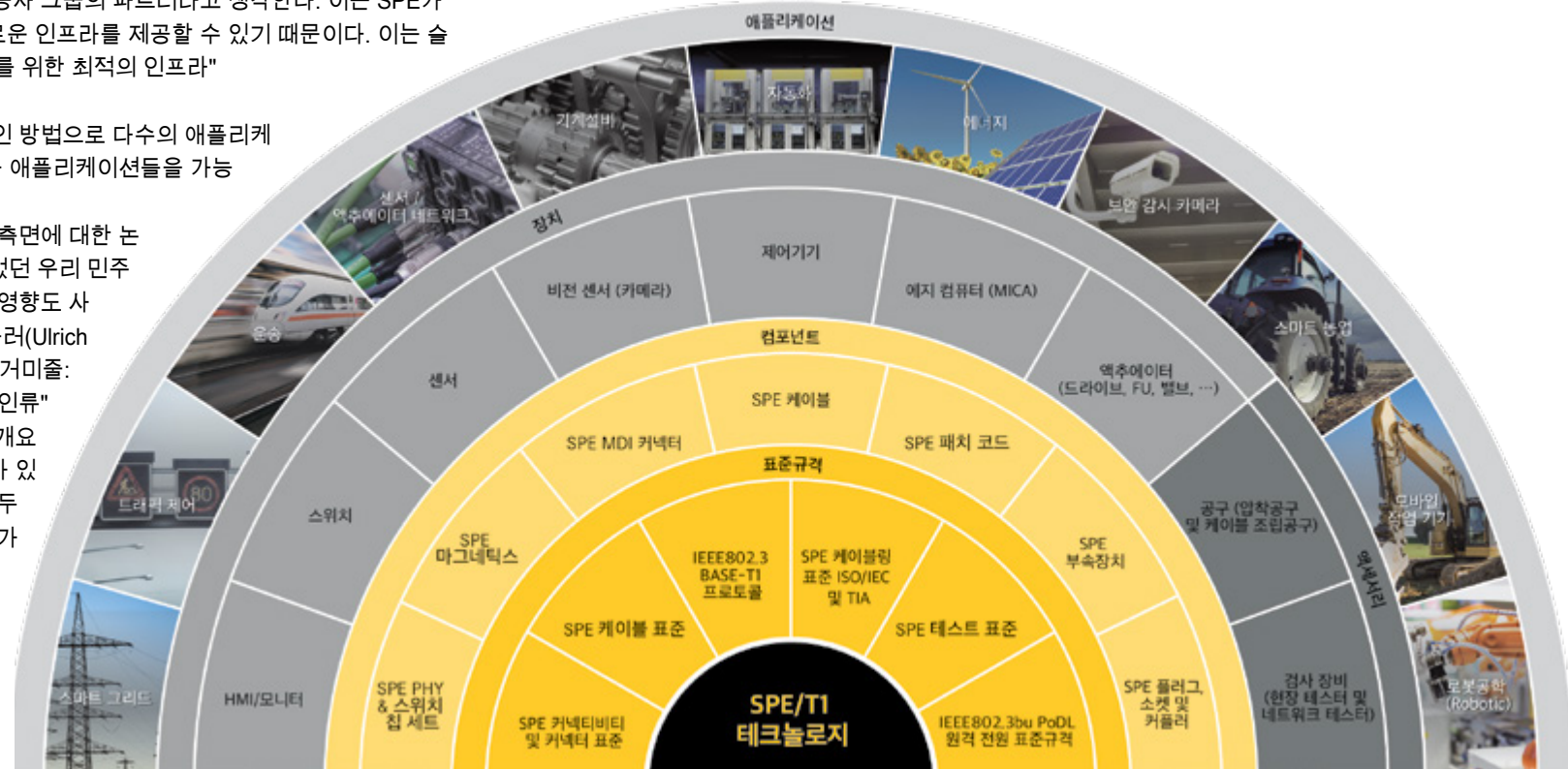
산업용 이더넷은 자동화 및 14.0 애플리케이션에서 널리 보급되고 있다. 점점 더 많은 다양한 분야의 장치와 솔루션이 "스마트"해지고 있으며, 이를 위해 올바른 이더넷 인프라가 필요하다. SPE 생태계는 기술, 표준, 인프라 구성 요소, 장치 및 테스트 장비가 어떻게 논리적으로 구축되고 서로를 지원하는지를 보여준다. 이들 요소는 다양한 시장의 디지털화를 위한 탄탄한 기반을 제공한다.

바로 이것이 HARTING은 표준화 분야에서 활발하게 활동하는 것은 물론, 산업 용도에 적합한 인프라를 꾸준히 개발해 온 이유이다. HARTING은 이제 SPE 시스템을 구현하는 장치 제조업체들을 적극적으로 지원하고 있다.

모든 협력업체들은 SPE 생태계를 구현하기 위한 빌딩 블록을 함께 제공해 나가기 바란다. SPE 협력업체들은 스스로를 산업 이더넷 사용자 그룹의 파트너라고 생각한다. 이는 SPE가 이러한 프로토콜(예: PROFINET)에 대한 새로운 인프라를 제공할 수 있기 때문이다. 이는 슬로건이 말하는 바와 동일합니다: "SPE - IIoT를 위한 최적의 인프라"

이것은 SPE가 보다 효율적이고 환경 친화적인 방법으로 다수의 애플리케이션을 지원하고 있을 뿐 아니라, 수많은 신규 애플리케이션들을 가능하게 할 것이라는 것을 의미한다.

현재 주로 진행되고 있는 디지털화의 기술적 측면에 대한 논의 이외에도, 1차 산업혁명 초기에만 형성되었던 우리 민주 사회에 대한 디지털화의 사회적 도전과제 및 영향도 사회 전반에 걸쳐 논의되어야 한다. 울리히 쉐들러(Ulrich Sendler)는 2018년 출간된 저서 "디지털화의 거미줄: 새로운 세계관으로 가는 길의 격변기에 빠진 인류"에서 산업, 기술, 사회의 발전에 대한 상세한 개요를 제시하고 있다. 이 책은 확실히 읽을 가치가 있는 책으로, 디지털화가 사회적으로 성공을 거두고 인류의 복지에 기여하기 위해 필요한 단계가 무엇인지에 대한 많은 제안을 담고 있다.





INDUSTRIAL
PARTNER
NETWORK



IEC 63171-6 규격 준수업체

6.

우리가 지향하는 곳은 어디 입니까? 결론과 전망



Pushing Performance

자율주행, IoT, IIoT 등 새로운 응용 분야에서는 보다 강력하고 새로운 네트워크 기술이 요구된다. SPE는 그러한 기술 중 하나이다. 단 한 개의 연결만 있는 장치에 전력과 데이터를 동시에 공급할 수 있는 능력은 무선 솔루션보다 큰 장점이다. PoDL을 통한 원격 전력 공급은 배터리와 축전지를 불필요하게 만들어, 환경적 호환가능성과 지속가능성에 큰 이점으로 작용한다. 케이블 기반 전송 방법은 사용 가능한 주파수 범위에 관한 규제 제한이 없다는 추가 이점을 가지고 있으므로 필요한 주파수 대역에 대해 라이선스 비용이 발생하지 않는다. 주파수 대역은 (국제적으로도) 균일하게 할당되지 않기 때문에 무선 인터페이스가 설치된 장비는 항상 다양한 시장 요건에 맞춰야 한다. 이것은 케이블 기반 전송 방법에는 필요하지 않다. 따라서 전 세계적으로 사용할 수 있는 단일화된 기기의 개발이 가능하다.

IEEE 802.1에서 개발된 시간 민감형 네트워크(Time Sensitive Network, TSN) 표준과 함께 이더넷 기술은 데이터 통신에 대한 결정론을 구현하기 위해 필요한 모든 메커니즘과 함께 확장되고 있다. - 이것은 모든 실시간 애플리케이션의 전제 조건이기도 하다.

따라서 SPE는 IoT와 IIoT에 대해 완벽한 인프라 솔루션과 "enabler"로 적합하므로 통합 산업의 중요한 구성 요소가 된다.

SPE가 생태계 내에서 이러한 잠재력을 완전히 발전시키려면 다양한 산업 분야의 파트너들이 집중적으로 협력하여 이 비전을 실현해야 한다. 이는 IEEE 802, ISO/IEC 및 TIA의 공동 국제 표준화로 시작한다. 그것은 반도체, 자기 부품, 커넥터/케이블 컴포넌트, 측정 기술을 시작으로 필요한 컴포넌트의 개발과 생산을 계속한다. (최소한 초기 샘플 수량에서) 표준과 컴포넌트를 이용할 수 있어야만 사용자는 다수의 가능한 기기에 SPE 전송 기술을 장착하고 광범위한 새로운 응용 분야를 개척할 수 있을 것이다.



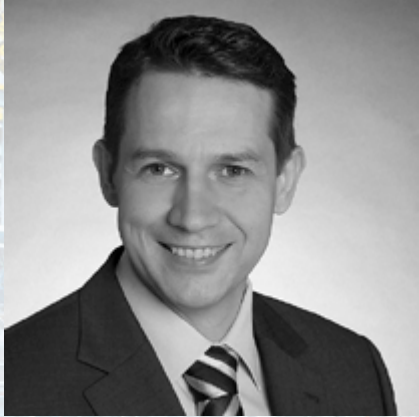
Pushing Performance

싱글 페어 이더넷 IIoT를 위한 최적의 인프라

저자:



Pushing Performance



마티아스 프릿치(Matthias Fritsche)는 HARTING의 제품 매니저이자 이더넷 커넥티비티 전문가이다. 그는 HARTING에서 산업용 이더넷 통신의 최신 동향과 개발 상황을 주시하고 있으며, 다양한 표준 위원회에 참여하여 사용자를 위한 표준과 규범을 적극적으로 홍보하고 있다. 저자는 수년 동안 싱글 페어 이더넷(Single Pair Ethernet)이라는 주제를 함께 추진해왔으며, 이를 산업 네트워크의 미래형 인프라로 보고 있다.



요나스 디만(Jonas Diekmann)은 HARTING 테크놀로지 그룹의 기술 편집자로, 전자 부서의 PR, 언론, 마케팅 및 콘텐츠 관리를 담당하고 있다. 또한, 이 공동저자는 수년 동안 SPE를 주제로 연구를 진행해 왔으며 기가비트 이더넷(Gbit Ethernet)의 미래를 강조하는 기술부문 기사를 통해 고객 및 독자들이 주제에 더 가까워 지도록 홍보해 왔다.



라이너 쉬미트(Rainer Schmidt)는 독일 소재 HARTING 테크놀로지 그룹에서 산업용 케이블링을 위한 비즈니스 개발 매니저이다. 쉬미트는 IEC SC65C (IEC61918, IEC61784-5 시리즈), Cenelec TC215 (EN50173 및 50174 시리즈), TIA TR-42에서 보여지는 바와 같이 국제 표준화에 적극적이다. 쉬미트는 ISO/IEC JTC 1/SC25 의장으로 SC 25/WG 3 (ISO/IEC11801 시리즈)의 회원이다.