

# EtherCAT – The Ethernet Fieldbus

한글판



Ether**CAT**<sup>®</sup>   
Technology Group

# 목차



- 3 버스(통신) 시스템이 전부가 아닐 수 있지만...
- 4 한 눈에 보는 EtherCAT
- 6 EtherCAT 테크놀로지 그룹
- 8 왜 EtherCAT을 사용하는가?
- 10 EtherCAT 상세 설명
  - 10 EtherCAT: 이더넷 기술을 기반으로
  - 11 EtherCAT 은 어떻게 동작하는가?
  - 12 EtherCAT 프로토콜
  - 14 유연한 토폴로지
  - 16 고정밀 동기화를 위한 분산 클락
  - 18 진단과 신속한 오류 위치 확인
  - 19 EtherCAT MainDevice 진단 인터페이스의 원리
  - 21 고가용성 요건
  - 22 EtherCAT G: 기가비트 레벨의 통신
- 24 시스템 개요
  - 26 EtherCAT P: 한 케이블을 통한 통신 및 전원
  - 28 Safety over EtherCAT
  - 30 통신 프로파일
  - 33 EtherCAT Automation Protocol(EAP)에 의한 공장 전체 통신
  - 35 다른 버스(통신) 시스템들의 통합
  - 36 EtherCAT, 인더스트리 4.0과 IoT를 통한 Digital transformation 전원공급
- 38 EtherCAT 인터페이스 구현
  - 40 MainDevice (MDevice) 구현
  - 42 SubDevice (SDevice) 구현
  - 44 적합성 및 인증
- 47 연락처

# 버스(통신) 시스템이 전부가 아닐 수 있지만...

... 그러나 그것이 없으면 장비는 아무것도 할 수 없습니다!

통신은 시스템 구조의 중심요소일 뿐만 아니라, 그것의 성능은 전체 시스템이 최고의 성능에 도달할 수 있는가를 결정합니다. 또한 버스(통신) 시스템은 시스템 비용, 시운전 시간과 견고성을 결정할 때 주요한 요소입니다. 이것이 훌륭한 엔지니어가 시스템 설계의 첫 단계로 올바른 버스(통신) 기술을 선택하는 이유입니다.

우리는 여러분께 EtherCAT을 소개하기 위해 이 책자, "이더넷 필드버스"를 집필했습니다. 이 책자를 통해 여러분은 EtherCAT을 알게 될 뿐만 아니라, EtherCAT을 가장 빠른 산업용 이더넷으로 만든 요소가 무엇인지 배울 것입니다.

또한 이 책자는 세계에서 가장 큰 필드버스 협회인 EtherCAT 테크놀로지 그룹(ETG)을 소개합니다. 가장 중요한 것은, 우리는 왜 EtherCAT이 당신의 어플리케이션을 위한 올바른 선택인지를 알려드리고 싶습니다. 만약 여러분이 질문이 있으시면, 부담 갖지 말고 우리에게 연락해 주십시오. 우리는 EtherCAT에 대한 믿음과 열정을 가지고, 여러분의 의견을 기다리겠습니다.

EtherCAT 테크놀로지 그룹 팀을 대표하여,  
**Martin Rostan, Executive Director,**  
EtherCAT 테크놀로지 그룹



Martin Rostan, Executive Director,  
EtherCAT Technology Group  
테크놀로지 그룹



글로벌 전략 회의에서, 전 세계 ETG 팀

EtherCAT은 유연한 토폴로지를 가진 고성능, 저비용, 사용하기 쉬운 산업용 이더넷 기술입니다. 이것은 2003년에 소개되었고, 2007년부터 국제 표준이 되었습니다. EtherCAT 테크놀로지 그룹은 EtherCAT을 홍보하고, EtherCAT의 지속적인 개발을 책임지고 있습니다. EtherCAT은 또한 개방형 기술입니다. 누구나 EtherCAT을 구현하거나 사용하는 것이 허용됩니다.

## 동작 원리

EtherCAT의 중요한 기능적 원리는 EtherCAT 노드(디바이스)들이 이더넷 프레임 어떻게 처리하는가에 있습니다. 각 노드는 프레임이 이동하는 동안 자신에게 전달된 데이터를 읽고, 그리고 자신의 데이터를 모두 프레임에 기록합니다. 이러한 동작 원리는 스위치나 허브의 필요성을 없애면서 대역폭 이용률을 높일 (사이클 당 한 프레임 정도면 통신을 위해 충분) 수 있습니다.

## 네트워크 성능

EtherCAT이 프레임을 처리하는 독특한 방법은 EtherCAT을 가장 빠른 산업용 이더넷 기술이 되게 하였습니다. 다른 어떤 기술도 EtherCAT의 대역폭 이용률 또는 이에 상응하는 성능을 보여줄 수 없습니다.

## 유연한 토폴로지

EtherCAT 네트워크는 토폴로지에 제한을 받지 않으면서 최대 65,535개의 디바이스들을 연결할 수 있습니다: 라인, 버스, 트리, 스타 또는 다양한 조합. EtherCAT에서 이용하는 고속 이더넷 방식의 물리적 연결은 두 개의 디바이스들 사이의 거리를 최대 100m(330 ft.)까지 허용하며, 더 먼 거리는 광섬유의 사용으로 가능합니다.

EtherCAT은 또한 토폴로지의 유연성을 더할 수 있는 추가적인 기능을 가지고 있는데, 디바이스들에 대한 Hot Connect와 Hot Swap 기능 그리고 링 토폴로지를 통한 이중화 지원 등을 들 수 있습니다.

## 다용도

EtherCAT은 중앙 집중 시스템 및 분산 시스템 구조 모두에 적합합니다. EtherCAT은 MainDevice-MainDevice, MainDevice-SubDevice 및 SubDevice-SubDevice 통신을 지원하며 또한 하위의 필드버스들도 통합할 수 있습니다. 공장 전체 측면에서, EtherCAT Automation Protocol(EAP)은 기존의 인프라를 모두 포괄할 수 있는 통신입니다.

## 사용의 편리성

전통적인 필드버스 시스템과 비교했을 때, EtherCAT은 확실한 선택입니다. 노드 어드레스가 자동적으로 설정될 수 있고, 네트워크 설정이 필요 없으며, 진단 및 빠른 고장 위치 확인은 오류를 정확하게 찾아내게 합니다. 이런 고급 기능에도 불구하고, EtherCAT은 다른 산업용 이더넷보다 사용하기 쉽습니다. 네트워크를 구성할 때 스위치를 사용하지 않고, MAC 또는 IP 어드레스의 복잡한 조작이 요구되지 않습니다.

## 저비용

EtherCAT은 기존의 필드버스 비용으로 산업용 이더넷의 모든 장점을 제공합니다. 먼저, EtherCAT은 어떤 활성 인프라 구성 요소도 필요로 하지 않습니다. 컨트롤 디바이스는 특별한 인터페이스 카드를 필요로 하지 않으며, 연결된 디바이스는 다양한 공급자들로부터 구할 수 있는 고도로 통합된, 비용 효율적인 칩을 사용합니다. 게다가, 시스템을 작동시키거나 유지 보수를 하기 위해 많은 비용이 드는 IT 전문가들을 필요로 하지 않습니다.

## 산업용 이더넷

EtherCAT은 네트워크의 실시간 기능을 저해하지 않으면서 일반적인 인터넷 기술을 함께 사용할 수 있습니다. EtherCAT의 Ethernet over EtherCAT 프로토콜이 FTP, HRRP, TCP/IP 등을 전송합니다.

## 기능적 세이프티

“Safety over EtherCAT”은 EtherCAT 그 자체와 같습니다-군더더기 없고, 빠릅니다. 기능적 세이프티는 중앙 집중 및 분산 세이프티 로직 모두를 위한 옵션과 함께 버스(통신) 안에 내장되어 있습니다. “블랙 채널” 접근법 덕분에, “Safety over EtherCAT”은 다른 버스 시스템에서도 사용 가능 합니다.

## 개방형 기술

EtherCAT은 국제적으로 표준화된 개방형 기술입니다. 이것은 누구나 자유롭게, 호환 가능한 형태로 그 기술을 사용할 수 있다는 의미입니다. 그러나 개방형 기술이라는 것이 누구나 제멋대로, 자신들의 요구에 맞게 EtherCAT을 변경할 수 있다는 의미는 아닙니다. 이렇게 되면 상호 운용성에 문제가 생길 것입니다. 세계에서 가장 큰 필드버스 협회인 EtherCAT 테크놀로지 그룹은 EtherCAT이 개방성과 상호 운용성을 유지하면서, 더 발전할 수 있도록 만듦 책임이 있습니다.

## 사용되어 증명하다

현재 EtherCAT은 전세계적으로 광범위한 어플리케이션에 적용되고 있습니다. EtherCAT은 셀 수 없이 많은 임베디드 시스템뿐만 아니라 장비제어, 측정장비, 의료장비, 자동차 제조, 휴대용 장비 등에서도 사용되고 있습니다.



ETG 전시회 부스들은 EtherCAT 제품의 다양성 뿐만 아니라 기술 그 자체도 보여준다.



ETG는 정기적으로 지역 회원 모임들을 개최한다.

EtherCAT 테크놀로지 그룹 (ETG)은 모든 잠재적 사용자에게 개방된, EtherCAT 기술을 유지합니다. ETG는 EtherCAT 디바이스 제조사들, 기술제공자들 그리고 사용자들이 함께 그 기술을 발전시키도록 이끕니다.

ETG는 전문가들이 주의 깊게 EtherCAT의 다양한 특정 측면을 위해 노력하는 곳인 여러 Technical Working Group을 제공합니다. 모든 이런 활동들은 하나의 공통된 목표에 초점을 두고 있습니다: EtherCAT을 안정적이고 상호 운용을 가능하도록 하는 것입니다. 이것이 오직 한가지 버전의 EtherCAT만 있고, 매년 새로운 버전의 EtherCAT이 발표되지 않는 이유입니다.

ETG는 매년 유럽, 아시아, 아메리카에서 다양한 Plug Fest를 개최합니다. Plug Fest는 EtherCAT 개발자들이 함께 기기의 상호 운용성을 테스트하고 확인할 수 있게 합니다. 공식적인 EtherCAT 적합성 테스트 툴을 사용해서, EtherCAT 디바이스들을 만드는 각 제조사는 제품을 출시하기 전에 스스로 적합성 테스트를 할 수 있습니다. ETG는 공인된 적합성 테스트 센터에서 성공적으로 적합성 테스트를 마친 제조사에 적합성 인증서를 수여합니다.

ETG는 국제적인 세미나와 워크숍을 개최하고 세계 도처의 전시회에서 EtherCAT을 대표합니다. 또한 ETG는 회원사들이 EtherCAT 제품을 시장에 내놓을 수 있도록 돕기 위해서 제품안내서, 전시회 공동부스 그리고 세미나 전시품을 제공합니다.

ETG는 세계의 필드버스 협회들 중에 가장 많은 회원을 보유하고 있습니다. 회원 리스트는 홈페이지에서 찾을 수 있습니다. 그러나 중요한 것은 회원이 얼마나 많은가가 아니라 회원이 ETG에서 얼마나 활동적인가입니다.

EtherCAT 디바이스들의 숫자와 다양성 모두 비교할 데가 없으며, 유럽, 아시아, 아메리카 전역에서 EtherCAT의 채택 비율이 다른 모든 산업용 이더넷 기술의 채택 비율을 능가합니다.

### 회원가입

ETG 회원자격은 디바이스 제조업자 또는 사용자 등 모든 회사들에게 열려 있습니다.

ETG 회원사는:

- 기술적 사양과 개발자 포럼의 접근권을 부여받습니다.
- Technical Working Group에 참여해서 EtherCAT의 지속적인 발전에 기여할 수 있습니다.
- 회원사의 지역 ETG 사무소로부터 제품 개발과 관련된 지원을 받을 수 있습니다.
- 무료 소프트웨어 스택, 소프트웨어 툴, 그리고 추가적으로 개발에 필요한 제품들에 대한 접근권을 부여 받습니다.
- EtherCAT과 ETG 로고 사용이 허용됩니다.
- 공식적인 제품 안내서, 전시회 그리고 ETG 행사에서 회원사들의 EtherCAT 제품과 서비스를 전시합니다.

규약, 가입신청서 및 추가적인 정보는 [info@ethercat.org](mailto:info@ethercat.org) 와 [www.ethercat.org](http://www.ethercat.org) 에서 이용 가능합니다.

### 국제 표준

EtherCAT 테크놀로지 그룹은 IEC의 공식 파트너입니다. EtherCAT과 Safety over EtherCAT 둘 다 IEC 표준(IEC61158과 IEC61784)입니다. 이 표준들은 하위 프로토콜 계층뿐만 아니라 어플리케이션 계층과 디바이스 프로파일(예를 들어 드라이브를 위한)을 포함합니다. SEMI™ (Semiconductor Equipment and Materials International)는 반도체 산업의 통신 표준 (E54.20)으로 EtherCAT을 받아들였습니다. ETG의 반도체 Technical Working Group(TWG)은 반도체 산업에 특화된 디바이스 프로파일과 구현에 필요한 지침을 정의합니다.

EtherCAT 기술 사양은 영어, 일본어, 한국어, 중국어 버전으로 제공됩니다.

### 세계적인 활동

EtherCAT 테크놀로지 그룹은 세계적으로 활동하고 있습니다. 독일, 중국, 일본, 한국, 미국에 있는 ETG 사무소의 전문가들이 제품을 구현하기 전에, 구현하는 동안, 그리고 구현한 후에 ETG 회원사를 지원합니다.

EtherCAT 기술은 Technical Working Group(TWG)에 의해 유지되는데, TWG는 디바이스 프로파일과 구현 지침에 따라 기술의 개선과 일관된 디바이스 동작을 규정합니다. 모든 회원사들은 TWG에 적극적으로 기여할 것을 권장 받습니다.



한국과 중국 뿐만 아니라, 다른 여러 나라에서도 EtherCAT은 국가 표준이다.

### EtherCAT 의 이정표



# 왜 EtherCAT을 사용하는가?

EtherCAT

EtherCAT이 동작하는 독특한 방식은 EtherCAT을 탁월한 “엔지니어의 선택”으로 만듭니다. 게다가, 다음과 같은 특징들은 특정 어플리케이션에 특히 유리합니다.

## 1. 뛰어난 성능

EtherCAT은 가장 빠른 산업용 이더넷 기술이지만, 그것은 또한 10억분의 1초의 정확도로 동기화 합니다.

대상 시스템이 버스(통신) 시스템을 통해 제어되거나 측정되는 모든 어플리케이션에서 이것은 큰 장점입니다. 빠른 반응 시간은 프로그램 처리 단계들 사이를 이동하는데 걸리는 대기 시간을 줄일 수 있게 동작하며, 이것은 어플리케이션 효율을 상당히 향상시킵니다. 마지막으로, EtherCAT 시스템 구조는 (같은 사이클 타임을 가정하면) 다른 버스(통신) 시스템과 비교해서 일반적으로 25-30%까지 CPU의 부하를 줄입니다. 최적으로 적용되었을 때, EtherCAT의 성능은 정확성을 향상시키고 처리량을 증가시키며, 결과적으로 낮은 비용으로 이르게 됩니다.

## 2. 유연한 토폴로지

EtherCAT 어플리케이션들에서, 장비 구조가 네트워크 토폴로지를 결정하며, 다른 경우는 없습니다. 기존의 산업용 이더넷 시스템에서는, 접속할 수 있는 스위치와 허브의 갯수에 제한이 있고, 이러한 제약이 전체 네트워크 토폴로지를 제한합니다. EtherCAT은 허브나 스위치를 필요로 하지 않기 때문에, 그런 제약이 없습니다. 요컨대, EtherCAT은 네트워크 토폴로지에 관해서는 사실상 제한이 없습니다. 라인, 트리, 스타 토폴로지와 그것들의 어떤 조합도 노드들의 숫자에 거의 제한 없이 구성할 수 있습니다. 자동 연결 탐지 덕분에, 노드와 네트워크 세그먼트는 동작하는 동안 연결을 끊을 수 있고 그리고 다시 연결할 수 있습니다.

라인 토폴로지는 케이블 이중화를 위해 링 토폴로지로 확장됩니다. 이 이중화를 위해 컨트롤 디바이스가 필요로 하는 모든 것은 또 하나의 이더넷 포트이고, 연결된 디바이스는 이미 케이블 이중화를 지원합니다. 이것은 장비가 동작하는 동안에 디바이스 교체를 가능하게 합니다.

## 3. 쉽고 강력함

구성, 진단, 유지보수는 시스템 비용에 원인이 되는 모든 요소입니다. 이더넷 필드버스는 이런 일을 아주 쉽게 만듭니다. EtherCAT은 자동적으로 어드레스를 할당하도록 설정될 수 있는데, 이는 수동 구성의 요구를 제거합니다. 낮은 버스 부하와 peer-to-peer 방식의 물리적 연결은 전자기 노이즈 내성을 향상시킵니다. 신뢰성 있는 네트워크는 잠재적인 방해물 정확한 위치까지 감지하는데, 이는 문제해결을 하는데 필요한 시간을 대폭 줄여 줍니다. 시스템이 시작되는 동안, 네트워크는 불일치를 감지하기 위해 계획된 레이아웃과 실제 레이아웃을 비교합니다.

또한 EtherCAT 성능은 네트워크 튜닝의 필요성을 제거함으로써 시스템을 구성하는 동안에 도움을 줍니다. 큰 대역폭(bandwidth) 덕분에, 제어 데이터와 함께 추가적인 TCP/IP를 전송할 수 있는 능력이 있습니다. 그러나 EtherCAT 자체는 TCP/IP에 기반을 두지 않기 때문에, MAC주소나 IP 주소를 관리하거나 IP 전문가들에게 스위치와 라우터를 설정하게 할 필요가 없습니다.

## 4. 세이프티 통합

기능적 세이프티는 FailSafe over EtherCAT (FSoE) 을 통해 네트워크 아키텍처에 통합됩니다. FSoE는 2005년 시장에 출시된 TÜV 공인 디바이스들을 통한 사용으로 증명됩니다. 프로토콜은 SIL 3 시스템의 필요조건을 만족시키고, 중앙집중과 분산 제어 시스템 모두에 적합합니다. 블랙 채널 접근과 특히 린(lean) Safety-Container 덕분에, FSoE는 다른 버스 시스템에서도 또한 사용될 수 있습니다. 이 통합된 접근과 린(lean) 프로토콜이 시스템 비용을 낮추는데 도움이 됩니다. 게다가, 비세이프티 필수 컨트롤러는 또한 세이프티 데이터를 받고 처리할 수 있습니다.

## 5. 적당한 가격

EtherCAT은 최고 수준의 필드버스 시스템의 비용과 유사한 또는 심지어 낮은 가격으로 산업용 이더넷의 특징을 제공합니다. MainDevice에 의해 요구되는 유일한 하드웨어는 이더넷 포트입니다. 비싼 인터페이스 카드나 또는 co-processor가 필요하지 않습니다. EtherCAT SubDevice 컨트롤러는 다른 포맷으로(FPGA 기반의 ASIC 또는 표준 마이크로프로세서 시리즈의 옵션과 같은) 다양한 제조사로부터 구입 가능합니다. 이런 저렴한 컨트롤러들이 모든 time-critical한 작업들을 떠맡고 있기 때문에, EtherCAT 자체는 필드 디바이스 CPU의 성능에 관한 어떤 요구도 하지 않는데, 이는 디바이스 비용을 낮춥니다. 또한 EtherCAT은 스위치나 다른 인프라 구성 요소들을 필요로 하지 않기 때문에, 이 구성요소들과 그들의 설치 비용, 환경 설정, 유지보수가 제거됩니다.

## 이런 이유들로, EtherCAT은 다음 분야에서 자주 보입니다:

- 로봇공학
- 공작기계
- 포장기계
- 인쇄기
- 플라스틱 제조 장비
- 프레스
- 반도체 제조 장비
- 성능 실험 장치
- pick and place 장비
- 측정 시스템
- 발전소
- 변전소
- 자재 관리 어플리케이션
- 수화물 처리 시스템
- 무대 제어 시스템
- 자동 조립 시스템
- 펄프 제지 장비
- 터널 제어 시스템
- 용접기
- 크레인과 가중기
- 농기구
- 해상 어플리케이션
- 제재소
- 창문 제조 장비
- 빌딩 자동화 시스템
- 철강 작업
- 풍력 발전용 터빈
- 가구 제조 장비
- 밀링 머신
- 자동 안내 차량
- 엔터테인먼트 자동차
- 의료 기기
- 목공기계
- 판유리 제조 장비
- 계량 시스템
- 기타



# EtherCAT 상세 설명

## EtherCAT: 이더넷 기술을 기반으로

EtherCAT은 산업용 이더넷이며, 이더넷 표준 IEEE 802.3에 정의된 표준 프레임과 물리 계층을 사용합니다. 그러나 또한 EtherCAT은 아래의 자동화 산업에서 직면하는 특수한 요구들을 처리합니다.

- 결정적 반응 시간과 함께 hard real-time 요구사항이 있습니다.
- 시스템은 보통 많은 노드로 구성되고, 각 노드는 적은 양의 주기적 프로세스 데이터를 가집니다.
- 하드웨어 비용은 IT와 오피스 어플리케이션에서 보다 훨씬 더 중요합니다.

위의 요구사항들은, 사실상 불가능한 필드 레벨에서 표준 이더넷 네트워크를 사용하게 만듭니다. 만약 개별 이더넷 텔레그램이 각 노드를 위해 사용된다면, 단지 몇 바이트의 주기적 프로세스 데이터를 위한 실효 데이터율은 상당히 줄어듭니다. 가장 짧은 이더넷 텔레그램은 84바이트 길이(프레임간 간격을 포함해서)이며, 그 중 46바이트는 프로세스 데이터를 위해 사용될 수 있습니다. 예를 들어 만약 드라이브가 실제 위치와 상태 정보를 위해 4바이트의 프로세스 데이터를 보내고, 대상 위치와 제어 정보를 위해 4바이트의 데이터를 받는다면, 두 개의 텔레그램을 위한 실효 데이터율이  $4/84=4.8\%$ 로 줄어듭니다. 게다가, 대개 드라이브는 대상 값을 받은 후 실제 값의 전송을 촉발하는 반응시간을 가집니다. 결국, 100MBit/s 전송 속도 대부분을 사용하지 않게 되는 것입니다.

IT 업계에서 사용되는 프로토콜 스택(예를 들면 TCP, IP 등)은 각 노드에 추가적인 부하를 발생시키고 스택 처리를 위한 추가적인 지연을 발생시킵니다.

## EtherCAT은 어떻게 동작하는가?

EtherCAT은 모든 노드로, 그리고 노드로부터 제어 데이터를 보내고 받는데 하나의 프레임이면 충분한 고성능 운전 모드로 앞에서 언급했던 어려움을 극복합니다!

EtherCAT MainDevice는 각 노드를 통과하는 텔레그램을 보냅니다. 각 EtherCAT 필드 디바이스는 전달된 데이터를 “신속하게” 읽고, 프레임이 이동하는 동안 데이터를 프레임에 끼워 넣습니다. 프레임은 하드웨어 전달 지연 시간에 의해서만 지연됩니다. 세그먼트나 분기 지점에 있는 마지막 노드는 개방된 포트를 찾아서, 이더넷 기술의 Full duplex(양방향 전송) 기능을 사용해서 메시지를 MainDevice로 돌려보냅니다. 텔레그램의 최대 실효 데이터율이 90%이상 증가하고, Full duplex 기능의 활용 덕분에 이론적 실효 데이터율이 100MBit/s보다 훨씬 더 큼니다.

EtherCAT MainDevice는 EtherCAT 프레임을 보내는 것이 허용된 세그먼트 내의 유일한 노드입니다. 모든 다른 노드들은 단지 프레임을 다음 노드로 이동시킵니다. 이 개념은 예상치 못한 지연을 막고 실시간성을 보장합니다.

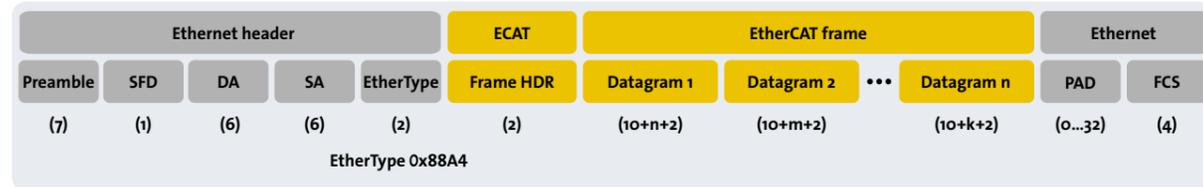
컨트롤 유닛은 추가적인 통신 프로세서 없이 표준 이더넷 Media Access Controller(MAC)를 사용합니다. 실시간 운영 시스템 또는 어플리케이션 소프트웨어 중 어느 것이 사용되든, 이것은 이용 가능한 이더넷 포트를 가진 어떤 하드웨어 플랫폼에서도 MainDevice가 구현되도록 해 줍니다.

네트워크 성능을 예측하고 개별 SubDevice 구현에 독립적인 것으로 만들면서, 하드웨어에서 프레임을 신속하고 완전하게 처리하기 위해서 EtherCAT 필드 디바이스들은 EtherCAT SubDevice 컨트롤러(ESC)를 사용합니다.



# EtherCAT 프로토콜

EtherCAT은 표준 이더넷 프레임에 EtherCAT 데이터를 내장합니다. EtherCAT은 EtherType 필드에 있는 Identifier(0x88A4)로 구분됩니다. EtherCAT 프로토콜은 짧은 주기적 프로세스 데이터를 위해 최적화되기 때문에, TCP/IP나 UDP/IP와 같이 큰 프로토콜 스택의 사용은 제거될 수 있습니다.



표준 이더넷 프레임(IEEE 802.3에 따른)안에 있는 EtherCAT

노드 사이에서 이더넷 IT 통신을 보장하기 위해, TCP/IP 연결은 실시간 데이터 전송에 영향을 주지 않고서 메일박스 채널을 통해 임의로 터널링 될 수 있습니다.

시스템이 시작되는 동안, 컨트롤 유닛은 환경설정을 하고, 연결된 디바이스에 프로세스 데이터를 할당합니다. 1바이트에서부터 몇 바이트까지, 또는 심지어 킬로바이트의 데이터까지 다른 양의 데이터가 각 노드와 교환될 수 있습니다.

EtherCAT 프레임은 하나 이상의 데이터그램을 담고 있습니다. 데이터그램 헤더는 MainDevice가 어떤 타입의 접근을 실행하고 싶은지를 나타냅니다.

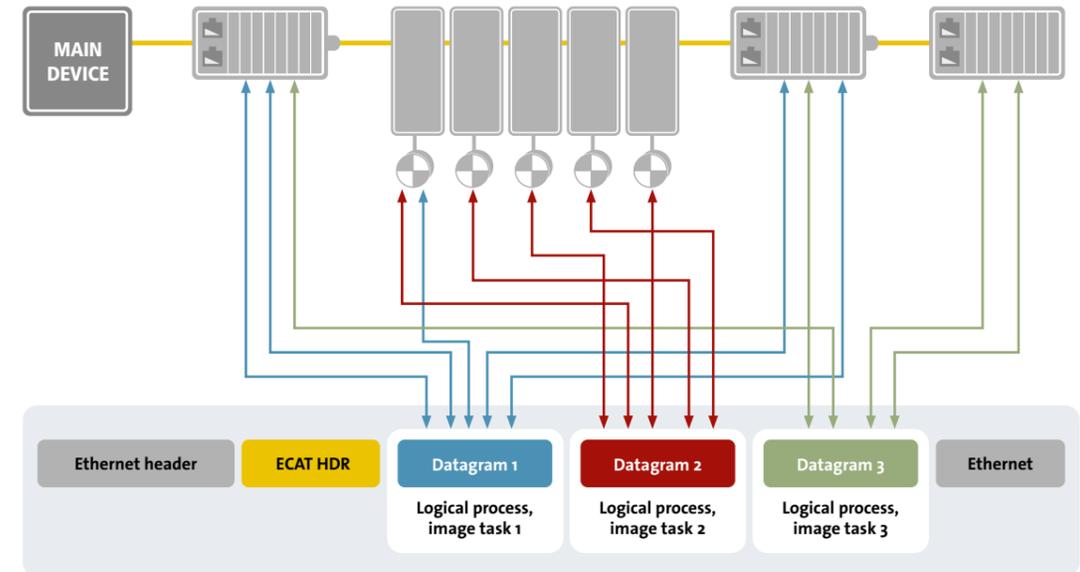
- 읽기, 쓰기, 또는 읽기-쓰기
- 직접적인 어드레싱을 통한 특정한 필드 디바이스로의 접근, 또는 논리적 어드레싱(암시적 어드레싱)을 통한 다양한 필드 디바이스로의 접근

논리적 어드레싱은 프로세스 데이터의 주기적 교환에 사용됩니다. 각 데이터그램은 4GBytes의 어드레스 공간이 있는 EtherCAT 세그먼트에서 프로세스 이미지의 특정 부분에 어드레스를 지정합니다. 네트워크가 시작되는 동안, 각 노드는 이 광역 어드레스 공간에 하나 이상의 어드레스를 지정 받습니다. 만약 다수의 노드들이 같은 지역에 어드레스를 지정 받는다면, 그들 모두가 하나의 데이터그램으로 어드레스를 지정 받을 수 있습니다. 데이터그램들은 모든 데이터 접근과 관련된 정보를 전적으로 담고 있기 때문에, MainDevice는 언제 그리고 어떤 데이터에 접근할지 결정할 수 있습니다. 예를 들면, I/O를 샘플링하기 위해 더 긴 사이클 타임을 사용하는 반면,

MainDevice는 드라이브에서 데이터를 리프레시하기 위해 짧은 사이클 타임을 사용할 수 있습니다. 고정된 프로세스 데이터 구조가 필요 없습니다. 각 노드의 데이터가 개별적으로 읽히고, 프로세스 컨트롤러의 도움으로 정렬되고, 메모리에 복사되어야 하는 기존의 필드버스 시스템과

비교해서 이것은 컨트롤 디바이스의 부하를 줄여줍니다. EtherCAT의 경우, 컨트롤 디바이스는 하나의 EtherCAT 프레임을 새로운 출력 데이터로 채우고, 자동 직접 메모리 접근(DMA)을 통해 프레임을 MAC 컨트롤러로 보내는 것만 필요합니다. 새로운 입력 데이터를 가진 프레임이 MAC 컨트롤러를 통해 받아들여졌을 때, 컨트롤 유닛은 DMA를 통해 그 프레임을 컴퓨터 메모리에 다시 복사할 수 있습니다. 이 모든 것은 어떤 데이터든 계속적으로 복사하는 CPU 작업 없이 이루어집니다.

주기적 데이터에 더하여, 더 많은 데이터그램들이 비동기 또는 이벤트 기반 통신에 사용될 수 있습니다.



신속하게 프로세스 데이터 삽입하기

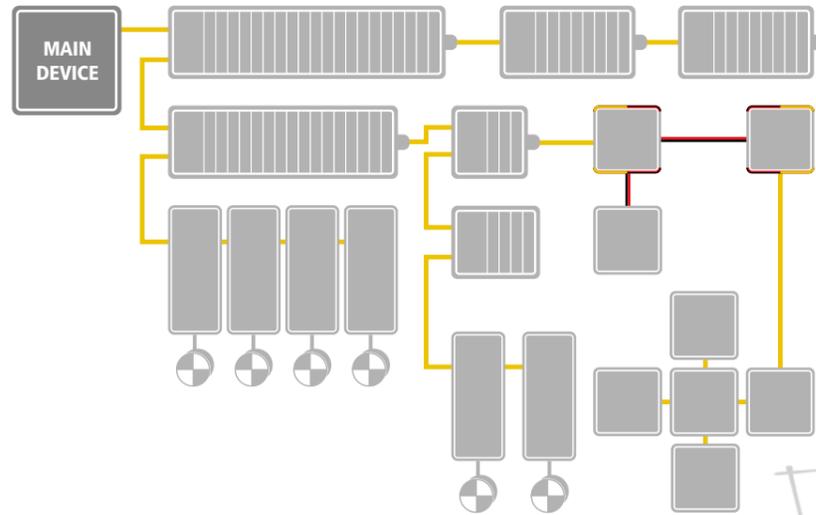
논리적 어드레싱 외에도, 또한 컨트롤 유닛은 네트워크에서 그것의 위치를 통해 필드 디바이스에 어드레스를 지정할 수 있습니다. 이 방식은 네트워크 토폴로지를 결정하고 그것을 계획된 토폴로지와 비교하기 위해서 네트워크 부팅 동안 사용됩니다.

네트워크 설정을 점검한 후, MainDevice는 각 노드에 설정된 노드 어드레스를 할당할 수 있고, 이 고정 어드레스를 통해 노드와 통신할 수 있습니다. 심지어 네트워크 토폴로지가 작동 중에, 예를 들어 Hot Connect Groups으로 교체될 때도, 이것은 목표로 한 디바이스에 접근을 가능하게 합니다. SubDevice 대 SubDevice 통신에는 두 가지 방법이 있습니다. SubDevice는 네트워크에서 제일 끝에 연결되어 있는 다른 SubDevice에 데이터를 직접 보낼 수 있습니다.

EtherCAT 프레임들은 앞으로 이동하면서 처리될 수 있기 때문에, 이런 유형의 직접적 통신은 네트워크의 토폴로지에 따르며, 일정한 기계의 설계(예를 들어, 프린팅 또는 포장기계)에 있어서 이와 같은 SubDevice 대 SubDevice 통신이 특히 적합합니다. 대조적으로, 자유롭게 환경설정이 가능한 SubDevice 대 SubDevice 통신은 컨트롤 디바이스를 통해 작동하고, 2개의 버스 사이클을 필요로 합니다. EtherCAT의 우수한 성능 덕분에, 이런 SubDevice 대 SubDevice 통신 유형은 다른 통신 기술들 보다 훨씬 더 빠릅니다.

## 유연한 토폴로지

라인, 트리, 스타, 또는 데이지 체인: EtherCAT은 거의 모든 토폴로지를 지원합니다. EtherCAT은 종속접속 스위치나 허브로부터 야기되는 제약 없이 수백 개의 노드로 순수한 버스 또는 라인 토폴로지를 가능하게 합니다.



유연한 토폴로지: 라인, 트리, 스타 또는 데이지 체인

시스템을 연결할 때, 분기 또는 드롭 라인을 이용한 라인의 조합은 특히 유용합니다: 분기를 만드는 데 필요한 포트들은 많은 I/O 모듈들에 직접 통합되어 있어서, 추가적인 스위치나 활성 인프라 구성요소들이 필요 없습니다. 또한 전형적인 이더넷 연결 방식인 스타 토폴로지도 자연스럽게 이용될 수 있습니다.

모듈식 기계나 톨 체인저는 작동 중에 작동 중에 네트워크 세그먼트 또는 개별 노드를 연결하고 분리해야 합니다. EtherCAT SubDevice 컨트롤러는 이 Hot Connect 특징을 위한 기반을 이미 포함합니다. 만약 이웃하는 스테이션이 제거되면, 그때 그 포트가 자동적으로 닫혀서 나머지 네트워크가 방해 없이 계속 작동할 수 있습니다. 15마이크로초 미만의 아주 짧은 감지 시간은 매끄러운 전환을 보장합니다.

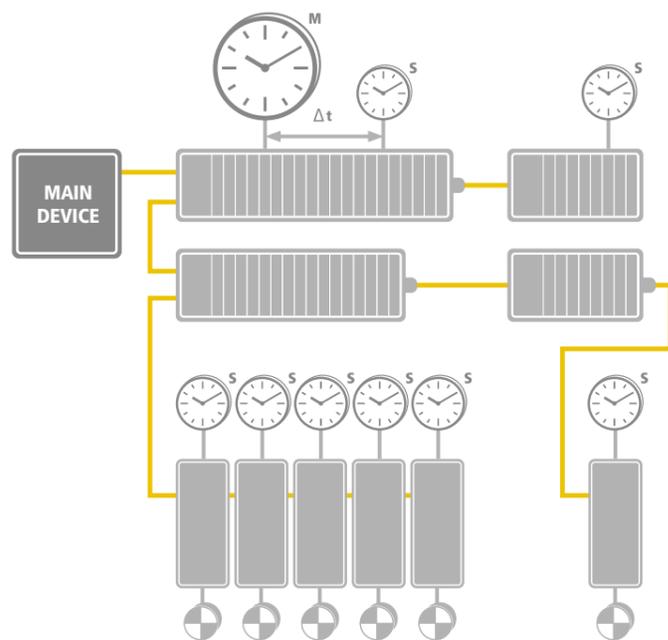
EtherCAT은 케이블 유형에 관하여 많은 유연성을 제공해서, 각 세그먼트는 그것의 요구를 최고로 충족시켜주는 정확한 유형의 케이블을 사용할 수 있습니다. 저렴한 산업용 이더넷 케이블은 100BASE-TX 모드에서 100m까지 떨어져 있는 2개의 노드 사이에 사용될 수 있습니다. 또한 EtherCAT P 기술을 사용하면 하나의 케이블을 통해 데이터와 전원을 전송할 수 있습니다. 이 옵션을 사용하면 하나의 라인으로 센서와 같은 디바이스들의 연결을 가능하게 해줍니다. 또한, 광섬유(100BASE-FX와 같은)도 예를 들어 100 m보다 더 먼 노드 거리에 사용될 수 있습니다. EtherCAT에는 전체 범위의 이더넷 배선도 제공됩니다.

하나의 EtherCAT 세그먼트에 최대 65,535개의 디바이스를 연결할 수 있으므로 네트워크 확장이 사실상 무제한입니다. 실질적으로 무제한의 노드를 사용할 수 있으므로 슬라이스 I/O 스테이션과 같은 모듈형 디바이스는 각 모듈이 자체 EtherCAT 노드가 되도록 설계할 수 있습니다. 따라서 로컬 확장 버스가 제거되며, 버스 커플러나 헤드 스테이션에 더 이상 게이트웨이가 없기 때문에 EtherCAT의 고성능은 지연 없이 각 모듈에 직접 도달합니다.

## 고정밀 동기화를 위한 분산 클락

공간적으로 분산된 프로세스들의 동시 동작을 요구하는 어플리케이션에서는, 정확한 동기화가 특히 중요합니다. 예를 들면, 다수의 서버 축들이 조화롭게 움직여야 하는 어플리케이션 같은 경우입니다.

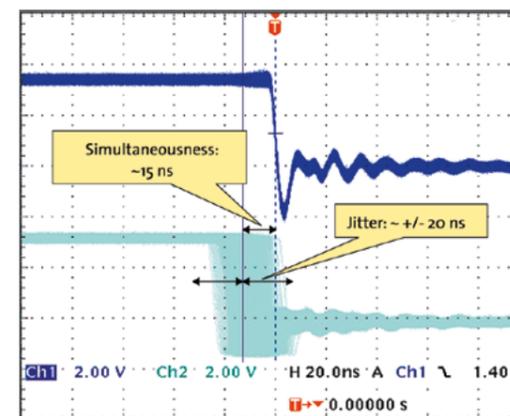
동기화의 품질이 통신 오류로부터 즉시 영향을 받는 완전히 동기화된 통신과는 달리, 분산 동기 클락은 통신 시스템 내에서 지터(흔들림, 오류)에 대해 높은 수준의 허용 한계를 가집니다. 따라서, 동기화 노드의 EtherCAT 솔루션은 분산 클락(DC)에 기반합니다.



전달지연을 위한 보정과 전적으로 하드웨어에 기반한 동기화

노드들에서 클락의 보정(calibration)은 완전히 하드웨어 기반입니다. 첫 번째 DC SubDevice로부터의 시간은 시스템에 있는 모든 다른 디바이스로 주기적으로 분산됩니다. 이 메커니즘으로, SubDevice 클락은 이 기준 클락(reference clock)에 정확하게 조정될 수 있습니다. 그 결과 시스템 내에서 지터는  $1\mu\text{s}$ 보다 상당히 짧습니다.

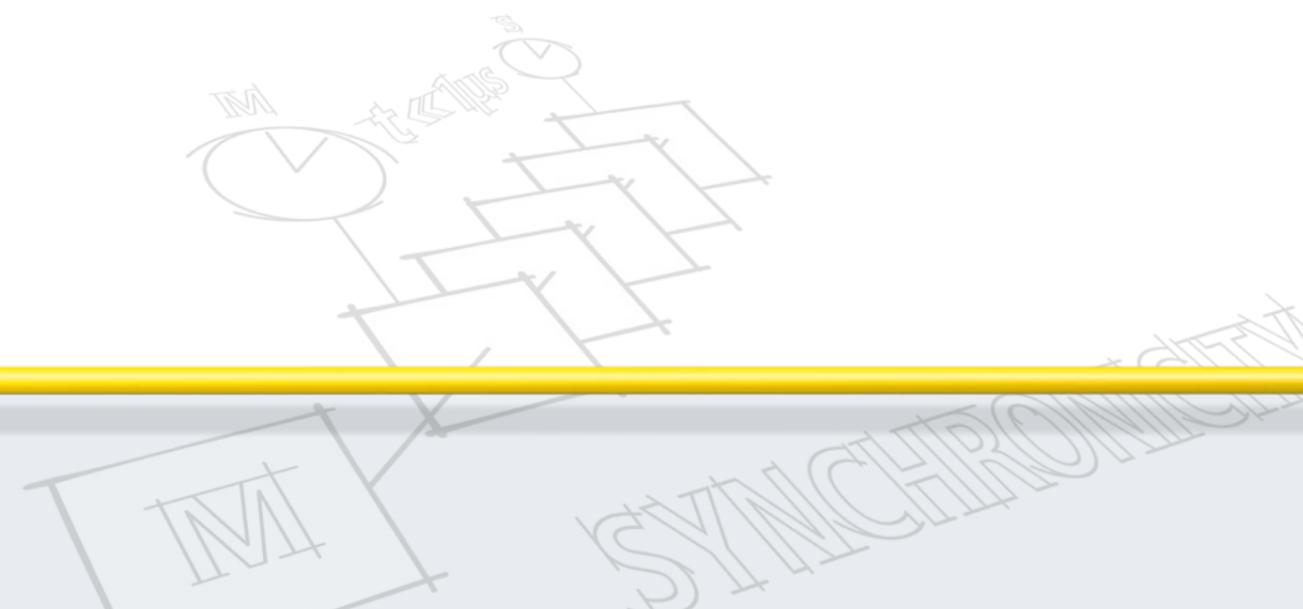
기준 클락으로부터 보내진 시간이 필드 디바이스에 약간 지연되어 도착하기 때문에, 이 전달 지연은 동기성과 동시성을 보장하기 위해 각 필드 디바이스에 대해 측정되어야 하고 보정되어야 합니다. 이 지연은 클락들이 서로  $1\mu\text{s}$ 보다 훨씬 더 짧은 시간 내에 동시적이 되도록 하면서, 네트워크가 시작하는 동안이나, 원한다면, 심지어 작동 중에 지속적으로 측정됩니다.



동기성과 동시성 -  
120m 케이블 300개의 노드를 가진  
두 개의 분산된 디바이스들의 스코프 뷰

만약 모든 노드가 같은 시간 정보를 가지고 있다면, 그들은 동시에 그들의 출력 신호에 맞출 수 있고, 아주 정확한 타임스탬프와 그들의 입력 신호를 붙일 수 있습니다. 모션 제어 어플리케이션에서, 동기성과 동시성에 덧붙여, 사이클 정확도 또한 중요합니다. 그런 어플리케이션에서, 속도는 대체로 측정 위치에서 나옵니다. 따라서 위치 측정이 정확하게 등거리로(즉, 정확한 사이클로) 이루어지는 것이 중요합니다. 심지어 위치 측정 타이밍에서 아주 작은 비정확성은 특히 짧은 사이클 타임과 관련된 속도 계산에서 더 큰 비정확성으로 바뀔 수 있습니다. EtherCAT의 경우, 위치 측정은 버스 시스템이 아닌, 훨씬 더 큰 정확성을 이끌어내는 정밀한 로컬 클락에 의해 유발됩니다.

게다가, 분산 클락의 사용은 또한 컨트롤 유닛의 부담을 덜어줍니다. 프레임이 수신될 때 컨트롤 유닛이 프레임들을 보내기 위한 어떤 엄격한 요구사항들을 가지지 않고, 대신에 위치 측정과 같은 동작이 로컬 클락에 의해 유발되기 때문입니다. 이것은 MainDevice 스택이 표준 이더넷 하드웨어 상에서 소프트웨어로 구현되는 것을 허용합니다. 심지어 몇 마이크로 세컨드 내의 지터도 분산 클락의 정확성을 감소시키지 않습니다! 클락의 정확성은 그것이 설정된 시간에 의존하지 않기 때문에, 프레임의 절대적 전송 시간은 관련이 없어집니다. 노드에서 DC 신호가 출력을 하기 전에, EtherCAT MainDevice는 EtherCAT 텔레그램이 조기에 보내지는 것을 보장하지만 하면 됩니다.



## 진단과 빠른 오류 위치 확인

기존 필드버스 시스템에서의 경험은 진단 특성이 기계의 가용성과 시운전 시간을 결정하는 데 중요한 역할을 한다는 것을 보여줍니다.

오류 감지와 더불어, 빠른 오류 위치 확인은 문제를 찾아내는 과정에서 중요합니다. EtherCAT은 네트워크가 시작하는 동안 실제 네트워크 토폴로지와 계획된 토폴로지를 스캔하고 비교할 수 있는 기능을 포함하고 있습니다. 또한 EtherCAT은 그것의 시스템에 내재된 많은 추가적 진단 기능들을 가지고 있습니다.

각 노드에 있는 EtherCAT SubDevice 컨트롤러는 이동 중인 프레임의 오류를 Checksum을 이용해서 검사합니다. 프레임이 올바르게 수신될 때만 정보가 SubDevice 어플리케이션에 제공 됩니다. 만약 약간의 오류가 있다면, 오류 카운터가 증가되고, 다음의 노드들은 프레임이 오류를 담고 있다고 것을 알게 됩니다. 또한 컨트롤 유닛은 프레임이 결함이 있다는 것을 감지하고, 정보를 폐기할 것입니다. 컨트롤 유닛은 노드의 오류 카운터를 분석함으로써 시스템의 어디에서 결함이 처음 발생했는지 감지할 수 있습니다. 오류가 전체 party line(공유회선)을 따라 퍼져서, 오류의 근원을 알아내는 것을 불가능하게 만드는 기존의 필드버스 시스템과 비교하면, 이것은 큰 장점입니다. 문제가 장비의 동작에 영향을 주기 전에, EtherCAT은 간헐적으로 발생하는 장애를 감지하고 위치를 알아낼 수 있습니다.

단일 프레임을 사용하는 산업용 이더넷 기술보다 훨씬 우수한 EtherCAT의 고유한 대역폭 활용 원칙 덕분에, EtherCAT 프레임 내의 장애에 의해 발생하는 비트 오류의 가능성은 동일한 주기 시간이 사용되는 경우 상당히 낮아집니다.

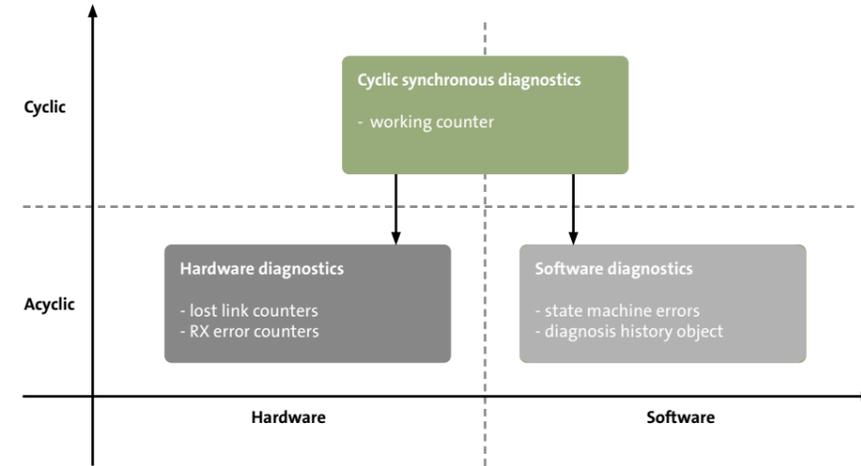
그리고 일반적인 EtherCAT 방식에서 훨씬 더 짧은 사이클 시간을 사용하면 오류 복구에 필요한 시간이 크게 단축됩니다. 따라서, 어플리케이션 내에서 이러한 문제를 해결하는 것이 훨씬 간단합니다.

프레임 내에서, Working Counter(WC)는 각 데이터그램에 있는 정보가 일관성을 위해 모니터 되는 것을 가능하게 해줍니다. 데이터그램에 의해 어드레스 되고, 메모리가 접근 가능한 각 노드는 Working Counter를 자동적으로 증가시킵니다.

그 다음에 컨트롤 디바이스는 모든 노드가 일관된 데이터를 가지고 작동하고 있는지 주기적으로 확인할 수 있습니다. 만약 Working Counter가 그것이 가져야 하는 값과는 다른 값을 가진다면, MainDevice는 이 데이터그램의 데이터를 제어 어플리케이션으로 보내지 않습니다. 그 다음에 MainDevice는 연결 상태 뿐만 아니라 노드의 상태와 오류에 관한 정보의 도움으로 예기치 못한 작동의 원인을 자동적으로 알아낼 수 있습니다.

EtherCAT이 표준 이더넷 프레임을 활용하기 때문에, 무료 이더넷 소프트웨어 툴의 도움으로 이더넷 네트워크 트래픽은 기록될 수 있습니다. 예를 들어, 잘 알려진 Wireshark 소프트웨어는 EtherCAT을 위한 프로토콜 인터프리터가 있어서, Working Counter, commandos, 등등과 같은 프로토콜 특정 정보가 일반 텍스트로 표시됩니다.

진단에 대한 자세한 내용은 [www.ethercat.org/diag](http://www.ethercat.org/diag) 에서 확인할 수 있습니다.



EtherCAT 진단 기능 요약

### 벤더 독립 진단 인터페이스의 원리

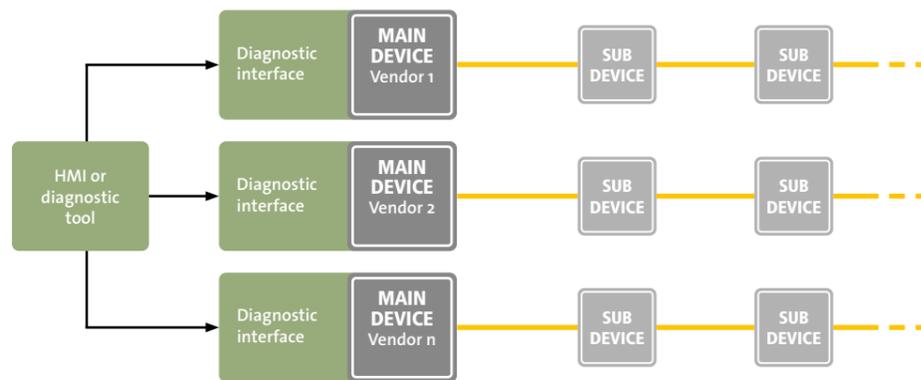
앞에서 설명한 기능을 통해 네트워크 상태를 모니터링하고 오류를 감지하고 찾는 데 필요한 모든 진단 정보를 모든 EtherCAT 네트워크에서 MainDevice가 사용할 수 있습니다.

그러나 이 원시 정보는 해석되고 사용되기 위해 진단 도구와 최종 사용자에게 제공되어야 합니다. ETG.1510 사양을 통해 ETG는 외부 도구가 특정 MainDevice 공급업체 및 소프트웨어 구현과 독립적인 방식으로 EtherCAT 네트워크에서 제공하는 진단 정보에 액세스할 수 있도록 하는 솔루션을 정의했습니다.

ETG.1510 프로파일은 ETG.1500 사양을 향상시키고 ETG.5001.3 부록 A에 정의된 EtherCAT MainDevice의 객체 사전을 확장합니다. 진단 객체는 이미 지정된 메일박스 게이트웨이 기능을 사용하여 CAN application protocol over EtherCAT(CoE) 메일박스 프로토콜을 통해 읽을 수 있습니다. 기존 표준을 완전히 기반으로 하기 때문에 새 프로파일에는 MainDevice의 개체 사전에 있는 몇 가지 요소만 필요합니다. 오프라인 구성을 기반으로 MainDevice가 예상하는 네트워크 구조와 온라인 스캔에 의해 감지된 현재 네트워크 토폴로지가 모두 제공됩니다. 진단 정보 자체는 시작부터 현재까지 네트워크 상태를 요약하는 일관된 누적 카운터의 형태로 매핑됩니다. 그 결과, 진단 인터페이스는 EtherCAT 네트워크의 사이클 타임과 독립적인 주파수로 액세스할 수 있으며, 외부 툴에서 실시간 성능이 요구되지 않습니다.

진단 정보는 잘 확립된 CAN application protocol over EtherCAT(CoE)에 의해 접근됩니다. 진단 인터페이스는 기존의 완전한 표준 프로토콜 및 기능을 기반으로 하는 표준 MainDevice 구현 위에 린 소프트웨어 확장으로 쉽게 구현될 수 있습니다. 이러한 소프트웨어 확장에 필요한 리소스의 양이 매우 적기 때문에 간단하고 콤팩트한 임베디드 시스템을 포함한 모든 MainDevice 솔루션에 진단 인터페이스를 구현할 수 있습니다.

EtherCAT 진단 인터페이스를 사용하여 기계 및 네트워크 진단 도구 공급자는 EtherCAT 네트워크에서 진단 데이터를 수집하기 위한 범용 인터페이스를 사용할 수 있습니다. 사용자는 이 정보를 사용자 친화적, 그래픽적, 직관적인 방식으로 기술자와 엔지니어에게 보고할 수 있습니다. 네트워크는 특정 MainDevice 제조업체에 따라 동작을 변경할 필요가 없으며 각기 다른 MainDevice 구현에 대해 공급업체의 독점 액세스 프로토콜을 사용할 필요도 없습니다.

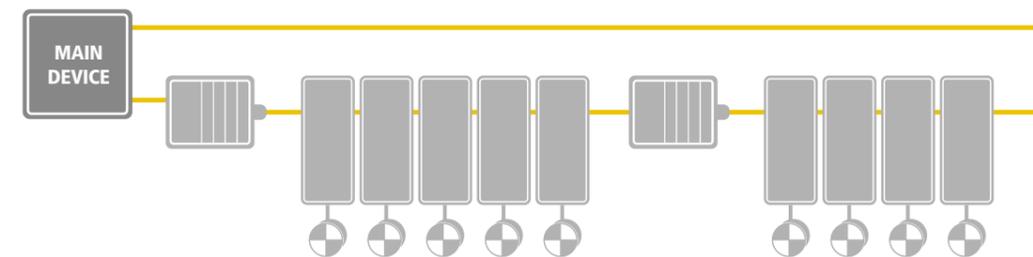


진단 인터페이스를 통해 EtherCAT 진단 데이터에 대한 벤더 독립적인 액세스 가능

## 고가용성 요건

아주 높은 가용성 요건의 장비나 장치를 얻기 위해서는, 케이블 연결이 끊어지거나 또는 노드 오작동이 네트워크 세그먼트가 더 이상 접근 불가능하다거나 또는 전체 네트워크가 고장난 것을 의미해서는 안 됩니다.

EtherCAT은 간단한 조치로 케이블 이중화를 가능하게 해줍니다. 케이블을 마지막 노드에서 MainDevice에 있는 추가 이더넷 포트까지 연결함으로써, 라인 토폴로지가 링 토폴로지로 확장됩니다. 이중화 상태일 때, 케이블 연결이 끊어지거나 노드 오작동과 같은 것은 MainDevice 스택에 추가된 소프트웨어에 의해 감지됩니다. 그게 다입니다! 노드들 자체는 수정될 필요가 없고, 심지어 그들이 이중화 된 네트워크에서 동작하고 있다는 것을 알지 못합니다.



표준 EtherCAT 필드 디바이스들과 저렴한 케이블 이중화

연결된 디바이스에서 링크 감지는, 이중화일 때  $15\mu\text{s}$ 보다 적은 복구 시간에 자동적으로 문제를 감지하고 해결하며, 그래서 최대 하나의 통신 사이클이 방해 받습니다. 이것은 심지어 케이블 연결이 끊어졌을 때도 아주 짧은 사이클 타임을 가진 모션 어플리케이션이 매끄럽게 계속 동작할 수 있다는 것을 의미합니다.

EtherCAT에서는, Hot Standby로 MainDevice 이중화를 실현시키는 것이 또한 가능합니다. Drag chain과 연결된 것들과 같은 취약한 네트워크 구성요소들은 드롭 라인과 연결될 수 있습니다. 그래서 심지어 케이블 연결이 끊어졌을 때도, 장비의 나머지 부분은 계속 동작합니다.

# EtherCAT G: 기가비트 레벨의 통신



표준 EtherCAT 프로토콜의 확장으로서 EtherCAT G는 1 Gb/s 및 10 Gb/s의 속도로 데이터 통신을 가능하게 합니다. 이는 머신 비전, 고급 측정 기술, 복잡한 모션 어플리케이션과 같이 네트워크당 많은 양의 프로세스 데이터를 전송할 때 특히 유용합니다.

EtherCAT 프로토콜 자체와 모든 긍정적인 기능은 EtherCAT G/G10에서 완전히 유지됩니다. EtherCAT G/G10은 IEEE 802.3 표준과 완벽하게 호환되며 토폴로지 유연성도 동일하게 유지됩니다. 드롭 라인, 라인, 데이지 체인, 트리 구조가 모두 가능합니다. EtherCAT G의 핵심 요소는 브랜치 개념입니다. 이는 본질적으로 두 가지 주요 기능을 수행하는 EtherCAT Branch Controller (EBC)를 통해 달성됩니다.

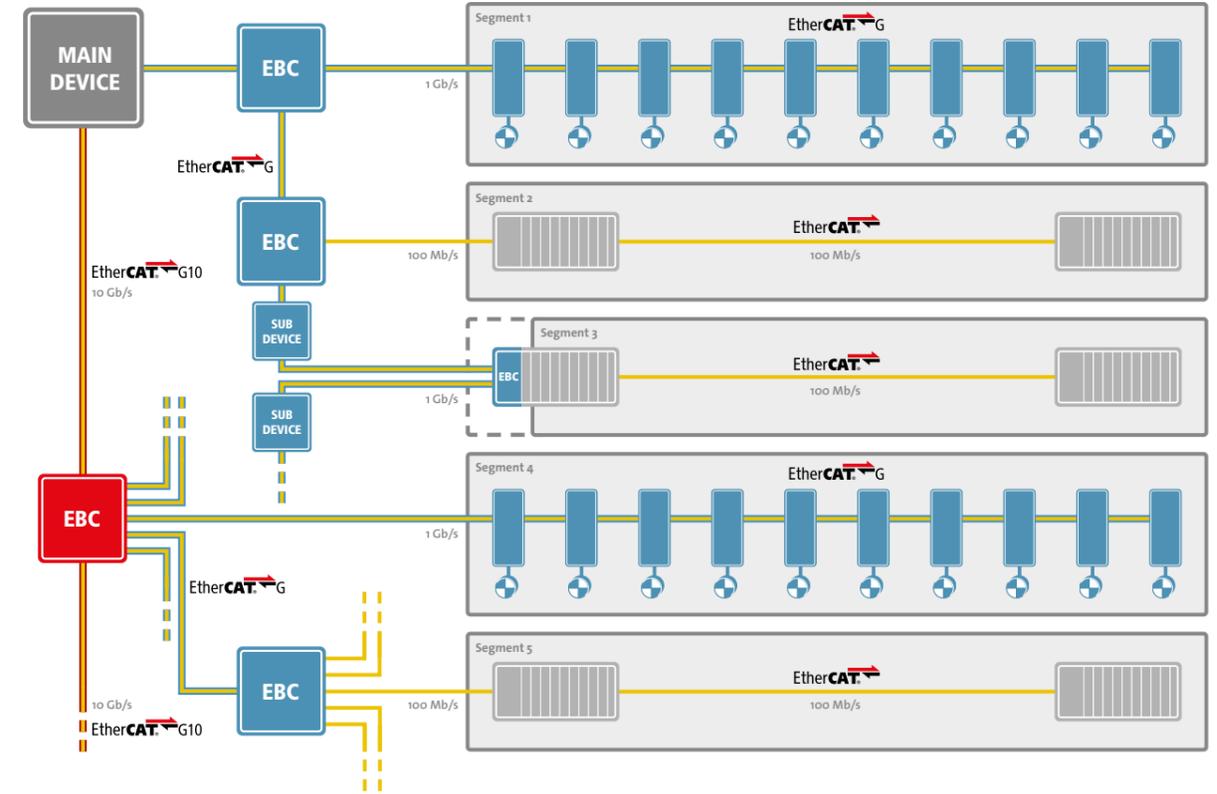
- 독립 세그먼트와 100 Mb/s 디바이스를 통합하기 위한 일종의 노드 역할을 합니다.
- 연결된 EtherCAT 세그먼트의 병렬 처리를 가능하게 합니다.

그 결과, 전파 지연이 크게 감소하여 시스템 성능이 이전 수준보다 몇 배나 향상됩니다.

데이터를 단일 세그먼트로 전달하는 작업은 우선순위 제어 또는 시간 제어되며, 각 브랜치는 독립적인 EtherCAT 세그먼트처럼 처리됩니다. 프레임이 직렬로 모든 세그먼트를 통과하지는 않지만, 세그먼트는 병렬로 처리됩니다. 이는 대규모 네트워크에서 전파 시간을 크게 단축하고 시스템 성능을 몇 배 더 향상시킵니다.

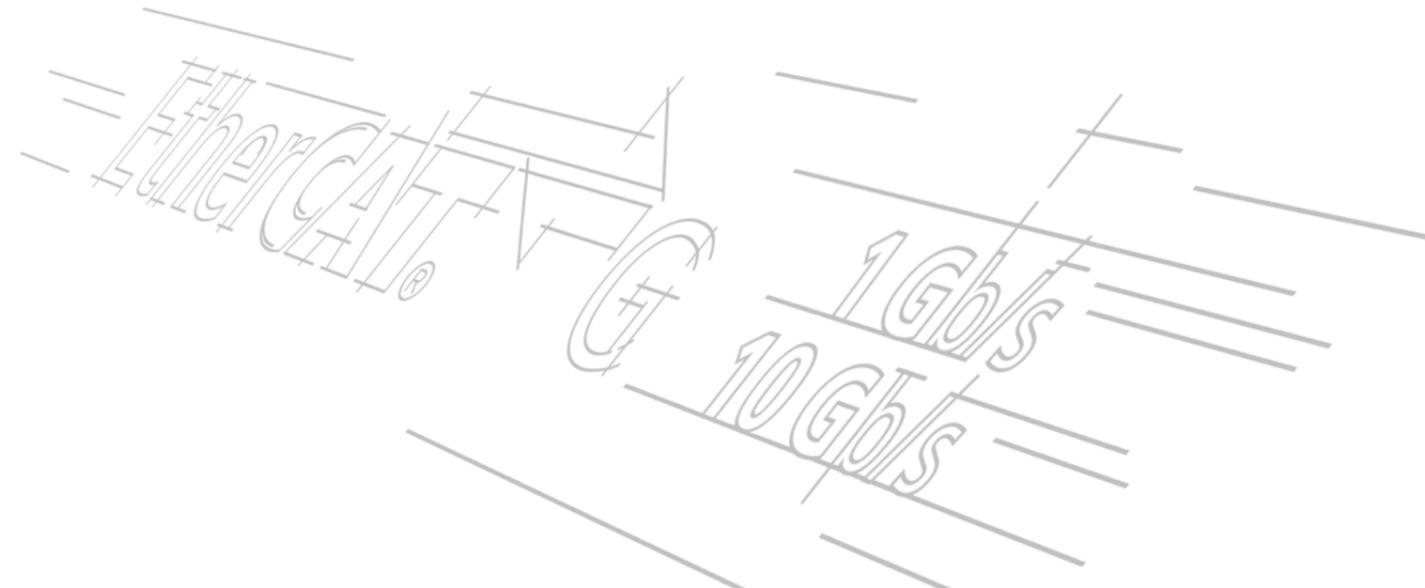
일반적인 EtherCAT 방식에서 EtherCAT Branch Controllers의 구성은 MainDevice를 통해 관리되므로 추가 구성 도구가 필요하지 않습니다. MainDevice가 제공해야 하는 유일한 것은 해당 Gb/s 포트입니다. 진단 또는 분산 클락을 통한 네트워크 동기화와 같은 중요한 기능은 EBC에서 지원되며 연결된 세그먼트로 투명하게 전달됩니다.

EtherCAT G/G10은 필드 디바이스 자체에 모두 기가비트 인터페이스를 장착할 필요 없이 대역폭이 크게 증가하고 전파 시간이 단축되는 이점을 제공합니다. 기존의 100 Mb/s 디바이스는 계속 사용할 수 있으며, EtherCAT Branch Controller 개념을 통해 기술 확장의 이점을 누릴 수 있습니다. 이는 EtherCAT이 향후 강화된 요구 사항을 충족할 준비가 되었다는 것을 의미합니다.



EtherCAT G/G10 네트워크 설정의 예시

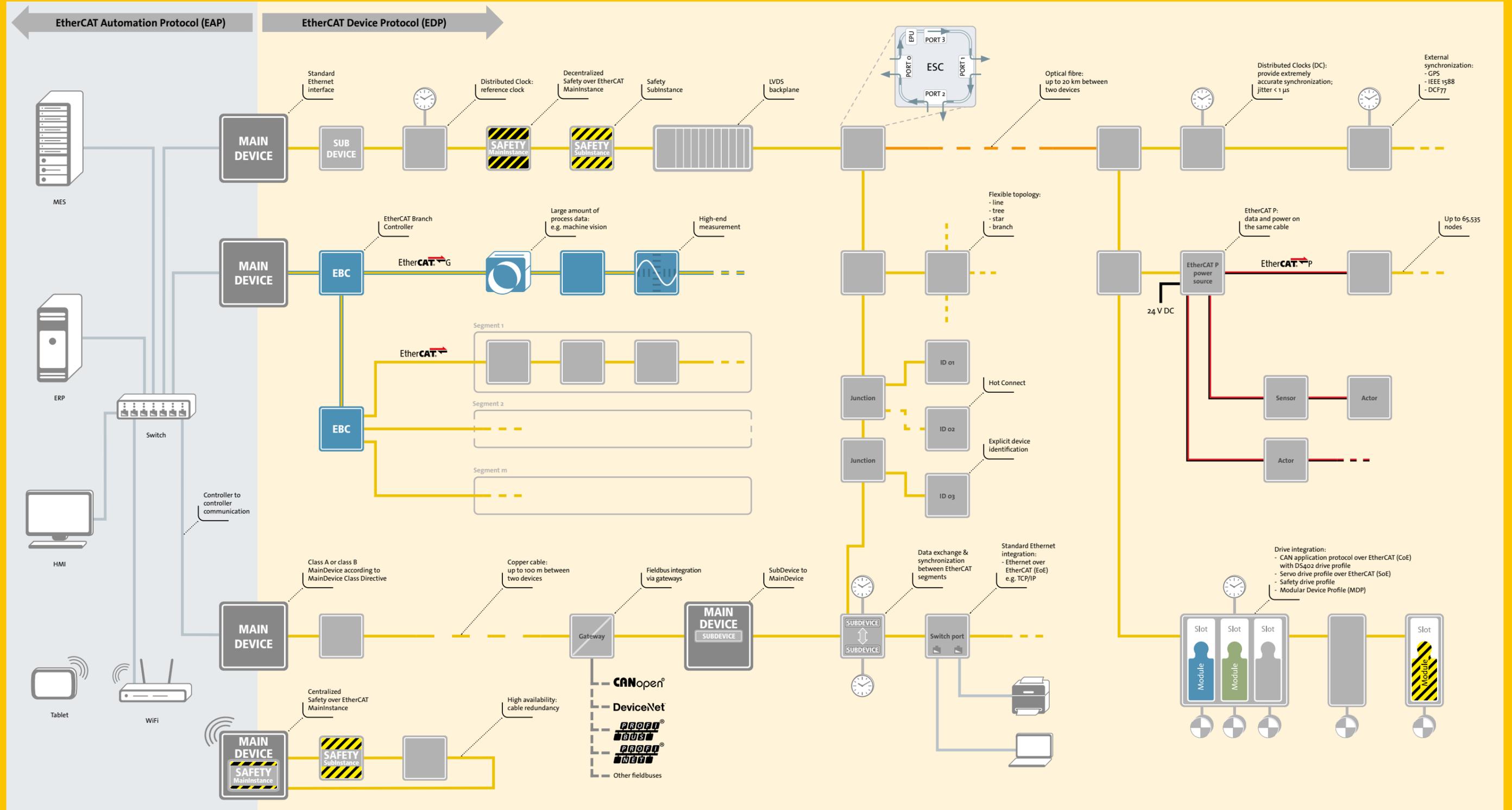
EtherCAT G에 대한 더 자세한 내용은 [www.ethercat.org/ethercat-g](http://www.ethercat.org/ethercat-g) 에서 확인할 수 있습니다.



# System overview

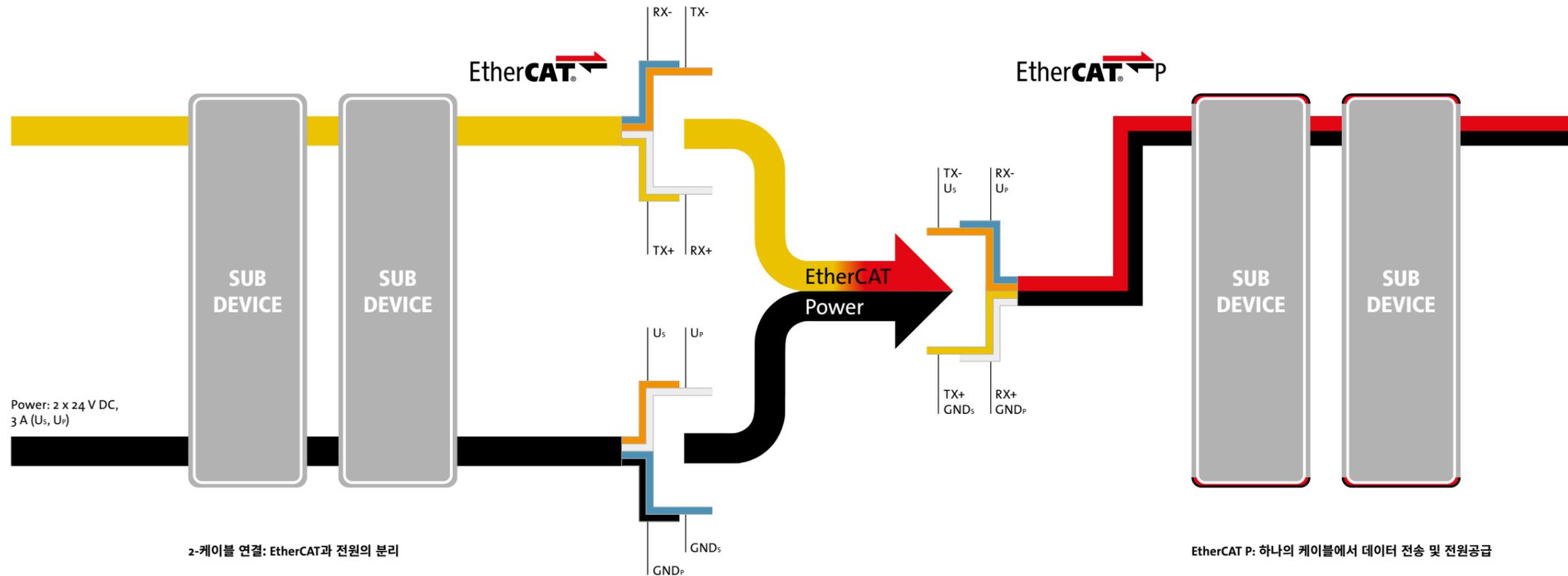
EtherCAT plant network

EtherCAT machine control network



## EtherCAT P: 한 케이블을 통한 통신 및 전원

EtherCAT® P



EtherCAT P(P=power)는 앞서 설명한 EtherCAT 프로토콜 표준에 추가된 내용입니다. EtherCAT P는 통신 데이터의 전송뿐만 아니라 단일 표준 4-와이어 이더넷 케이블을 통해 주변 전압을 전달합니다.

EtherCAT과 EtherCAT P는 프로토콜 기술 측면에서 동일하고, 물리 계층만 다릅니다. EtherCAT P를 사용할 때 새로운 EtherCAT SubDevice 컨트롤러가 필요하지 않습니다. EtherCAT P는 EtherCAT과 동일한 통신 이점을 가지며, 단지 추가 전원이 통신 케이블을 통해 공급되기 때문에 수많은 어플리케이션에 매력적인 이점과 개선점을 제공합니다.

시스템 및 센서에 전원 공급하는 US와 주변 장치 및 액추에이터에 전원 공급하는 UP는 전기적으로 절연되어 개별적으로 스위칭 가능한 24 V 전원으로 새로운 EtherCAT P 디바이스에 전원을 공급합니다. U<sub>s</sub>와 U<sub>p</sub> 두 전압은 100 Mbit/s EtherCAT 통신 라인에 직접 결합됩니다. 이러한 송전 (power transmission)으로 인해 사용자는 여러 개의 EtherCAT P 디바이스를 하나의 케이블로 캐스케이드 할 수 있습니다.

이를 통해 보다 콤팩트하고 비용 효율적으로 케이블링이 가능하며, 시스템 비용, 장비 및 기계 설비의 면적을 절감할 수 있습니다.

EtherCAT P는 단일 스타브 케이블을 통해 데이터와 전원을 공급받을 수 있기 때문에 자체 내장되어 있거나 종종 고립되어 떨어져 있는 기계들에 특히 유용합니다. 모든 유형의 센서는 EtherCAT P에 완벽하게 적합합니다. 단일 소형 M8 커넥터는 이러한 필드 장치를 고속 네트워크에 효율적으로 통합하여 공급 전압에 연결할 수 있습니다. 커넥터의 기계적 코딩 덕분에 연결 장치를 연결하는 동안 잠재적인 오차 소스가 발생하지 않습니다.

EtherCAT P는 표준 EtherCAT 기술과 함께 동일한 네트워크에서 사용할 수 있습니다. 알맞은 정류기 유닛은 이더넷 데이터 인코딩을 일관되게 유지함으로써 일반적인 EtherCAT physic을 EtherCAT P로 변환합니다. 같은 방법으로 디바이스 자체에 EtherCAT P를 제공할 수 있지만 EtherCAT 프로토콜을 전송할 수도 있습니다.

EtherCAT P에 대한 더 자세한 정보는 [www.ethercat.org/ethercat-p](http://www.ethercat.org/ethercat-p) 에서 확인할 수 있습니다.

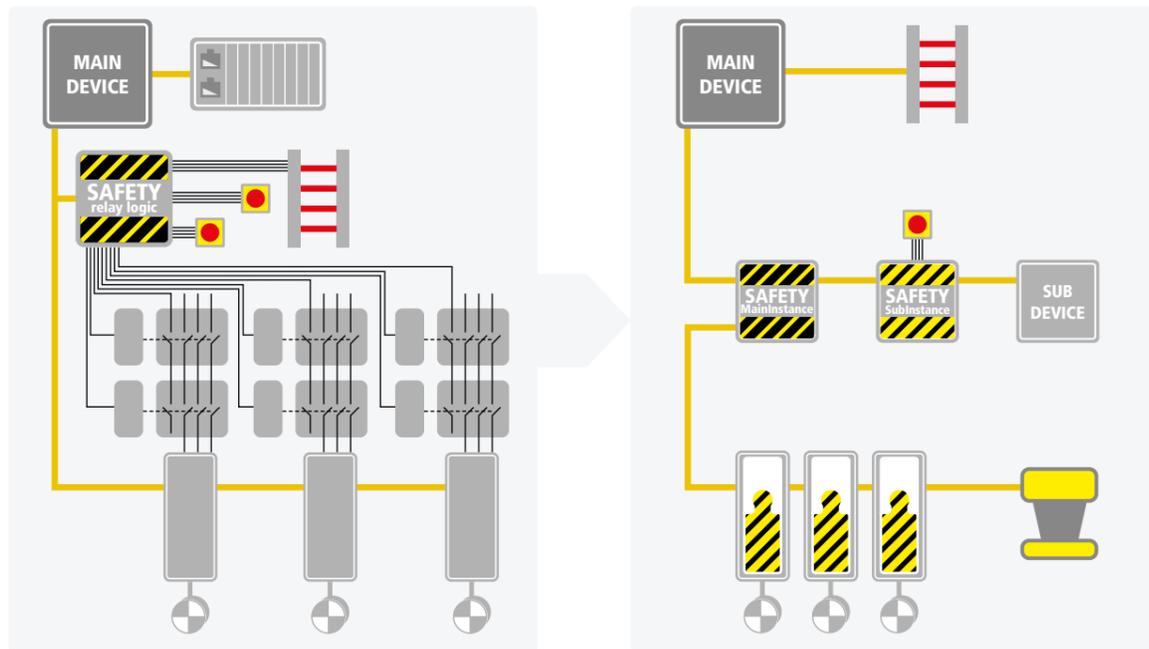


# Safety over EtherCAT

Safety over  
**EtherCAT**

현대의 통신 시스템들은 제어 데이터의 결정성 전송을 구현할 수 있을 뿐만 아니라, 또한 같은 매체를 통해 세이프티의 핵심인 제어 데이터의 전송을 가능하게 해줍니다. EtherCAT은 바로 이 목적을 위해 Safety over EtherCAT 프로토콜을 사용하고, 따라서 아래 사항들을 허용합니다:

- 제어와 세이프티 데이터 모듈을 위한 하나의 통신 시스템
- 세이프티 시스템 구조를 유연하게 변경하고 확장할 수 있는 능력
- 세이프티 어플리케이션을 단순화하기 위한 사전에 인증된 솔루션
- 세이프티 기능을 위한 강력한 진단 기능
- 장비 설계에 세이프티 설계를 아주 매끄럽게 통합
- 일반적인 어플리케이션과 세이프티 어플리케이션에 동일한 개발도구를 사용할 수 있는 기능

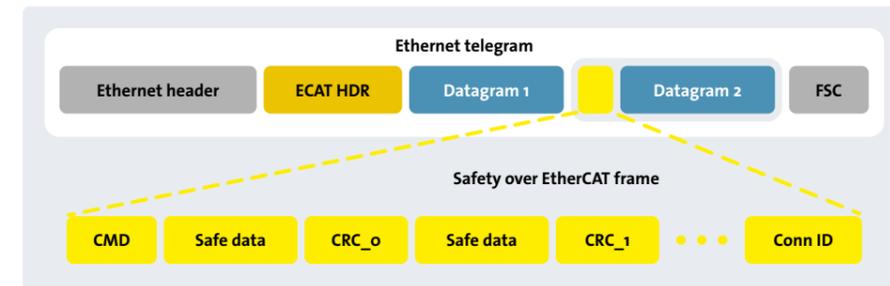


Safety over EtherCAT은 릴레이 로직보다 더 간단하고 더 유연한 구조들을 허용한다.

EtherCAT 세이프티 기술은 IEC 61508에 따라 개발되었으며 TÜV SÜD Rail의 승인을 받았고, IEC 61784-3으로 표준화되었습니다. 그 프로토콜은 SIL 3까지의 Safety Integrity Level을 가진 세이프티 어플리케이션에 적합합니다.

Safety over EtherCAT의 경우, 통신 시스템은 세이프티와 관련 있다고 여겨지지 않는 소위 블랙 채널의 일부입니다. 표준 통신 시스템 EtherCAT은 표준과 세이프티의 핵심인 데이터 모듈을 전송하기 위해 하나의 채널을 사용합니다.

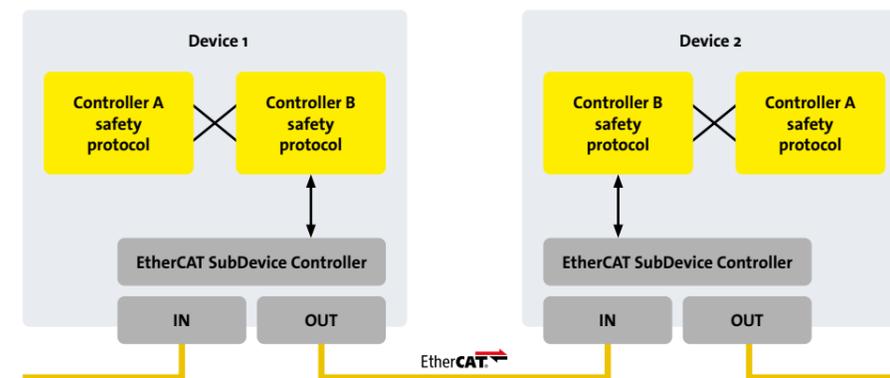
Safety Container들은 통신의 프로세서 데이터의 일부로써 전송됩니다. 데이터 전송이 안전한지는 기초적인 통신 기술에 달려있지 않고, EtherCAT에 국한되지 않습니다. Safety Container들은 필드버스 시스템, 이더넷이나 유사한 기술들을 통해 이동할 수 있고, 동 케이블, 광 섬유, 심지어 무선 연결을 활용할 수 있습니다.



Safety over EtherCAT 프레임 (Safety Container)은 주기적인 통신의 프로세서 데이터에 내장되어 있다.

이런 유연성 덕분에, 장비의 다른 부분들을 안전하게 연결하는 것은 더 간단해집니다. Safety Container는 다양한 컨트롤러들을 통해 전송되고, 장비의 다양한 부분들에서 처리됩니다. 이것은 전체 장비의 긴급 멈춤 기능이나 장비의 특정 부분들을 쉽게 정지시키는 것을 가능하게 해 줍니다. 심지어 장비의 부분들이 다른 통신 시스템(예: 이더넷)과 연결되어 있는 경우에도 마찬가지입니다.

디바이스에 FSoE 프로토콜을 구현하려면 리소스가 거의 필요하지 않으며 높은 수준의 성능을 얻을 수 있고 반응 시간이 짧아질 수 있습니다. 예를 들어 로봇 산업에는 8kHz 폐쇄 루프의 세이프티 모션 제어 어플리케이션을 위해 FSoE를 사용하는 어플리케이션이 있습니다.



블랙 채널 원리: 표준 통신 인터페이스가 사용될 수 있다.

Safety over EtherCAT에 대한 더 자세한 정보는 EtherCAT 웹사이트 [www.ethercat.org/safety](http://www.ethercat.org/safety)에서 확인할 수 있습니다.

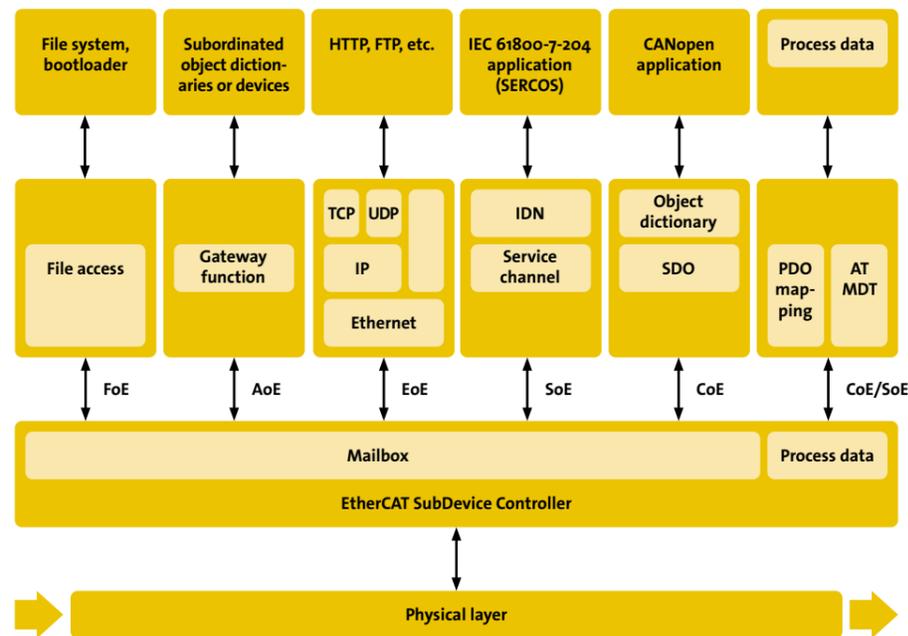


## 통신 프로파일

SubDevice들을 설정하고 진단하기 위해서, 비주기적 통신의 도움으로 네트워크에 제공된 변수들에 접근하는 것이 가능합니다. 이것은 오류 메시지를 위한 자동 복구 기능을 가진 신뢰성 높은 메일박스 프로토콜에 기반을 둡니다.

매우 다양한 디바이스와 어플리케이션 계층들을 지원하기 위해서, 다음의 EtherCAT 통신 프로파일들이 설정되었습니다:

- CAN application protocol over EtherCAT (CoE)
- IEC 61800-7-204에 따른 서보 드라이브 프로파일(SoE)
- Ethernet over EtherCAT (EoE)
- file access over EtherCAT (FoE)
- ADS over EtherCAT (AoE)



서로 다른 통신 프로파일들이 같은 시스템 안에 공존할 수 있다.

필드 디바이스는 모든 통신 프로파일들에 대한 지원을 요구받지 않습니다. 대신에, 필드 디바이스는 어떤 프로파일이 자신이 필요로 하는 것에 가장 적합한지를 결정할 수 있습니다. MainDevice는 SubDevice description file을 통해 어떤 통신 프로파일들이 구현되었는지 알 수 있습니다.

## CAN application protocol over EtherCAT (CoE)

CoE 프로토콜을 통해, EtherCAT은 CANopen® Standard EN 50325-4와 같은 통신 메커니즘들을 제공합니다: 객체 사전, PDO Mapping(Process Data Objects), SDO(Service Data Objects). 심지어 네트워크 관리도 유사합니다.

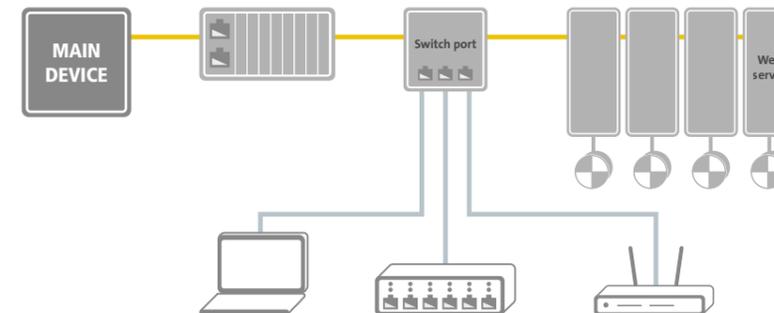
이것은 CANopen을 이미 장착한 디바이스에서 최소한의 노력으로 EtherCAT을 구현하는 것을 가능하게 해주고, 심지어 CANopen 펌웨어의 대부분이 재사용 가능합니다. 선택적으로, legacy 8-byte PDO 제약이 생략될 수 있고 또한 전체 객체 사전의 업로드를 지원하기 위해 EtherCAT의 확장된 대역폭을 사용하는 것이 가능합니다. 디바이스 프로파일, 예를 들면 드라이브 프로파일 CiA 402 같은 것 또한 EtherCAT에서 재사용될 수 있습니다.

## IEC 61800-7-204에 따른 Servo Drive Profile (SoE)

SERCOS™는 특히 모션 제어 어플리케이션을 위한 실시간 통신 인터페이스로 알려져 있습니다. 서보 드라이브들을 위한 SERCOS™ 프로파일은 국제 표준 IEC 61800-7에 포함됩니다. 이 국제표준은 또한 EtherCAT에 대한 이 프로파일(SERCOS profile for servo drive)의 매핑을 담고 있습니다. 모든 드라이브 내부의 파라미터들과 기능들에 대한 접근을 포함해서, 서비스 채널은 EtherCAT 메일박스에 매핑되어 있습니다.

## Ethernet over EtherCAT (EoE)

EtherCAT은 이더넷의 물리 계층들과 이더넷 프레임을 활용합니다. 보통 이더넷이라는 용어는 TCP/IP 연결에 기반을 둔 IT 어플리케이션에서 데이터 전송과 관련이 있습니다. Ethernet over EtherCAT (EoE) 프로토콜을 사용함으로써, 어떤 이더넷 데이터 트래픽도 EtherCAT 세그먼트 내에서 전송될 수 있습니다. 이더넷 디바이스들은 이른바 스위치 포트들이라고 불리는 것을 통해 EtherCAT 세그먼트에 연결됩니다.



표준 IT 프로토콜들의 전송 가능

이더넷 프레임들은 EtherCAT 프로토콜을 통해 가상의 터널로 감싸지는 데, 이것은 인터넷 프로토콜들 (예를 들면, TCP/IP, VPN, PPPoE(DSL) 등) 같은 것과 비슷합니다. 이러한 기능은 EtherCAT 네트워크를 이더넷 디바이스들에 대하여 완전히 상관없게 만듭니다. 스위치포트 특성을 가진 디바이스는 TCP/IP 일부분을 EtherCAT 트래픽에 삽입하는 것을 처리하며, 그러므로 네트워크의 실시간 특성들이 영향받는 것을 보호합니다.

게다가, EtherCAT 디바이스들이 이더넷 프로토콜들(HTTP와 같은)을 또한 지원할 수도 있고, 따라서 EtherCAT 세그먼트 밖에서 표준 이더넷 노드처럼 작동할 수 있습니다. 컨트롤 디바이스는 노드들의 MAC 어드레스에 따라서 EoE를 통해 프레임들을 해당 노드들로 보내는 Layer-2-switch처럼 작동합니다. 이런 방식으로, 모든 인터넷 기술들이, 예를 들면 통합 웹 서버, 이메일, FTP 전송 등 EtherCAT 환경에서 구현될 수 있습니다.

### File access over EtherCAT (FoE)

TFTP(Trivial File Transfer Protocol)와 유사한 이 간단한 프로토콜은 디바이스에 있는 파일 액세스를 가능하게 하고, 네트워크를 통해서 동일한 펌웨어를 디바이스에 업로드하는 것을 가능하게 합니다. 그 프로토콜은 간결하게 명시되어 있어서, 부트스트랩 로더 프로그램들에 의해 지원을 받을 수 있습니다. TCP/IP 스택이 필요 없습니다.

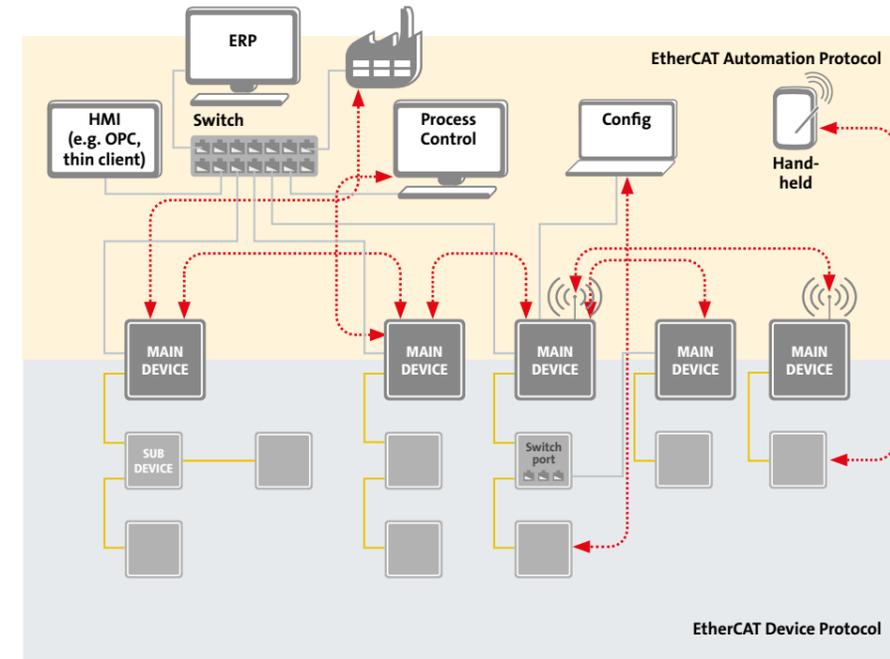
### ADS over EtherCAT (AoE)

메일박스 기반 클라이언트-서버 프로토콜인 ADS over EtherCAT (AoE)은 EtherCAT 사양으로 정의됩니다. CAN application protocol over EtherCAT (CoE)과 같은 프로토콜은 자세한 의미 개념을 제공하지만 AoE는 사용 사례에 이러한 기능이 필요한 경우 라우팅 및 병렬 서비스를 통해 이를 완벽하게 보완합니다. 예를 들어, 여기에는 CANopen®, IO-Link™ 등의 PLC 프로그램에서 게이트웨이 디바이스를 사용하여 EtherCAT을 통해 하위 네트워크에 액세스하는 것이 포함될 수 있습니다.

AoE는 인터넷 프로토콜(IP)에서 제공하는 유사한 서비스와 비교할 때 훨씬 적은 오버헤드를 제공합니다. 발신자 및 수신자 주소 지정 매개변수는 항상 AoE 데이터그램에 포함됩니다. 결과적으로 양쪽 끝(클라이언트 및 서버)에서 매우 간결한 구현이 가능합니다. AoE는 EtherCAT Automation Protocol(EAP)을 통한 주기적 통신을 위한 프로토콜이기도 하므로 MES 시스템, EtherCAT MainDevice, 게이트웨이를 통해 연결된 종속 필드버스 디바이스 간의 원활한 통신을 제공합니다. AoE는 원격 진단 도구에서 EtherCAT 네트워크 진단 정보를 얻는 표준 수단 역할을 합니다.

## EtherCAT Automation Protocol (EAP) 에 의한 공장 전체 통신

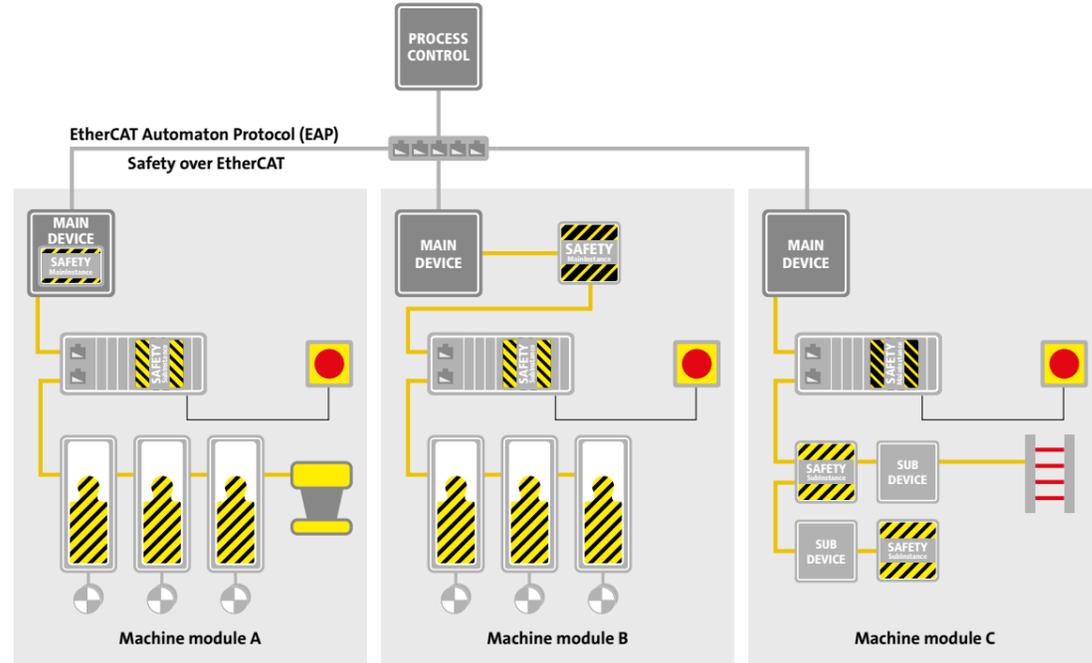
프로세스 제어 레벨은 앞에서 언급한 EtherCAT 디바이스 프로토콜에 의해 제기된 요구조건들과는 약간 다른 특별한 커뮤니케이션 요구조건들을 가집니다. 종종 장비들이나 한 장비의 부분들이 상태 정보나 다음 제조 단계에 관한 정보를 서로 교환할 필요가 있습니다. 게다가, 전체 제조 과정을 모니터링하고, 생산성에 관한 상태 정보를 사용자에게 제공하며, 명령을 다양한 장비 스테이션에 할당해주는 중앙 컨트롤러가 일반적으로 있습니다.



EtherCAT을 이용한 공장 전체의 통신

EtherCAT Automation Protocol (EAP)이 위의 모든 요구조건들을 수행합니다. 그 프로토콜은 다음에 대해서 인터페이스들과 서비스들을 규정합니다:

- EtherCAT MainDevice들 사이에서의 데이터 교환 (MainDevice-MainDevice 통신)
- 휴먼 머신 인터페이스(HMI)들과의 통신
- 기본 EtherCAT 세그먼트에 속한 디바이스에 접근할 수 있는 Supervising Controller (라우팅)
- 디바이스 구성뿐만 아니라 장비나 플랜트 구성을 위한 도구들의 통합



EtherCAT Automation Protocol과 Safety over EtherCAT에 의한 공장 전체의 통신 구조

EAP에서 사용되는 통신 프로토콜들은 통합 표준 IEC 61158의 일부입니다. EAP는 무선 링크를 포함해서 어떠한 이더넷 연결을 통해서도 전송될 수 있는데, 예를 들면, EAP는 반도체와 자동차 산업에서 일반적인 무인 운반 차량 (AGV)들과의 통신도 가능하게 해줍니다.

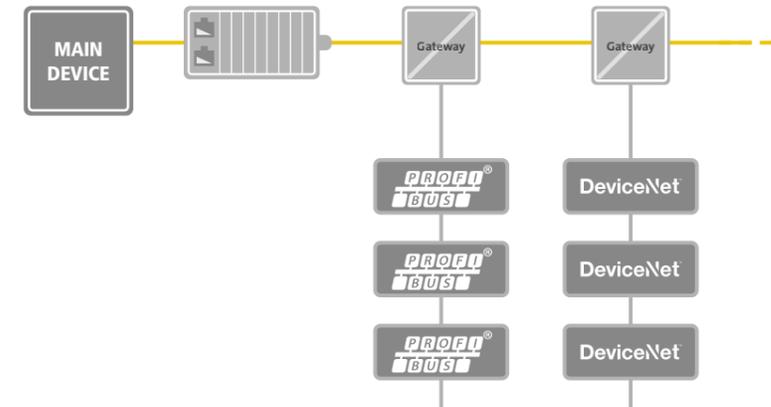
EAP로의 주기적 프로세스 데이터 교환은 Push 또는 Poll의 원리를 따릅니다. Push 모드에서, 각 노드는 자체 사이클 타임이나 자체 사이클 타임의 배수 이내에서 데이터를 보냅니다. 각 수신기는 특정 송신기로부터 데이터를 받기 위해 설정될 수 있습니다. 송신기와 수신기 데이터를 설정하는 것은 익숙한 객체 사전을 통해서 이루어집니다. Poll 모드에서, 노드(주로 중앙 컨트롤러)는 프레임들을 다른 노드들로 보내고, 각 노드는 자체 프레임으로 반응합니다.

추가적인 전송이나 라우팅 프로토콜 없이, 주기적인 EAP 통신은 이더넷 프레임 내에 즉시 내장될 수 있습니다. 또, EtherType 0x88A4가 프레임의 EtherCAT-specific 사용을 확인합니다. 이것은 밀리세컨드 사이클로 EAP에 의한 고성능 데이터의 교환을 가능하게 합니다. 만약 분산 장비들 사이의 데이터 라우팅이 요구된다면, 프로세스 데이터는 UDP/IP나 TCP/IP를 통해서도 전송될 수 있습니다.

게다가, Safety over EtherCAT 프로토콜의 도움으로, EAP로 안전이 핵심인 데이터를 전송하는 것 또한 가능합니다. 이것은 전체 긴급 멈춤 기능을 구현하거나, 인접한 장비들에게 긴급 멈춤을 알리기 위해, 큰 장비의 일부들이 안전이 핵심인 데이터를 교환할 필요가 있는 경우에 일반적입니다.

## 다른 버스(통신) 시스템들의 통합

EtherCAT의 충분한 대역폭은 기존의 필드버스 네트워크를 EtherCAT 게이트웨이를 통해서 하위 버스로 내장하는 것을 가능하게 하는데, EtherCAT 게이트웨이는 특히 기존의 필드버스 네트워크에서 EtherCAT으로 전환할 때 도움이 됩니다. 아직 EtherCAT 인터페이스를 지원하지 않는 자동화 구성요소들을 계속 사용하게 하면서, EtherCAT으로의 전환이 서서히 일어나고 있습니다.



EtherCAT은 분산형 필드버스 인터페이스 통합을 가능하게 한다.

분산된 게이트웨이들을 이용해서 네트워크를 통합할 수 있는 능력은 컴퓨터의 확장 슬롯을 더 이상 필요로 하지 않기 때문에 산업용 컴퓨터, 때로는 임베디드 산업용 컴퓨터의 물리적인 크기를 줄여줍니다. 과거에 확장 슬롯은 복잡한 디바이스들, 예를 들면 필드버스 MainDevice와 SubDevice 게이트웨이, 빠른 직렬 인터페이스, 다른 통신 서브시스템들을 연결하기 위해 요구되었습니다. EtherCAT에서는, 이런 디바이스들을 연결하기 위해 필요한 모든 것은 하나의 이더넷 포트입니다. 하위 서브시스템의 프로세스 데이터가 EtherCAT 시스템의 프로세스 이미지에서 직접 사용될 수 있는 것이 가능하기 때문입니다.

# EtherCAT 인더스트리 4.0과 IoT를 통한 Digital Transformation 전원 공급

EtherCAT

프로세스 최적화, 예측 가능한 유지 보수, 서비스로서의 제조, 적응형 시스템, 자원 절약, 지능형 공장, 비용 절감 등 상위 레벨 시스템에서 제어 네트워크 데이터를 활용해야 하는 수많은 이유가 있습니다.

Internet of Things (IoT), 인더스트리 4.0, Made in China 2025, Industrial Value Chain Initiative – 모든 레벨에서 원활하고 지속적인 통신을 위해 전반적으로 필요한 공통 요구사항이 있습니다. 센서 데이터는 ERP 시스템에서 다운로드된 레시피와 파라미터와 함께 클라우드에 업로드되었습니다. 두 대의 장비가 공유하는 공급 시스템을 예로 들면, 수직 및 수평 방향 모두에서 데이터 흐름 요구 사항이 있습니다.

EtherCAT은 기본적으로 고성능, 유연성, 개방형 인터페이스를 통해 디지털 변환의 요구 사항을 충족합니다:

- 우수한 시스템 성능은 제어 네트워크에 빅데이터 기능을 추가하기 위한 전제조건입니다.
- EtherCAT은 컨트롤러를 수정하거나 필드 디바이스를 업데이트하지 않고도 기존 시스템에 클라우드 연결을 추가할 수 있는 유연성을 제공합니다. 엣지 게이트웨이는 EtherCAT MainDevice의 메일박스 게이트웨이 기능을 통해 모든 EtherCAT 필드 디바이스 내 데이터에 액세스 할 수 있습니다. 엣지 게이트웨이는 원격 장치 이거나, TCP 또는 UDP/IP를 통해 MainDevice와 통신하거나, EtherCAT MainDevice 자체와 동일한 하드웨어에 직접 위치한 소프트웨어 독립체일 수 있습니다.
- 또한 개방형 인터페이스를 통해 OPC UA, MQTT, AMQP 등을 포함한 모든 IT 기반 프로토콜을 MainDevice 내에서 또는 연결된 디바이스에 직접 통합할 수 있습니다. 따라서 센서에서 클라우드로의 연결 중단 없이 IoT에 대한 직접적인 링크를 제공합니다.

이러한 모든 기능은 항상 EtherCAT 프로토콜의 일부였으며, 이는 아키텍처의 미래 지향적인 사고 방식을 보여줍니다. 그럼에도 불구하고, 더 많은 네트워킹 기능들이 진화함에 따라 더 많은 네트워킹 기능을 추가합니다. 물론 과거를 고려하는 것도 중요합니다. EtherCAT 프로토콜은 2003년에 출시된 이래 단 하나의 버전만을 가지고 있기 때문에, 부가적인 새로운 기능의 도입은 단 하나의 네트워크에서 관리됩니다.

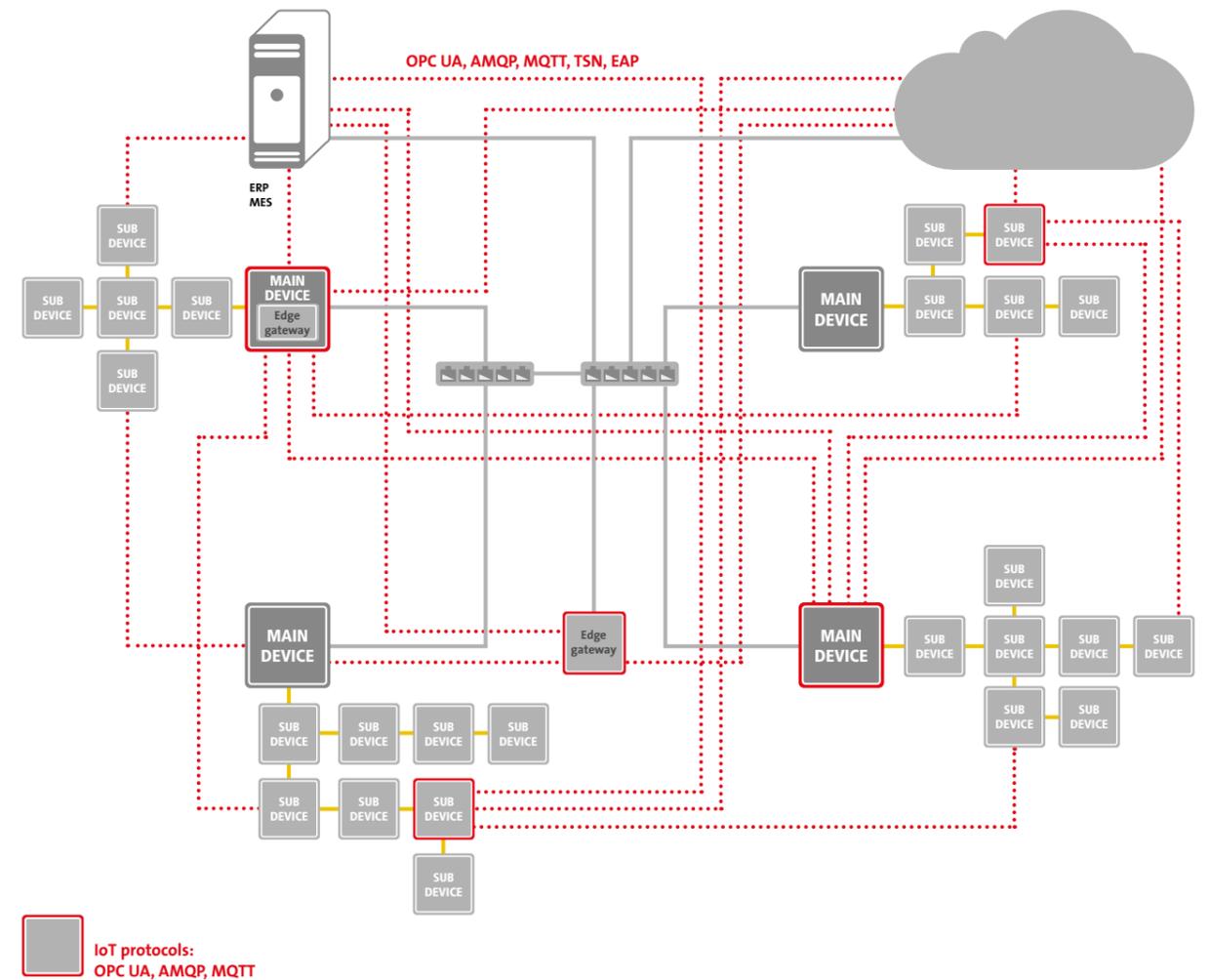
TSN (Time Sensitive Networking) 기능의 새로운 개발은 컨트롤러 간 통신의 실시간 기능을 더욱 향상시킵니다. TSN을 통해 제어 시스템 (심지어 클라우드 기반 시스템)도 플랜트 네트워크에서 EtherCAT 디바이스 네트워크에 액세스 할 수 있습니다. 일반적으로 EtherCAT은 전체 네트워크에 대해 하나의 프레임만 필요하기 때문에 이러한 액세스는 다른 어떤 필드버스나 산업용 이더넷 기술보다 훨씬 가볍고 빠릅니다. 사실, EtherCAT 테크놀로지 그룹 전문가들은 TSN이 여전히 AVB(Audio Video Bridging)로 알려졌던 첫날부터 IEEE 802.1의 TSN 태스크 그룹에 기여했습니다.

EtherCAT 및 TSN에 대한 더 자세한 정보는 [www.ethercat.org/tsn](http://www.ethercat.org/tsn) 에서 확인할 수 있습니다.

ETG (EtherCAT Technology Group)는 또한 OPC Foundation과 파트너 관계를 맺은 최초의 필드 버스 조직 중 하나입니다. OPC UA 프로토콜은 MES/ERP 시스템까지 암호화된 데이터 전송을 가능하게 하는 통합 보안 기능을 갖춘 확장 가능한 TCP/IP 기반 클라이언트/서버 통신 기술이기 때문에 EtherCAT 포트폴리오를 보완합니다.

OPC UA Pub/Sub을 사용하여, M2M (Machine-to-Machine) 어플리케이션 및 클라우드 기반 서비스에 대한 수직 통신을 위해 OPC UA의 유용성이 향상되었습니다.

ETG는 이러한 모든 개발에 대해 EtherCAT 환경에 완벽하게 부합하도록 적극적으로 기여하고 있습니다. 즉, EtherCAT은 IoT를 준비하고 있는 것이 아닙니다. EtherCAT이 IoT입니다!



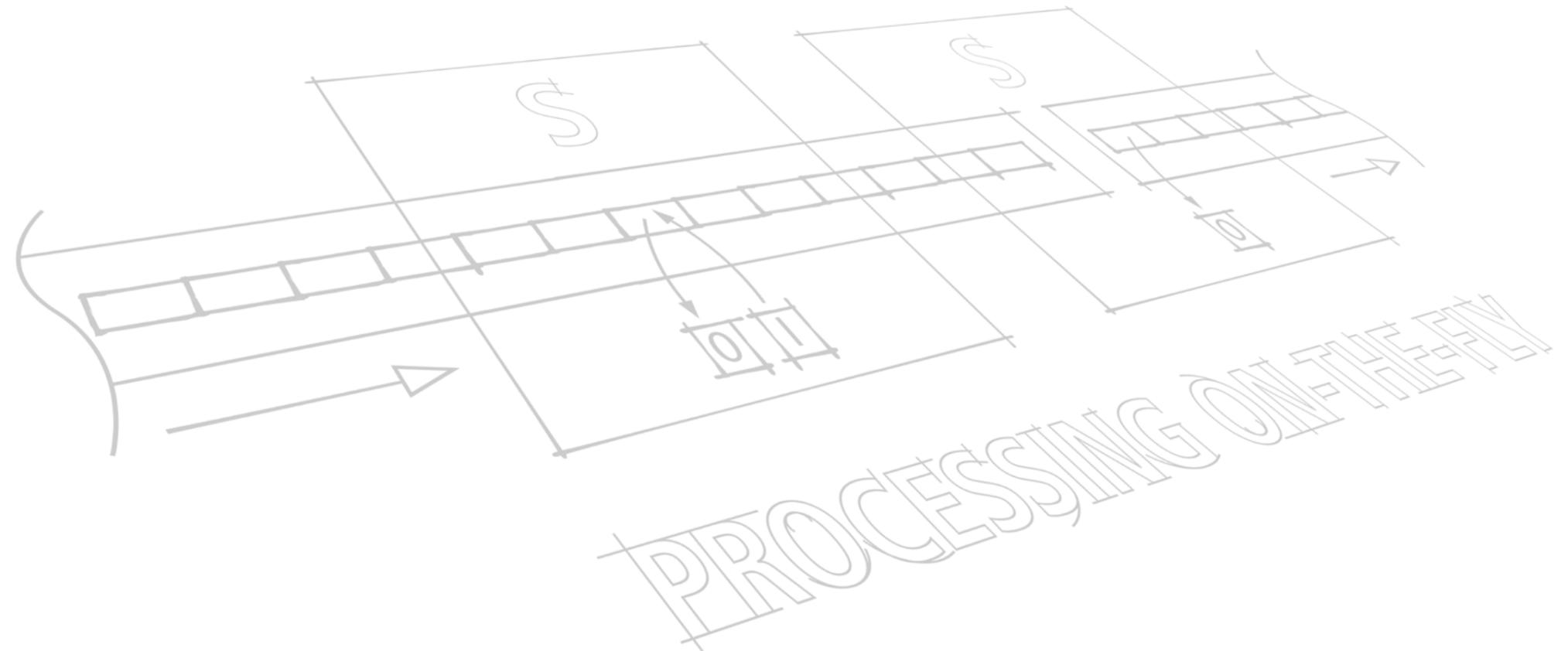


## EtherCAT 인터페이스 구현

EtherCAT 기술은 특히 저비용 설계를 가능하게 하기 위해 최적화되었기 때문에, 센서, I/O 디바이스, 내장 컨트롤러에 EtherCAT 인터페이스를 추가하는 것이 디바이스 비용의 의미 있는 증가로 이어지지 않게 해야 합니다. 게다가, EtherCAT 인터페이스는 더 강력한 CPU를 필요로 하지 않습니다. 대신에 CPU 성능 요구조건들은 대상 어플리케이션의 요구에 기반합니다.

하드웨어와 소프트웨어의 요구조건들에 덧붙여, 인터페이스를 개발할 때 개발 지원과 통신 스택의 가용성이 중요합니다. EtherCAT 테크놀로지 그룹은 질문에 신속하게 응답하거나 또는 기술적 문제들을 해결하는 등의 지원을 전세계의 개발자들에게 제공합니다. 마지막으로, 다양한 회사들로부터 공급되는 EtherCAT 개발 도구들, 개발자 워크숍 그리고 무료 샘플 코드는 조금 더 쉽게 EtherCAT 구현을 시작할 수 있게 해줍니다.

엔드유저를 위해, 가장 중요한 요소는 다양한 제조사에서 만들어진 EtherCAT 디바이스들의 상호 운용성입니다. 상호 운용성을 보장하기 위해서, 디바이스 제조사들은 그들의 디바이스를 시장에 내놓기 전에 적합성 테스트를 수행할 필요가 있습니다. 테스트는 구현된 디바이스가 EtherCAT 사양을 따르는지, 그리고 EtherCAT 적합성 테스트 도구로 실행될 수 있는지 검사합니다. 또한 테스트는 구현상의 문제를 조기에 발견하고 수정하기 위해 디바이스 개발 중에도 사용될 수 있습니다.



EtherCAT MainDevice (MDevice)를 위한 인터페이스는 하나의, 믿을 수 없을 정도로 간단한, 유일하게 요구되는 하드웨어 요구사항인 이더넷 포트가 있습니다. 구현에는 on-board 이더넷 컨트롤러나 저렴한 표준 네트워크 카드가 사용되므로 특별한 인터페이스 카드가 필요치 않습니다. 이것은 이는 표준 이더넷 포트만으로 MainDevice가 Hard real-time 네트워크 솔루션을 구현할 수 있다는 것을 의미합니다.

대부분의 경우, 이더넷 컨트롤러는 직접 메모리 액세스(DMA)를 통해 통합되기 때문에 MainDevice와 네트워크 사이의 데이터 전송을 위해 CPU 능력이 필요치 않습니다. EtherCAT 네트워크에서는 연결된 필드 장치에서 매핑이 발생합니다. 각 디바이스는 자신의 데이터를 프로세스 이미지 내의 올바른 위치에 기록하고, 프레임이 지나가는 동안 자신에게 전달된 데이터를 읽습니다. 따라서, MainDevice에 도착한 프로세스 이미지는 이미 정확하게 정렬되어 있습니다.

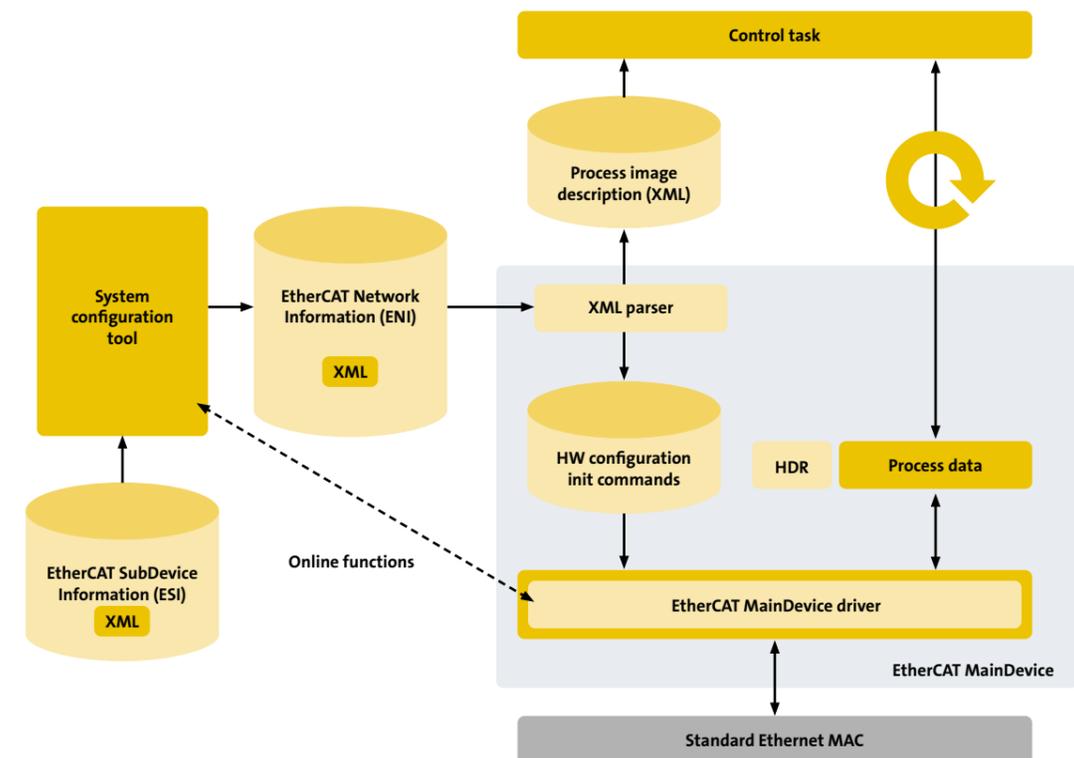
MainDevice의 CPU는 더 이상 정렬을 담당하지 않으므로 성능 요구 사항은 EtherCAT 인터페이스가 아닌 개발하고자 하는 어플리케이션에 의해 결정됩니다. 특히 소규모, 중간 규모 그리고 명확히 정의된 어플리케이션을 위한 EtherCAT MainDevice 구현은 간단합니다. EtherCAT MainDevice들은 매우 다양한 운영체제에서 구현되었습니다. 다양한 버전의 Windows와 Linux 그리고 QNX, RTX, VxWorks, Intime, eCos는 단지 몇 가지 예시에 불과합니다.

ETG 회사에게는 EtherCAT MainDevice 라이브러리 무료 다운로드 및 샘플 MainDevice 코드부터 다양한 실시간 운영 체제들과 CPU를 위한 전체 패키지(서비스 포함)에 이르기까지 EtherCAT MainDevice 구현을 지원하는 다양한 옵션이 제공됩니다.

네트워크를 운영하기 위해서, EtherCAT MainDevice는 각 필드 디바이스의 부팅 명령들뿐만 아니라 주기적 프로세스 데이터 구조도 필요로 합니다. 연결된 디바이스들의 EtherCAT SubDevice 정보 (ESI) 파일들을 사용하는 EtherCAT 구성 도구의 도움으로, 이런 명령들은 EtherCAT 네트워크 정보 (ENI) 파일에 전달될 수 있습니다.

이용 가능한 MainDevice 구현들과 지원되는 기능들의 폭은 다양합니다. 대상 어플리케이션에 따라, 옵션 기능들이 지원되거나 또는 하드웨어와 소프트웨어 자원의 활용을 최적화하기 위해 의도적으로 생략됩니다. 이런 이유로, EtherCAT MainDevice들은 2가지로 분류됩니다. A Class MainDevice는 표준 EtherCAT MainDevice이고, B Class MainDevice는 더 적은 기능을 가진 MainDevice입니다.

원칙적으로, 모든 MainDevice 구현들은 A Class를 목표로 해야 합니다. 임베디드 시스템 같이 이용 가능한 자원들이 모든 기능들을 지원하기에 충분하지 않는 경우에만 B Class MainDevice가 추천됩니다.

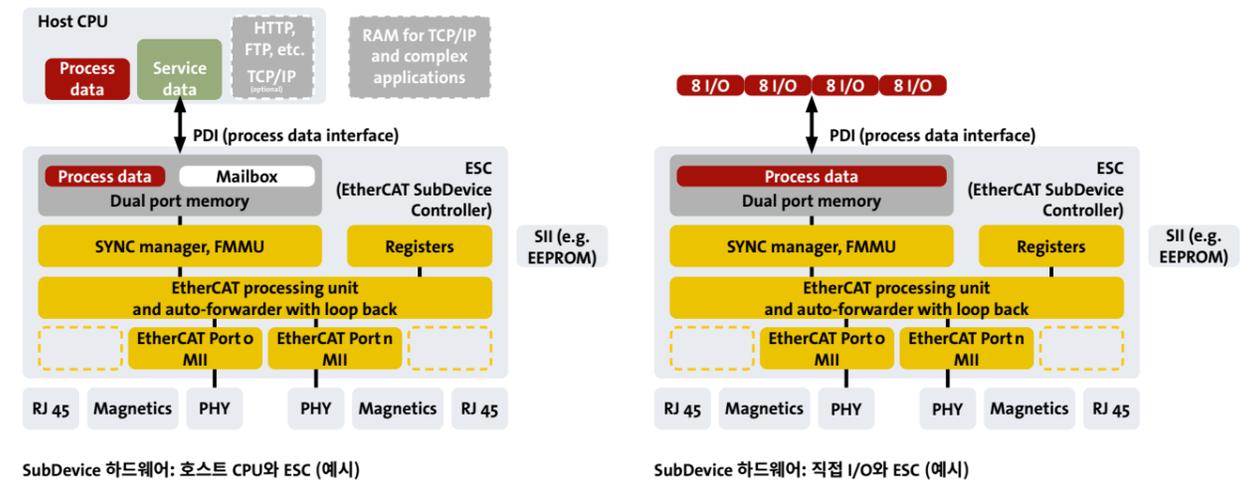
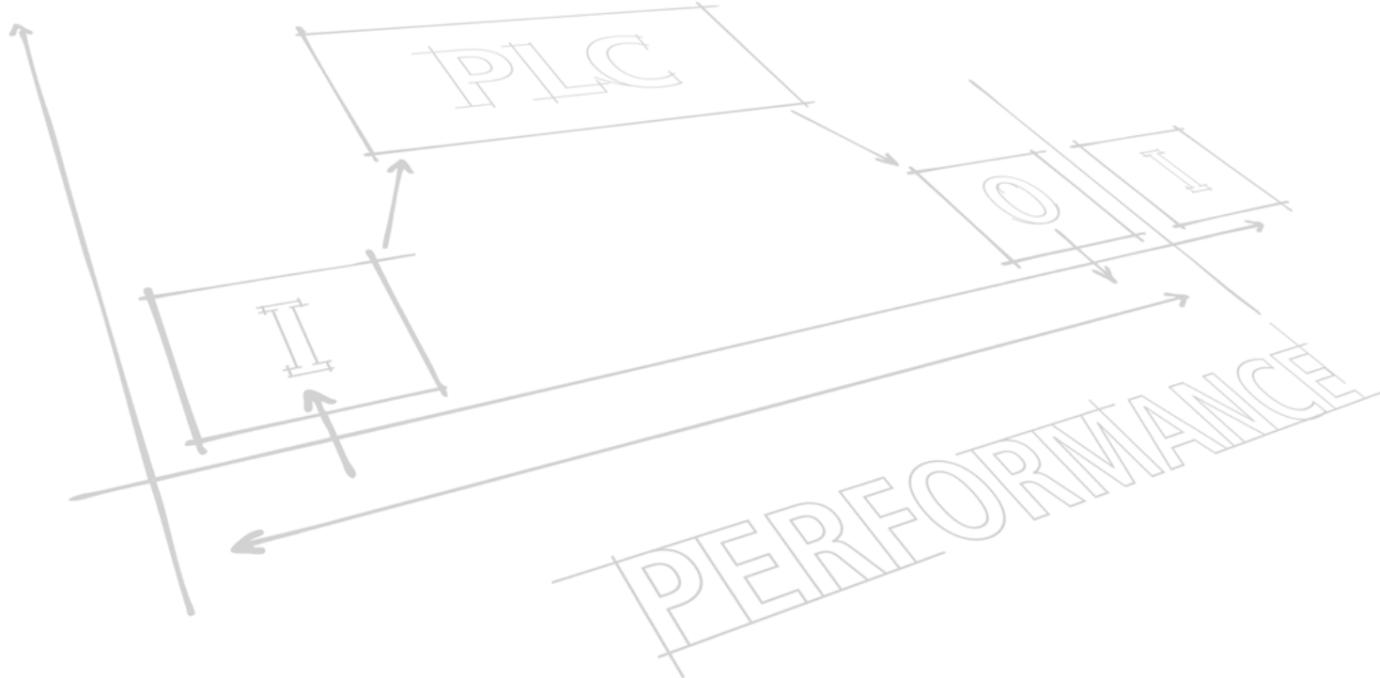


일반적인 EtherCAT MainDevice 구조

EtherCAT 필드 디바이스들은 ASIC, FPGA의 형태로 또는 표준 마이크로 컨트롤러에 통합된 저렴한 EtherCAT SubDevice Controllers (ESC)를 사용합니다. 입출력이 ESC에 직접 연결될 수 있기 때문에, 심지어 단순한 필드 디바이스들은 추가적인 마이크로 컨트롤러를 필요로 하지 않습니다. 더 복잡한 디바이스들에서, 통신의 성능은 단지 최소한의 마이크로 컨트롤러 성능에 의존하며, 대부분의 경우에 8 비트 마이크로 컨트롤러로 충분합니다.

EtherCAT SubDevice 컨트롤러들은 다양한 제조사로부터 공급받을 수 있는데, 내부 DPRAM의 크기와 필드버스 메모리 관리 장치들(FMMUs)의 개수는 종류에 따라 다릅니다. 어플리케이션 컨트롤러에서부터 어플리케이션 메모리까지 외부 액세스를 위한 다른 프로세스 데이터 인터페이스들(PDI)이 이용 가능합니다.

- 32 비트 병렬 I/O 인터페이스는 32개의 디지털 입출력까지 연결하는 것뿐만 아니라, 32 데이터 비트로 충분하고 어플리케이션 컨트롤러가 필요 없는 단순한 센서들이나 액추에이터에도 적합합니다.
- 직렬 주변장치 인터페이스(SPI)는 아날로그 I/O 디바이스, 엔코더, 또는 단순한 드라이브와 같은 작은 양의 프로세스 데이터를 가진 어플리케이션들을 대상으로 하고 있습니다.
- 병렬 8/16 비트 마이크로 컨트롤러 인터페이스는 통합 DPRAM과 함께 필드버스 컨트롤러들의 공용 인터페이스에 해당합니다. 그것은 특히 많은 양의 데이터를 가진 복잡한 노드에 적합합니다.
- FPGA 및 System-on-Chip(SoC) 변형을 위해 다양한 마이크로 컨트롤러에 적합한 동기 버스가 구현되었습니다.



SubDevice 하드웨어: 호스트 CPU와 ESC (예시)

SubDevice 하드웨어: 직접 I/O와 ESC (예시)

하드웨어 구성은 비 휘발성 메모리(예를 들면, EEPROM)에 저장되며, 기본적인 디바이스 특징들에 대한 정보를 포함하고 있는 SubDevice 정보 인터페이스 (SII)는 MainDevice가 부팅 때 정보를 읽고 심지어 디바이스 설명 파일을 이용할 수 없을 때도 동작할 수 있도록 하기 위한 것입니다. 디바이스와 함께 제공되는 EtherCAT SubDevice 정보(ESI) 파일은 XML 기반이고, 그 파일은 또한 동기화 지원 모드뿐만 아니라 옵션 기능을 포함한 지원되는 메일박스 프로토콜, 프로세스 데이터와 그들의 매핑 옵션과 같은 네트워크의 접근 가능 속성들에 관한 완벽한 설명을 담고 있습니다. 네트워크 구성 도구는 네트워크의 온라인과 오프라인 구성을 위해 이런 정보를 사용합니다.

다양한 제조사들은 SubDevice들의 구현을 위한 개발 도구를 판매합니다. 이런 도구는 소스 코드에 SubDevice 어플리케이션 소프트웨어를 포함하고 있고, 때때로 테스트 MainDevice를 포함하고 있습니다. 개발 도구를 사용해서, 완전하게 기능하는 MainDevice - SubDevice EtherCAT 네트워크를 단지 몇 가지 조작만으로 동작 시킬 수 있습니다.

ETG 웹사이트 [www.ethercat.org/etg2200](http://www.ethercat.org/etg2200) 는 필드 디바이스 구현을 위한 추가적인 문서에 대한 유용한 팁과 권장 사항이 포함된 ETG.2200 SubDevice 구현 안내서를 담고 있습니다.



통신 표준이 성공하기 위한 가장 중요한 2가지 요소는 적합성과 상호 운용성입니다. EtherCAT 테크놀로지 그룹이 이 요소들 모두를 아주 진지하게 받아들이는 이유입니다. 각 디바이스 구현을 위한 적합성 테스트(자동화된 EtherCAT 적합성 테스트 도구에 의해 지원됩니다)에 대한 요구와 더불어, ETG는 EtherCAT MainDevice, 필드 디바이스 그리고 EtherCAT 구성 도구 사이의 상호 운용성을 보장하기 위해서 매우 다양한 활동들을 제공합니다.

### EtherCAT Plug Fest

다양한 디바이스들이 상호 운용적인지 테스트하려고 할 때 해야 할, 가장 실용적인 일 중 하나는 시험 삼아 디바이스들을 함께 연결해보는 것입니다. 이런 접근법을 바탕으로, ETG는 보통 이들 간에 걸쳐 이어지는 다양한 Plug Fest를 매년 개최합니다. Plug Fest 동안, MainDevice와 필드 디바이스 제조사들은 어떻게 그들의 디바이스들이 함께 제대로 작동하는지 테스트하기 위해 모입니다. 이것은 실제로 디바이스들의 유용성을 향상시킵니다. 회원사들은 EtherCAT 정보와 비결을 교환하고, EtherCAT 전문가들에게서 그들의 질문에 대한 답을 얻을 수 있습니다. ETG는 유럽, 북미, 아시아에서 Plug Fest를 개최합니다.

### EtherCAT 적합성 테스트 도구

EtherCAT 적합성 테스트 도구(CTT)는 EtherCAT 필드 디바이스의 작동을 자동적으로 테스트하는 것을 가능하게 해줍니다.

CTT는 단지 표준 이더넷 포트만을 필요로 하는 Windows 프로그램입니다. CTT는 EtherCAT 프레임들을 Device under Test(DuT)로 보내고, 그것의 응답을 받습니다. 만약 DuT의 응답과 명시된 응답이 일치하면, 테스트 사례가 통과된 것으로 표시됩니다.

테스트 사례들은 XML 파일들처럼 명시됩니다. 이것은 실제 테스트 도구의 수정 없이 테스트 사례들을 수정하거나 확장하는 것을 가능하게 해줍니다. 적합성 Technical Working Group은 가장 최근의 유효한 테스트 사례들을 명시하고 공개하는데 책임이 있습니다.

프로토콜 테스트들과 더불어, CTT는 EtherCAT SubDevice 정보(ESI) 파일에 있는 가치들이 유효한지를 검사합니다. 마지막으로, CTT는 CiA 402 드라이브 프로파일과 같은 디바이스 특정 프로토콜 테스트를 수행합니다.

모든 테스트 단계와 결과가 Test Logger에 저장되고, 디바이스 출시를 위해 기록된 검증으로써 분석되거나 저장될 수 있습니다.

ETG는 지속적으로 유지관리를 하며, 새로운 테스트 사례들을 CTT에 추가합니다. 디바이스 제조사는 제품 출시 전에 테스트를 위한 가장 최신 버전의 도구를 항상 가지고 있는 것이 중요합니다. 최신 버전의 도구를 좀 더 쉽게 가질 수 있도록, CTT는 구독으로 제공됩니다. 또한, CTT는 설계 단계에서 인터페이스 구현의 초기 오류를 발견하는 데에도 유용합니다.

### Technical Working Group Conformance

EtherCAT 적합성 테스트 정책은 디바이스 제조사들이 디바이스를 시장에 내놓기 전에 EtherCAT 적합성 테스트 도구의 유효 버전으로 각 디바이스를 테스트할 것을 요구합니다. 제조사는 이 테스트를 사내에서 수행해도 됩니다.

ETG 기술 위원회 (TC)는 테스트 절차, 테스트 내용, 적합성 테스트 도구의 중요성을 결정하는 Technical Working Group(TWG) Conformance를 설립하였습니다. TWG Conformance는 지속적으로 테스트와 그들의 깊이를 확장하고 있습니다.

또한 TWG Conformance는 디바이스들이 전체 네트워크 환경에서 테스트될 수 있는 상호 운용성 테스트 과정들을 확립하였습니다.

### EtherCAT 테스트 센터

유럽, 아시아, 북미의 공식 EtherCAT 테스트 센터(ETC)는 ETG의 인증을 받고 공식 EtherCAT 적합성 테스트를 수행합니다.

EtherCAT 적합성 테스트에는 CTT를 사용하여 실행되는 자동 테스트, 네트워크 내 상호 운용성 테스트, 장치 표시기 검사, 마킹, EtherCAT 인터페이스 테스트가 포함됩니다.

디바이스 제조사들은 ETC에서 그들의 디바이스들을 테스트 받도록 권장 받으나 의무는 아닙니다. 적합성 테스트에 통과된 후, 제조사는 그 디바이스에 대한 EtherCAT 적합성 테스트 인증을 받습니다. 이 인증은 ETC의 적합성 테스트를 통과한 디바이스들에만 이용 가능하지, 사내 테스트를 거친 디바이스에는 사용할 수 없습니다.

공인된 EtherCAT 테스트 센터에서의 추가적인 테스트는 호환성과 EtherCAT 구현의 동일한 운영과 진단을 더 증진시킵니다. 엔드 유저들은 그들의 어플리케이션을 위한 디바이스들을 선택할 때 EtherCAT 적합성 테스트 인증서를 반드시 요구해야 합니다.

EtherCAT 적합성 테스트 외에도 세이프티 인터페이스가 있는 장치를 위해 특별히 개발된 또 다른 적합성 테스트가 있으며, 이는 FSoE 정책에 따라 FSoE 장치 제조업체에게 의무적입니다. 이 테스트는 공식 지정 기관에 의해 수행되며, Safety over EtherCAT 프로토콜의 신뢰성과 표준 준수 구현에 대한 확실한 확인을 제공합니다.

적합성 및 인증에 대한 추가적인 정보는 ETG 웹사이트 [www.ethercat.org/conformance](http://www.ethercat.org/conformance) 에서 확인할 수 있습니다.

# www.ethercat.org

EtherCAT 웹사이트는 기술뿐만 아니라 곧 있을 행사들, 최신 EtherCAT 제품, 현재 회원 명단에 대한 포괄적인 정보를 제공합니다. 또한 EtherCAT 디바이스의 기능 세이프티 및 적합성과 같은 중점 주제도 다룹니다. 무료 회원 가입, 프레젠테이션, 언론 기사, 출판물 다운로드 혜택을 [www.ethercat.org/downloads](http://www.ethercat.org/downloads) 에서 확인하실 수 있습니다.

## EtherCAT Product Guide

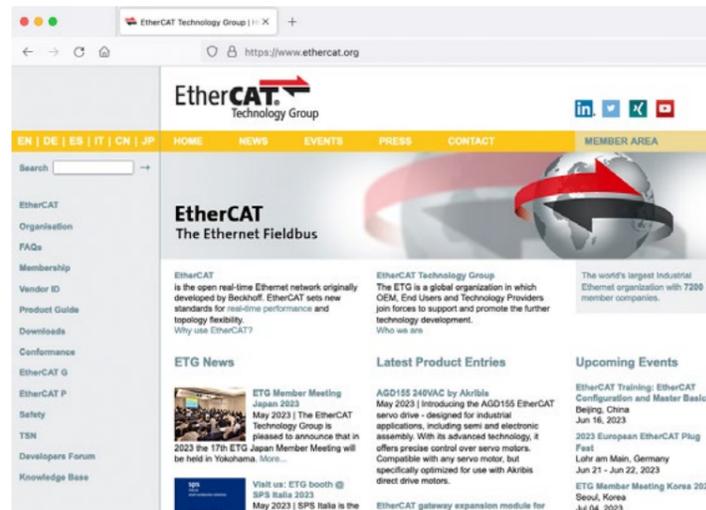
EtherCAT Product Guide는 ETG 회원사들에 의해 제공되는 정보를 기초로 EtherCAT 제품들과 서비스들의 디렉토리 목록이며, [www.ethercat.org/products](http://www.ethercat.org/products) 에서 온라인으로 이용 가능합니다. ETG 자체는 어떤 제품도 판매하지 않기 때문에, 만약 여러분이 제품에 관한 질문이 있으시면 제조사에 직접 연락하십시오.

## Event

Event 섹션은 ETG와 ETG의 협력체들이 주최하는 전세계적인 행사들을 보여줍니다. [www.ethercat.org/events](http://www.ethercat.org/events) 에 있는 달력에서 Technical Working Group 회의, 전시회 참석, EtherCAT 워크숍, 산업 이더넷 세미나를 포함한 중요한 날짜들을 찾을 수 있습니다.

## Member Area

회원사들은 [www.ethercat.org/memberarea](http://www.ethercat.org/memberarea) 웹사이트의 보안 영역에의 내부 접근 권한을 가집니다. 여기에는 EtherCAT 사양, 온라인 개발자 포럼, EtherCAT 디바이스와 네트워크의 구현과 구성 그리고 진단을 위해 필요한 모든 정보와 함께 기술 베이스와 같은 유익한 추가 항목들이 담겨 있습니다.



# 전 세계의 ETG



## Contact

**ETG Headquarters**  
Ostendstraße 196  
90482 Nuremberg  
Germany  
+ 49 (911) 5 40 56 20  
info@ethercat.org

**ETG Office North America**  
San Jose, CA, USA  
+1 (877) ETHERCAT  
info.na@ethercat.org

**ETG Office China**  
Beijing, China  
+ 86 (10) 8220 0090  
info@ethercat.org.cn

**ETG Office Japan**  
Yokohama, Japan  
+ 81 (45) 650 1610  
info.jp@ethercat.org

**ETG Office Korea**  
Seoul, Korea  
+82 (0)2 2107 3242  
info.kr@ethercat.org

## Technical support

**ETG Headquarters**  
Ostendstraße 196  
90482 Nuremberg  
Germany  
+ 49 (911) 5 40 56 222  
techinfo@ethercat.org

EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT P®, and Safety over EtherCAT® are registered trademarks and patented technologies licensed by Beckhoff Automation GmbH, Germany. Other designations used in this publication may be trademarks which, when used by third parties for their own purposes, could violate the rights of the owners.