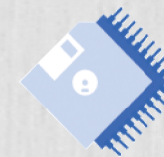


CAN 시스템의 물리적 진단

Dipl.-Ing. Roman M.F. Hofmann

IXXAT D- Weingarten



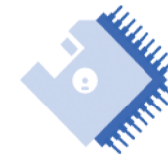
EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

목차

- 애플리케이션 문제해결 방법은?
- CAN 네트워크를 어떻게 진단합니까?
진단 계획, 측정, 매개 변수
- CAN 네트워크의 물리적 진단을 위한 도구
- CAN 위상 구성 요소

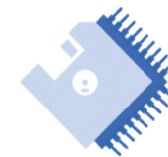
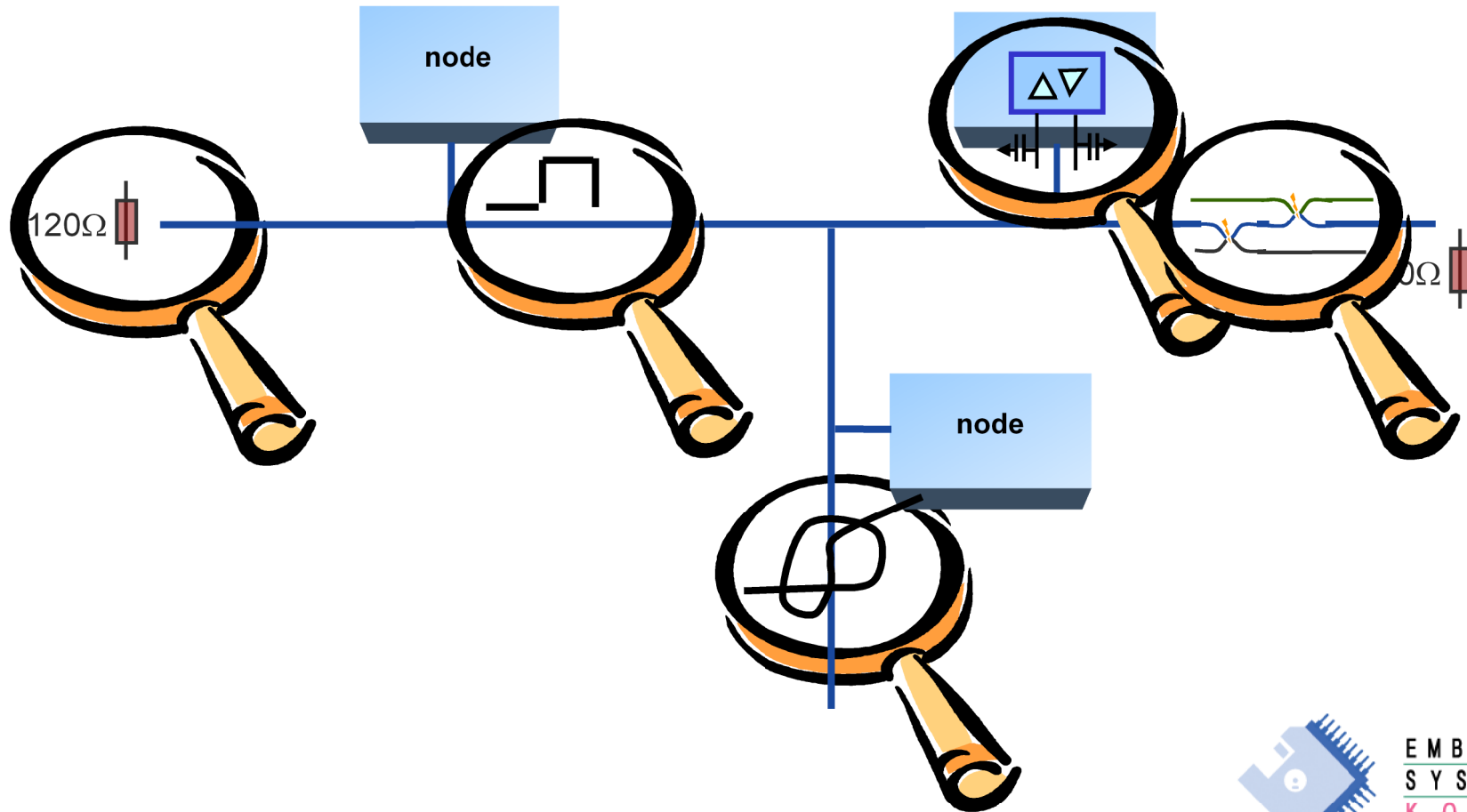
어떤 문제가 발생하는가 ...

- CAN 은 단일한 그리고 장애 대비(fault tolerant) 통신 시스템입니다
- 장애 대비(Fault tolerant)는 다음을 고려합니다:
 - 체계적인 고장은 대개 뚜렷하지 않습니다
 - 사용자들은 흔히 그들의 통신 시스템에 대해 아무것도 알지 못합니다.
 - 문제 발생시, 통신 시스템의 설계는 그다지 잘 설계되어 있지 않습니다
 - 시스템은 종종 검정/인증되어 있지 않습니다
- 네트워크들은 여러 공급업체들의 서로 다른 노드들로 구성됩니다
 - 각 노드 자체는 안정적이고 기능적입니다
 - 그러나 노드들은 항상 버스에서 물리적인 충돌이 발생합니다



EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

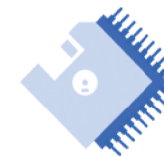
분산된 CAN 네트워크에서의 빈번한 물리적 실패들 ...



EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

...분산된 **CAN** 네트워크에서의 빈번한 물리적 실패들 ...

- 잘못된 위상(Topology)
 - 라인 길이
 - 스텝(Stub) 라인 길이
 - 종단 저항
- 배선(Wiring)
 - Short cut
 - 배선 불량
 - 케이블 지름
 - Connectors & clamps...
- 전기적 문제들
 - 잘못된 GND- 개념



EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

... 분산된 **CAN** 네트워크에서의 빈번한 물리적 실패들...

- 버스 인터페이스
 - 트랜시버 결함
 - 저품질 신호
- EMC- 문제들
 - 접지 문제
 - 차폐(Shielding) 문제

위상 (Topology)

네트워크는 버스로 설치되어야 합니다. 양쪽 라인 끝은 종단 저항 (120 Ohms)들로 처리되어야 합니다.

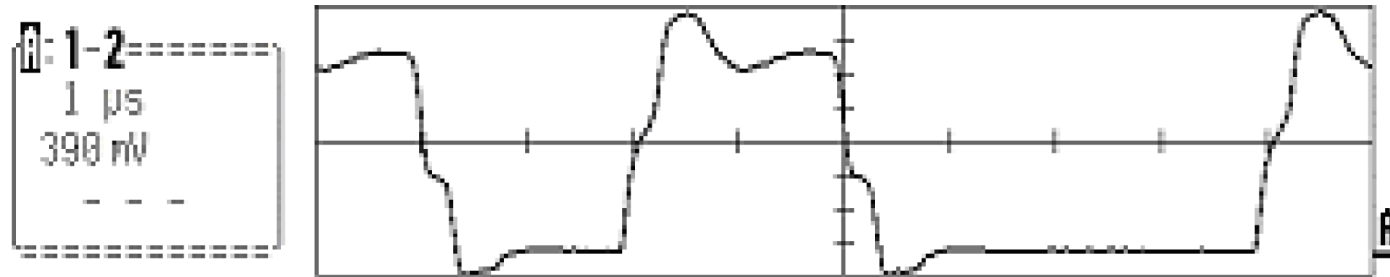
최대 버스 라인 길이 제한 $f(\text{Prop_Seg})$
Drop/Stub 라인 길이 제한 $f(\text{Prop_Seg})$

특정한 상황에서 다른 위상들도 가능합니다 (electric short lines, passive star)

종단 저항이 중요합니다 (dominant level의 배출)

CAN- Topology

- 신호 반사는 CAN 버스에서 분기(branches) 길이를 제한합니다



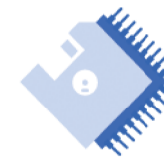
- 경험 법칙:

Max Drop line length

$$L_{dc} \leq \frac{T_{Prop_seg}}{50} t_p$$

모든 drop 라인들의 최대 합계

$$\sum_{i=1}^n L_{dci} \leq \frac{T_{Prop_seg}}{10} t_p$$



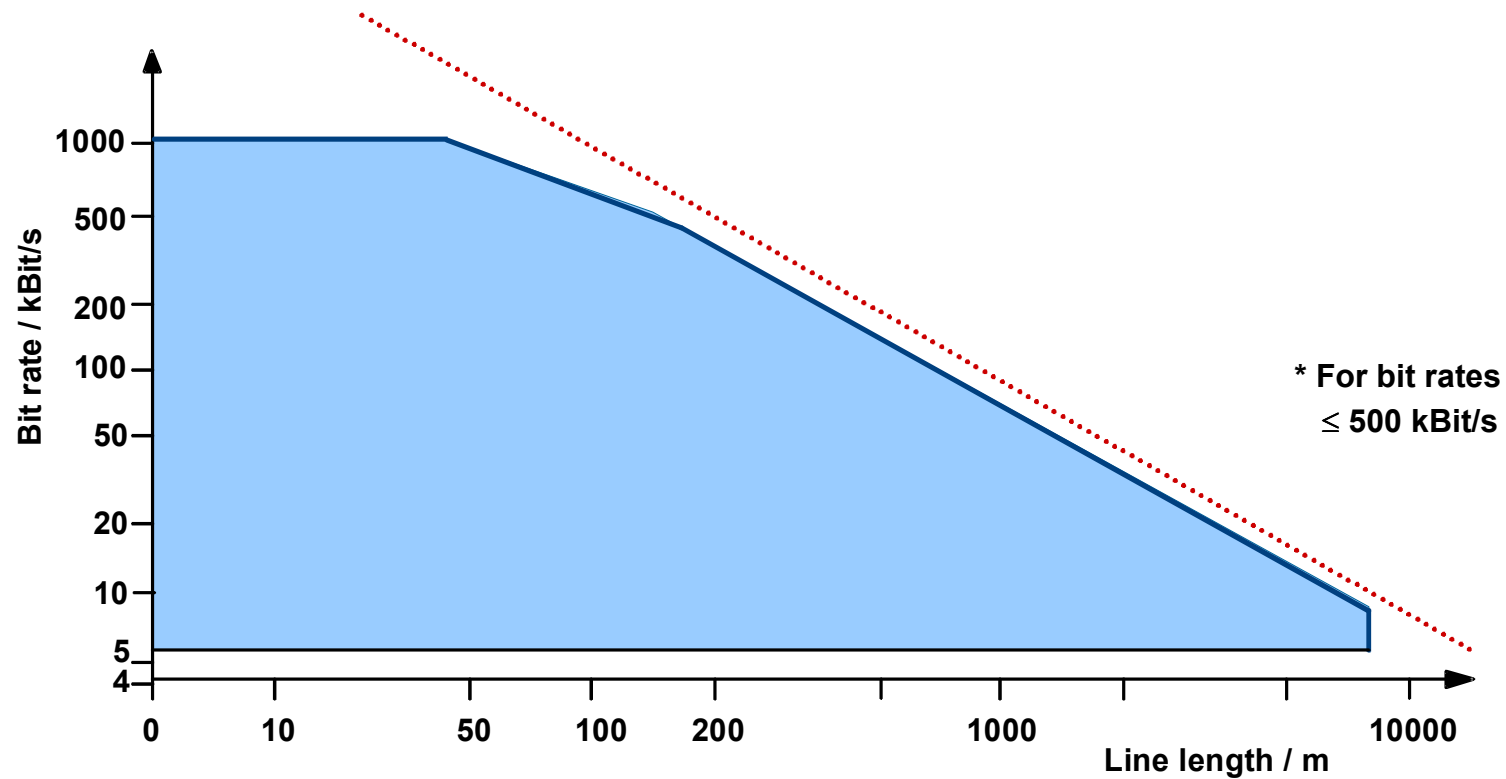
EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

버스 길이

버스의 최대 길이는 버스 매체에서 전파 지연에 의해 제한됩니다

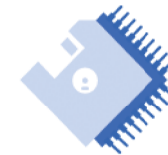
경험 법칙:

최대 비트 속도 [Mbps] * 최대 버스 길이 [m] $\leq$ 60



CAN 네트워크의 Wires

- 시스템 설계
 - 꼬여지거나 차폐된 와이어
 - 신호 지연은 약 5ns/m (see cable spec.) 정도 됩니다
 - 장거리에서는 와이어의 지름이 신호 감쇠와 관련 있습니다
 - 사용된 와이어가 해당 애플리케이션에 충분합니까?
- 애플리케이션
 - 와이어들이 정확하게 연결되었습니까? 많은 경우 비-전문가들이 배선을 합니다.
 - 전기적 접촉이 올바르게 되어 있습니까?



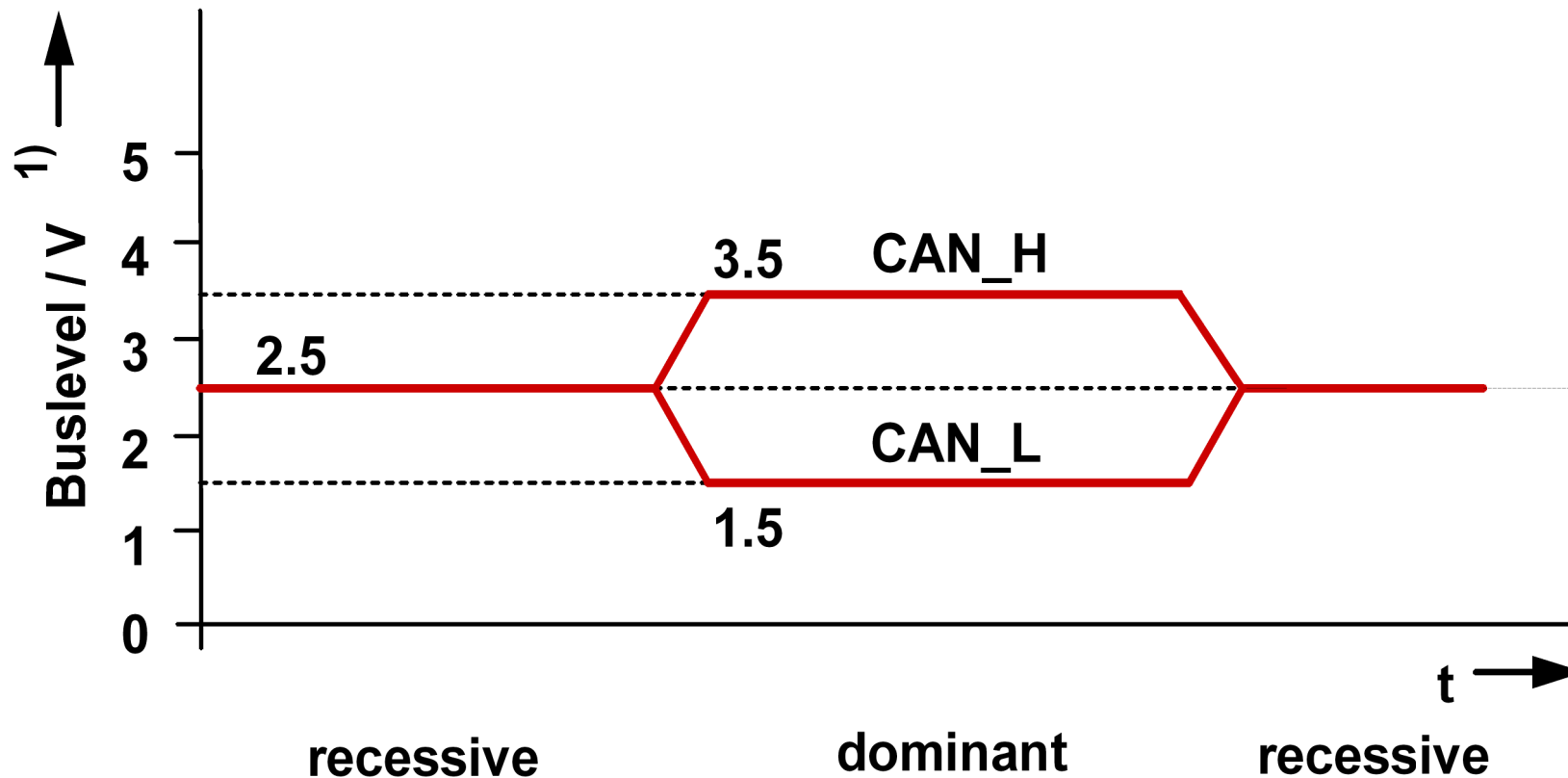
EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

접지 (Grounding) 개념

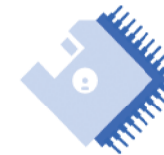
주요 문제들은 common mode(CM) 가 정의된 CM 범위 2...7V에서 벗어날 경우 발생할 수 있습니다 (트랜시버는 dominant 레벨을 수신하지 않습니다). 이에 대한 이유는 GND (ground loops)를 통하는 CM 전류가 될 수 있습니다

- 노드들이 갈바니 전기에 의해 분리됩니까 ?
- common CAN ground (line)가 반드시 필요합니까?

Busmedia acc. ISO 11898-2

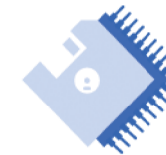
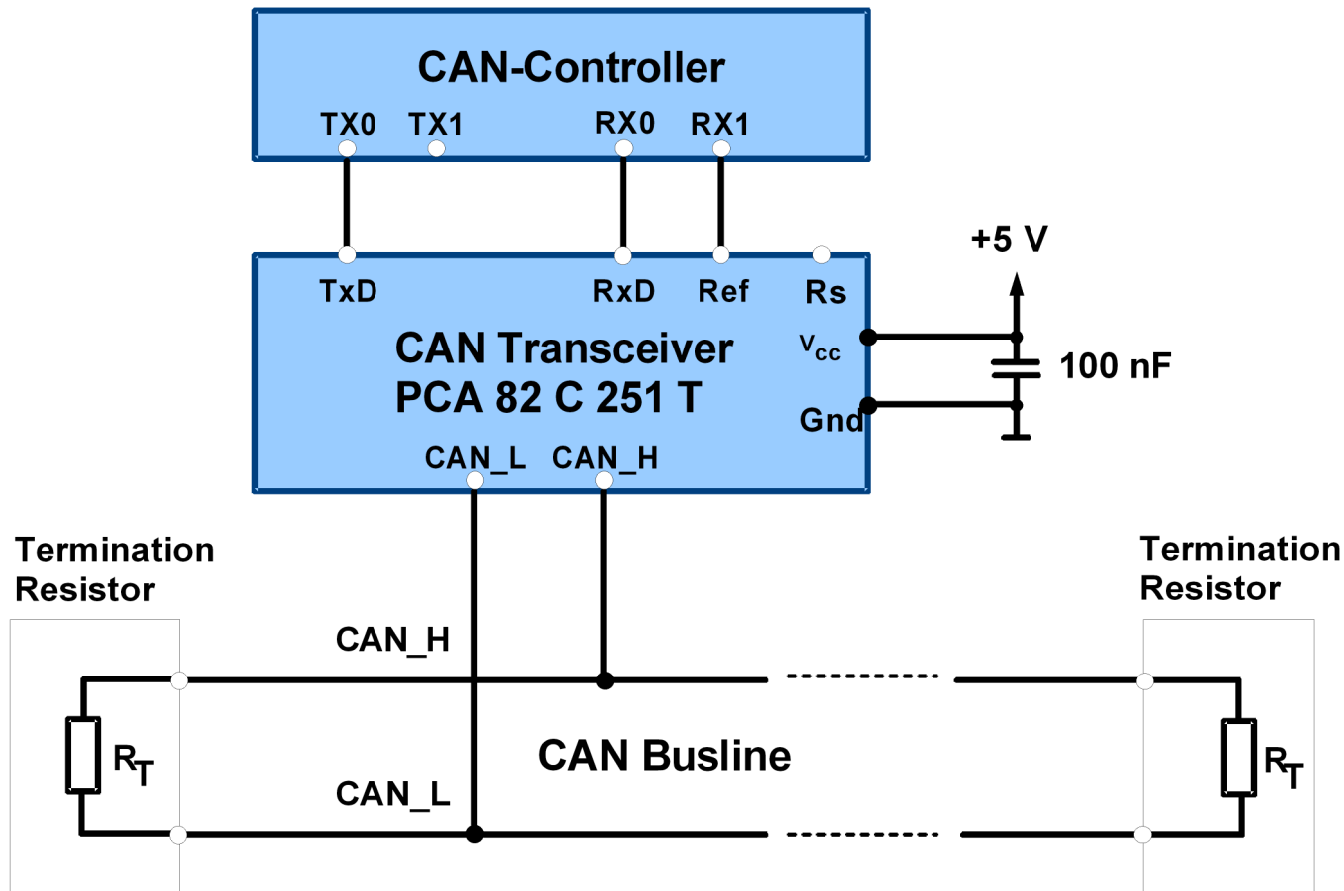


1) Common Mode Voltage = 0 V



EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

Businterface acc. ISO 11898-2



EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

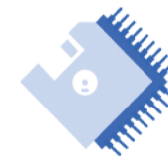
Bus interface

어떤 버스 인터페이스가 최적입니까? 가장 간단한 것 !

다음을 위한 버스 인터페이스에서의 추가 회로들은

- ESD 방지
- 과전압 방지
- EMC – 최적화
- Slope 제어

signal 레벨에서 부정적 효과를 갖게 됩니다 (주로 capacitances 에 의해)



EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

통신 품질을 평가하는 매개변수들

Busload

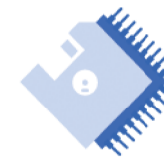
Error rate/ Error frame rate

- Error frame /s, total numbers,
- 에러 프레임 대 데이터 프레임

Margin of disturbances (>1.5V Diff 이어야 함)

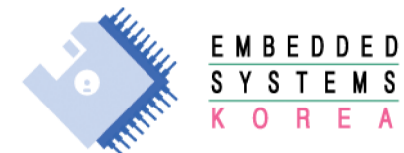
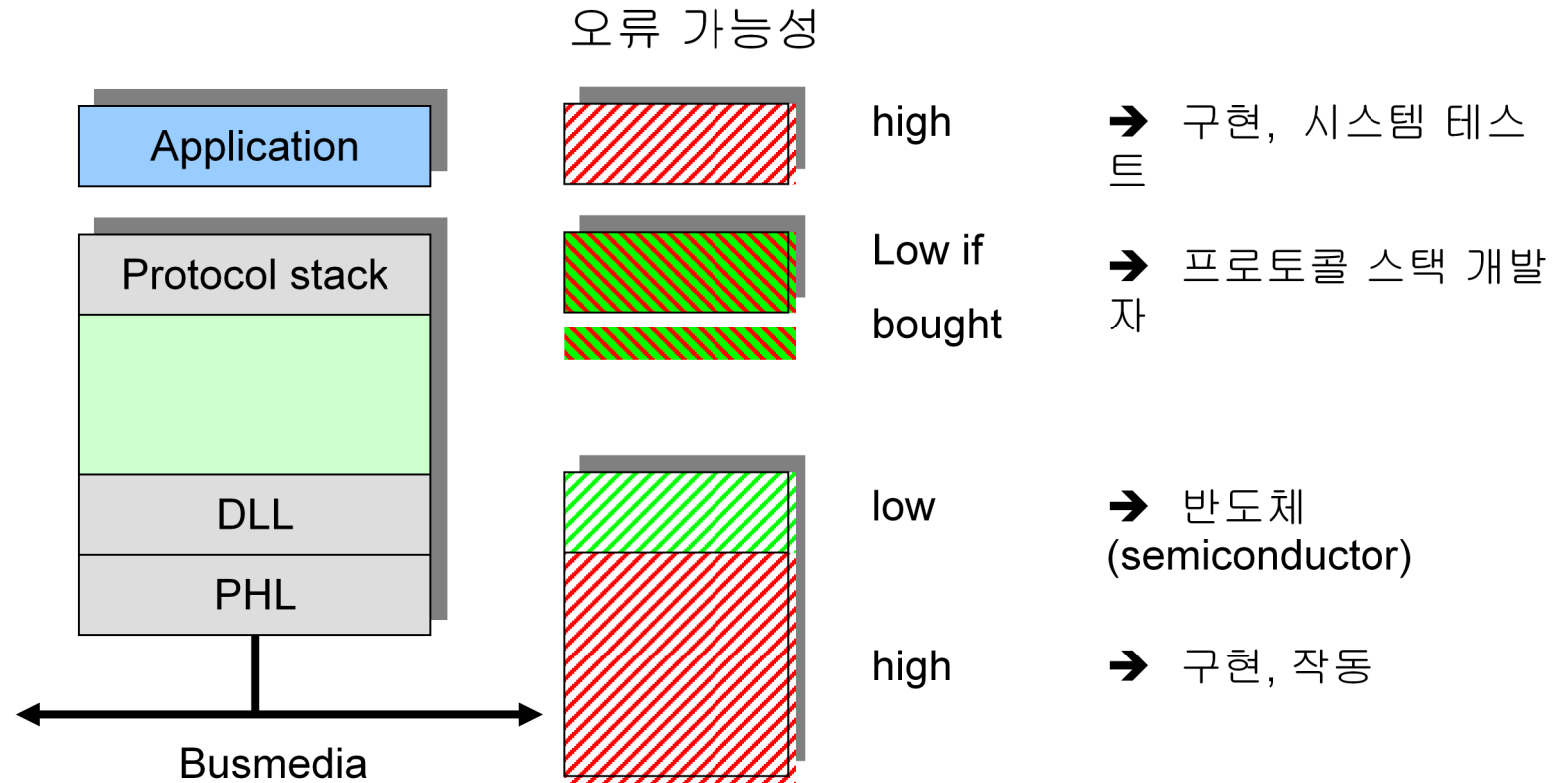
Slope steepness (>50V/us 이어야 함)

Bus levels, (차이 측정)



EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

CAN 시스템에서의 오류



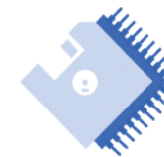
적합한 도구들 ...

CANcheck:

- 버스 라인의 물리적 매개변수들 (길이, 임피던스, drop-lines, short cuts...)
- 각 노드의 신호 레벨들
- Busload
- 오류 프레임

canAnalyser:

- 버스 소통량
- Busload
- 오류 프레임
- 신호 (애플리케이션 측에서 전송)



EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

CANCheck 핵심 기능들

- 휴대형 장비
- 그래픽 표시 LCD
- 쉬운 사용법: 온라인 가이드를 이용한 User interface
- 최소 24시간 동안 지속되는 배터리-팩을 이용한 전원 공급
- PC에 연결하기 위한 USB 포트
- ISO 11898-2에 따른 한 개의 CAN 포트
- 모든 CAN-기반 네트워크에 적합
- CANopen 네트워크를 위한 부가 기능들
- 옵션: 사용자 지정 기능들



CANCheck 테스트 순서

물리 계층 테스트 - 네트워크 실행 안됨

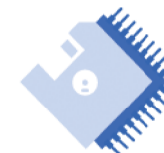
- 케이블 특성
- 위상(Topology)과 말단(termination)
- 배선(wiring) 오류 검색

계층 2 테스트 - 네트워크 작동 가능

- 신호 품질
- 통계 기능
- 배선(wiring) 오류가 있는 디바이스 검색

계층 7 (CANopen) 테스트 - 네트워크 작동 가능

- 직면한 노드들

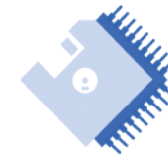
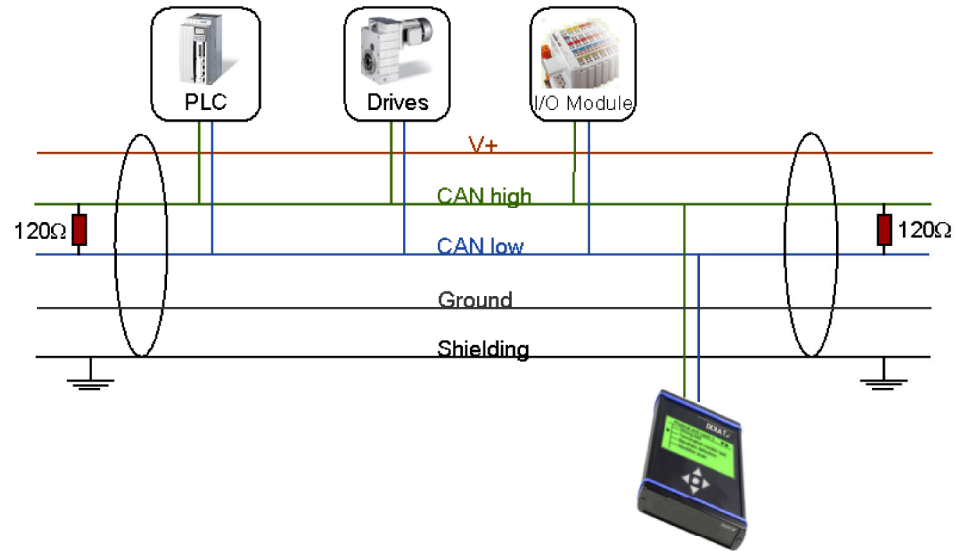


EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

CANCheck 케이블 테스트: 케이블 특성

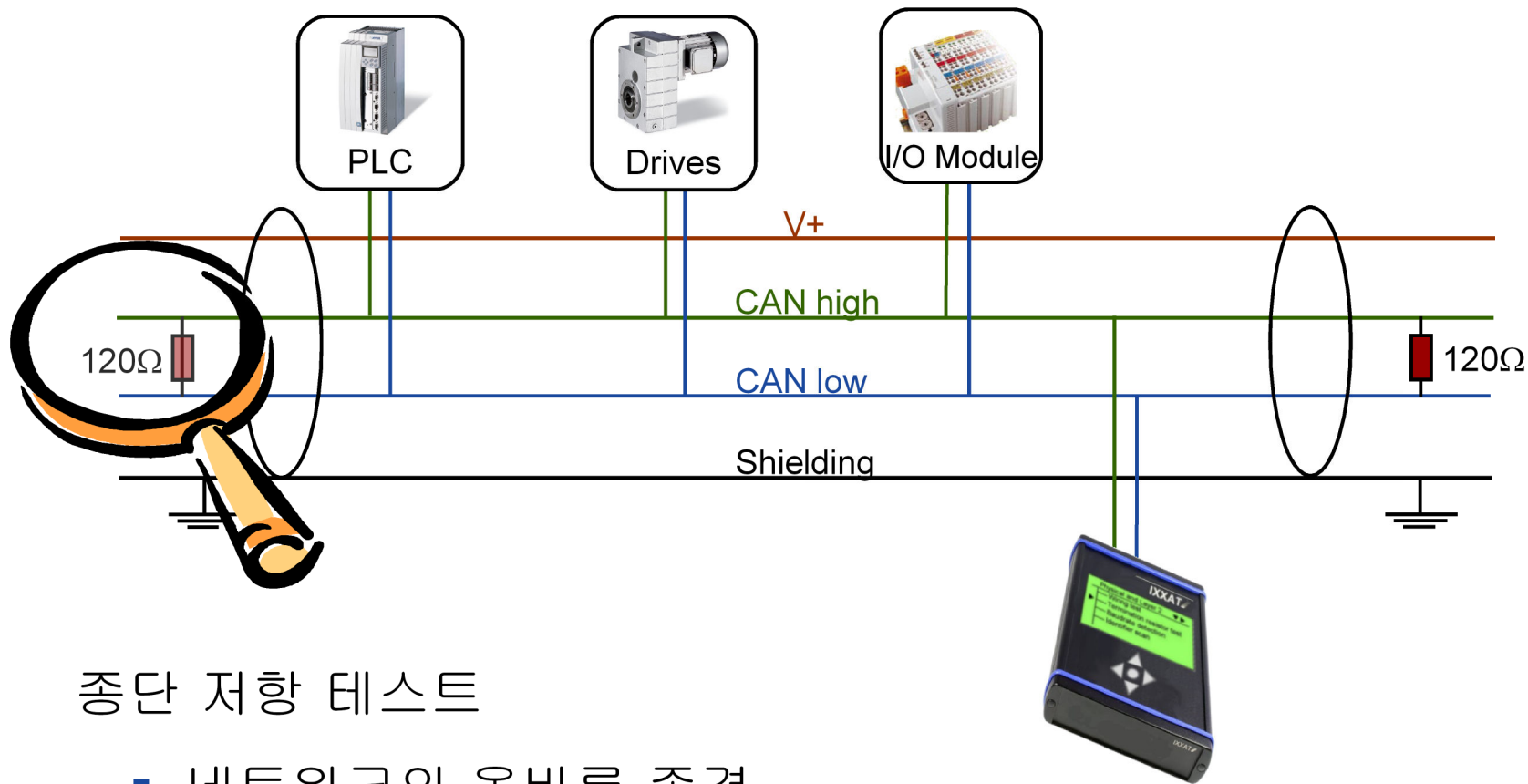
CAN Installation Tester 는 네트워크와 케이블 특성에 대한 자세한 정보를 제공합니다:

- 케이블 길이
- 전파 지연
- 커넥터와 케이블의 저항
- 라인 임피던스
- 그라운드에 대한 차폐(shielding) 저항



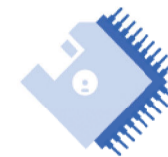
EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

CANCheck 케이블 테스트: 위상(Topology) & 종단(Termination)



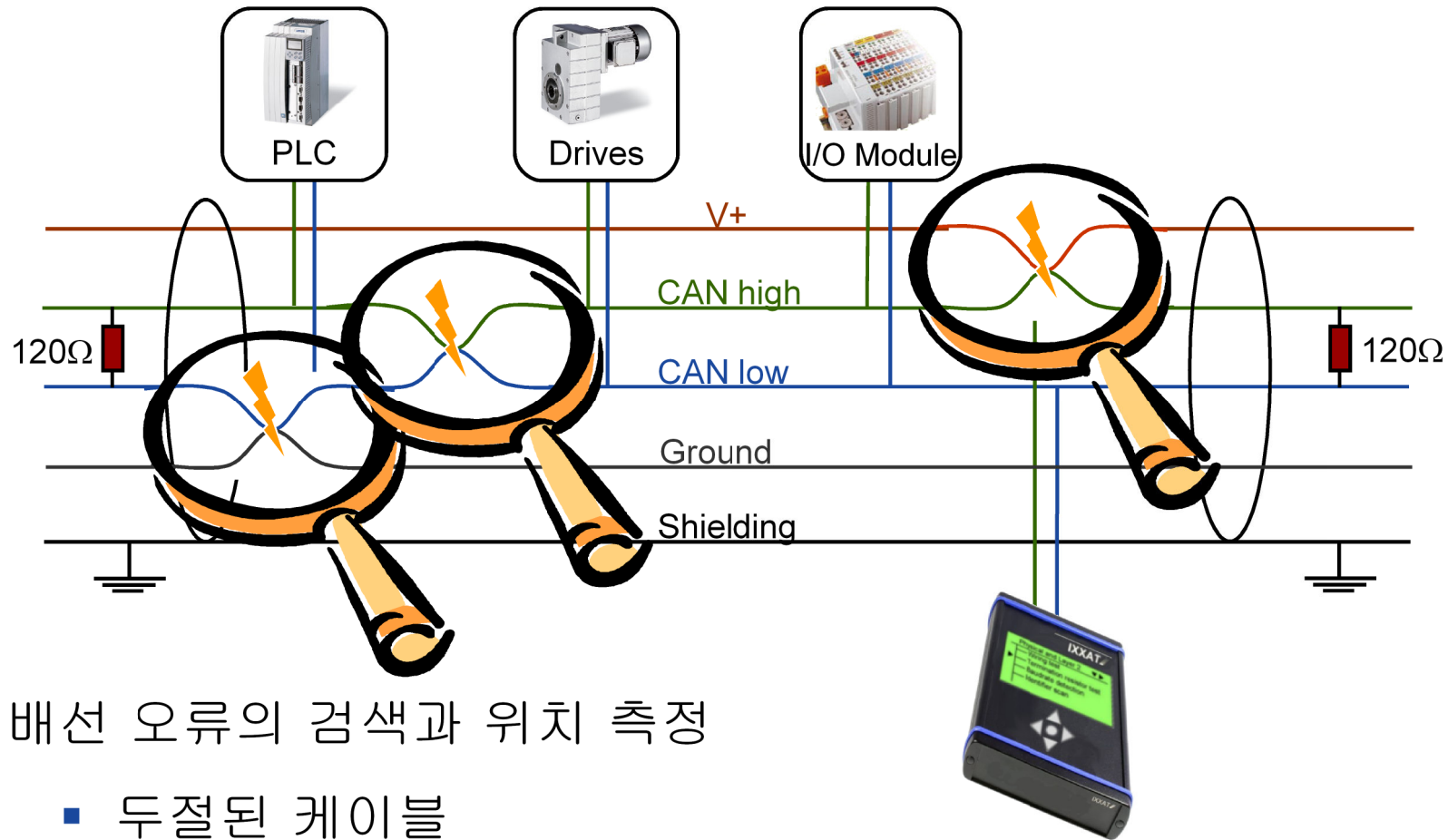
종단 저항 테스트

- 네트워크의 올바른 종결
- 누락 / 결함 종단 저항



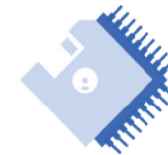
EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

CANCheck 케이블 테스트: 배선 오류



배선 오류의 검색과 위치 측정

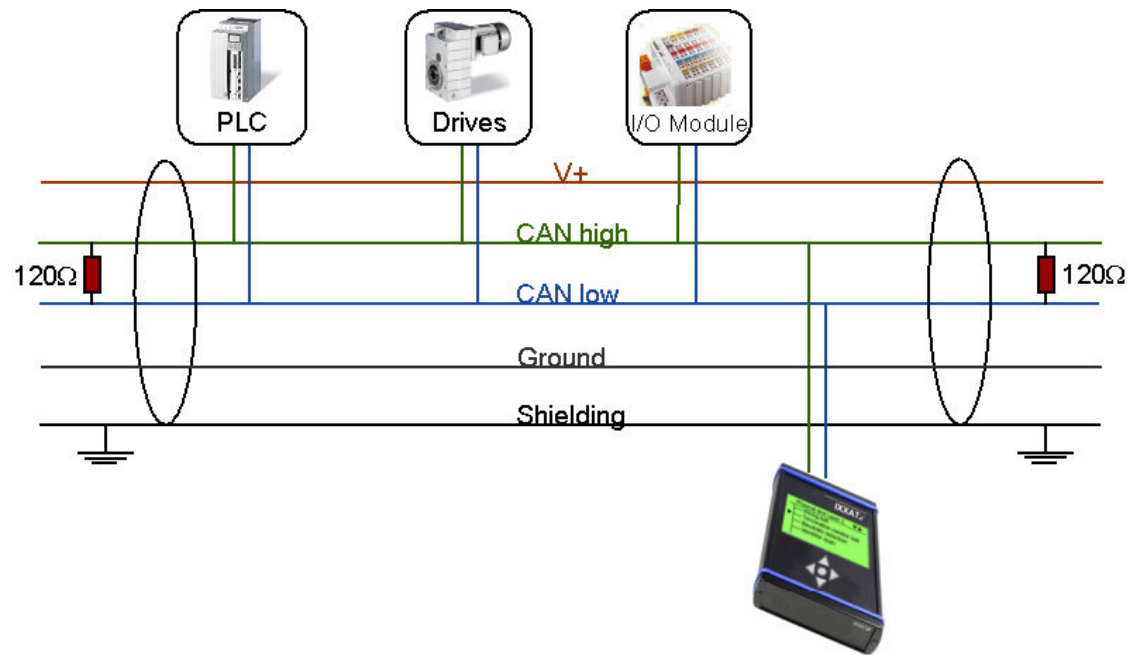
- 두절된 케이블
- 단락, 누전 (CAN, Power, Shield, Ground)



EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

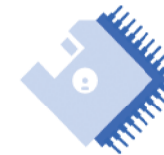
CANCheck 기능적 테스트: 신호 품질

- 메시지 ID 에 따른 CAN high 와 CAN low 의 신호 레벨
→ 노드의 신호 품질을 결정합니다

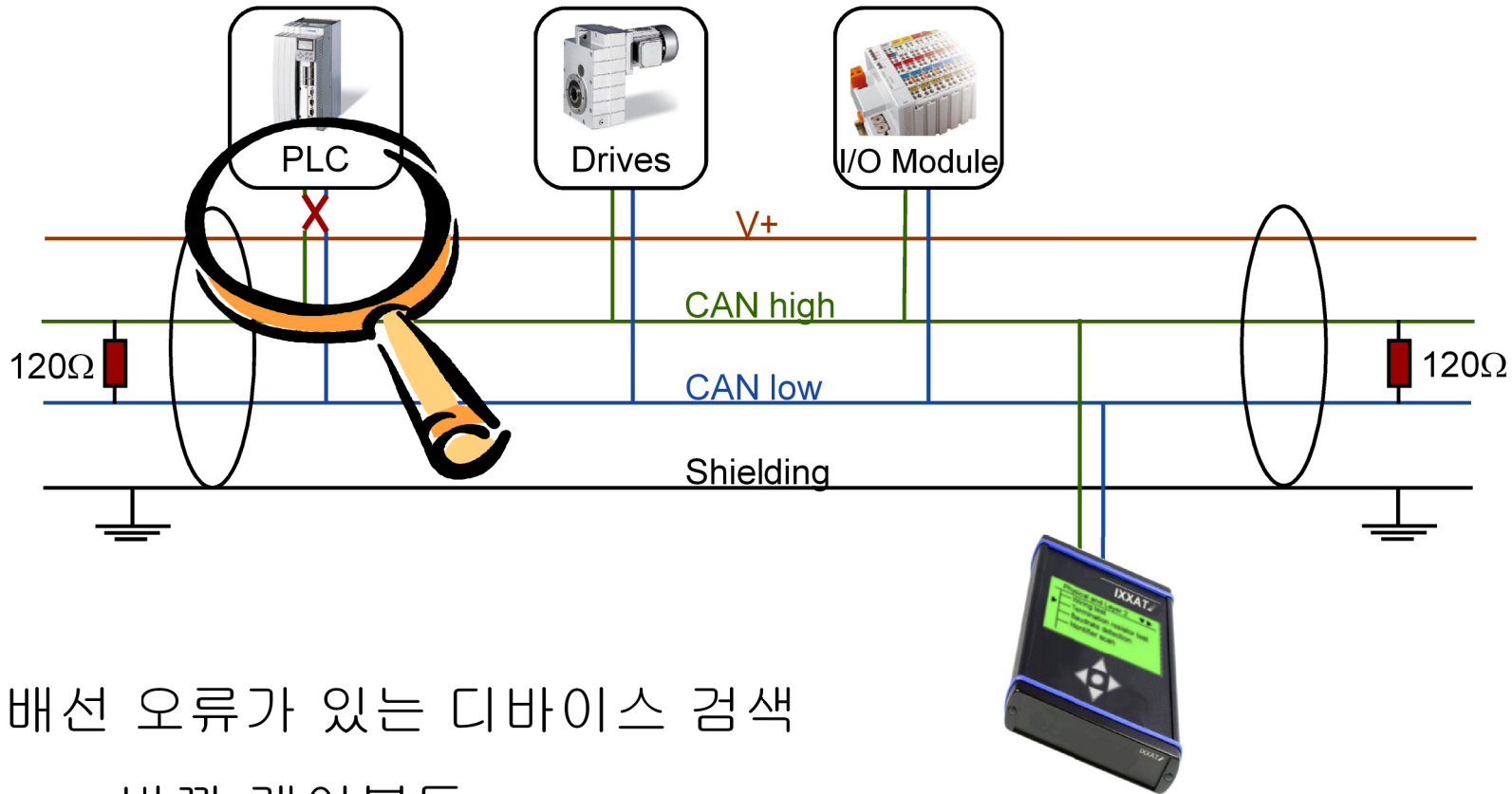


CANCheck 기능적 테스트: 통계 기능

- Baud rate 탐색
- 네트워크의 노드와 식별자들 리스트
- Busload
- 프로토콜 오류 검출

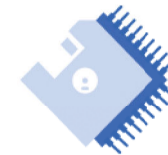


CANCheck 기능적 테스트: 배선 오류가 있는 디바이스 검출



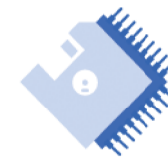
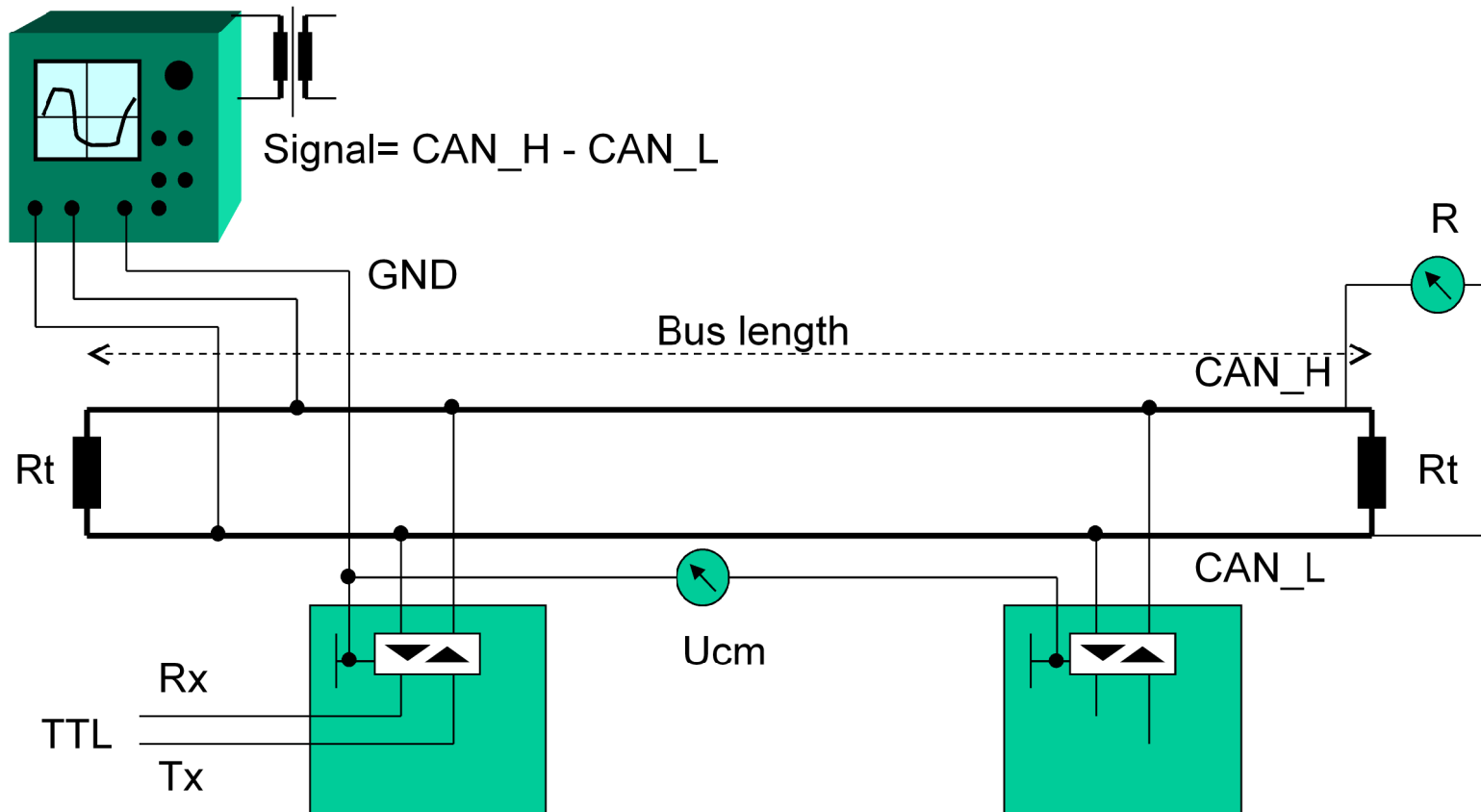
배선 오류가 있는 디바이스 검색

- 바뀐 케이블들



EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

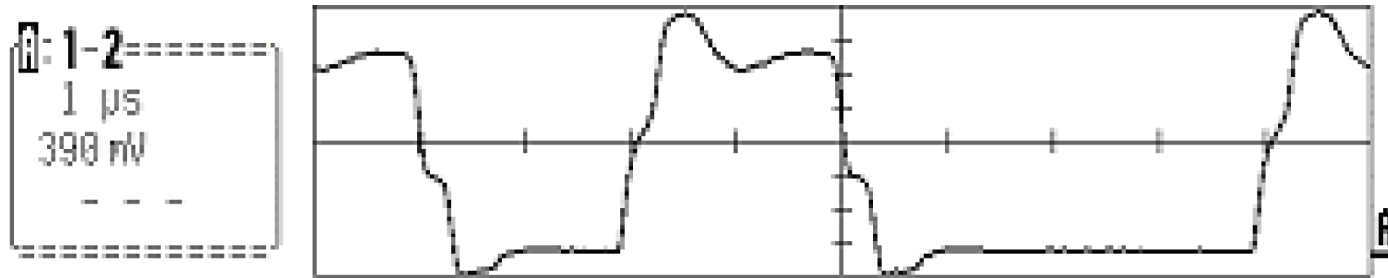
버스 매체와 CAN 노드에서의 측정



EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

CAN- 위상 (1/2)

- 신호 반사는 CAN 버스에서 분기(branch) 길이를 제한합니다

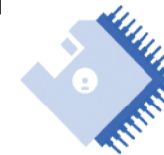
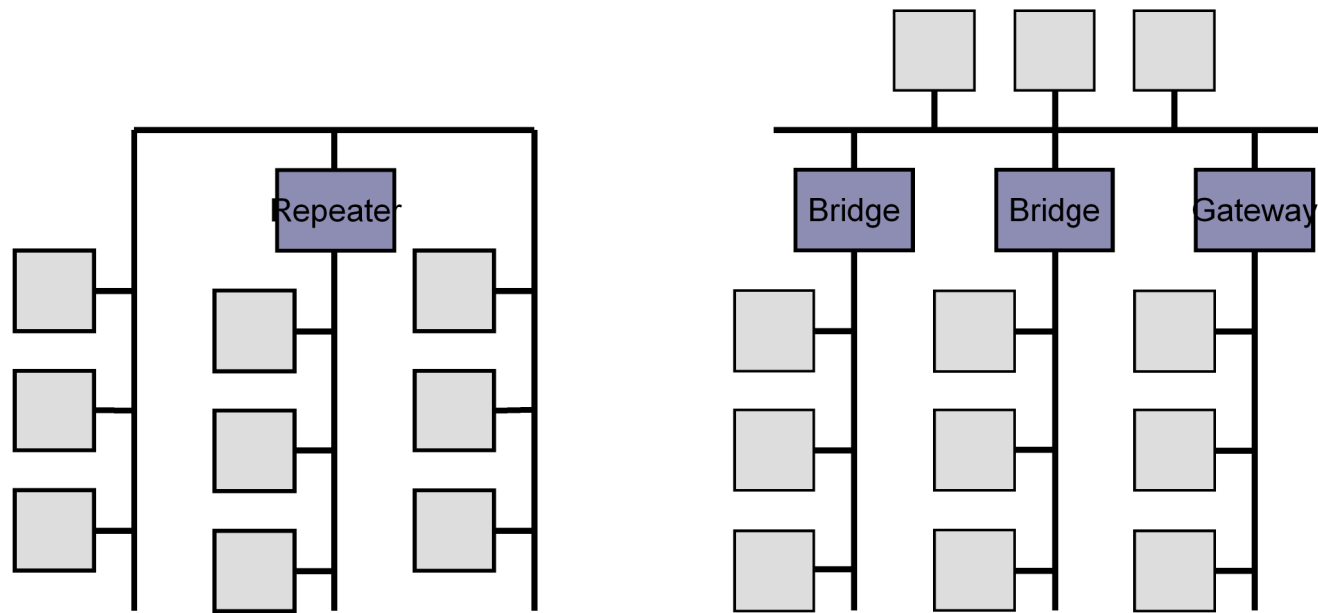


- 라인 구조가 아닌 CAN 위상들은 위상 요소들(components)이 가능할 뿐입니다
- CAN 위상 요소들은 전기적/논리적 세그먼트를 분리하여 위상을 확장할 수 있게 합니다

CAN- Topology (2/2)

서로 다른 네트워크 구조들

- 한 개의 중재 공간이 있는 동질 네트워크들
- 한 개의 프로토콜 공간이 있는 이질적인 네트워크들
- 서로 다른 프로토콜들이 있는 이질적인 네트워크들



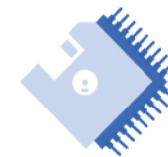
EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

CAN Repeater

CAN Repeater는 활성 전선(active wire) 입니다

- 버스에서 보다 많은 수의 CAN 노드들이 가능
- CAN 시스템을 두 개의 전기적 독립 세그먼트들로 분할합니다. 각 세그먼트는 최적의 전기 구조를 실현하기 위해 개별적으로 종결됩니다
- Repeater를 사용하여 최대 버스 길이를 늘리는 것은 가능하지 않지만 최적의 위상은 가능 합니다!
- Repeater 는 약 150 ns의 신호 지연이 도입되는데, 이것은 라인 길이가 30m인 경우입니다.

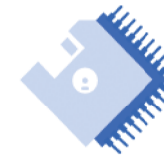
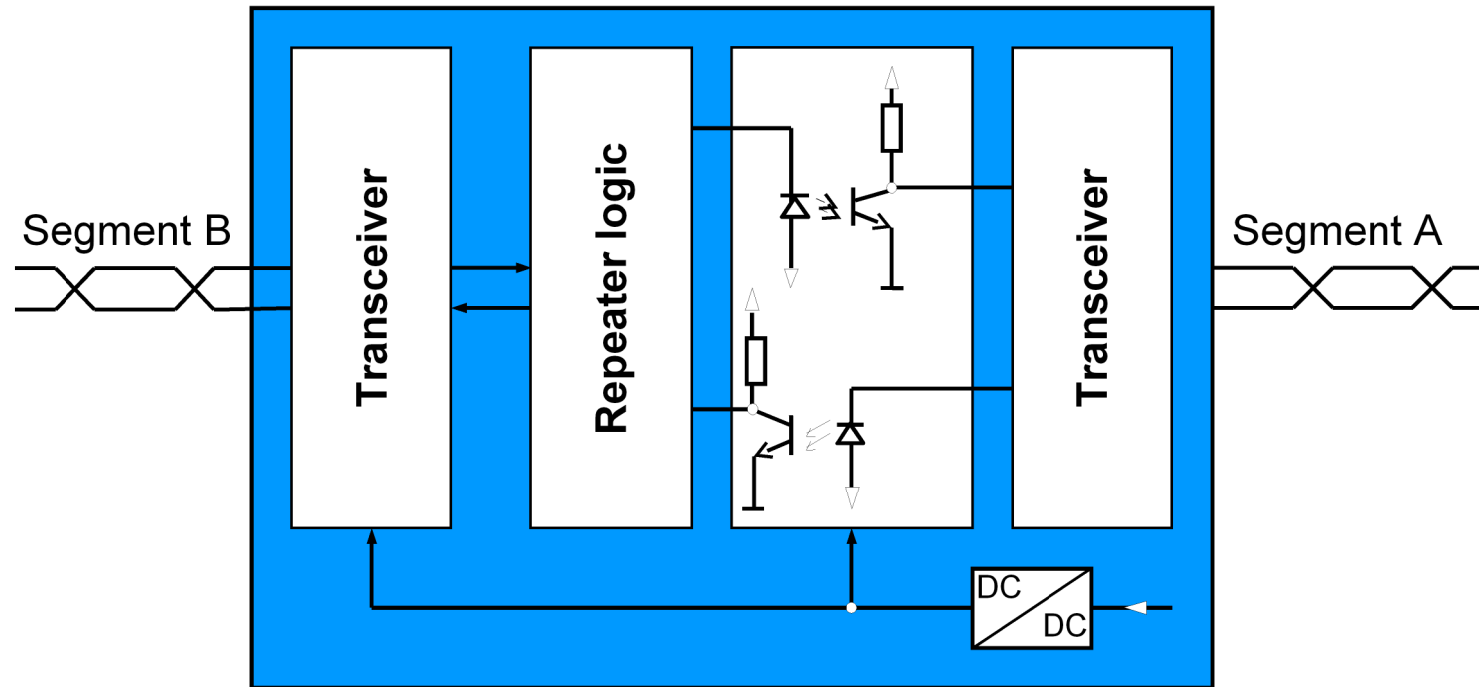
따라서, **repeater**는 실질적으로 가장 먼 노드들 사이의 최대 거리를 감소시킵니다



EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

CAN Repeater

기본 작동 모드



EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

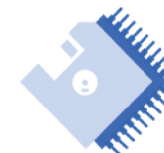
CAN Repeater

응용 분야

- CAN 세그먼트의 전기적 절연(Galvanic isolation)
- star 와 tree 위상 생성
- 최대 노드 수를 증대
- 더욱 길어진 stub 라인 실현
- 결함 세그먼트의 디커플링(Decoupling)
- 두 개의 물리 매체 (유리, 구리) 간의 변환
- 프로토콜 독립

기술 자료

- 최대 888 kBit/s
- 150 ns 신호 지연 (≈ 30 m line)
- 전원 공급과 두 개의 CAN 라인들 간의 전기적 절연



EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

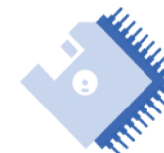
CANStar, 확장 가능한 Repeater

응용 영역

- Star 위상 셋업
- Repeater/ FO repeater 관찰

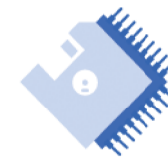
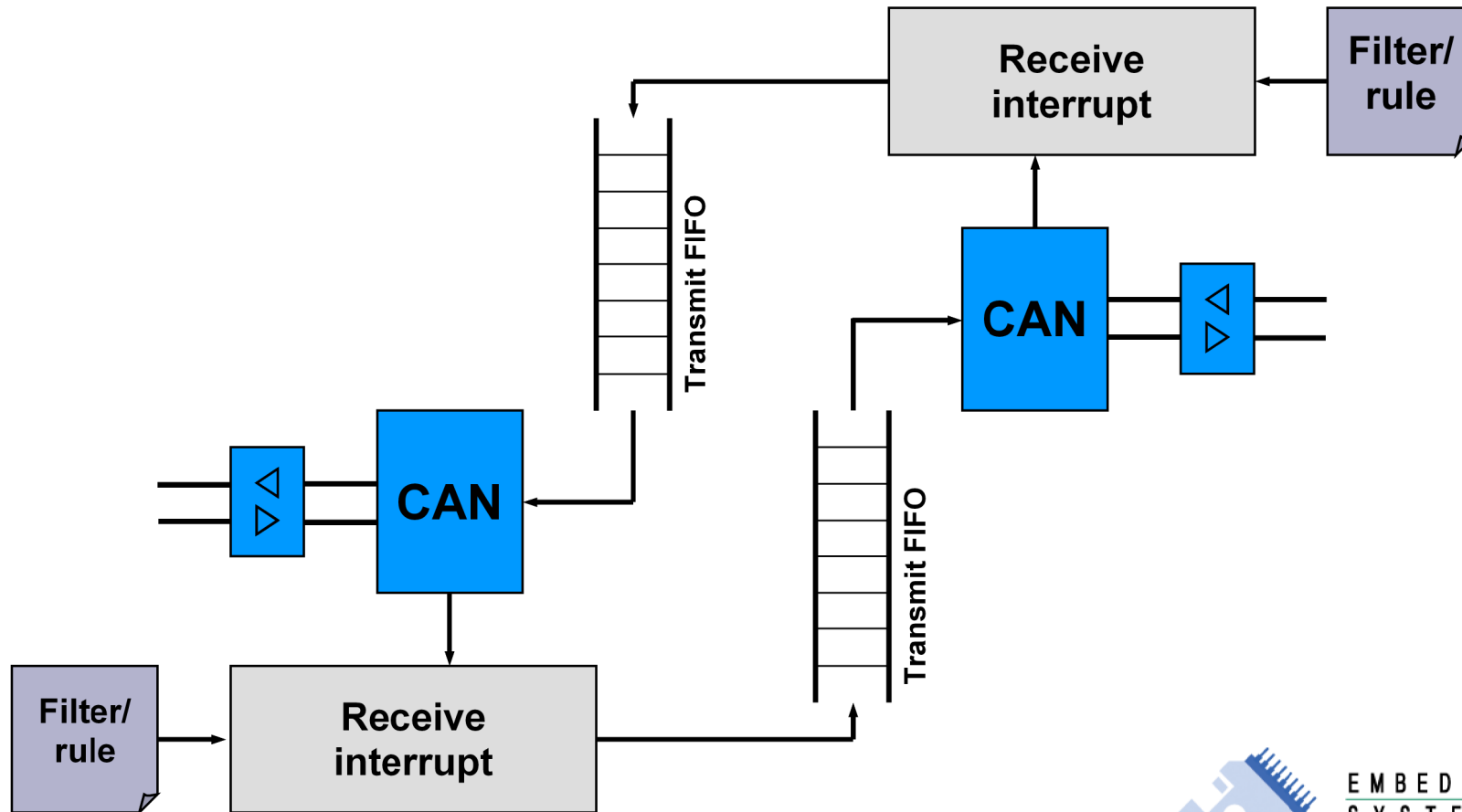
기술 데이터

- 각 차량을 위한 2 x ISO11898 연결
- 확장 가능, 또한 CAN@net II 에 대한 side car로 적당
- 9..32V
- DIN-Rail
- wire / 광 섬유 (유리 / 플라스틱) 옵션



CANbridge

기본 작동 모드



EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

CANbridge

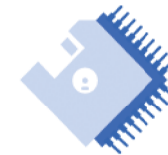
CANbridge 는 Store-(Modify)-Forward 원칙을 사용하여 두 개의 CAN 네트워크를 연결합니다

- 메시지는 한 개의 세그먼트에서 수신되며, 버스가 유힬되는 즉시 다른 세그먼트로 저장, 전송됩니다
- Store-(Modify)-Forward는 또한 메시지 변환 실행을 허용하며, 서로 다른 상위 계층 프로토콜들을 이용하여 두 개의 네트워크를 연결하는 것이 가능합니다

CANbridge는 세그먼트들을 논리적으로 분리하며, 연결된 버스들은 양쪽 세그먼트에서 독립적으로 중재됩니다

- 신호 지연 시간은 **70 μ s** 에서 **150 μ s** 사이 입니다

CANbridge 는 전체적인 시스템 크기와 전송 대역폭을 증가시킵니다



EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A

CANbridge

응용 영역

- 서로 다른 보오울 또는 프로토콜들로 이루어진 CAN 네트워크들의 커플링(coupling)
- 시스템 규모의 확장(Store-Forward 원칙에 기인)
- 메시지 여과와 변환
- 고속 시스템에 대한 저속의 원격 접속 (장거리)
- 전기적 절연



Topology Solutions

- 두 개 또는 그 이상의 원격 CAN 네트워크들 간의 연결

두 개의 CAN@net II 디바이스를 이용하여 TCP/IP를 통한 CAN의 브리징(Bridging).

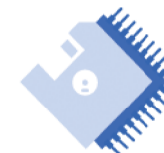
이 방법은 연결시 높은 대역폭을 제공합니다

- Rotating parts/ mobile 시설

CANblue/Bridge 를 사용한 브리지로 rotating part 또는 mobile 디바이스에서의 통신이 가능합니다. CANblue/Bridge 디바이스에는 안전하고 믿을 수 있는 통신 연결이 가능한 등록된 통신 파트너들의 명단이 있습니다

- 폭발 위험이 있는 영역

산업용 광학 이더넷 컨버터를 이용한 CAN@net II 또는 FO-Repeater 사용



EMBEDDED
SYSTEMS
K O R E A