

CAN FD에 대한 EYE 다이어그램 분석

열악한 신호 품질의 신속한 식별

Eye 다이어그램은 중간 내지 빠른 정도의 전송속도를 가진 전송 네트워크의 신호 품질을 평가하는 분석 방법이다. CAN 네트워크는 송신기에서 부분적으로 멀리 떨어진 수신기까지 정보를 비트 단위로 전송한다. 그러나 정보 전송은 네트워크 토폴로지, 장치 사이의 케이블 길이, 라인과 종단 저항 및 외부의 전기적 영향에 의하여 쉽게 손상된다. Eye 다이어그램 분석과 직렬 비트마스크 분석을 통해 이러한 영향들을 CAN 네트워크의 구성 단계 초기에 식별하고 수정할 수 있다.

Data phase 의 더 높고 유연성 있는 비트레이트 때문에 CAN FD 는 전체 프레임에 대하여 고정된 비트레이트만을 가진 classic CAN 보다 훨씬 더 노이즈에 민감하다. CAN FD 프레임 전송은 언제나 비트레이트가 더 낮은 arbitration phase 로 시작한다. 비트레이트가 더 높은 data phase 로의 전환은 bit rate switch(BRS) 비트의 샘플링 포인트에서 이루어지고 순환 중복 검사 구분(CRC delimiter) 비트의 샘플링 포인트에서 다시 낮은 비트레이트로 바뀐다. 고속의 data phase 에서 비트의 지속시간이 짧을수록 신호 품질에 부정적인 영향을 미치는데 이것은 Eye 다이어그램으로 가장 잘 분석할 수 있다. 신호 품질은 다음 사항에 크게 좌우된다.

- > 버스 토폴로지의 설계와 복잡성 (예, 라인 토폴로지, 스타 토폴로지)
- > 부적절하게 선택된 케이블 라우팅 및 버스 종단
- > 차량 네트워크에서 일반적인 높은 전송 속도에 대한 시스템 민감성
- > 임피던스 또는 차폐와 같은 케이블 특성

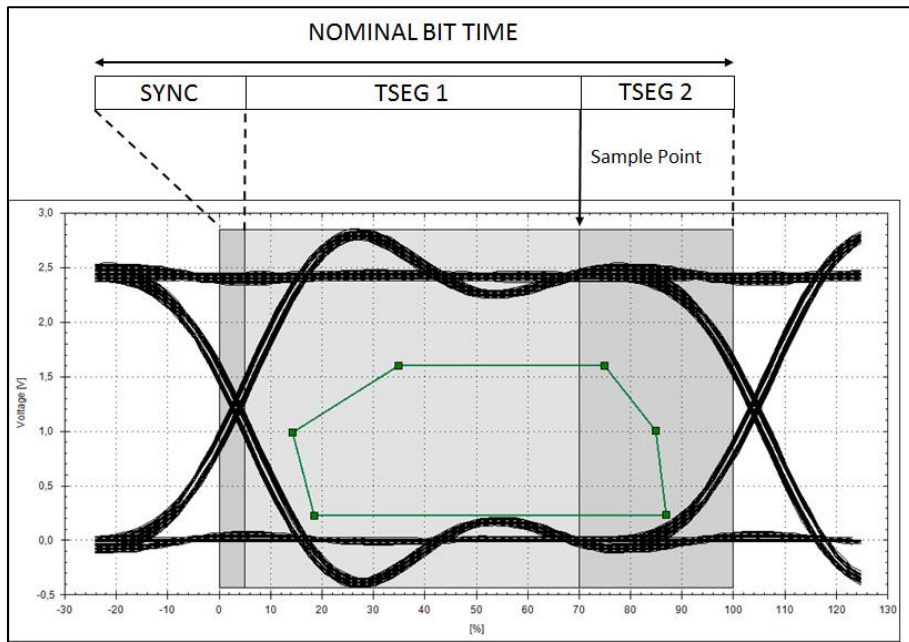
고전적인 Eye 다이어그램 생성

네트워크를 설계할 때 비트의 위상 세그먼트를 위한 구성만이 아니라 샘플링 포인트까지도 arbitration phase 와 data phase 에 대하여 별도로 생성된다. CAN 프로토콜에 따르면 하나의 비트는 4 개의 세그먼트(동기화 세그먼트, 시간 지연 보상 세그먼트 및 bit edge 의 위상 오차를 보상하기 위한 2 개의 위상 세그먼트)로 시분할된다. 위상 세그먼트는 종종 TSEG1 과 TSEG2 로 지정된다. TSEG1 은 첫 번째 위상 세그먼트와 보상 세그먼트를 요약한다. 그림 1 은 비트를 언급한 세그먼트들로 시분할 하는 것을 보여준다. 샘플링 포인트는 위상 세그먼트 사이에 위치한다. 반면에 TSEG2 는 샘플링 포인트 이후에 시작하는 위상 세그먼트에 해당한다. 중첩된 비트의 그리드는 Eye 다이어그램 안에 바로 표시되므로 중첩된 비트가 이 그리드에 얼마나 잘 맞는지 즉시 알 수 있다.

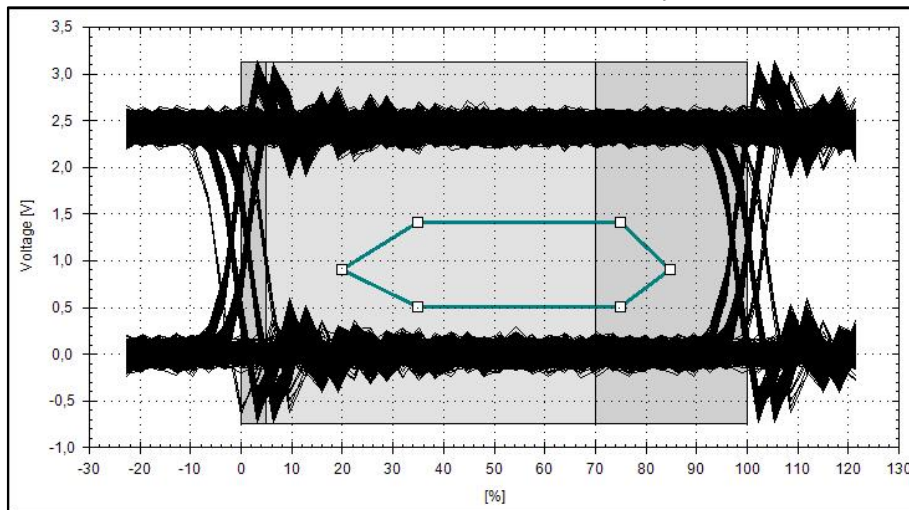
Bit edge 는 이상적으로 동기화 세그먼트 내부에 놓여야 한다. 여기에서 사용되는 알고리즘은 실제 CAN 컨트롤러처럼 작동한다. CAN 트랜시버 지연과 제어 장치의 지터로 인한 bit edge 의 시간 지연 때문에 CAN 컨트롤러는 열성 버스 레벨에서 수신기 쪽의 우성 버스 레벨로 전환 시 다시 동기화되어야 한다. 이것은 설정된 샘플링 포인트에서 비트의 논리 레벨을 검출하기 위한 전제조건이다. 위상 세그먼트 조정으로 동기화 메커니즘의 견고성이 영향을 받을 수 있다. 이러한 설정은 일반적으로 사용자가 컨트롤러 설정이 실용적이고 의미 있는지 여부를 시각화할 수 있는 Eye 다이어그램을 사용해 확인한다. CAN FD 가 2 개의 서로 다른 비트레이트를 가지기 때문에 arbitration phase 와 data phase 에 대하여 별도의 Eye 다이어그램을 생성하는 것이 효과적이다.

벡터의 CANoe 와 CANalyzer 소프트웨어 툴을 통해 사용자는 CAN 네트워크를 구성하고 Option .Scope 를 사용해 전압 신호를 기록할 수 있다. 계측 후에 사용자는 Eye 다이어그램 분석을 실시함으로써 비트 별로 수신된 모든 프레임을 분석하고 이들을 고정된 time window 에 그래프로 중첩할 수 있다. 이 예에서 time window 는 비트 지속 기간의 백분율이다(그림 1). 표시된 비트 세그먼트는 구성된 컨트롤러 설정을 보여준다. 개별적인 비트에서 나타날 수 있는 편차는 이 그림에서 즉시 식별할 수 있다. 컨트롤러 설정이 올바르면 모든 비트의 rising edge 가 동기화 세그먼트에 놓인다. 또한, 비트 신호가 우성과 열성 전압 레벨에 오버슈트 없이 고르게 도달하면

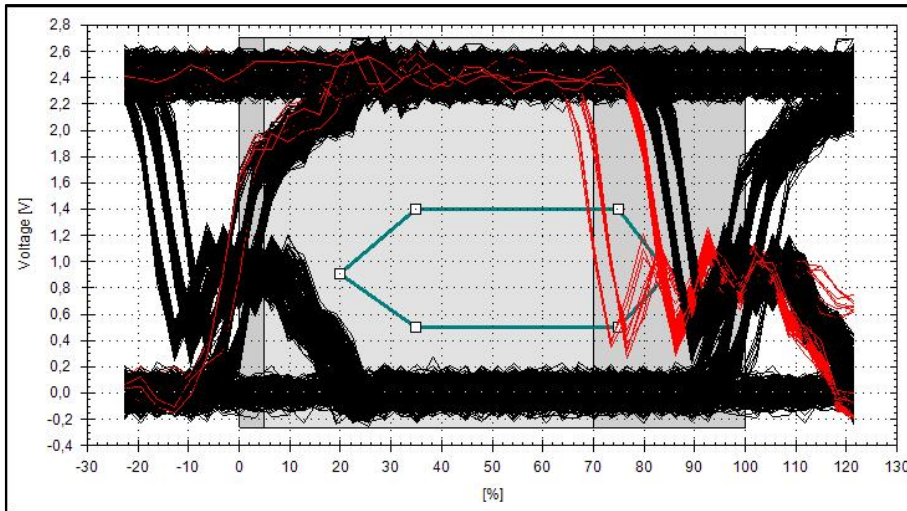
버스 토폴로지가 견고하고 버스 종단이 올바르게 선택되었다고 가정할 수 있다. 비트의 전압 값들은 y 축에 표시되는 반면, x 축의 모든 비트는 이론적인 비트 폭에 정규화(비트레이트의 역수)되기 때문에 다이어그램은 "눈(eye)"을 가지게 된다. 그림 2에서는 눈이 크게 열려 있다(그림 2). 반대의 경우에는 눈이 닫히게 되는데, 이것은 네트워크 구조에 오류가 있다는 표시이다(그림 3). 그림 2와 그림 3에서 data phase 는 데이터 속도 2000 kbit/s 에서 샘플링 포인트를 70%로 설정하고 분석했다.



[그림 1: CAN 컨트롤러의 위상 세그먼트를 그래프로 나타낸 고전적 Eye 다이어그램]



[그림 2: 비트마스크가 있는 열린 Eye - 좋은 네트워크 설계의 표시]



[그림 3: 비트마스크 위반이 있는 닫힌 Eye - 네트워크 설계에 문제가 있는 것을 표시]

분석 기준의 추가 조정

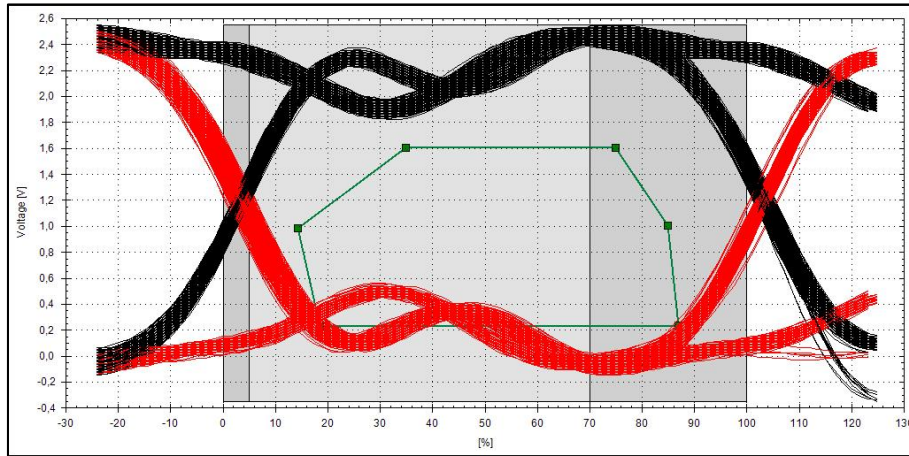
오류의 발생 가능성을 줄이기 위하여 Eye 다이어그램을 여러 측면에서 생성할 것을 권장한다. 이를 위하여 여러 가지 필터 옵션이 제공된다.

- > CAN 또는 CAN FD 와 같은 프레임 종류
- > CAN 채널 수
- > 제어장치 이름
- > 정의된 비트 시퀀스

제어장치의 프로토콜 오류를 검출하기 위한 대안은 프레임의 여러 비트 시퀀스를 분석하는 것이다. 이 방법으로 acknowledge phase 에서 모든 제어장치가 전송하는 비트들과 특정 제어장치의 비트들을 구별할 수 있다.

Eye 다이어그램을 평가하기 위한 세부 기준을 더욱 세분화하려면 비트마스크 형태로 미리 규정된 이론적인 Eye 다이어그램을 생성하는 것이 효과적이다. 이를 위해 사용자는 자유롭게 규정할 수 있는 다각형을 비트마스크로 생성하고, 어떠한 비트의 전압 신호도 교차하지 않는 “양호한” 영역을 규정한다. 이때 arbitration phase 와 data phase 에 대하여 별도의 비트마스크를 규정하는 것이 좋다.

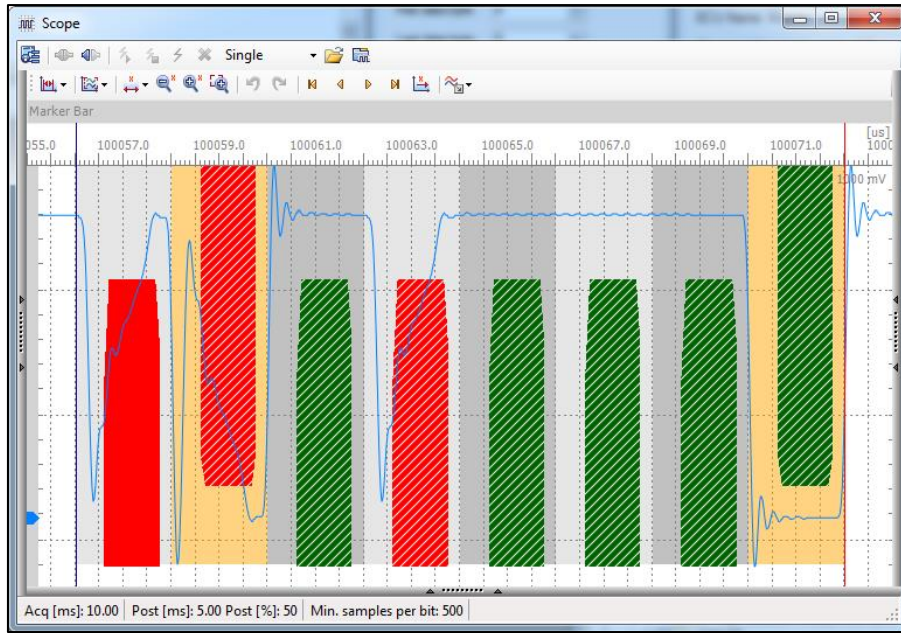
그림 4는 비트마스크가 있는 Eye 다이어그램을 보여주는데, 여기서 비트 일부가 규정된 마스크를 위반하고 있다. 배경에는 CAN 컨트롤러의 구성된 세그먼트가 보인다.



[그림 4: 비트마스크 위반이 있는 Eye 다이어그램]

직렬 비트마스크 분석

지금까지는 개별적인 비트들의 오버래핑을 보여주는 고전적인 Eye 다이어그램을 고려했다. 또 다른 시각화 방법은 직렬 비트 분석이다. 원칙적으로 두 가지 분석 절차는 모두 동일하게 시행된다. 단지 직렬 비트마스크 분석에서는 비트들이 오실로스코프가 추출한 순서대로 표시된다. 여기서도 비트마스크를 규정하여 모든 우성과 열성 비트에 대하여 표시하는 것이 가능하다. 고전적인 Eye 다이어그램보다 좋은 점은 비트 오류가 비트 별로 할당되는 것이다. 또한, 비트 스트림의 일부만을 분석할 수도 있다. Eye 다이어그램에 대하여 이미 논의한 구성 가능성도 직렬 비트마스크 분석에 적용할 수 있다. 그림 5는 규정된 분석 영역의 모든 비트를 보여준다. 각 비트는 첫 번째 비트에 위반을 나타내는 빨간 마스크가 있는 비트마스크를 가지고 있다.



[그림 5: 비트마스크 위반이 있는 CANoe/CANalyzer의 직렬 비트마스크 분석]

분석 과정의 자동화 - 결과의 문서화

두 가지 분석 방법 모두 벡터 제품인 CANoe로 쉽게 자동화할 수 있다. 이를 위하여 사용자는 먼저 테스트 케이스를 정의해야 한다. 예를 들어, 하나의 테스트 케이스는 모든 CAN FD 프레임의 data phase를 분석하도록 정의하고, 다른 테스트 케이스는 arbitration phase에 대해서만 정의한다. 각 테스트 케이스에 대해 특정 비트마스크를 테스트 기준으로 사용할 수 있다. 비트마스크가 비트 신호에 의해 위반되는 경우 테스트 케이스 결과는 negative가 된다. 각 테스트 케이스는 테스트 보고서에 자동으로 기록, 평가 및 저장되므로 사용자는 테스트 케이스가 실패한 원인을 확인할 수 있다.

결론

CAN / CAN FD 네트워크 분석을 위해 여기에 기술한 방법들은 설계 오류 또는 부정적인 외부 영향을 신속하게 식별하고 수정하는 데 도움이 된다. CANalyzer와 CANoe를 통한 Eye 다이어그램 분석은 FlexRay와 같은 다른 버스 시스템에서도 가능하다. 사용자는 CANoe의 CAPL 테스트

시퀀스를 통해 재생할 수 있고 자동화된 방식으로 테스트를 수행할 수 있다. 높은 수준의 자동화와 이에 적합한 툴로 인해 사용자는 최소한의 노력으로 쉽게 테스트를 반복할 수 있다.

이미지 권리: Vector Informatik GmbH

링크:

벡터 홈페이지: www.vector.com

저자:



Mirko Donatzer 는 독일의 University of Mannheim 의 전자공학과에서 자동화 기술을 전공하였으며, 2010 년부터는 벡터에서 네트워크와 분산 시스템을 위한 툴 분야에서 선임 소프트웨어 개발자로 근무하고 있다. CANoe 와 CANalyzer 의 .Scope 옵션에 대한 프로젝트를 책임지고 있다.

본 보도자료 배포 시 최종 인쇄물을 당사에 보내주시면 감사하겠습니다.
배포와 관련하여 문의사항이 있으시면 언제든지 연락해주시기 바랍니다.

벡터 코리아 편집자 연락처:

마케팅팀 김용성

서울특별시 용산구 한남대로 11 길 12 고마스 빌딩 6 층

Tel. 02-807-0600 Ext.5009, Fax. 02-807-0601

E-mail: Yongseong.Kim@vector.com