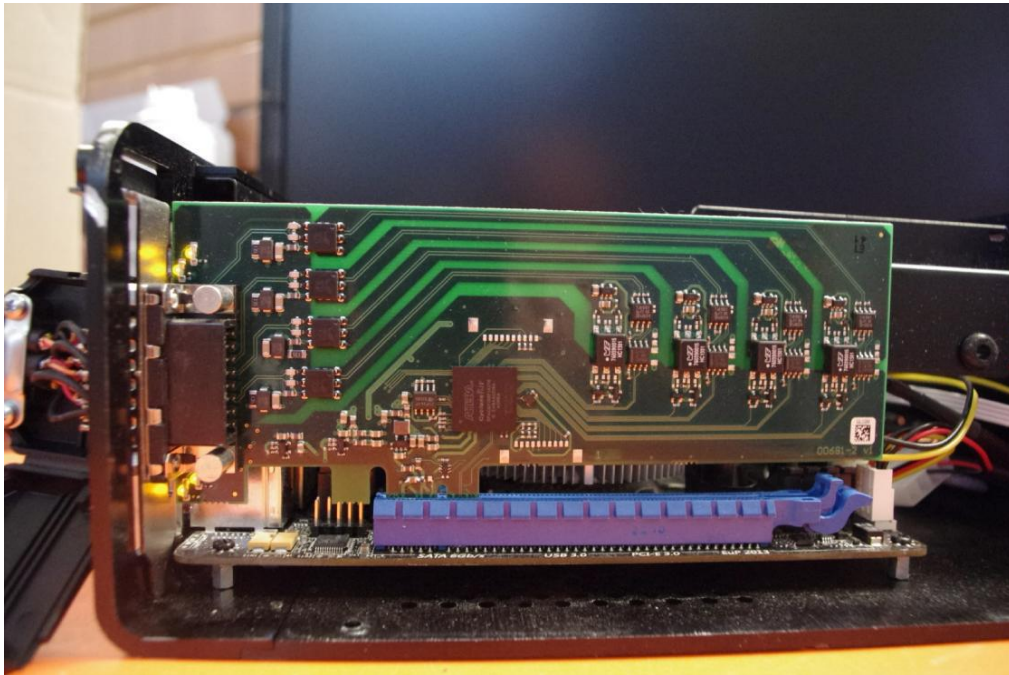


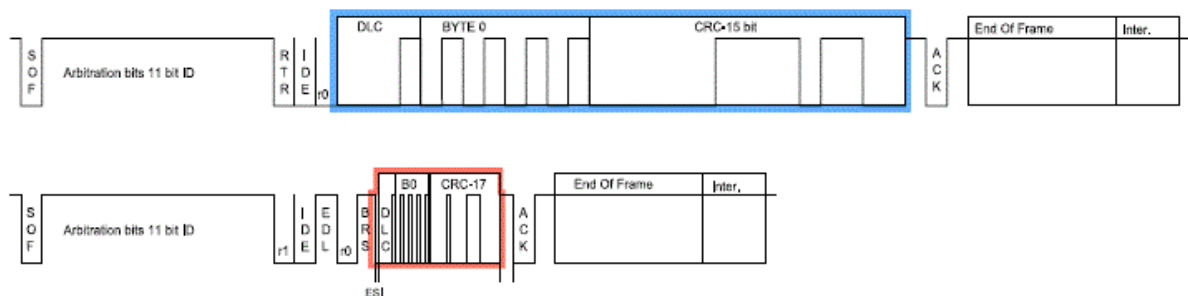
CAN-FD/EF

테스트와 검증을 위한 하드웨어

- 15k 논리소자를 갖춘 Altera Cyclone IV FPGA
- PCI-Express 물리 계층을 포함하는 FPGA
- 4 CAN 채널 CAN/CAN-FD/CAN-EF
- Galvanic isolation



고속 Data 위상



- 데이터 위상에서 5x Bit Rate
- 1 Byte 전송
- CAN 은 1 Mbit/s 에서 8 MHz 샘플로 작동
- CAN-FD 는 5 Mbit/s 에서 20 MHz 샘플로 작동
- CAN-FD 는 logic 에 대한 수요가 다소 적음

여러가지 비트 속도에서의 샘플 clock

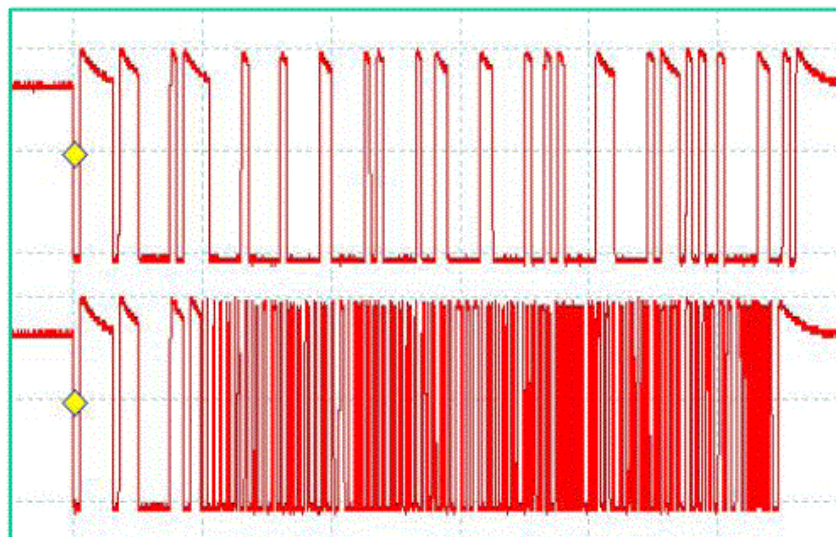
- Header 는 일반 비트에 대한 비트 정의입니다.
- 칼럼에서의 값은 이 비트 정의의 여러 가지 비트 속도들을 위한 필요한 샘플 클럭입니다.

Bit-rate Bit/s	CAN 8 Tq/ MHz	CAN 4 Tq/ MHz	CAN-FD 5 Tq/ MHz	CAN-FD 4 Tq/ MHz	CAN-FD 3 Tq/ MHz
62.5 k	0,500	0,250	0,312	0,250	0,187
125 k	1	0,500	0,625	0,500	0,375
250 k	2	1	1,250	1	0,750
500 k	4	2	2,500	2	1,500
1 M	8	4	5	4	3
2 M	16	8	10	8	6
3 M	--	--	15	12	9
4 M	--	--	20	16	12
5 M	--	--	25	20	15

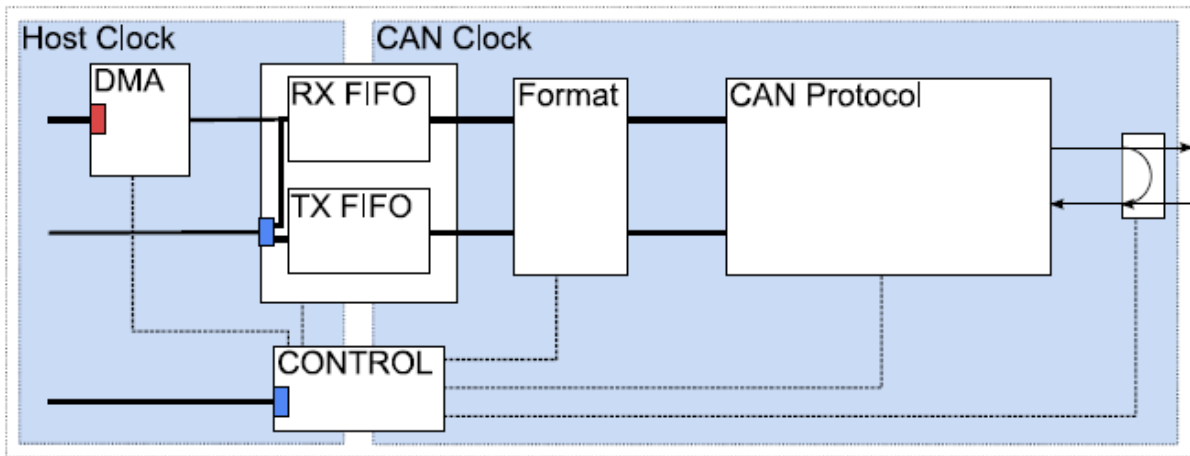
CAN-FD 를 사용하는 것이 CAN 비트 속도를 증가 시키는 것 보다 덜 복잡합니다.
유일한 문제는 8 byte 이상의 데이터를 사용하기 위한 소프트웨어 수정입니다.

비교

- 위 그래프는 0.5 Mbit/s 에서의 8 Byte CAN 입니다.
- 아래 그래프는 4 Mbit/s 에서의 64 byte 입니다. CRC 가 더 짧기 때문에 시간이 더욱 짧습니다.

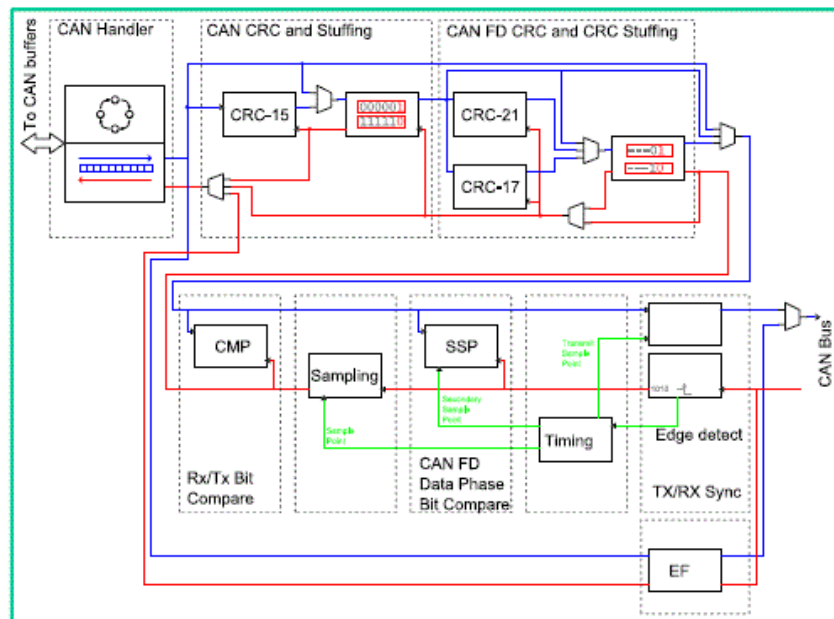


FPGA 의 CAN 채널들, 4 개중 하나에 대한 블록 도표



■ Master ■ Slave

Bit-logic 도표



- 파란색 : TX-bit 경로
- 빨간색 : RX-bit 경로
- 초록색 : 고속 clock

CAN-FD 를 위해 추가된 로직

- CRC-17 과 CRC-21
- CRC-17 과 CRC-21 을 위한 특수 Stuffing
- SSP (제 2 의 샘플 포인트)
- Error logic 비표시
- 로직을 통하여 정확한 비트 경로를 선택하기 위한 추가 제어 로직



여러 가지 DLC-coding

DLC	CAN Bytes	CAN-FD Bytes	CAN-FD CRC-
0-8	0-8	0-8	17
9	8	12	17
10	8	16	17
11	8	20	21
12	8	24	21
13	8	32	21
14	8	48	21
15	8	64	21

- 기존의 CAN 은 항상 CRC-15 를 갖게 됩니다.
- 기존 CAN 에서 원격 요청은 임의의 DLC 에 대해 항상 0 바이트의 데이터를 갖습니다.
- CAN-FD 는 CRC-bits 에서 다른 stuffing 을 갖습니다.

Logic 에서의 다른 선택들

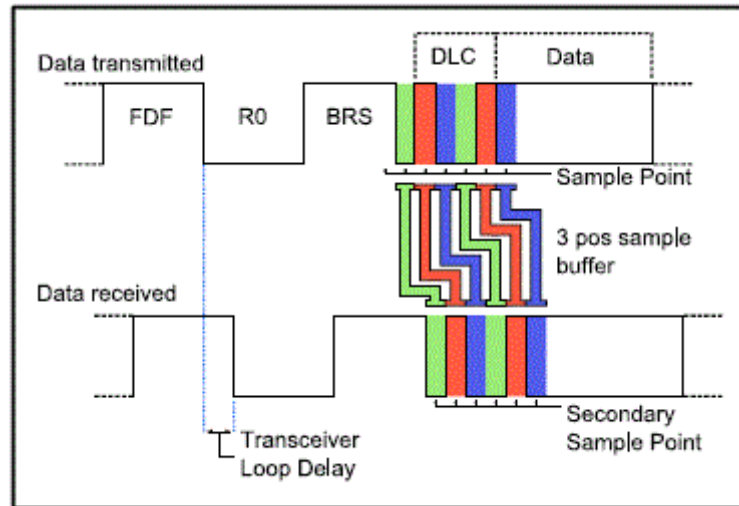
- 11 비트 또는 29 비트 ID
- 원격 요청을 포함한 DLC 의 사용
- 빠른 비트 속도 사용
- SSP 의 사용
- CRC 의 사용
- Stuffing 의 사용

CRC 와 stuffing

- 기존의 CAN 은 CRC-15 다음에 stuffing 을 합니다
- CAN-FD 는 CRC-17/21 전에 stuffing 을 합니다
- CAN-FD 는 CRC 의 특수한 stuffing 을 갖습니다

제 2 의 샘플 포인트, SSP

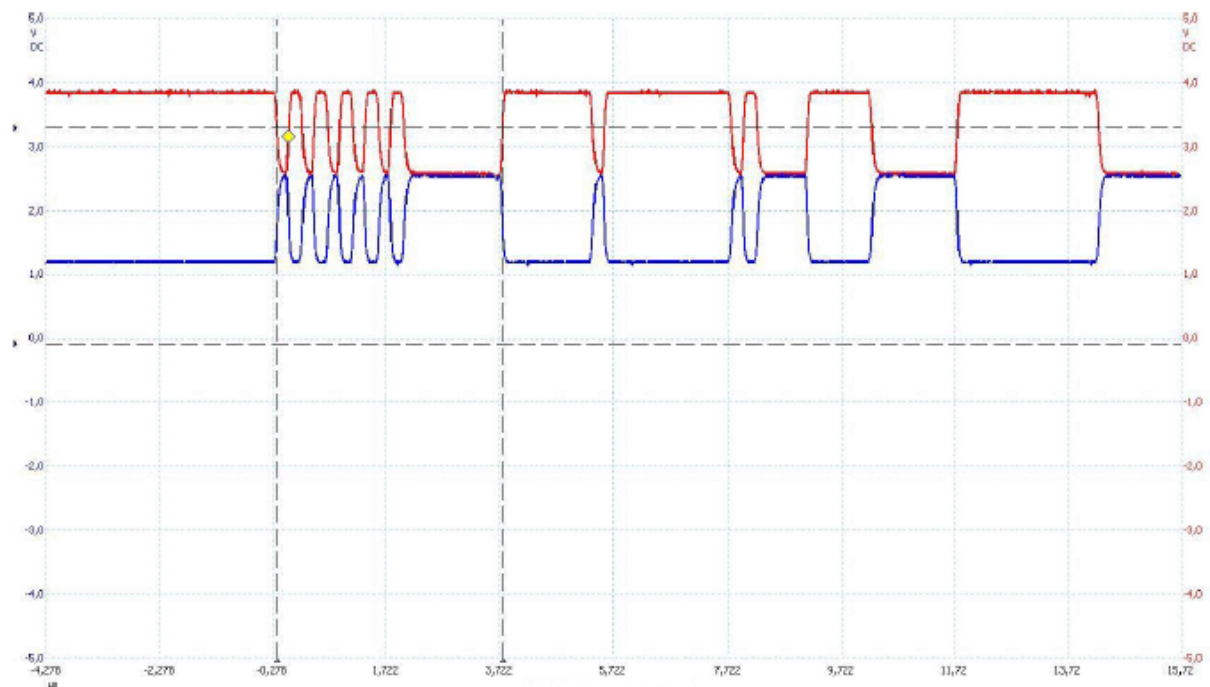
- 데이터 속도로 비트를 전송할 때 bit-error 확인을 위해 사용
- 트랜시버가 측정되는 이후부터 loop 지연
- Bit match 는 측정에 따라 지연



CAN-EF

- 기존의 CAN 을 보완
- CAN 과 CAN-FD 의 중간 단계
- 기존의 CAN 과 CAN-FD 와 함께 사용 가능

CAN-EF 솔루션





CAN-EF 의 효용성

- CAN-FD 는 기존의 CAN 과 호환이 되지 않음
- CAN-EF 는 기존의 CAN 시스템 안에서 대역폭을 늘림
- 향상된 CAN-EF 의 CRC 는 기존의 CAN 메시지들도 포함
- 현재 사용하고 있는 CAN 제품들에 대한 제한적인 영향
- 진단 툴들은 이전의 비트 속도를 유지할 수 있으며, 제어 응용들은 더 빠른 CAN-EF bit 속도에서 실행됩니다
- CANopen 은 변경됨이 없이 더 넓은 대역폭의 CAN-EF 활용
- 기존의 CAN 을 CAN-EF 를 통해 단계적으로 CAN-FD 로 이동