

자동 정밀타격 포탑

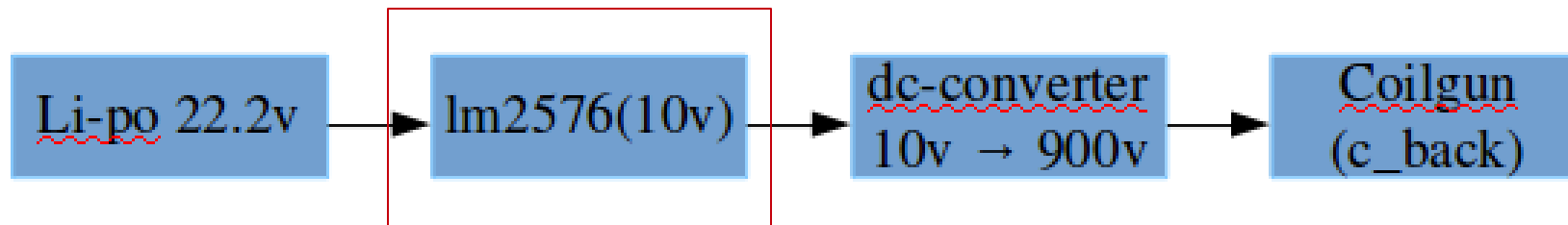
- 팀장 : 김동혁
- 팀원 : 이동훈
- 김왕배
- 정범수

역할 분담(1차 시기)

- 동혁 (팀장) : CAN/Networks server, 기구(몸체) 설계, 통신
- 왕배 : (레일건) 회로제작 및 실험, MCU, FPGA
- 범수 : FPGA(Lidar, 절대엔코더), MPU (기구 수평)
- 동훈 : (레이저) 제작 및 실험, MCU, 제어기(속도), 기구 설계)

(+a

코일건



8.2.2 Adjusted Output Voltage Version

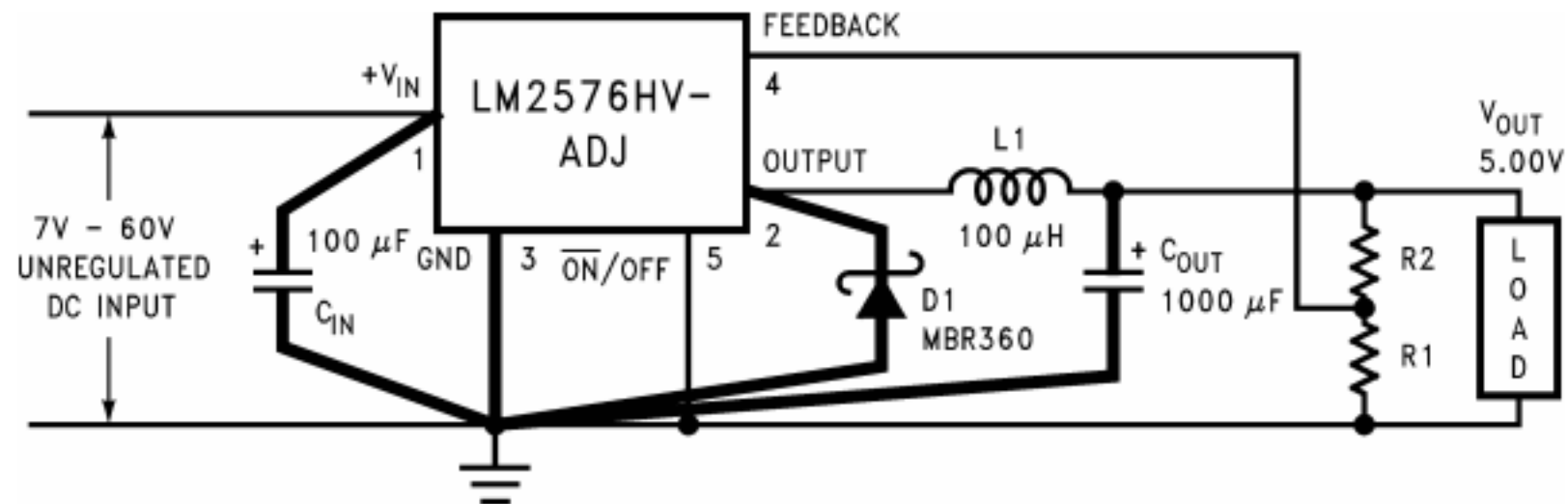


Figure 32. Adjustable Output Voltage Version

8.2.2.1 Design Requirements

Table 2 lists the design parameters of this example.

Table 2. Design Parameters

DESIGN PARAMETER	EXAMPLE VALUE
Regulated Output Voltage, V_{OUT}	10 V
Maximum Input Voltage, $V_{IN}(\text{Max})$	25 V
Maximum Load Current, $I_{LOAD}(\text{Max})$	3 A
Switching Frequency, F	Fixed at 52 kHz

8.2.2.2 Detailed Design Procedure

8.2.2.2.1 Programming Output Voltage

Select R_1 and R_2 , as shown in Figure 32.

Use Equation 5 to select the appropriate resistor values.

$$V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \quad \text{where } V_{REF} = 1.23\text{V}$$

R_1 can be between 1k and 5k. (For best temperature coefficient and stability with time, use 1% metal film resistors)

$$R_2 = R_1 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

$$V_{OUT} = 1.23 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \quad \text{Select } R_1 = 1\text{k}$$

$$R_2 = R_1 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right) = 1\text{k} \left(\frac{10\text{V}}{1.23\text{V}} - 1 \right)$$

$$R_2 = 1\text{k} (8.13 - 1) = 7.13\text{k}, \text{ closest 1\% value is } 7.15\text{k}$$

8.2.2.2.2 Inductor Selection (L1)

1. Calculate the inductor Volt • microsecond constant, $E \cdot T$ ($\text{V} \cdot \mu\text{s}$), from Equation 8:

$$E \cdot T = (V_{IN} - V_{OUT}) \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \cdot \frac{1000}{F (\text{in kHz})} (\text{V} \cdot \mu\text{s}) \quad (8)$$

Calculate $E \cdot T$ ($\text{V} \cdot \mu\text{s}$)

$$E \cdot T = (25 - 10) \cdot \frac{10}{25} \cdot \frac{1000}{52} = 115 \text{ V} \cdot \mu\text{s} \quad (9)$$

2. Use the $E \cdot T$ value from the previous formula and match it with the $E \cdot T$ number on the vertical axis of the Inductor value selection guide shown in Figure 31.

$$E \cdot T = 115 \text{ V} \cdot \mu\text{s}$$

3. On the horizontal axis, select the maximum load current.

$$I_{LOAD}(\text{Max}) = 3 \text{ A}$$

4. Identify the inductance region intersected by the $E \cdot T$ value and the maximum load current value, and note the inductor code for that region.

$$\text{Inductance Region} = \text{H150}$$

5. Identify the inductor value from the inductor code, and select an appropriate inductor from the table shown in Table 4. Part numbers are listed for three inductor manufacturers. The inductor chosen must be rated for operation at the LM2576 switching frequency (52 kHz) and for a current rating of $1.15 \times I_{LOAD}$. For additional inductor information, see Inductor Selection.

$$\text{Inductor Value} = 150 \mu\text{H}$$

Choose from AIE part #415-0936, Pulse Engineering part #PE-531115, or Renco part #RL2445.

8.2.2.2.3 Output Capacitor Selection (C_{OUT})

1. The value of the output capacitor together with the inductor defines the dominate pole-pair of the switching regulator loop. For stable operation, the capacitor must satisfy:

$$C_{OUT} \geq 13,300 \frac{V_{IN}(\text{Max})}{V_{OUT} \cdot L (\mu\text{H})} (\mu\text{F})$$

2. yields capacitor values between 10 μF and 2200 μF that satisfies the loop requirements for stable operation. But to achieve an acceptable output ripple voltage, (approximately 1% of the output voltage) and transient response, the output capacitor may need to be several times larger than yields.

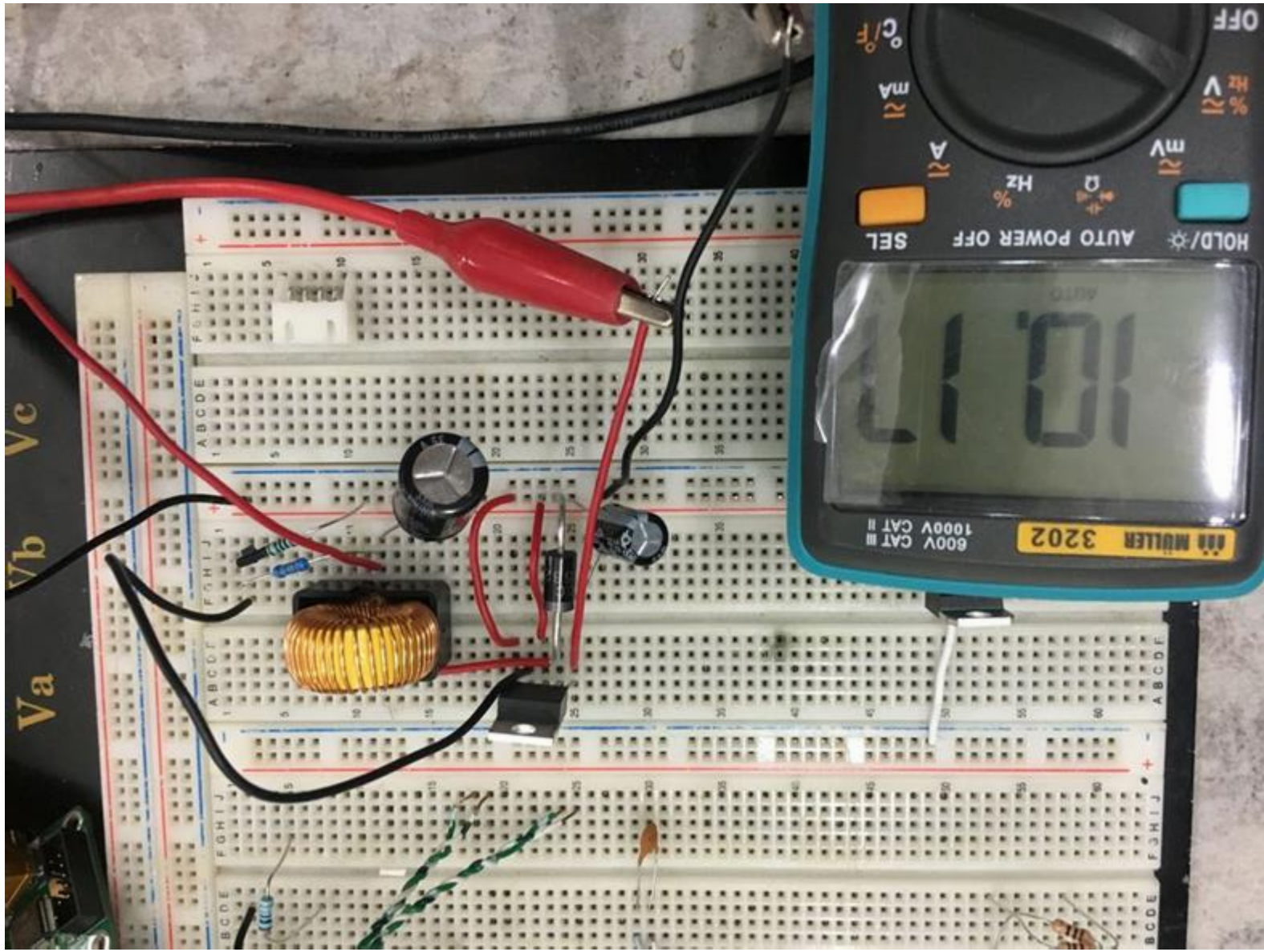
$$C_{OUT} > 13,300 \frac{25}{10 \cdot 150} = 22.2 \mu\text{F}$$

3. However, for acceptable output ripple voltage select

$$C_{OUT} \geq 680 \mu\text{F}$$

$$C_{OUT} = 680 \mu\text{F electrolytic capacitor}$$

4. The capacitor's voltage rating must be at least 1.5 times greater than the output voltage. For a 10-V regulator, a rating of at least 15 V or more is recommended. Higher voltage electrolytic capacitors generally have lower ESR numbers, and for this reason it may be necessary to select a capacitor rate for a higher voltage than



100
106.667

50.0
100.000

53.334
106.667

Trip Zone Source

- ☐ Enable TZ1 as a one-shot trip source
- ☐ Enable TZ2 as a one-shot trip source
- ☐ Enable TZ3 as a one-shot trip source
- ☐ Enable TZ4 as a one-shot trip source
- ☐ Enable TZ5 as a one-shot trip source
- ☐ Enable TZ6 as a one-shot trip source

Trip Zone Interrupt Grouping

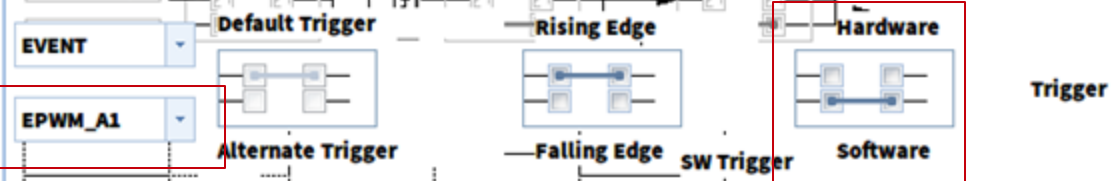
- ☐ Enable Digital Comparator Output A Event :
- ☐ Enable Digital Comparator Output A Event :
- ☐ Enable Digital Comparator Output B Event :
- ☐ Enable Digital Comparator Output B Event :
- ☐ Enable Trip Zone One Shot
- ☐ Enable Trip Zone Cycle By Cycle

ADC1 Group 1 Configuration

FiFo Size: 16
Data Resolution: 12_BIT

☐ Enable Channel Id in Conversion Results
☒ Enable Continuous Conversion

ADC1 Group 1 Trigger



eTPWM Interrupt Event Selection

Event Select: NO_EVENT
Interrupt Period: 1

SOC Interrupt Event Selection

☒ Enable the ADC SOCA ☐ Enable the ADC SOCB

SOCASEL: CTR_ZERO SOCBSSEL: DCBEVT1
SOCAPRD: 1 SOCBCPRD: 1



adcTest:CIO

cVolt = 225.078568

buf[0] = 923 buf[1] = 942 buf[2] = 931 buf[3] = 936 buf[4] = 939 buf[5] = 920 buf[6] = 927 buf[7] = 931 buf[8] = 934 b

cVolt = 225.078568

buf[0] = 942 buf[1] = 931 buf[2] = 936 buf[3] = 939 buf[4] = 920 buf[5] = 927 buf[6] = 931 buf[7] = 934 buf[8] = 931 b

cVolt = 225.078568

☑️ 물품 구매

[Hide completed items](#)[Delete](#)

100%

- ✓ 커패시터
- ✓ 전원선
- ✓ 트랜스포머 //제작실패
- ✓ dc-dc 1200v x8
- ✓ adc - 저항 2M, 6.69k
- ✓ 총열 보빈
- ✓ 애나멜선
- ✓ 총열
- ✓ lm2576 + 주변회로 //in 22.2v out 10v
- ✓ 레이저

Add an item

☑️ 할일

[Hide completed items](#)[Delete](#)

60%

- ✓ dcdc 케이스 제작
- ✓ 코일건 테스트 1. 충전시간 //dc 컨버터 8개 기준
- ☐ 코일건 테스트 2. 사격거리, 총열길이, 정확성 test // 휴대성
- ✓ 코일건 테스트 3. adc로 충전전압 읽기 /// 아두이노로 먼저 해볼것!!
- ✓ 이동평균 구현
- ☐ pwm 으로 dc컨버터 처음 on 시에 서지 개선// 포토커플러 구매후 test
- ✓ lm2576 10v 출력 test
- ✓ e-뱅크 충전 test // lm-2576 이용
- ☐ adc 계수 보정하기
- ☐ gpio pin scr trigger test

기구부

회로도 설계 시 주의 한점

Pwm의 주파수와 통신 속도를 고려하여 각각의 주파수에서도 동작할 만한 소자들을 선정.

다른 DCDC 컨버터의 GND들 끼리 또는 디지털 단과 아날로그 단의 GND가 서로의 GND에 영향이 가지 않도록 사이에 비드 설치

장거리 통신 선의 경우 커플링 실드 선을 쓰고 실드를 FRAME ground로 연결

Floating 상태가 되지 않도록 일부 핀에는 풀업이나 풀 다운 저항을 달음

MCU1 회로도

각 종 트리거 및 FET ON/OFF

레벨 시프터로 5V신호를 3.3V로 down

레벨 시프터와 버퍼로 3.3V신호를 5V 그 이상 신호로 up

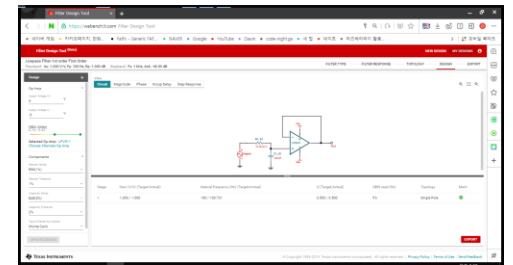
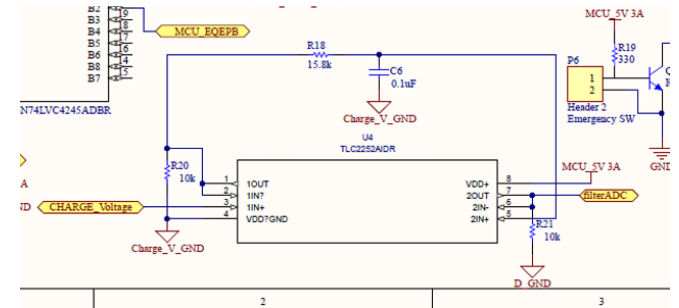
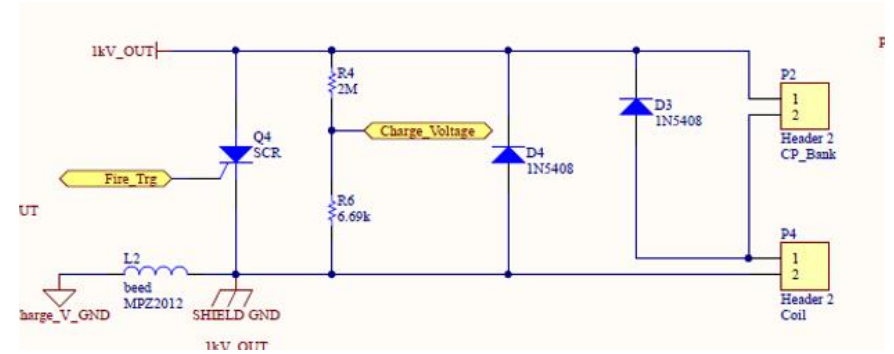
MCU전원 Regulator와 디바이스 전원 UBEC를 따로
둠

MCU가 직접 고장 날 가능성을 줄임

MCU1 회로 작성시 발생한 문제 및 개선

1. ADC

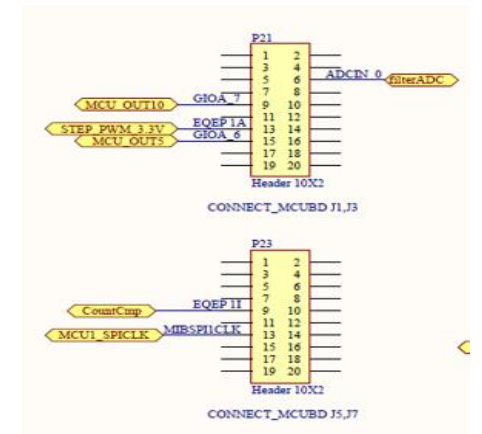
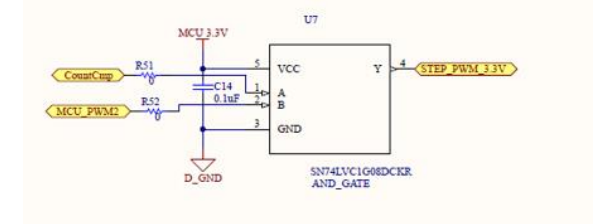
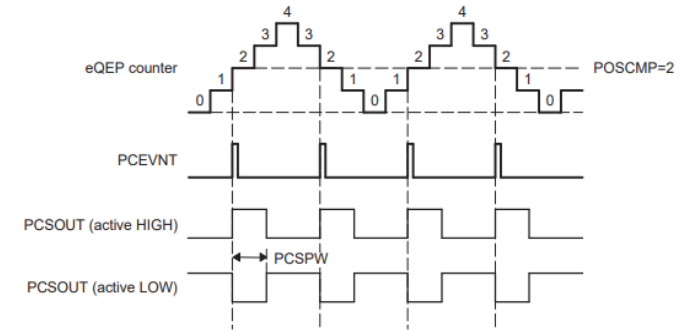
- ADC 노이즈를 줄이고 aliasing을 방지하기 위해 필터를 달 필요가 있었다.
- 단순히 수동필터를 달 경우 전압 분배 저항 인해 저항 값이 달라져 cut-off 주파수가 달라진다.
- 그러므로 능동 필터를 설계할 필요가 있었다.
- Ti의 Filter designer를 이용하여 능동 필터를 설계하였다.
- 추가적인 이점으로 1kV GND와 MCU1의 GND를 분리할 수 있었다.

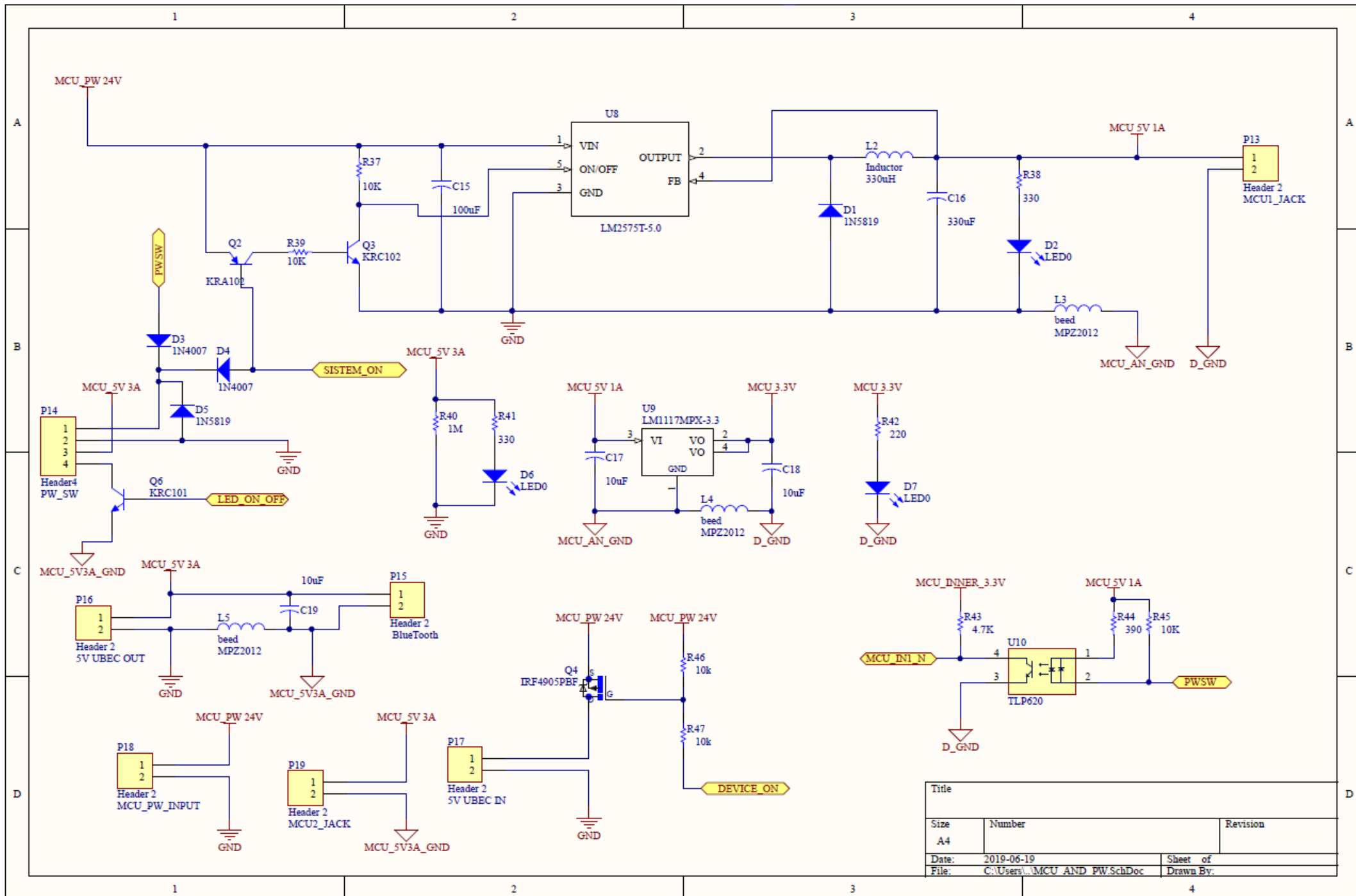


MCU1 회로 작성시 발생한 문제 및 개선

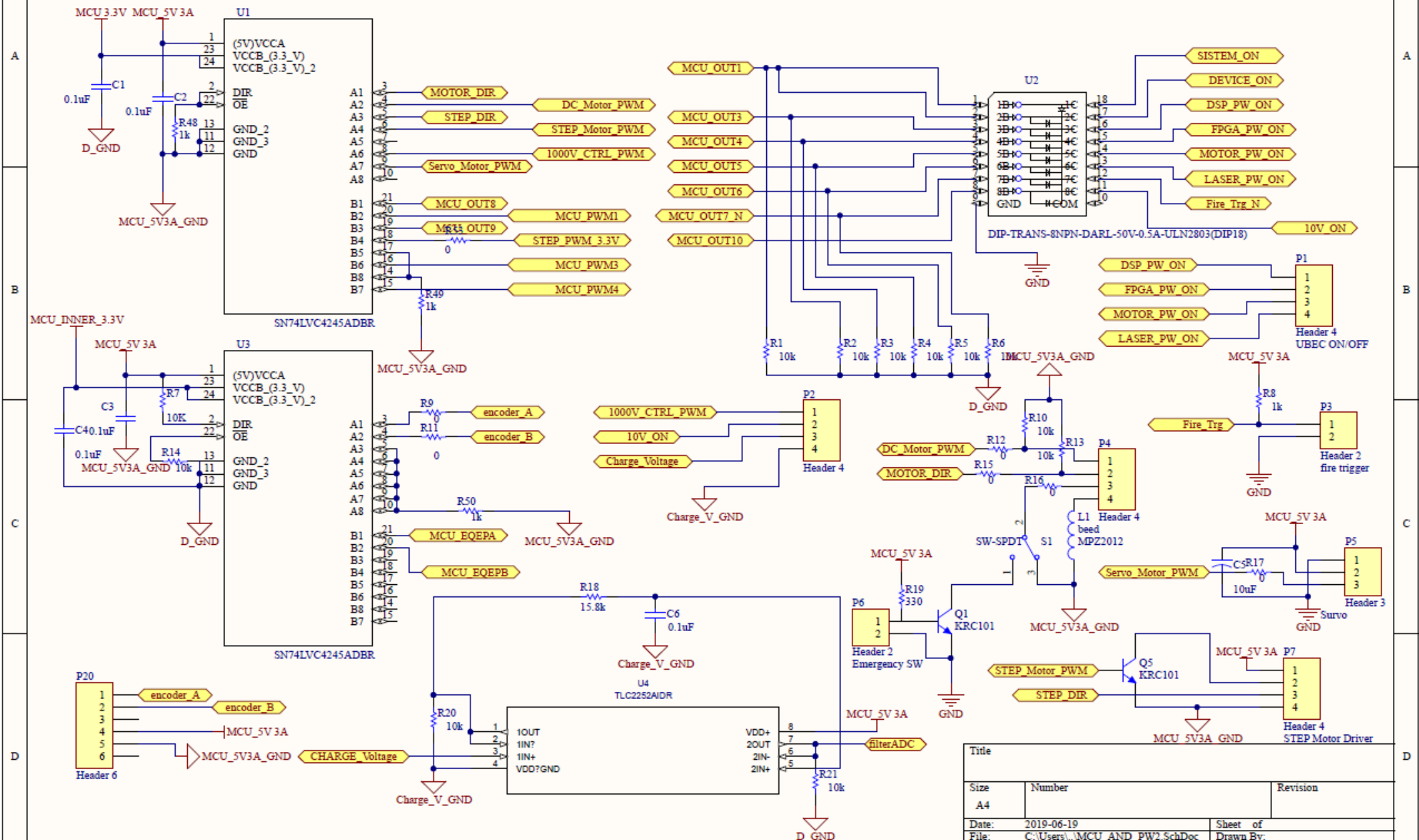
- 2. STEP 모터 동작
- STEP 모터는 펄스 수에 따라 회전 개수를 정한다.
이를 통해 위치 제어를 할 수 있다.
- 펄스 수를 측정하기 위해서 ePWM포트를
EQEP포트에 연결하여 up_counter를 쓰면 되는데
문제는 eQEP를 읽어오는데 시간이 걸려서 정확한
펄스 수를 맞추기 힘들다.
- eQEP의 Position-Compare기능을 통해 원하는
펄스 카운트 수에 위치 했을때 Low pulse를
내보내게 하고 이를 ePWM신호와 같이 and 논리
소자를 거치게 하면 Step 모터로 가는 pwm 신호가
0이 되어 모터가 멈추게 된다.

Figure 34-13. eQEP Position-compare Event Generation Points





디지털 소자 전원 안정 0.1uF 커패시터는 VCC에 2mm 이내로 배치



MCU1개를 사용할 때는 3,4번을 OFF하고 1,2번은 ON하세요.
MCU2개를 사용할 때는 3,4번을 ON하고 1,2번은 OFF하세요.
스위치의 ON/OFF 변경은 전원이 꺼진 상태에서 하세요.

Title		
Size	Number	Revision
A4		
Date:	2019-06-19	Sheet of
File:	C:\Users\MCU AND PW3\SchDoc	Drawn By:

MCU2 회
로도

MCU1과 SPI통신

MPU9250 INT신호와
I2C 데이터를 수신

Power 보드

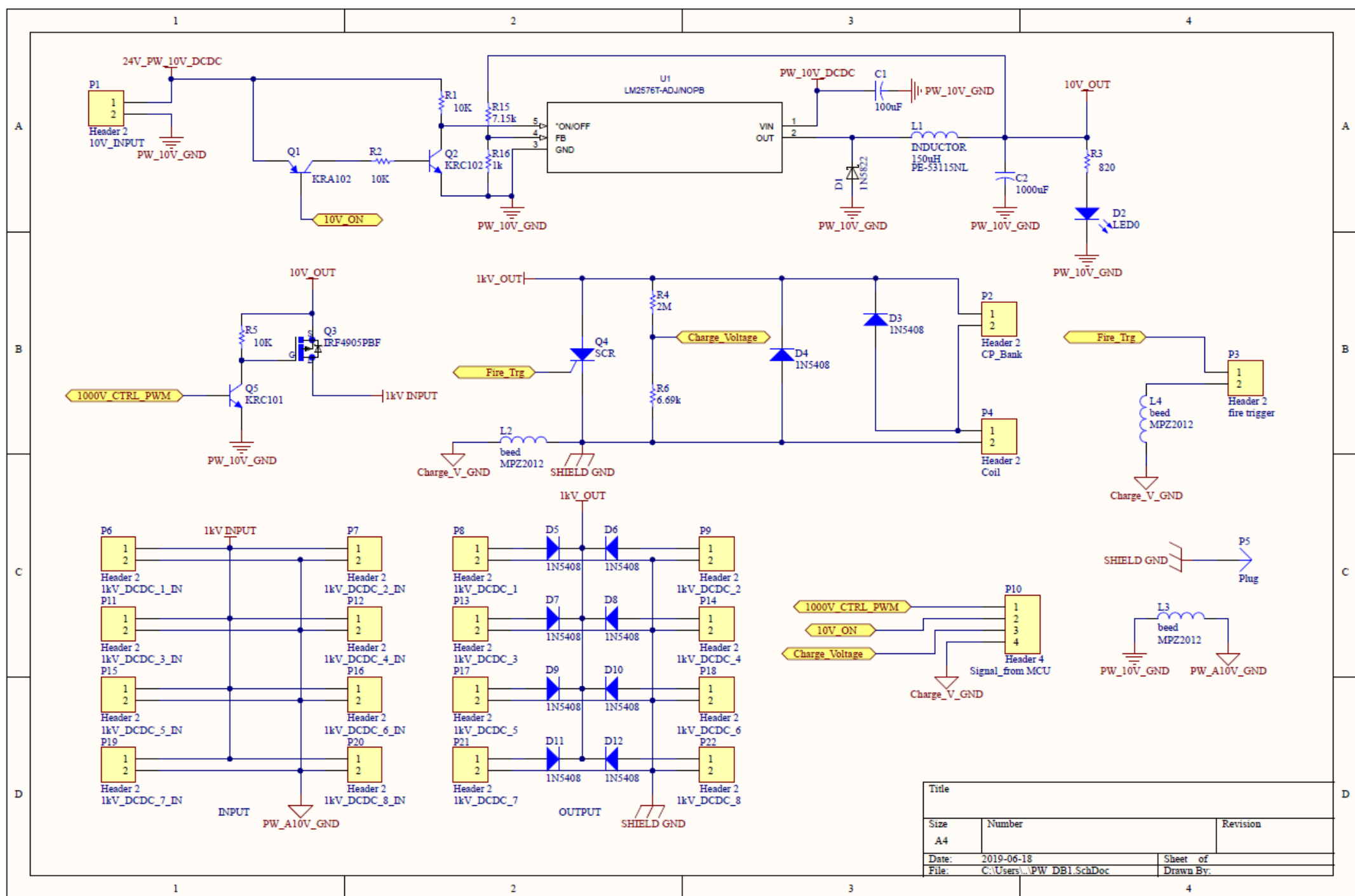
각종 파워를 FET로 제어

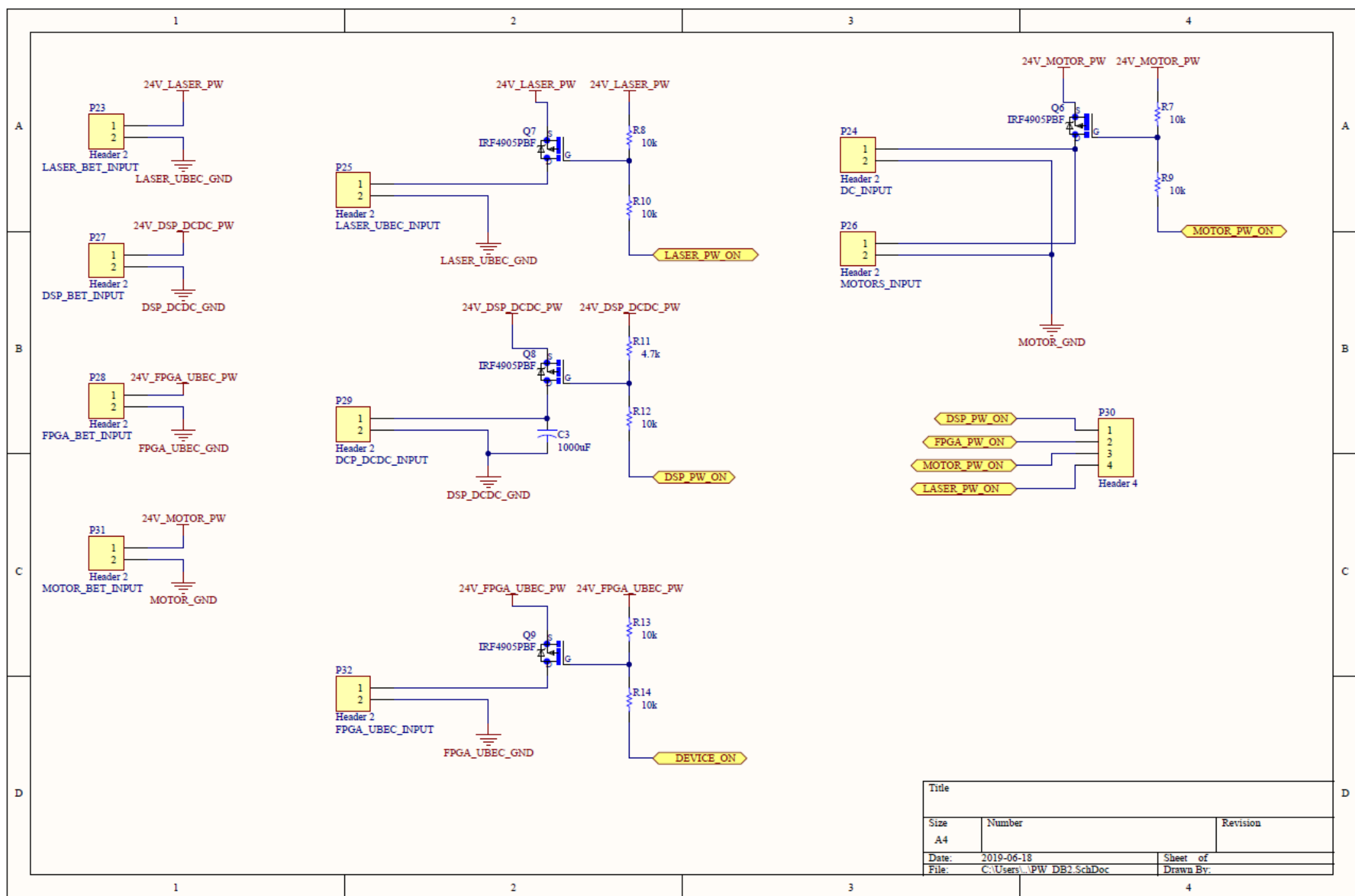
코일건의 방전회로

1kV 컨버터의 10V입력 PWM으로 제어하여 surge에 의한 충격을 줄임

뱅크의 입력 전압을 ADC로 측정

전압이 낮은 1kV 컨버터로 전류가 역으로 흐르는 것을 방지하기 위하여 출력단에 다이오드 설치





Title		
Size	Number	Revision
A4		
Date:	2019-06-18	Sheet of
File:	C:\Users\...PW_DB2.SchDoc	Drawn By.

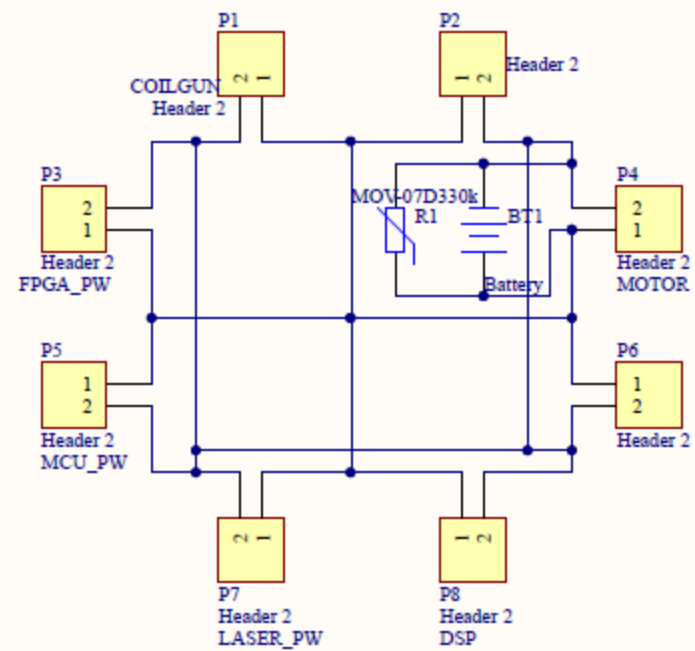
분배보드

드론의 분배보드를 사용

모터 입력의 경우 최대한 배터리 근처에 배치

FPGA, MCU, DSP의 입력은 모터 입력에서 멀리 배치하여 노이즈 최소화

배터리 결합 시 Surge 방지방법으로
배터리 입력 근처에 MOS Varistor 설치

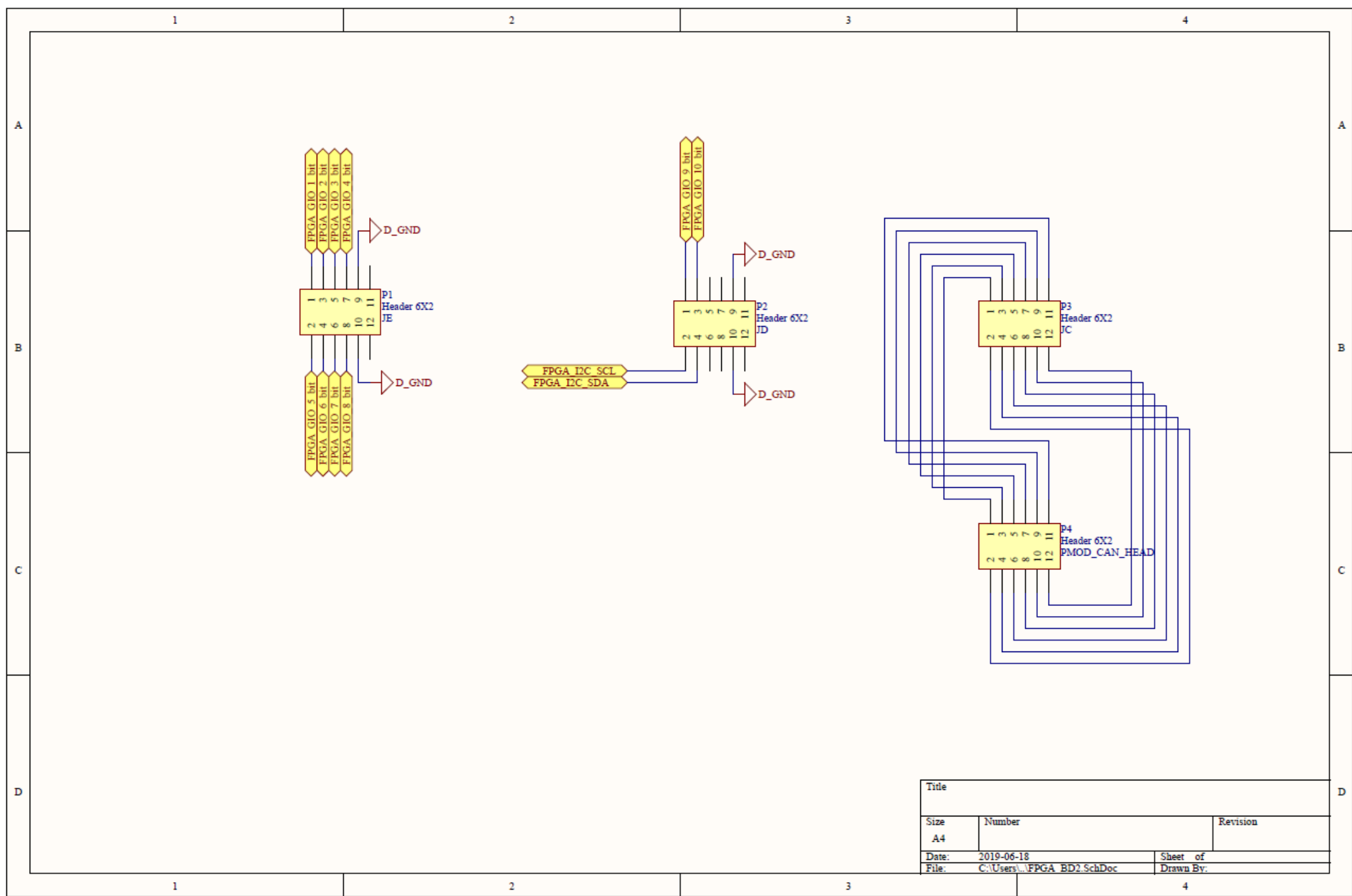


FPGA 보드

Absolute 엔코더 10bit 5V레벨 입력을
레벨 시프터로 3.3V로 낮추어 받음

Open collector 방식의 encoder
신호를 받기 위해서 풀업 저항 연결

I2C isolator를 통하여 5V 라이다 i2C
신호를 받음



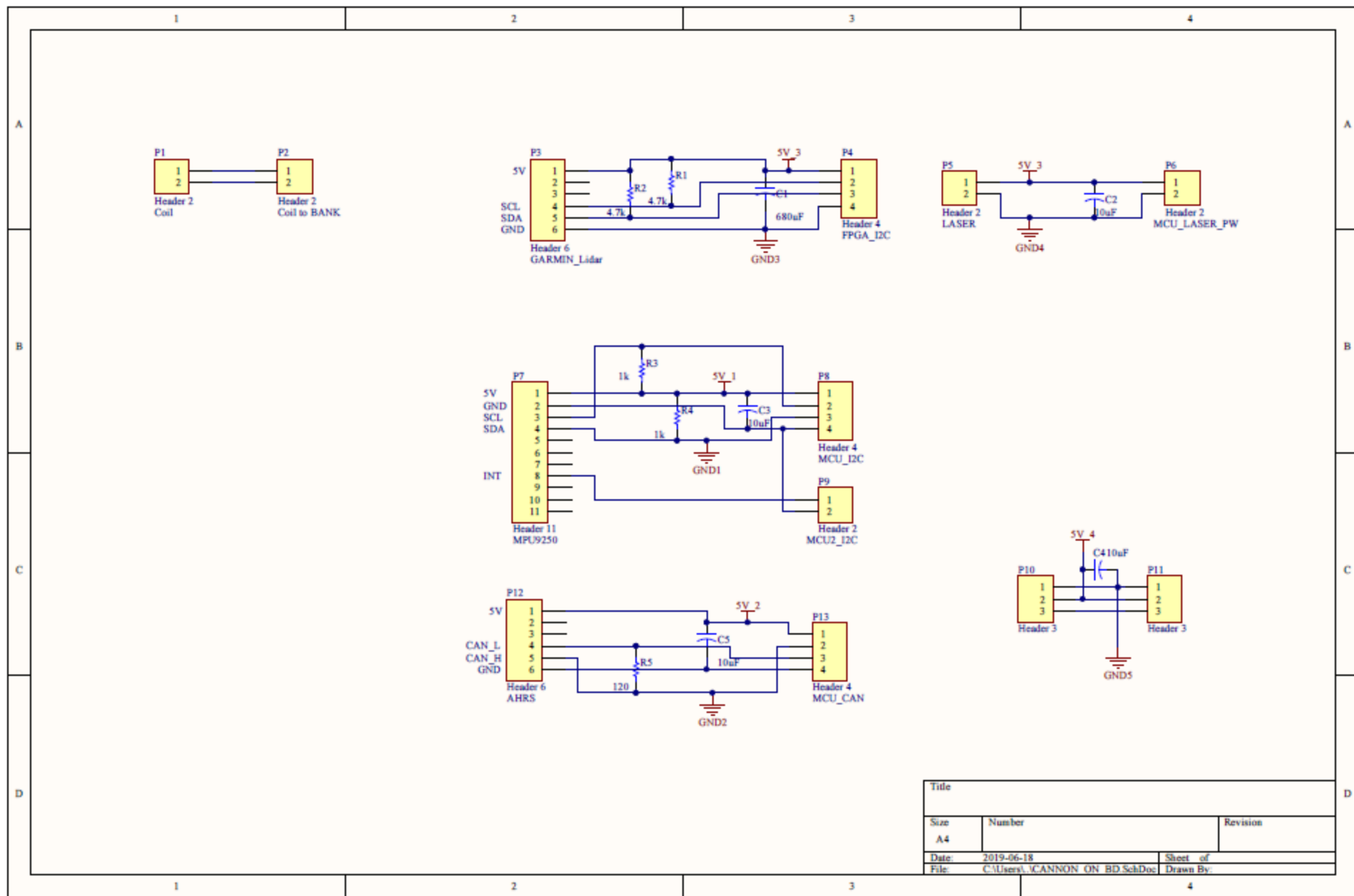
Title		
Size	Number	Revision
A4		
Date:	2019-06-18	Sheet of
File:	C:\Users\...FPGA BD2.SchDoc	Drawn By:

CANNON_ON
보드

캐논 위에 올라가는 보드.

ARHS, MPU가 설치되어 있음

코일과 Servo, Laser의 중간
다리 역할도 겸함



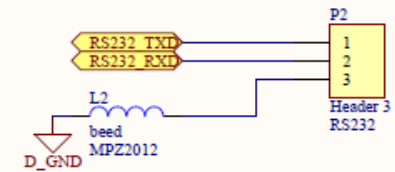
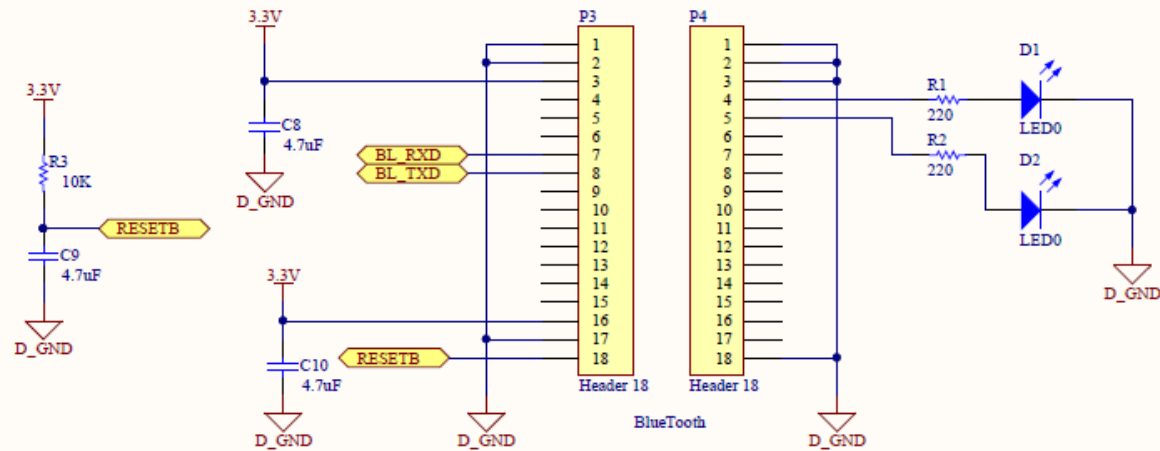
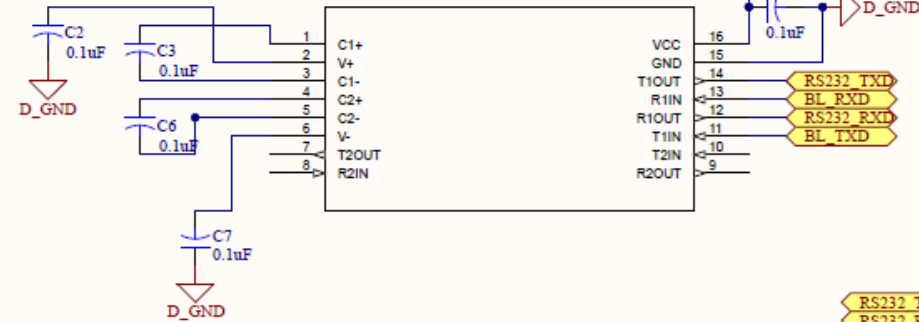
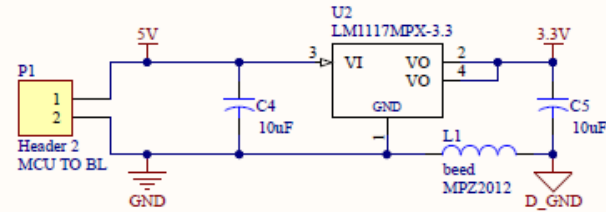
Bluetooth
보드

3.3V regulator

블루투스 전원 공급

Max3232로 uart

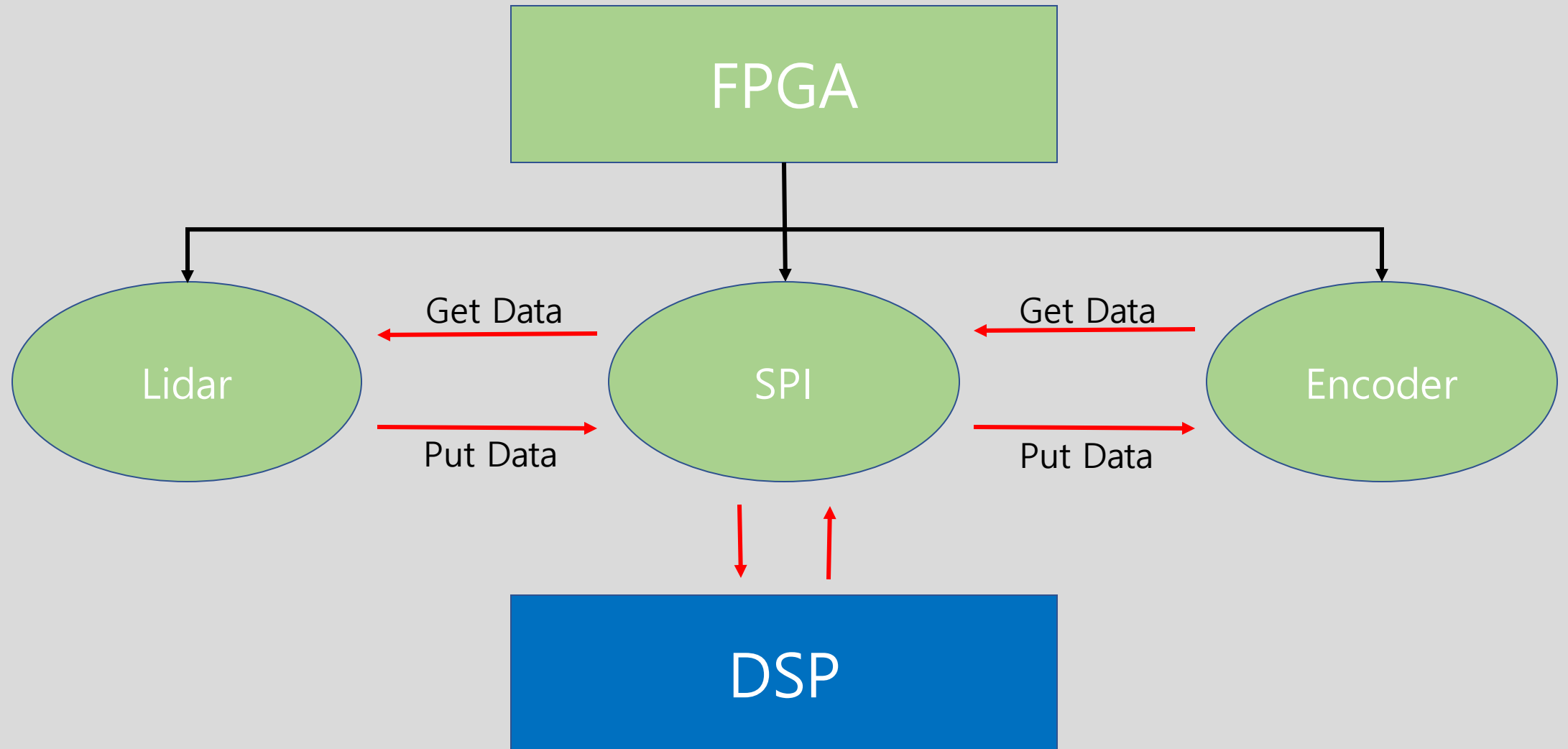
통신을 rs232로 변환



Title		
Size A4	Number	Revision
Date: 2019-06-18	Sheet of	
File: C:\Users\BL TH BD\SchDoc	Drawn By:	

FPGA

시스템 아키텍처



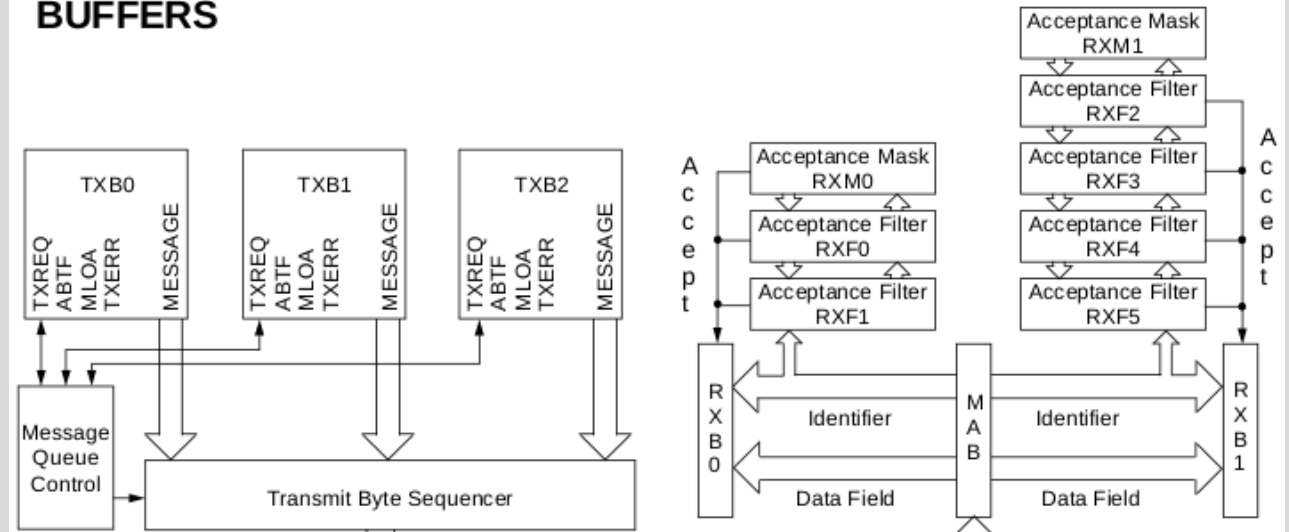
진행 상황

MCP25625

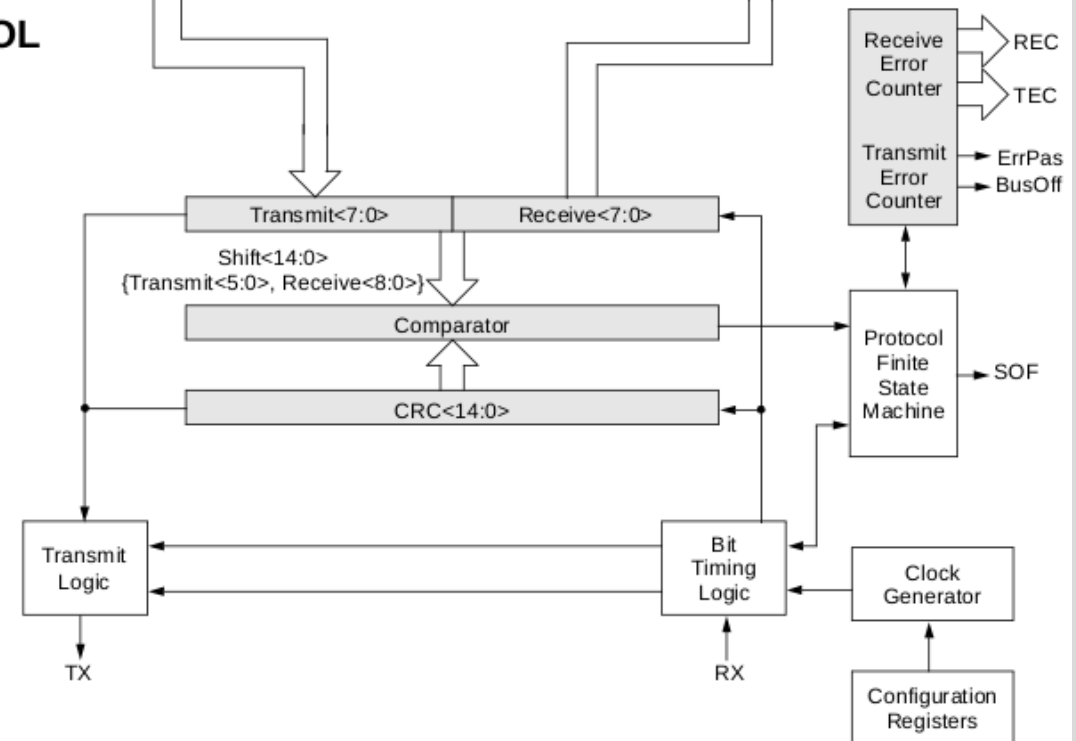
The CAN transceiver has two modes of operation:

- Normal mode
- Standby mode

BUFFERS



PROTOCOL ENGINE



MCP25625 <TX>

총 14BYTE

<TX>

1) 처음 1 BYTE는 TXBxCTRL 레지스터 (전송 조건 결정, 전송상태) TXREQ bit

2) 다음 5 BYTE는 Standard / Extended identifier 정보와 메시지 중재 정보

- TXBxSIDH: Standard identifier bits

- TXBxSIDL: Standard identifier bits / Extended identifier Enable

- TXBxEID8: Extended identifier bits

- TXBxEID0: Extended identifier bits

- TXBxDLC: DATA Length

3) 마지막 8 BYTE는 DATA

- TxBxDn

* TX interrupt를 사용하지 않기 때문에 CANINTE 레지스터의 TXxIE=0

* 송신 중 (TXREQ = 1) / 송신 가능 (TXREQ = 0)

* 전송 완료 시 TxxIF = 1

MCP25625 <RX>

<RX>

2개의 수신 버퍼가 있다. (각 수신 버퍼에는 필터가 있다)

세 번째 수신 버퍼 역할하는 MAB가 있다(수신된 모든 메시지를 어셈블한다.)

메세지는 수용필터 기준이 충족되는 경우에만 RXBx 버퍼로 전송된다.

- RXB0CTRLREG

RXM bit : 00 Mask, Filter OFF => receives any message.

RTR bit

BUKT bit : 1: RX0 다 차면 RX1에 쓴다.

FILHIT bit : 1=> Acceptance Filter1(RXF1) 0=> Acceptance Filter0(RXF0)

- RXBxSIDHREG (Standard identifier bits)

- RXBxSIDLREG (Standard identifier bits / Extended identifier Enable / Extended identifier bits)

- RXBxEID8REG (Extended identifier bits)

- RXBxEID0REG (Extended identifier bits)

- RXBxDLCREG (DATALENGTH)

RTR bit :

DLC bit :

- RXBxDnREG (DATABYTE)

- RXFxSIDHREG (Standard identifier Filter bits)

수신된 메세지의 standard식별자 부분의 비트<10:3>에 적용될 필터 비트를 보유

- RXFxSIDLREG (Standard identifier Filter bits / Extended Filter Enable)

- RXFxEID8REG (Extended identifier Filter bits)

- RXFxEID0REG (Extended identifier Filter bits)

MCU

Peripheral

MOTOR

etPWM

1. 회전판 DC
2. DC-DC TR
3. 각도 조절 STEP
4. 장전 SERVO

eQEP

1. 증분형 엔코더

TRIGGER

ADC

GPIO

1. DPS83630 PWR
2. DPS83630 Reset
3. Triggers
4. Task Check

통신

EMAC

Protocol : lwIP (UDP)

CNT

Degree

S

Data

Data

Data

Data

Data

Data

Data

Data

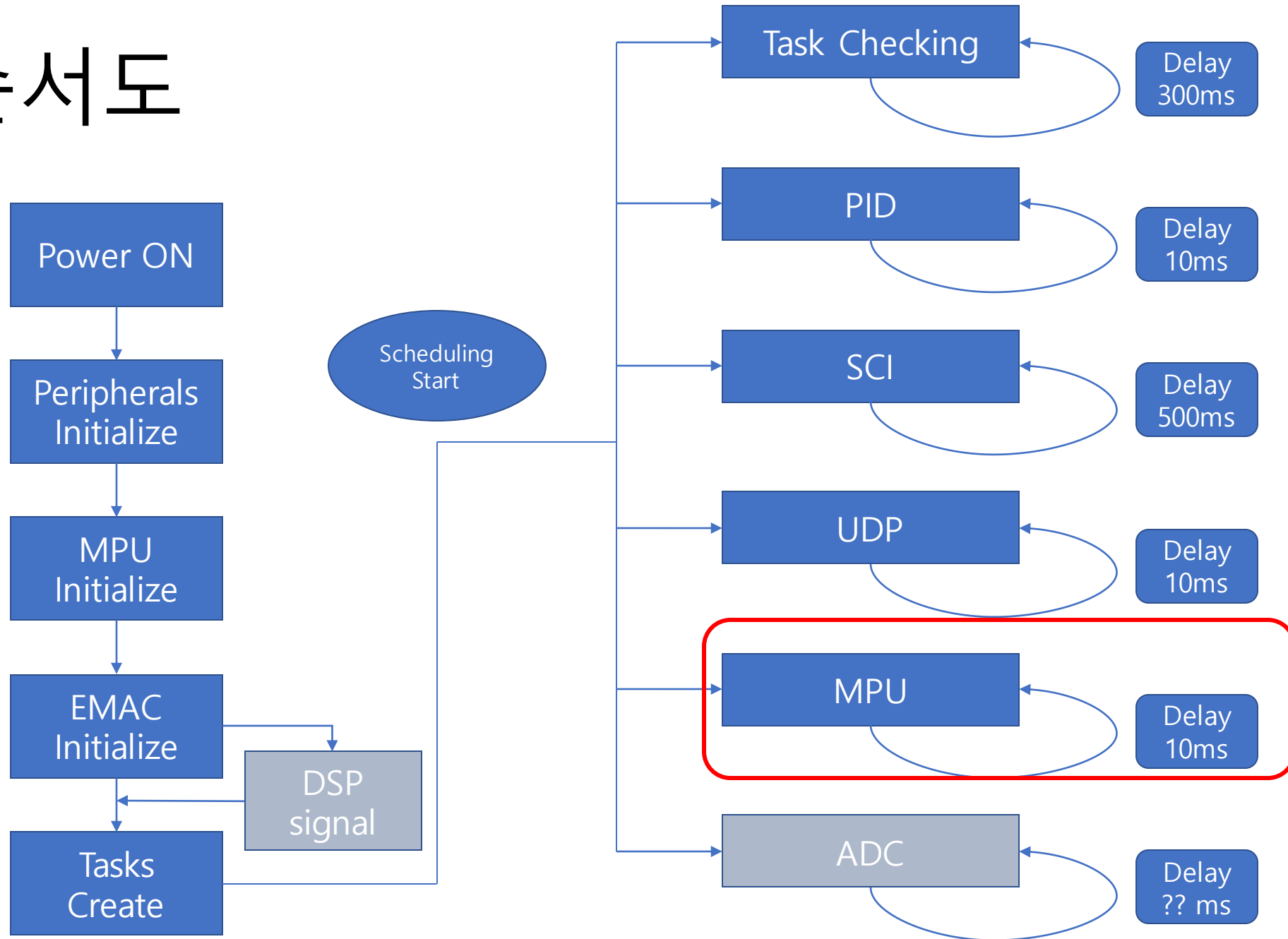
I2C

1. MPU9250

SCI

1. Debug

순서도

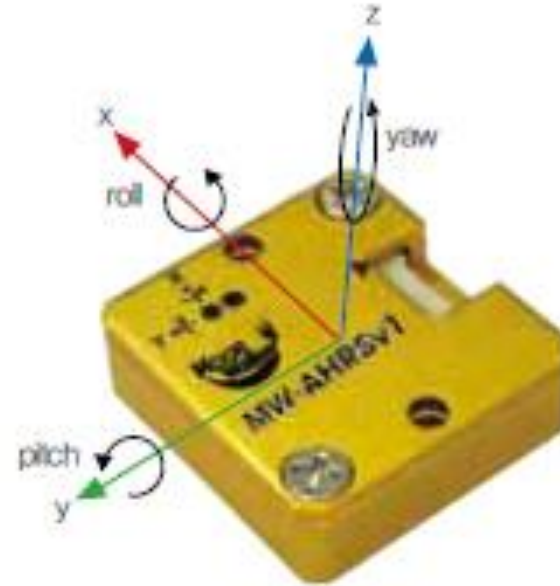


AHRSv1 (IMU 센서)



MPU9250

1. I2C 통신
2. MCU에서 값 계산, 보정
3. 데이터 측정 완료 시 인터럽트 날려줌



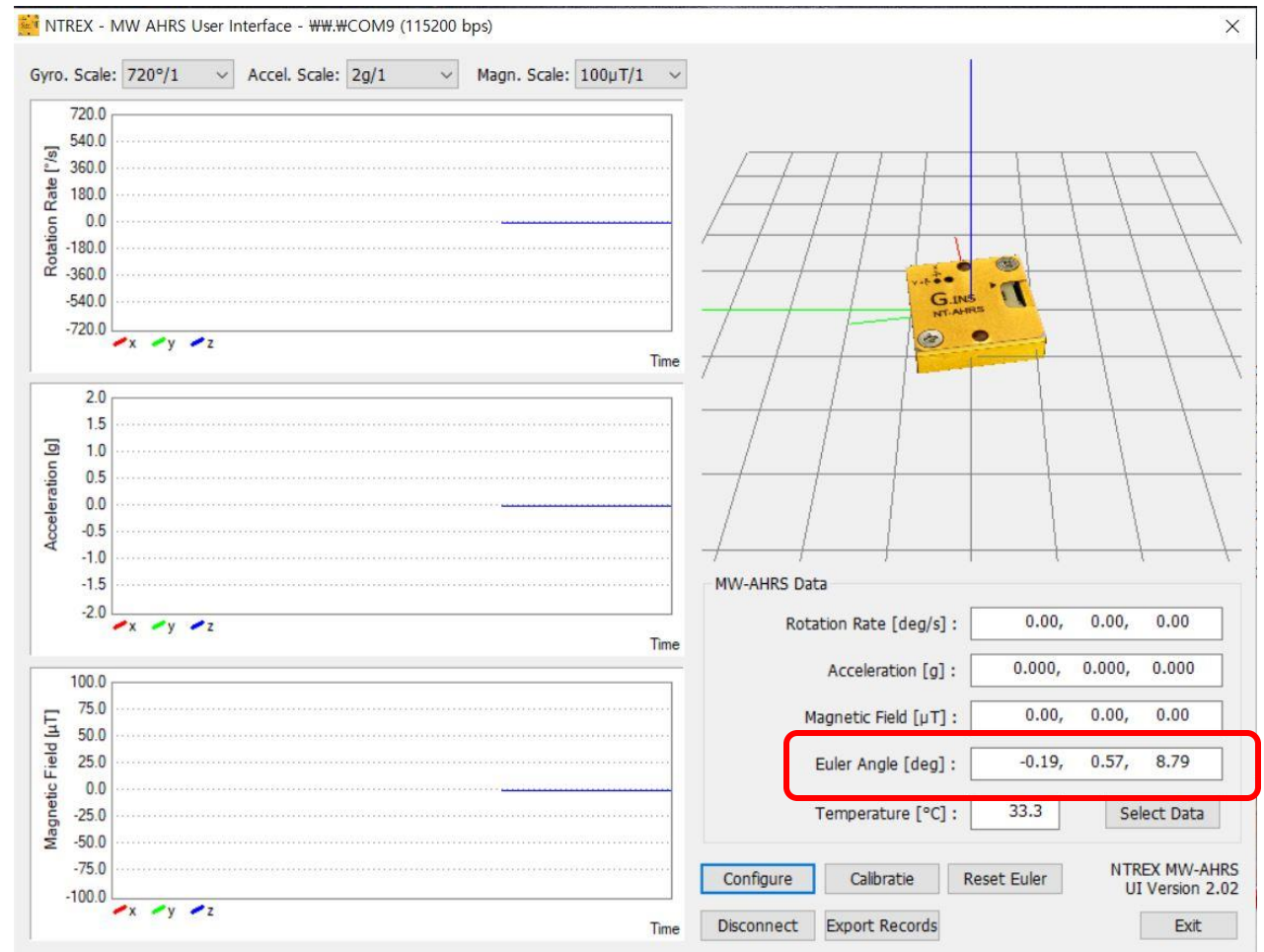
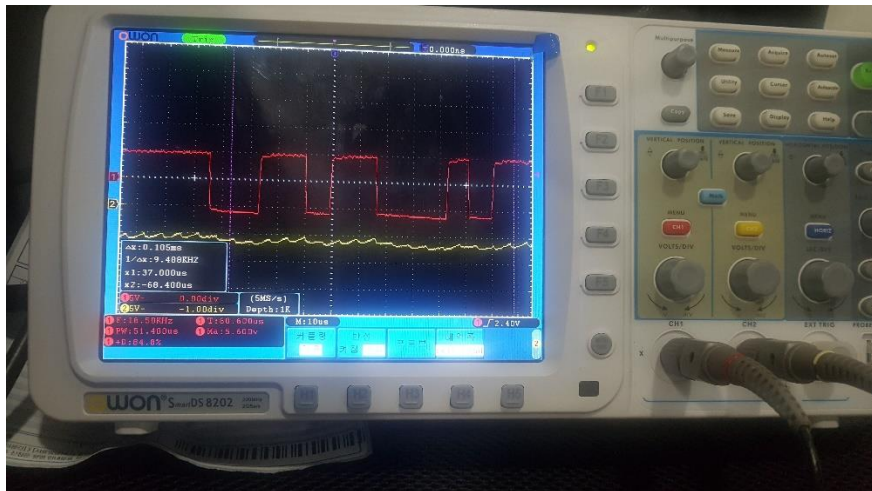
MW-AHRSv1 센서의 좌표계와 오일러각

AHRSv1

1. CAN or RS-232
2. 오일러각을 전송
3. 값이 비쌈

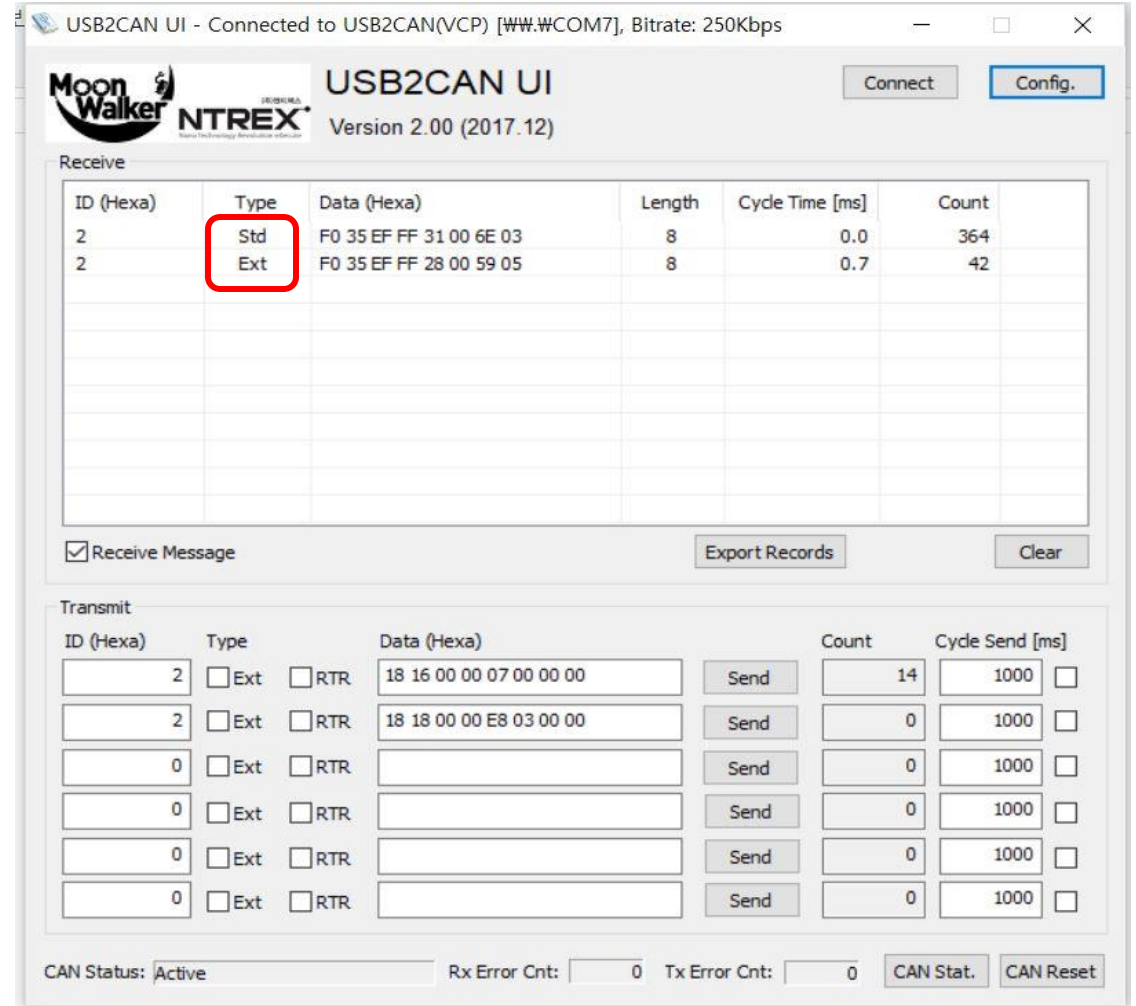
AHRSv1 test (PC to AHRS)

RS-232 동작 확인



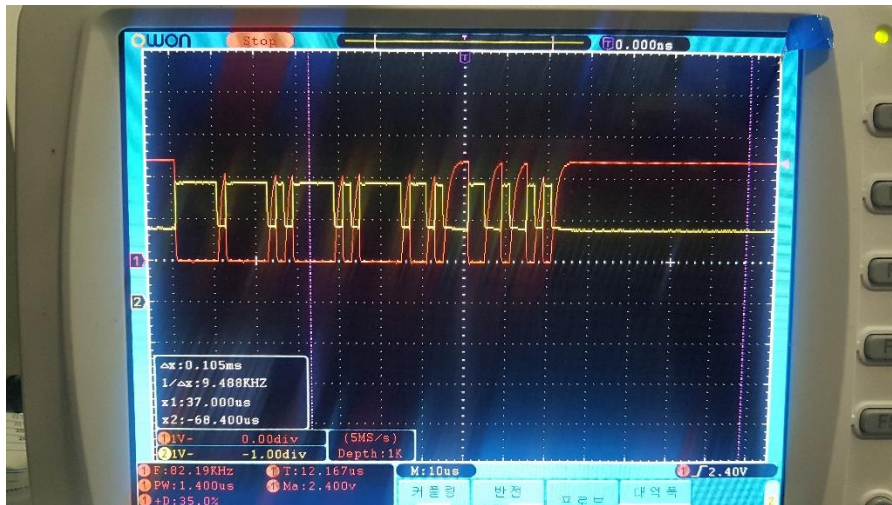
AHRSv1 test (PC to AHRS)

CAN 동작 확인



AHRSv1 test (MCU to AHRS)

CAN 동작 확인



```
HL_sys_main.c | HL_can.c | trgmmsg.c
85
86 enable_interrupt();
87
88 canInit();
89 printf("can initializing..\n");
90 canEnableErrorNotification(canREG2);
91
92 while(gioGetBit(gioPORTB, 4))
93 {
94     HL_sys_main.c, line 92 (main + 0x48) [H/W BP]
95 }
96
97 canTransmit(canREG2, canMESSAGE_BOX1, tx_data);
98 wait(1000);
99
100 canTransmit(canREG2, canMESSAGE_BOX1, tx_data2);
101 wait(1000);
102
103 for(;;)
104 {
105     gioToggleBit(gioPORTB, 6);
106 #if 0
107     if(canIsRxMessageArrived(canREG2, canMESSAGE_BOX2))
108     {
109         canGetData(canREG2, canMESSAGE_BOX2, rx_data);
110     }
111 }
```

Memor... 0xFFFF7DF30

Console

test_AHRS:CIO

rx_data :	f0	34	0	0	0	0	0
rx_data :	f0	33	ff	ff	2	0	ea
rx_data :	f0	34	0	0	0	0	1
rx_data :	f0	33	ff	ff	2	0	e4
rx_data :	f0	34	1	0	0	0	ff
rx_data :	f0	33	fa	ff	2	0	e4
rx_data :	f0	34	0	0	0	0	0
rx_data :	f0	33	ff	ff	0	0	eb
rx_data :	f0	34	1	0	0	0	0

AHRSv1 test (시행착오)



RS-232
Male-type

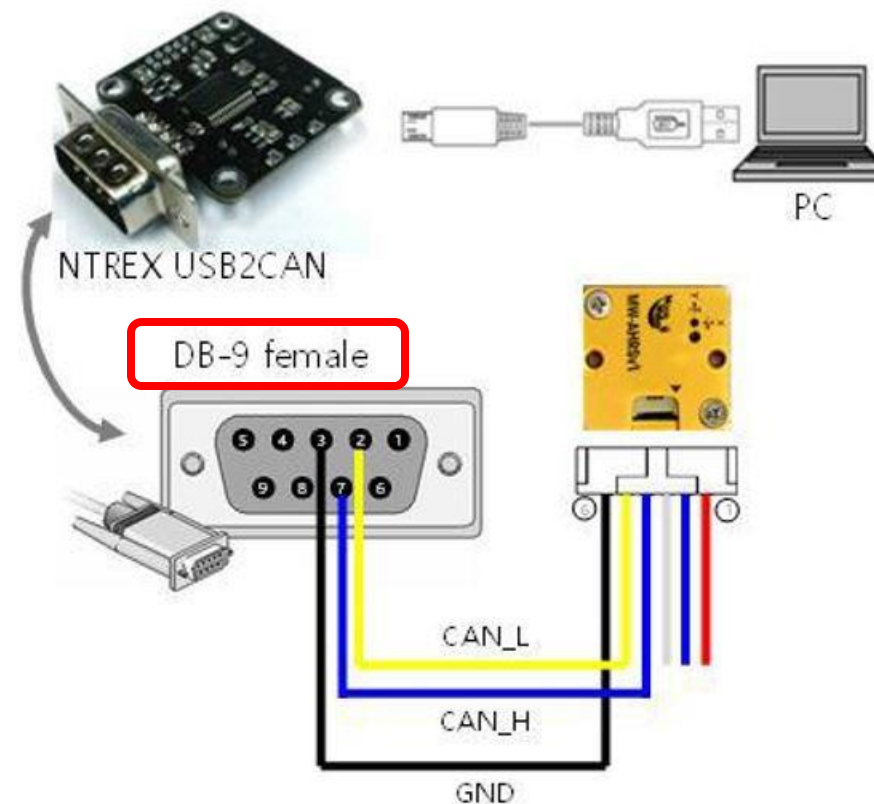
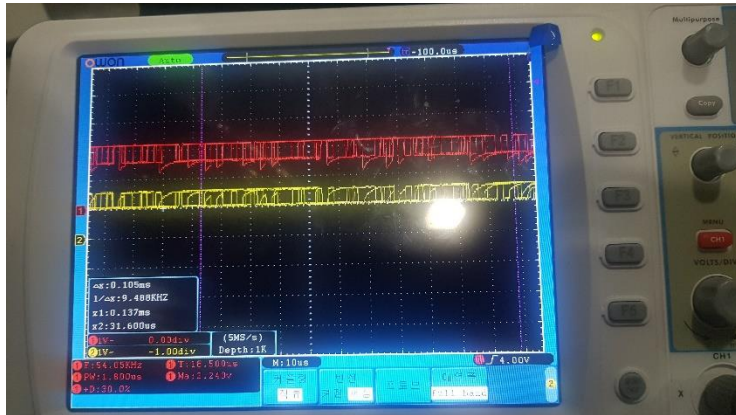


그림 2-4 USB2CAN을 사용한 MW-AHRS 센서와 PC간 연결

AHRSv1 test (시행착오)



USB2CAN UI - Connected to USB2CAN(VCP) [www.wcom3] Btrrate: 500Kbps

Moon Walker NTRX Version 2.00 (2017.12)

ID (Hexa)	Type	Data (Hexa)	Length	Cycle Time [ms]	Count
1	Ext	41 42 43 31 32 33 61 00	8	121.0	249

Receive Message

Transmit

ID (Hexa)	Type	Data (Hexa)	Count	Cycle Send [ms]
1	Ext	RTR	15	1000
1	Ext	RTR	11 01	1000
0	Ext	RTR	0	1000

Send

Export Records

Clear

Motor Driver

모터드라이버란

모터드라이버, 모터 제어기, 모터 컨트롤러

TM5570LC4357ZW1 PINMUD RTI GIC ESM SCI1 SCI2 SCI3 SCI4 LIN

CAN2 Genera CAN2 Msg1-1 CAN2 Msg9-1 CAN2 Msg17-2 CAN2 Msg25-3 CAN2 Msg31-4

CAN2 Timing Configuration

Bit Rate: 500 Propagation Delay: 700

SP Ref: 75 Calculated Bit Rate: 500.000

Calculated CAN2 Timing

VCLKA1: 75.000 BRP: 9 fBrp: 7.500 BRPE: 0 fCan: 7.500

Nominal Bit Time: 15

Nominal Bit Rate: 50

Sample Point: 73

Synchronization Jump Width: 4

CAN2 Auto Bus On Configuration

Enable Auto Bus On ABOTR: 0 tAbo: 0

VCLK1: 75.000 ABO Counter: 10 tAbo Nominal: 0.000

CAN2 General Configuration

Disable Automatic Retransmission ☒ Enable Identifier Extension Enable Ram ECC

Wine Windows Program Loader

다음 주 예정

1. MCU에서 데이터를 요청
할 때만 전송

2. 통신 속도 변경

3. 오일러 각도 중 pitch or
roll 만 전송

표 3-1 MW-AHRS 센서의 오브젝트 요약

Name	Index	Sub-i	Access, Size	Description	Default
ver	1	0	RO, INT32	공급자 ID, 0으로 고정	0
ver	2	0	RO, INT32	제품(AHRS 센서) ID	5001
ver	3	0	RO, INT32	장치 펌웨어 버전	100
ver	4	0	RO, INT32	장치 하드웨어 버전	200
cmd	7	0	WO, INT32	장치에 내려지는 명령 (RS-232 Text 모드에서는 다음 명령 사용 가능: fw, fd, cal, cam, zro, rcd, rst, ver, h, help)	
id	11	0	RW, INT32	장치 ID	1
cb	12	0	RW, INT32	CAN 통신 속도 [Kbps]	1000
sb	13	0	RW, INT32	RS-232 통신 속도 [bps]	115200
gs	15	0	RW, INT32	자이로 센서의 측정 스케일 설정	0 ~ 3
as	16	0	RW, INT32	가속도 센서의 측정 스케일 설정	0 ~ 3
mv	19	0	RW, INT32	자기 센서의 측정값에 대한 분산 설정	0
av	20	0	RW, INT32	가속도 센서의 측정값에 대한 분산 설정	1000
ss	21	0	RW, INT32	RS-232로 동기화 데이터 전송 설정	0
sc	22	0	RW, INT32	CAN으로 동기화 데이터 전송 설정	0
sp	24	0	RW, INT32	동기화 데이터 전송 주기 설정 [ms]	100
st	25	0	RW, INT32	장치에 전원이 투입될 때, RS-232 데이터 전송 타입 결정 (0-Binary, 1-Text)	1
acc	51	1~3	RO, FLOAT	가속도 데이터 전송 (x, y, z) [g]	
gyr	52	1~3	RO, FLOAT	각속도 데이터 전송 ($\omega_x, \omega_y, \omega_z$) [°/s]	
ang	53	1~3	RO, FLOAT	오일러 각도 전송 (ϕ, θ, ψ) [°]	
mag	54	1~3	RO, FLOAT	자기 데이터 전송 (x, y, z) [μ T]	
tmp	57	1	RO, FLOAT	온도 전송 [°C]	