Xilinx Zynq FPGA, TI DSP, MCU 기반의 프로그래밍 및 회로 설계 전문가 과정

강사 - Innova Lee(이상훈)
gcccompil3r@gmail.com
학생 - 변진혁
xollgun@gmail.com
학생 - 김형준
kimdj417@gmail.com



Battle Ship MCU 발표

이름: 변진혁



2주동안 진행한 일

- 기억안남...(최준호랑 김형준이랑 괴롭혀서 뇌에 이상이 생김)
- 공동 소자 내역 취합함..(병용이 전여친, 삼각김밥이 숟가락 질하냐고 해서 함)
- I2C를 통해 MPU 6050 진행함.(3주째 하고 있음. 내가 생각해도 똥멍청이)
- 회로 중간 중간 공부함(달링턴 회로, 레귤레이터, 오픈 컬렉터)완벽하지 않음.



MCU 6월 진행표

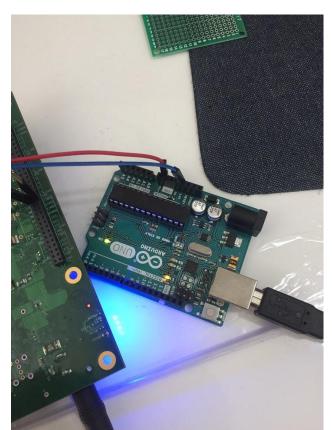
		Tue	Wed Thu		Fri	Sat	Sun		
				1	2	3	4		
5		6	7	8	9	10	11		
12		13	14	15	16 I2C통신, 공	17 통 구매 소자 정	18		
19		20	21	22	23	24	25		
	I2C통신, open collector회로와 레귤레이터에 관한 공부함								
26		27	28	29	30	1	2		
	I2C통	통신 아직도 함(공	공기압), 달링턴 	회로					

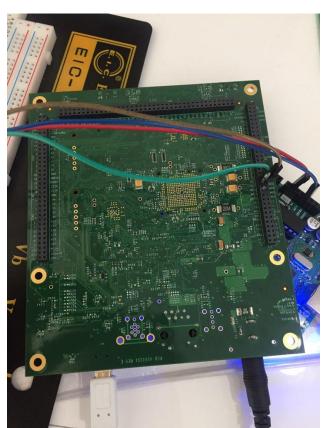
공통 소자 내역 정리

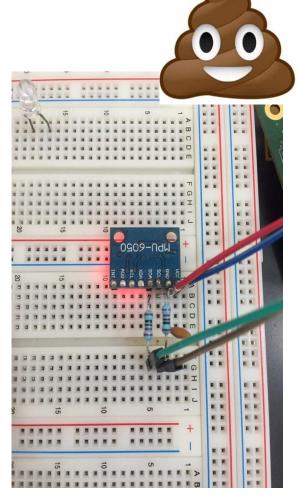


 ※ 잘라내기 함은 고양 날기 생서식 복사 클립보드 	과 · 田 · 🂁 · 과 · 嘴 · 原 著 著 谚 谚 國병합하고 가운데 및 글끝 및 양후	열반 * 표준 표준 제상 4 * 시상 5	나쁨 보통 좋음 경고문 ' 발표	2 -			
G144 ▼ (**	f _x						
ZI S	회로 소자 (숟가락,여죄,양아지)	G	H I J K L M N O P Q R S T	-			
	vanitity Attributes	Price					
vx	15 Cap= 100.0 nF, ESR= 280.0 mOhm, VDC= 25.0 V, IRMS= 0.0 A	₩1 ,835	http://kr.mouser.com/ProductDetail/AVX/08053C104KAT2A/?qs=%2fha2pyFadu/PDeVX/juz6Tn2rH5q3hhd3VeF3A/63qv%2fdHzMxEIYOZQ%3d%3d				
ageo America	5 Cap = 5.6nF, ESR = 00hm	W612	http://kr.mouser.com/ProductDetail/Yageo/CC0805KRX7R988562/1qs=%2fha2pyFadujHGX9Y28fVn%252bFgjPnl2tq100GHIb6v%252bE4rLg3vKXcC4g%3d%3d				
amsung Electro- Mechanics	10 Cap= 330.0 pF, VDC= 50.0 V, IRMS= 0.0 A	W742	https://www.digikey.kr/product-detal/ko/samsung-electro-mechanics-america-inc/CL21C331/BANFNC/1276-2645-1-ND/3890731				
anasonic	5 Cap = 1mF, ESR = 0.12Ohm	W14.371	http://kr.mouser.com/ProductDetail/Panasonic/165VPF1000M/?qs=%2fha2pyFaduiHZQw%252bT8OHKgh5UPi3OX%2ffjdh14qoUb7Y8o8ZY7Gg5kA%3d%3d				
Panasonic	5 Cap = 180uF. ESR = 0.0110hm	W10,273	http://kr.mouser.com/ProductDetail/Panasonic/165VPE180M/?qs=%2fha2pyFaduiHdsY6aqThrfAxTFbsydQyE%2fP81tUGybdCQD9uTKzcmA%3d%3d				
fuRata	25 Cap= 47.0 uF, ESR= 3.037 mOhm, VDC= 16.0 V, IRMS= 4.59346A	₩20,028	http://kr.mouser.com/ProductDetail/Murata/GRM32ER61C476ME1SL/?qi=%2fha2pyFadyTTW1Rtmxr6mv4c65obLSSUPQL8r2xknby/9EHfQQ43d%3d				
		₩1,424					
aiyo Yuden	15 Cap= 470.0 nF, VDC= 20.0 V, IRMS= 0.0 A	+	https://www.digikay.kr/product-detail/ko/taiyo-yuden/TMK2128/474KD-T/587-1290-1-ND/931067				
MuRata	5 Cap = 22nF, ESR = 00hm	W612	http://kr.mouser.com/ProductDetail/Murata/GRM155R71E223KA61D/7qs=%2fha2pyFadu Gegx:GvxRDvAnk/HpOscOq%252buoexRISEoaPKScIv8M6A%3d%3d				
MuRata	15 Cap= 4.7 uF, ESR= 5.189 mOhm, VDC= 25.0 V, IRMS= 2.03531 A	W2,055	http://kr.mouser.com/ProductDetail/Murata/GRM218R61E475KA12L/?qs=%2fha2pyFaduhvdMyyAzjmg/%2fuA58u3ZX4GvoFzHcmTsNRWxxx4DL6K1Q%3d%3d				
fuRata	5 Cap = 470nF, ESR = 0.010hm	₩1,035	https://www.digikey.kr/product-detail/ko/murata-electronics-north-america/GRM188R71C474KA88D/490-3295-1-ND/702836				
/ishay-Semiconductor	5 VFatio = 0.7V, io = 30A, VRRM = 35V	₩8,561	http://kr.mouser.com/ProductDetail/vishay/M30355-E3-4W/7qs=%2fha2pyFadugeZjqQMrga7%252bx8%2f%252bz3cEJ%2fCgyQVej03w3WFQTG9RR8xw%3d%3d				
orex USA Corporation	15 VFatio = 0.54V, io = 1A, VRRM = 40v	₩6,090 ₩37,913	http://kr.mouser.com/ProductDetail/Torex-Semiconductor/X8S104513R-G/?qs=%2fha2pyFadugN7Y/dE4ztct8ixhgbta8RzRd5W5Z0pCyGhtU4K2f1CHXw483d%3d http://kr.mouser.com/ProductDetail/Coikcraft/XAL1010-332ME8/?qs=sGAEpiMZZMsg%252by3WYCkU2kWFds1hA9D9u8Enn8dZE6%3d				
exas Instruments	5 L = 3.3uH, DCR = 3.7mOhm, IDC = 25A 5 VdsMax = 25V, IdsMax = 100A, Rdson = 2.6mOhm	₩10,824	http://ximouser.com/productibetai/Texas-Instruments/SD1693105/7qs=sd48pin/ZDMhy032059************************************				
exas instruments	5 VdsMax = 30V. ldsMax = 60A, Rdson = 3.2mOhm	₩7.905	https://www.digikay.kr/product-deta/ko/texas-instruments/CSD17575Q317/296-37961-1-ND/9415648				
/ishay-Siliconix	5 VdsMax = 30V, IdsMax = 60A, Rdson = 1.69mOhm	₩10.090					
/ishay-Dale	5 Resistance = 31.6kOhm, Tolerance = 1%, Power = 0.063W	W612	http://kr.mouser.com/ProductDetail/Vshay/SIR812DP-T1-G83/?qs=%2fhs2pyFaduh6JHm2/VuBFOCMPADgsmPsIQbQ5y2NF8TxdRYY2w64x%3d%3d http://kr.mouser.com/ProductDetail/Vshay/CRCW040231K6FKED/?qs=sGAEp/MZZMu61qfTUdNhG2Dpi;ADID3GDMfqjpsfyHc%3d				
/ishay-Dale	13 Res= 5.23 kOhm, Power= 63.0 mW, Tolerance= 1.0%	W715	http://kr.mouser.com/ProductDetail/Vishay/CRCW04025Y23FKED/?qs=%2fha2pyFaduiHT66YdUA2uAJ871XyyMRgioE9QtwCkdD0wmODJWLpyQ%3d%3d				
/ageo America	13 Res= 47.0 kOhm, Power= 100.0 mW, Tolerance= 1.0%	W159	http://kr.mouser.com/ProductOetail/Yageo/RC0603FR-0747KL/?qs=%2fha2pyFeduhXXNV8qwNUNgjnGkCXea7Hds%2fi8bCVW54FPgylcXIPofA%3d%3d				
Stackpole Electronics Inc	5 Resistance = 3mOhm, Tolerance = 1%, Power = 1W	w3.950	https://www.digikey.kr/product-detail/ko/stackpole-electronics-inc/CSNL1206FT3L00/CSNL1206FT3L00CT-ND/1788122				
/ishay-Dale	5 Resistance = 100kOhm, Tolerance = 1%, Power = 0.063W	W8.410	https://www.dig/key.kr/product-detail/ko/vishay-daile/CRCW0402100KFKED/541-100KLDKR-ND/1183660				
/ishay-Dale	10 Resistance = 33.2kOhm, Tolerance = 1%, Power = 0.063W	W450	https://www.digiksy.kr/product-detail/ko/vishsy-daie/CRCW040233K2FKED/541-83.2KLCT-ND/1183295				
		W612	http://kr.mouser.com/ProductDetail/v/shay/CRCWO40219K1FKED/2q=sGAEpMZZMu61qfTudNhG2DpbADD3GYnAEH3XM252b4N3d				
/ishay-Dale	5 Resistance = 19.1kOhm, Tolerance = 1%, Power = 0.063W 10 Resistance = 49.9kOhm, Tolerance = 1%, Power = 0.063W	W450	http://www.digikey.kr/product-detail/so/vishay-daila/CRCW040249K9FKED/541-49 9KLCT-ND/1188316				
/ishay-Dale							
/ageo America	13 Res= 3.0 Ohm, Power= 125.0 mW, Tolerance= 1.0%	W350	http://kr.mouser.com/ProductDetail/Yageo/RC0805FR-073RL/7qs=%2fh32pyFadugqH4HCO4lefXm/xqSO50Ni-%252bt99h7Qstwzx-4%252b9mm%2fh6g%3d%3d				
exas Instruments fuRata	5 S Cap = 6.2nF, ESR = 00hm, IRMS= 0.0 A	W35,834 W1,651	http://xrmouser.com/ProductDetail/Texas-Instruments/LMS121MH-NOP8/tqs=sGAEpMZZMvFgFrcqbsedZWiKIKbjLPOmO2%2RLINpRM%3d http://xrmouser.com/ProductDetail/Murata-Electronics/GRM219SC1H622JA01D/7qs=sGAEpMZZMsDAnBnWHyRQNchlam%2fLmo3%2S2b3FP6J4FRWU%3d				
Panasonic	5 Cap = 10.0 uF, ESR = 24.0 mOhm, VDC= 16.0 V, IRMS= 2.49 A	₩6,971	http://kr.mouser.com/ProductDetail/Panasonic/165VPC100M/?qs=%2fha2pyFadujHUDobIFQsRFmDLsChiXEJcHKnkRGs6sHWGPlk7dwpAA%3d%3d				
Panasonic	8 Cap= 390.0 uF, ESR= 14.0 mOhm, VDC= 20.0 V, IRMS= 4.95 A	W21,329	http://kr.mouser.com/ProductDetail/Panasonic/205VPF390M/7qs=%2fha2pyFaduhQ08PVpGHuyEx9GqdgMCGQCl58VYXAnlJMvukoCbahMw%3d%3d				
Stackgole Electronics Inc Sheet2	5 Res= 20.0 mOhm. Power= 500.0 mlV. Tolerance= 1.0%	W3.285	https://www.digikey.kr/product-detail/ko/stackpole-electronics-inc/CSR1206FK20L0/CSR1206FK20L0CT-ND/1646239				

I2C통신 MPU6050







I2C통신 MPU6050 문제점(1)

Feature(특징):

Product Name : Acceleration Gyroscope 6DOF Module; Model : GY-521

- Chip: MPU-6050; Pin Spacing: 2.54mm

- Power: 3-5V;PCB Board Size: 2 x 1.5cm/0.78" x 0.59"(L*W)

- Material : Electric Part; Net Weight : 12g

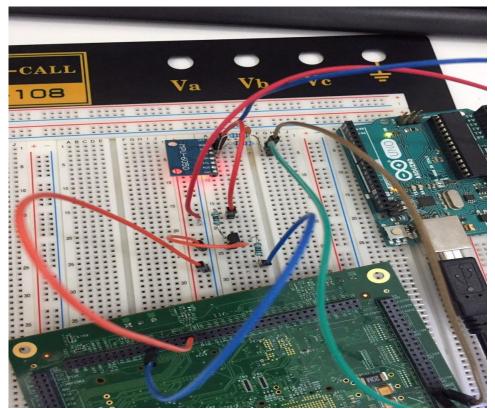
- Package Content : 1 x Acceleration Gyroscope 6DOF Module, 2 x Pins



Part #	Gyro Full Scale Range	Gyro Sensitivity	Gyro Rate Noise	Accel Full Scale Range	Accel Sensitivity	Digital Output	Logic Supply Voltage	Operating Voltage Supply	Package Size
UNITS:	(*/sec)	(LSB/°/sec)	dps/√Hz	(g)	LSB/g		(V)	(V +/-5%)	(mm)
Improved with the province of	±250 ±500 ±1000 ±2000	131 65.5 32.8 16.4	0.005 0.005 0.005 0.005	±2 ±4 ±8 ±16	16384 8192 4096 2048	I ² C	1.8V±5% or VDD	2375V-3.46V	4x4x0.9



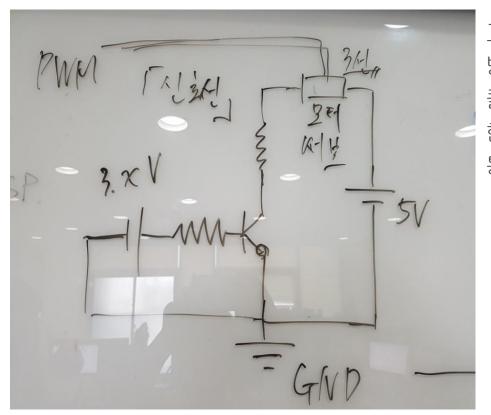
I2C통신 MPU6050 문제점(2)



open collector 방식의 회로 구성을 해 보았지만 SDA, SCL 핀이 GND로 인 식해 버리는 현상이 일어남.



I2C통신 MPU6050 문제점(3)

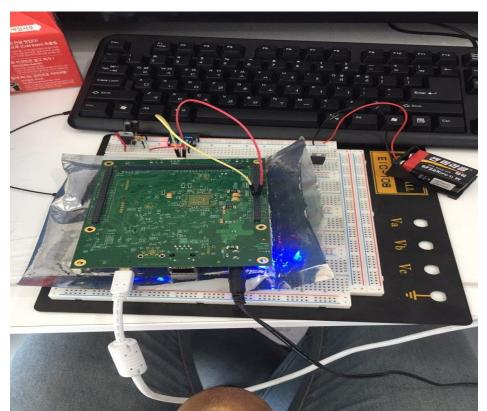


그래서 생각 한것이 SDA, SCL도 콜렉터 방식을 생각해 보았다. 하지만 문제점이 콜렉터 방식을 하게되면 I2C의 특성상 한방향 통신이면 가능 하겠지만 양방향 통신이기 때문에 가능하지 않는다.



I2C통신 MPU6050 문제점(4)





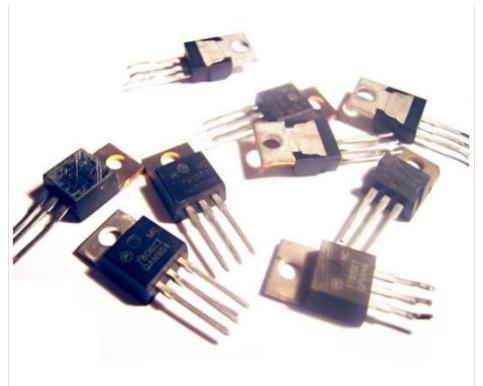
또다른 문제점은 아두이노 대신 전원회 로를 만들어 사용해야 된다.

일단 강사님이 올려주신 9V를 5V로 바꾸어 사용하는 회로를 만들어 보았다.(여기서 LM7805에 대해 알고 가야될 것이 있다.) 하지만 작동이 안된다. 이유는 MPU6050은 아두이노 전원에서 동작이 잘된다.

아두이노(5V 200mA) 전원회로 (5V 100mA[A가 불안정함])

리니어 레귤레이터





-78xx : 입력 전압을 +전압으로 내보내준다.

-79xx : 입력 전압을 -전압으로 내보내준

스위치 레귤레이터 VS 리니어 레귤레이터



리니어 레귤레이터:

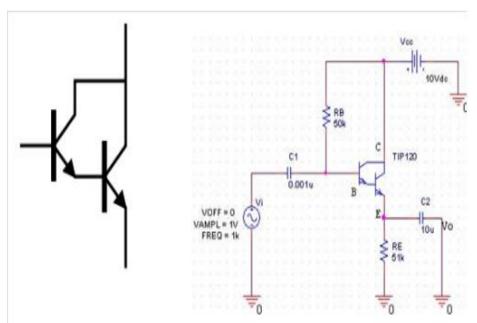
1.전력 효율 낮음2.전류 요구량이 낮을때 사용

스위칭 레귤레이터:

- 1.전력 효율 좋음
- 2.전류 요구량이 많을때 사용



전류을 높이기 위한 방법이 무엇일까?



전류가 부족한 시점에서 달링턴 회로를 구성하여 전류량을 증폭시켜준다.

달링턴 회로는 BJT방식의 전류 증폭을 시켜주는 회로 이다. TTL방식의 회로를 구성되어 있다.

I2C통신 MPU6050 문제점(5)

그냥 계산식 없이 무작정 구성해 보았다. 역시 안나온다. NPN형의 3198c 트렌지스터를 사용하였지만 오히려 V값과 A값이 떨어지는걸 볼수 있다.

TTL방식의 소자를 구매를 하던가 TR로 구성된 회로를 만들어 사용하여야 될거 같다.

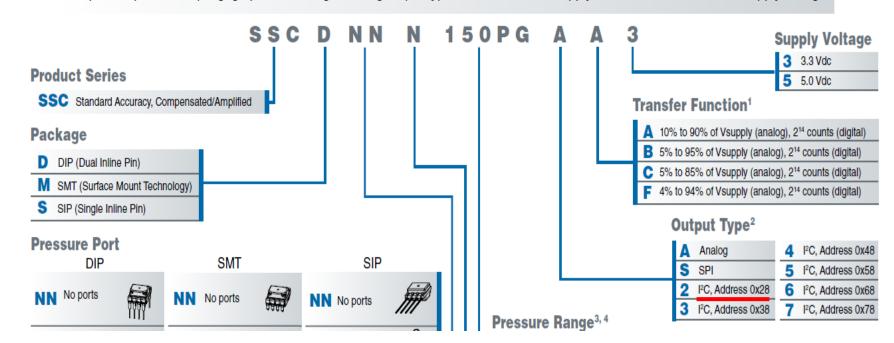


I2C통신 공기압 문제점(1)

Figure 4. Nomenclature and Order Guide



For example, **SSCDNNN150PGAA3** defines an SSC Series TruStability® Pressure Sensor, DIP package, NN pressure port, no special options, 150 psi gage pressure range, analog output type, 10% to 90% of Vsupply transfer function, 3.3 Vdc supply voltage.



I2C통신 공기압 문제점(2)

TruStability® Board Mount

Pressure Sensors

SSC Series—Standard Accuracy, Compensated/Amplified ±1.6 mbar to ±10 bar | ±160 Pa to ±1 MPa | ±0.5 inH₂O to ±150 psi Digital or Analog Output

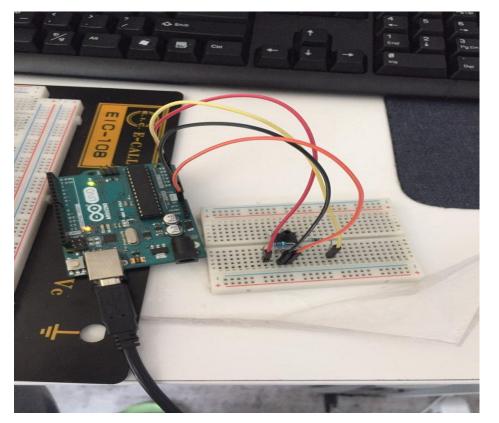


하지만 레지스터 주소값이 없다.

주소값을 찾는데 시간소모를 엄청하였지 만 찾지 못하였다. 아마도 공기압에 대한 address부분 만으로도 사용이 가능한거 같다. 일단 제조사에 문의하여 정확한 내 용을 파악해봐야 될듯하다.



I2C통신 공기압 문제점(3-1)

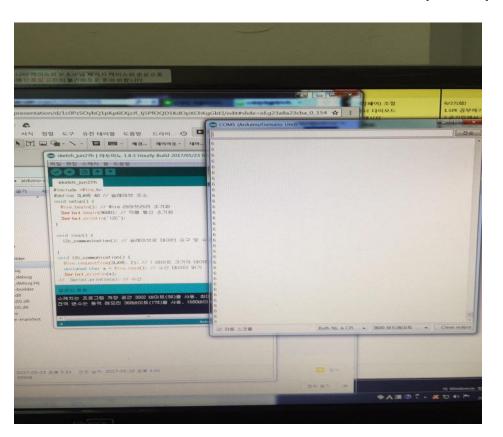


어제 하루종일 아두이노로 해보았다. 하지만 알수 없는 값들만 주어지기만 한다. 아두이노 장인이 되어야 될듯하 다.

아니면.....



I2C통신 공기압 문제점(3-2)



안되는 문제점은

- -코딩 능력이 부족하다.
- -아두이노 이해도가 부족하다.
- -내가 짜기 귀찮다.
- -결론은 똥멍청이이다.



똥멍청이가 해야될일

- -공기압 센서 (I2C통신).
- -아두이노(Slave)를 통해 SPI 통신.
- -6V1A 회로 공부하기.
- -달링턴 회로에 대해 공부하기.
- -CAN통신 공부하기.
- -김형준 가면사주기.



BattleShip 6월 4주차

MCU 김형준

3~4주차 한일

BLDC 공부 및 specification(특성값) 구하기

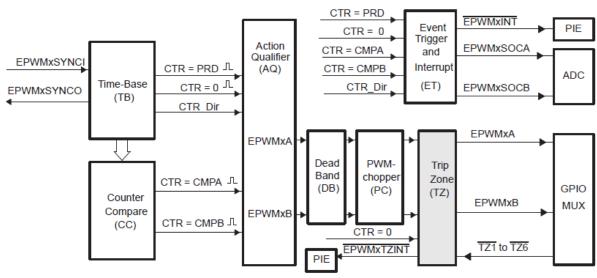
PWM을 이용한 MCU로 BLDC 구동하기

CCS PID 코드 구현

물로켓, 풀장 등 구매

MCU PWM

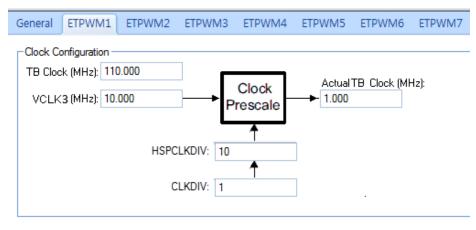
Figure 38. Trip-Zone Submodule

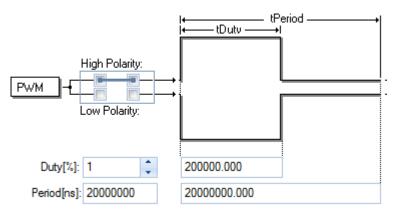


(1) time base(TB)

- 1. system clock과 관련해서 TBCLK(scale the time base clock)을 만든다.
- 2. pwm time base 카운터(TBCTR)로 주기와 주파수를 형성
- 2) counter compare(CC)
- 1. epwmxA와 epwmxB 출력의 pwm 듀티사이클을 명시

GCM 으로 VCLK3를 정해서 분배 해준다.





GCM 으로 VCLK3를 정해서 분배 해준다.

VCLK3 를 1/10으로 분주

$$f = 1/t, t = 1/f$$

$$=> 1MHz$$
 $t = 1/1MHz = 1_{\mu s} = 0.001ms$

ccs 코드 부분

```
while(1)
                                                   UART를 통해 ASCII 방식으로 숫자받음(1~9)
   etpwmStartTBCLK();
   receiveData = sciReceiveByte(UART);
   //sciDisplayText(UART, &receiveData, TSIZE1); /* Text 전盒 */
                                                   etpwmSetCmpB  

☐ CC(Counter Compare)
   receiveData = receiveData-48;
   printf("receiveData = %d\n", receiveData);
                                                   CMPB에 숫자 * 1000을 넣어줌
   if(receiveData > 0){
      ePWM1B = receiveData*1000;
                                                   그러면 1 * 1000일 경우
      if(ePWM1B > 0){
      etpwmSetCmpB(etpwmREG1, ePWM1B);
      printf("11 ePWM1B = %d\n", ePWM1B);
                                                   1000*0.001ms = 1ms 가 출력됨
```

문제점

BLDC 구동에 시간을 많이 써서 다른걸 못함

- esc 구동에 필요한 조건 {주기(20ms), pulse width(1~2ms), voltage(3~5v)} 맞 추는 것에 대한 이해 부족
- pwm 에 대한 이해도 부족

Matlab을 이용한 PID 튜닝

가상값으로 넣었던

stall torque, Starting Current 등을 계측하여

집어 넣어서 PI Gain 값을 찾는다.

- 1. 지글러-니콜스 방식
- 2. 시뮬레이션을 통해 찾기

```
☑ 편집기 - C:₩Users₩JUN₩MATLAB₩Projects₩untitled₩closedloopPIController.m.

                                                                               작업 공간
                   closedloopPIController.m × +
                                                                                      이름 ^
        clear all
                                                                                      H den
                                                                                                         [2.6600e-0
        close all
                                                                                        dena
                                                                                        denac
        clc
                                                                                      ₩ GI
                                                                                                          1x1 tf
        % Charcteristics parameters
                                                                                                         9.2500e-0
        B = 1.2;
                             % Ohms. Terminal Resistance phase to phase
        L = 0.560e-3;
                             % Henrys, Terminal Inducctance phase to phase
                                                                                                         620.0700
        Kt = 25.5e-3;
                             % Nm/A, Torque constant
                                                                                                         8.4950
                                                                                                         37.4000
        Ks = 37.4:
                             % rpm/V, speed constant
                                                                                                         0.0255
        tm = 17.1e-3;
                            % seconds, s. Mechanical Time constant
                                                                                                          5.6000e-04
        J = 92.5e-7;
                             % kg.m^2. Rotor inertia, given in gcm^2
                                                                                                         13.0946
        p = 3;
                             % number of phases
                                                                                                         [111.2386]
                                                                                      📺 numa
                                                                                      numac 🖶
        % Evaluated parameters
        te = 1/(p*R);
                                 % seconds, s, Electrical Time constant
                                                                                                         1 2000
        Ke = (3*R*J)/(tm*Kt); % Back emf constant
17
                                                                                                         1.5556e-04
        num = 1/Ke;
                                                                                     tm tm
                                                                                                         0.0171
19 -
        den = [tm*te tm 1];
        K_P = 8.495;
        Ki = 620.07;
        numc = [Kp Ki];
        denc = [1 0];
        numa = conv(num. numc);
        dena = conv(den, denc);
        [numac, denac] = cloop(numa, dena);
        t = 0:0.00001:0.005;
        step(numac, denac, t);
        title('Closed step respose with proportion, P control; Kp = 8.495 and
        xlabel('Time, [sl')
        vlabel('Voltage, [volts]')
        hold on;
```

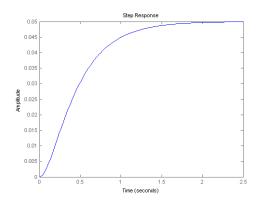
pid 코드 방식

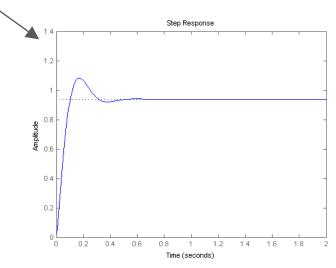
오차 = 목표치 - 현재값

p항 = kp * 오차

오차적분 += 오차 * dt

i항 = ki * 오차적분





제어량 = p항 + i항 → 제어량이 PWM을 증감 시킴

다음주 할일

- 1. CCS, BLDC 모터 구동 코드 보완
- 2. BLDC 특성치 계측
- 3.\
- 4. PID TUNING
- 5. ship stability 공부 및 PID 에 보충
- 6. 코끼리 구매

