

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

강사 – **Innova Lee**(이상훈)

[gcccompil3r@gmail.com](mailto:gcccompil3r@gmail.com)

학생 – 변진혁

[xollgun@gmail.com](mailto:xollgun@gmail.com)

학생 – 김형준

[kimdj417@gmail.com](mailto:kimdj417@gmail.com)

# Battleship

## 5주차 MCU 주간 계획

변진혁 김형준

# 이번주 한일

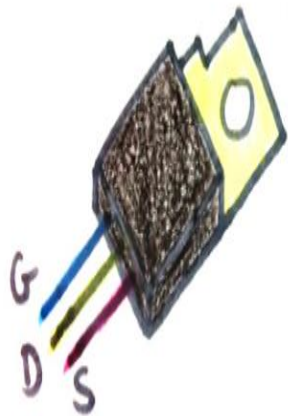
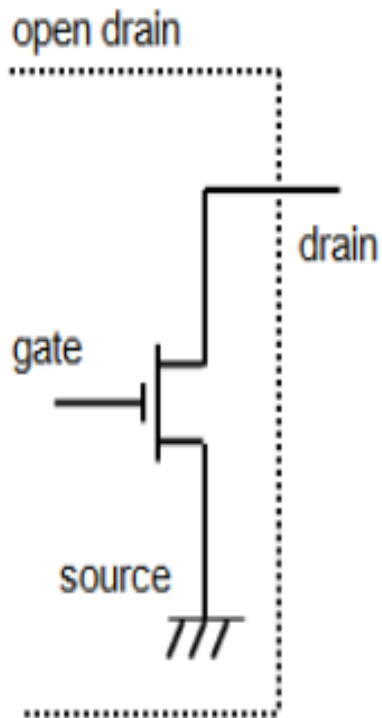
변진혁

- Open Collector/ Open Drain 공부
- Servo Motor 구매

김형준

- Open Collector/ Open Drain 공부 및 실습
- 데이터시트
- BLDC 모터 개념 이해

# Open Drain



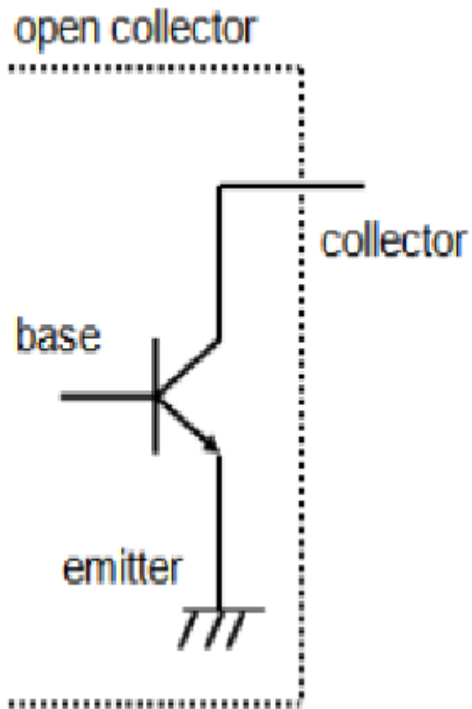
open drain(CMOSFET)구성된 로직 회로

-고전압 회로를 만드는데 사용

-NMOS, PMOS보다 전력 소비 효율이 좋다. 현재는 CMOS를 대부분 사용한다.

-IRF 830는 MOSFET 종류의 디지털 로직 회로 소자

# Open Collector



-open collector(BJT)를 이용한  
로직회로

-BJT는 빠른 스위칭으로 인해 고  
주파 애플리케이션에 적합

-NPN TR(945)

PNP TR(3198,1015)

# Open drain/Open collector 장 단점

- 일반적으로 높은 입력 임피던스와 낮은 전력 소모(Open drain) = CMOSFET
- 매우 높은 주파수 동작 및 높은 전류 구동 능력(Open collector) = BJT
- MOSFET 은 전력 증폭기에 유용.
- BJT보다 전력 효율이 높으며 열에 더 잘 견딘다.

# Brushless DC 모터

A brushless DC motor (BLDC) is

a synchronous electric motor which is

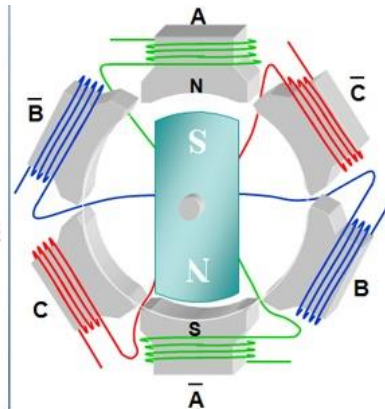
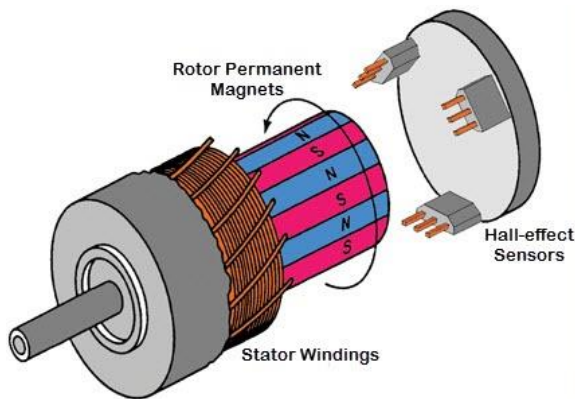
powered by direct-current electricity (DC)

and which has an electronically controlled

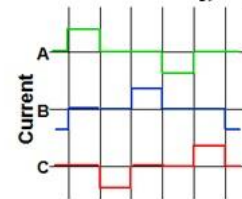
commutation system.

instead of a mechanical commutation

system based on brushes



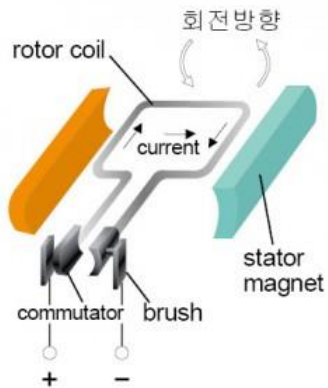
www.electricaltechnology.org



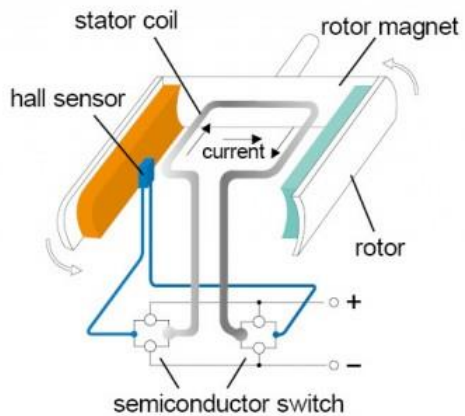
Construction, Working Principle and Operation of BLDC Motor (Brushless DC Motor)

DC 모터에서 기계적으로 행해지던, 정류작용을 스위칭 소자를이용하여, 전기적으로 대체한동기 전동기

일반적으로 영구 자석형 회전자와 권선형 고정자의 형태



DC Motor의 구조



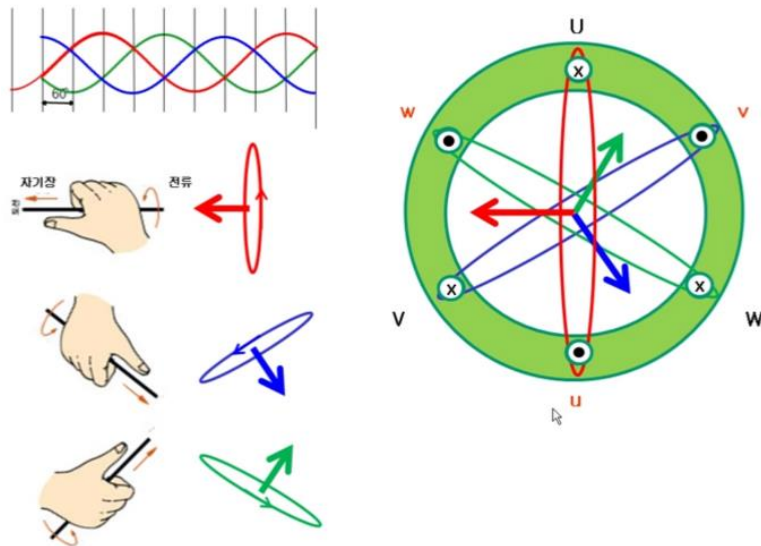
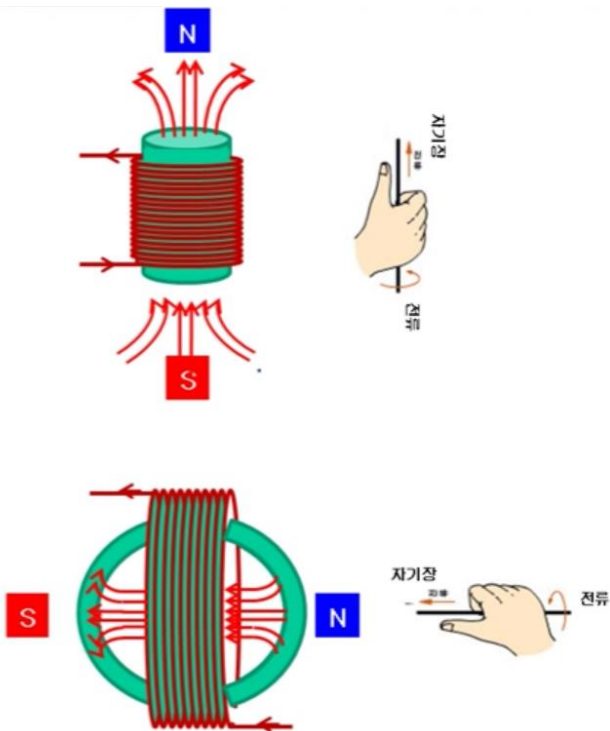
BLDC Motor의 구조



- 일반 DC 모터는 brush가 존재하며 rotor coil 에 전력을 공급해 준다
- brush에 마찰이 발생하기 때문에 수명이 존재한다.
- BLDC 모터는 이 brush가 존재 하지않는다



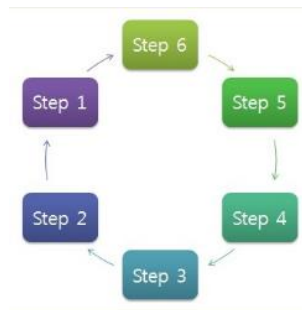
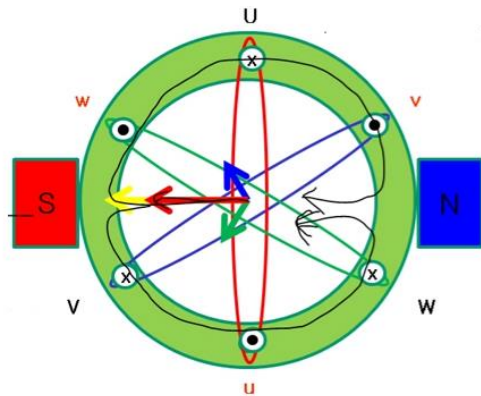
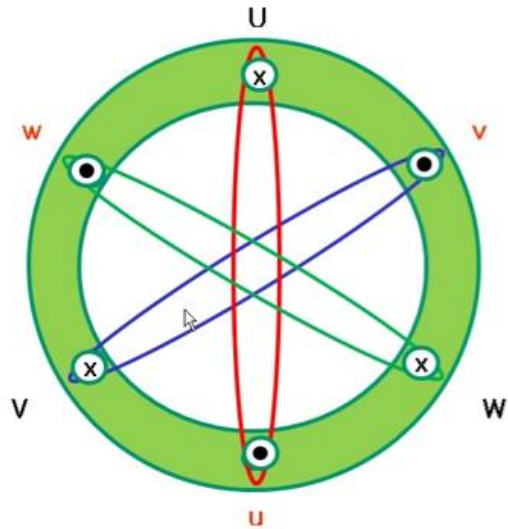
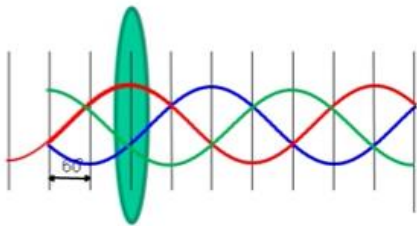
# BLDC의 작동원리



위 그림 처럼 U상은 9시 방향 자계 형성

V상은 5시방향, W상은 1시 방향

전류가 반대방향이면 그 반대로



이 UVW 상의 위치를 알아야 효율적으로 제어 가능

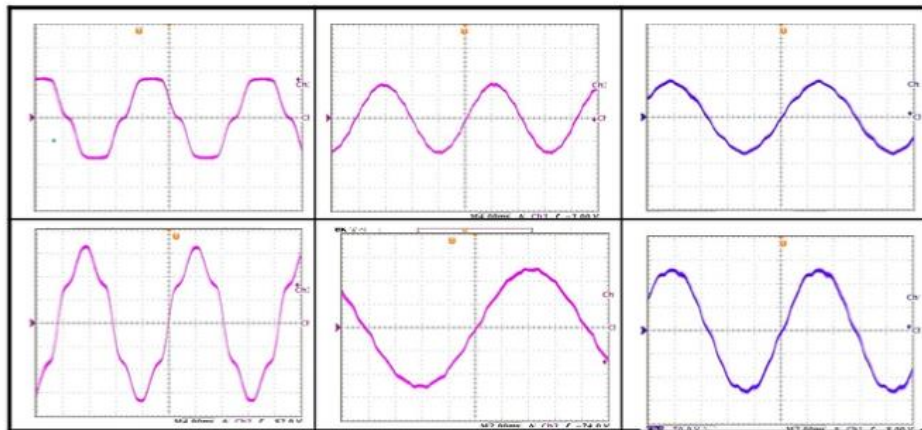
-> 위치 센싱 선서 : Resolver, Encoder, Hall sensor

## 역기전압 (Back-EMF) 이란?

- 착자된 자석에 의해 **Stator coil** 에 유기되는 전압.
- 회전 속도가 빠를수록, 강한 자석을 사용할 수록 높음 전압이 유기됨.

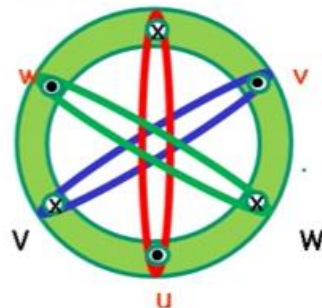
## 역기전압의 형태에 따른 모터 분류

- BLDC : 역기전압이 사다리꼴 형태로 나타나는 영구자석 모터
- PMSM : 역기전압이 정현파(sinusoidal) 형태로 나타나는 영구자석 모터



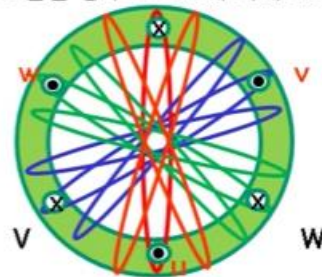
## BLDC

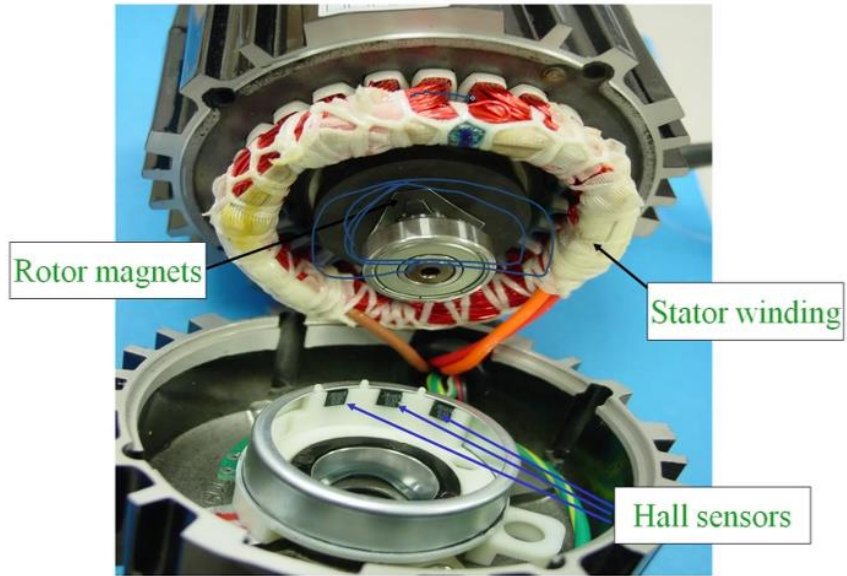
- 주로 집중권 방식으로 되어 있음.
- 동일 조건일 경우 PMSM에 비해 고폭크/고속 운전에 유리함.



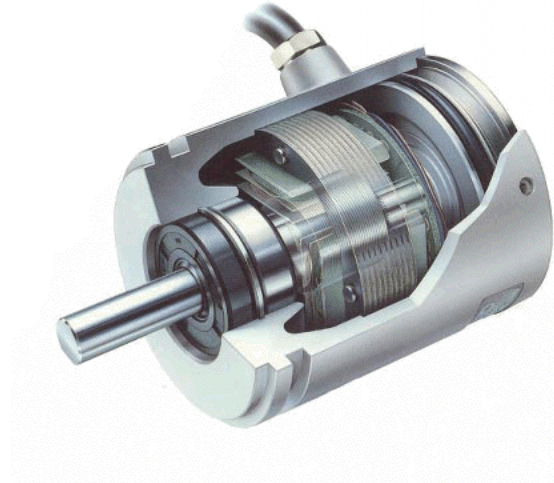
## PMSM(PMAM)

- 주로 분포권 방식으로 되어 있음.
- 동일 조건일 경우 BLDC에 비해 고효율제어/정밀 제어에 유리함.





Hall sensors



Encoder

# Encoder

- 1) 모터의 회전수와 속도를 감지할 수 있습니다.
- 2) 모터의 정역 회전방향을 감지할 수 있습니다.
- 3) 모터가 몇 도 만큼 회전했나를 알 수 있습니다.
- 4) 모터의 초기 원점(Home sensing)을 할 수 있습니다.

- 축의 상대적인 위치와 방향을 90도 위상 차를 가지는 2개의 펄스로 나타내어 출력하는장치
- ENCODER 를 제어하기 위해서는 MCU 의 eQEP(Enhanced Quadrature Encoder Pulse Module)가 필요하다.
- eQEP 데이터 시트도 봐야한다.

E50S8-2000-3-N-5	Ø8mm	2000	A,B,Z	NPN	오픈콜렉터	DC5V	배선인용형	P010104-75	90,750 원 → 81,730 원*
------------------	------	------	-------	-----	-------	------	-------	------------	----------------------

재미난 사람들이 쓴 인코더(E50S8-2000-3-N-5)

타입 : 인크리멘탈

분해능 : 2000 Pulse/Rev

출력상 : A, B, Z(I)

제어출력 : NPN 오픈 콜렉터 출력

전원전압 : 5V

최대허용회전수 : 5000rpm

## BLDC 모터 구동원리

<http://answerofgod.tistory.com/entry/DC%EB%AA%A8%ED%84%B0%EC%99%80-BLDC%EB%AA%A8%ED%84%B0>

<https://www.digikey.kr/ko/articles/techzone/2013/mar/an-introduction-to-brushless-dc-motor-control>

## 엔코더 원리

[http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=motor\\_bank&logNo=60177364455](http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=motor_bank&logNo=60177364455)

# 다음주 계획

변진혁

- BLDC 데이터시트
- Sensor (자이로/온도/기압) 관한 조사 및 구매
- Open drain/Collector -> Servo Motor 연결해보기

김형준

- BLDC 데이터시트
- PI Control
- ADC, eQEP 데이터시트