

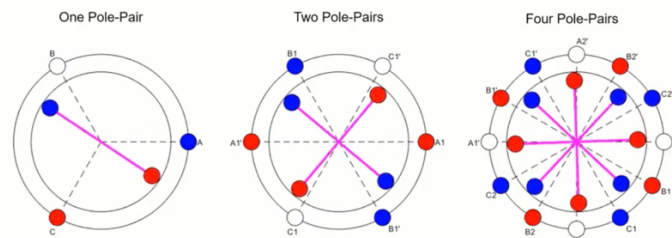
1. BLDC

A. DC 모터와 BLDC 모터의 비교

	DC 모터	BLDC 모터
제어 방식	전압 조절	DC -> AC
브러시 유무	Y	N
회전자 (내측)	전자석	영구자석
고정자 (외측)	영구자석	전자석
작동 원리	DC 전압 조절로 제어	사다리꼴 정류를 통해 제어
단점	-브러시 마모로 보수 필요 -저효율	-제어가 복잡함
장점	-제어가 간단함 (DC)	-브러시리스로 반영구적 -고효율

B. 종류

: 회전자와 고정자의 자석 수에 따라 아래와 같이 종류를 나눌 수 있음.

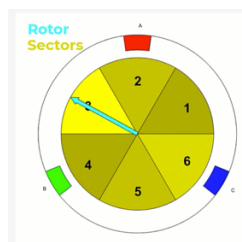


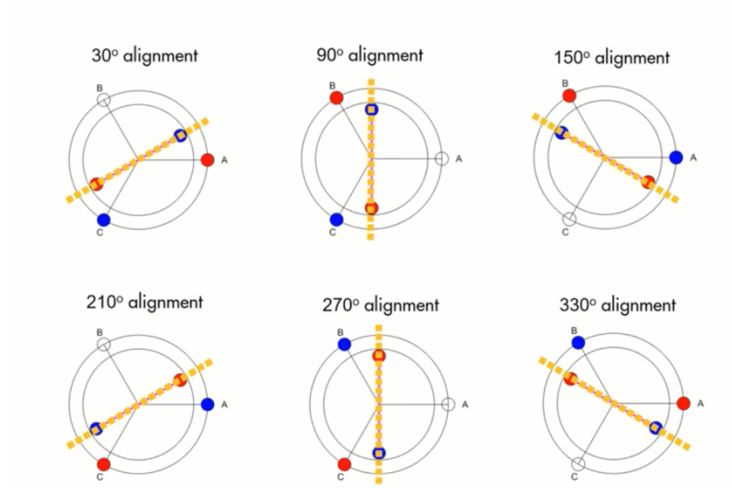
C. 제어 방법

i. 6단계 정류 (One Pole-Pair – 다른 Pair로 확장 가능)

: 360도를 60도의 6구역으로 나누어서 제어하는 방식

아래 'D.'의 회전자 센싱 방법을 사용하여 회전자가 어느 섹터(구역)에 위치하였는지 확인 후, 그에 따라 외측 고정자의 극을 변경해 고정자의 합성 자기장 방향과 회전자가 평행이 되게 회전하도록 한다. (실제로는 평행이 되진 않지만 지속적인 회전을 가능하게 한다.)

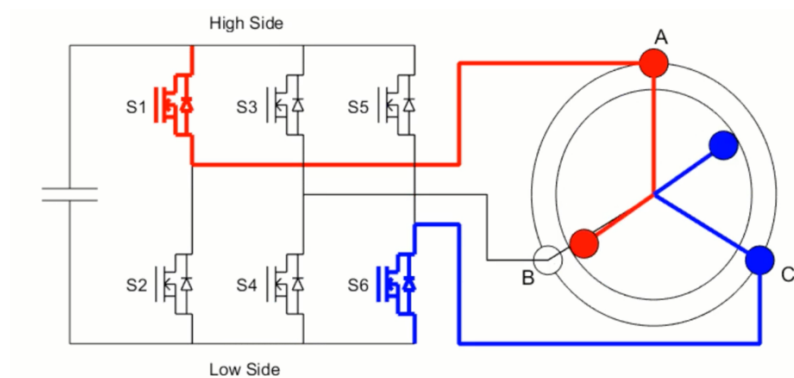




ii. 제어 신호 전달 방법

1. 3상 인버터 (위치 제어 방법)

: 트랜지스터로 극의 위치를 바꾸어 회전자가 지속적으로 회전하도록 한다.



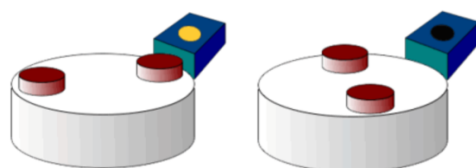
2. PWM (속도 제어 방법)

: PWM을 활용해 DC 전압을 조절하여 모터의 속도를 제어할 수 있다. (PWM의 자세한 설명은 생략)

D. 회전자 센싱 방법

i. 홀센서

: 전하가 흐르는 도체 또는 반도체가 자기장을 인가하면 전하 흐름에 수직한 방향으로 전위차가 형성되는 홀효과를 활용한 센서.



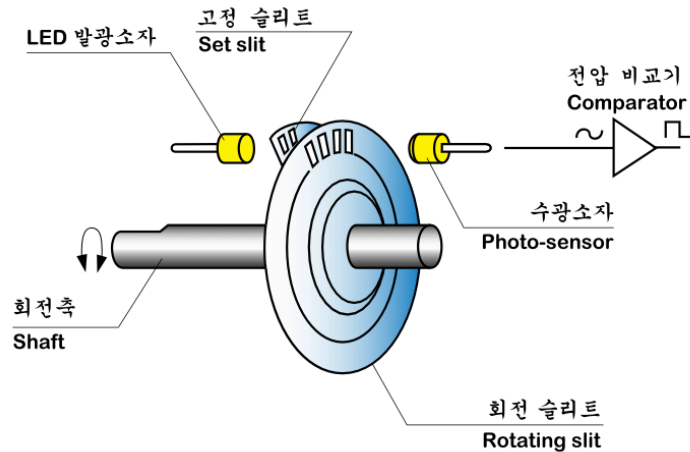
ii. 엔코더

1. 광학식 엔코더

: 빛을 활용해 회전자의 위치 및 변화를 파악한다.

- 특징 : 분해능이 높음. 자기장에 영향을 덜 받음.

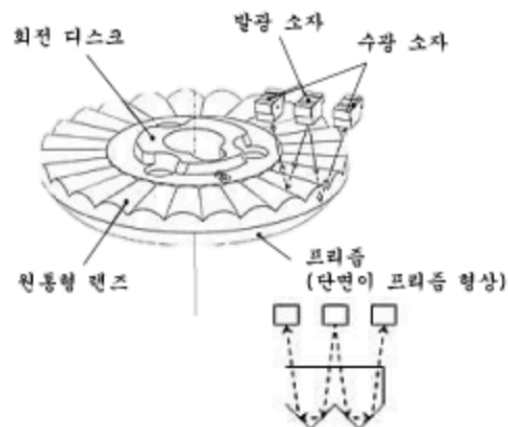
A. 투과형 엔코더



- 작동 원리

: 회전자와 고정자 모두에 슬릿을 뚫어 놓은 뒤, 고정된 광학 소자로부터 나오는 빛을 회전 소자 뒤의 수광 소자가 감지해 그 간격을 활용해 위치와 각속도 등을 측정한다.

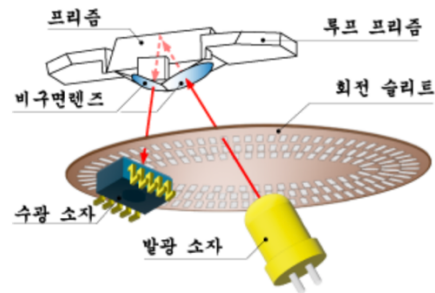
B. 반사형 엔코더



- 작동 원리

: 회전자에는 일정한 간격으로 렌즈와 프리즘이, 고정자에는 하나의 발광 소자 + 2개의 수광 소자가 위치한다. 발광 소자로부터 나온 빛이 회전자에서 반사되어 수광 소자에 도달 한다. 이때, 2개의 수광 소자를 사용하므로 둘의 수광 시간차로 각속도 등을 측정할 수 있다.

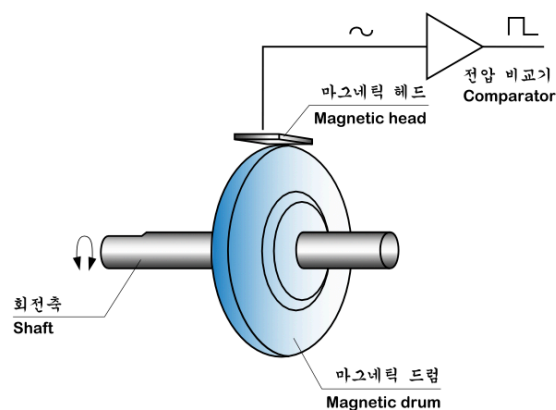
C. 복합(투과형 + 반사형) 엔코더



- 작동 원리

: 회전자에만 슬릿이 존재하고, 고정자에는 렌즈와 프리즘이 위치한다. 위의 그림과 같이 발광 소자에서 나온 빛이 고정자에서 반사된 뒤, 회전 슬릿과 반사된 상이 일치할 때 고정된 수광 소자로 빛이 도달한다. 이때, 회전자의 슬릿 개수를 조절하여 소형 임에도 불구하고 고분해능을 실현할 수 있다.

2. 자기식 엔코더



- 작동 원리

: 회전 디스크에 N극과 S극이 교대로 위치하여 회전자가 회전함에 따라 외측에 고정되어 있는 자기저항소자가 이를 감지해 전기 신호로 변환한다.

- 특징 : 광학식에 비해 소비전력이 낮음.

2. FOC(자속 기준 제어)

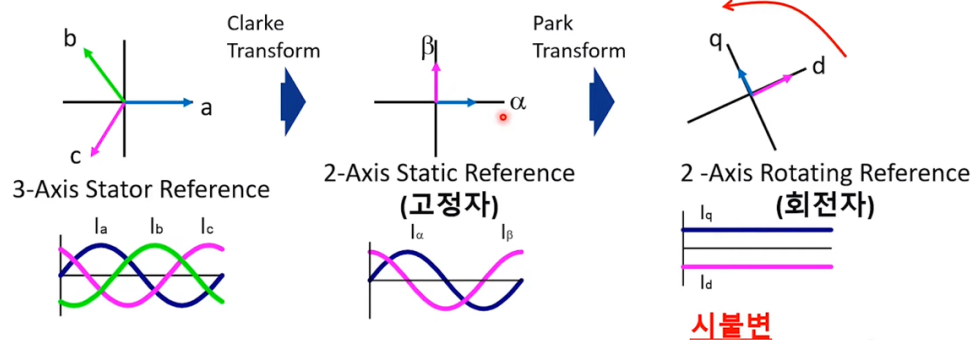
: 수학적 행렬곱에 의한 좌표 변환을 활용한 제어이다. 다소 복잡한 3상 인코더의 제어 방법을 단순히 전류를 조절하여 제어하는 것이 가능하게 한다.

3상 제어 신호(정류)를 Clarke transform을 통해서 두 개의 축으로 표현한다. 아래 그림에서는 b와 c 성분을 합성하여 beta 성분을 만든다. 최종 합성된 벡터의 크기를 일정하게 하기 위해서 alpha와 beta 축을 모터의 회전 속도와 동일한 속도로 함께 회전시킨다. 이를 통해 단순히 I_q (토크 조절)와 I_d (자기장 flux 조절)의 크기만 변경하는 것으로 3상 제어와 같은 효과를 낼 수 있게 된다.

좌표 변환 (Coordinate transforms)



Vector-Coordinate Systems



76

3. 자료 출처

A. BLDC 모터 제어 소개 | Mathworks |

<https://kr.mathworks.com/campaigns/offers/next/introduction-to-brushless-dc-motor-control.html>

B. 모터 제어 알고리즘의 이해 | Mathworks |

<https://kr.mathworks.com/campaigns/offers/bldc-motor-control-algorithms.html>

C. 엔코더 | NIDEC COMPONENTS | <https://www.nidec-components.com/kr/featuring/encoder/>

D. FOC 모터 컨트롤 | <https://www.youtube.com/watch?v=iqZPnpsGot4>

E. The Clarke and Park transformations |

<https://www.youtube.com/watch?v=mbJOxqxLkLE>