



AVR - Chapter 6

뉴테크놀로지 컴패니

대표 류 대 우

davidryu@newtc.co.kr

[DC MOTOR



■ DC 모터란?

- 고정자로 영구자석을 사용
- 회전자(전기자)로 코일을 사용하여 구성한 것
- 전기자에 흐르는 전류의 방향을 전환함으로써 자력의 반발
- 흡인력으로 회전력을 생성시키는 모터
- 모형 자동차, 무선조정용 장난감 등을 비롯하여 여러 방면에
서 가장 널리 사용되고 있는 모터

[DC MOTOR



■ DC MOTOR의 종류

- 박형
- 원판형
- PULLEY부착용
- ENCODER 부착용

■ DC 모터의 특성

- 기동 토크가 크다
- 인가전압에 대하여 회전특성이 직선적으로 비례한다
- 입력전류에 대하여 출력 토크가 직선적으로 비례하며, 또한 출력 효율이 양호하다
- 가격이 저렴하다

[DC MOTOR

- 제어성의 장점을 실제 특성

- T-I 특성(토크 대 전류)

- 흘린 전류에 대해 깨끗하게 직선적으로 토크가 비례한다.
- 큰 힘이 필요한 때는 전류를 많이 흘리면 되는 것이다.

- T-N 특성(토크 대 회전수)

- 토크에 대하여 회전수는 직선적으로 반비례한다.
- 이것에 의하면 무거운 것을 돌릴 때는 천천히 회전시키게 되고, 이것을 빨리 회전시키기 위해서는 전류를 많이 흘리게 된다.
- 인가전압에 대해서도 비례한다.

[DC MOTOR

■ DC 모터의 결점

- DC 모터의 가장 큰 결점으로는 그 구조상 브러시(brush)와 정류자(commutator)에 의한 기계식 접점이 있다는 점이다.
- 이것에 의한 영향은 전류(轉流)시의 전기불꽃(spark), 회전 소음, 수명이라는 형태로 나타난다.
- 마이크로컴퓨터 제어를 하려는 경우는 "노이즈"가 발생하게 된다. 따라서 이 노이즈 대책이 유일한 과제가 될 수 있다.
- 이 노이즈 대책을 위해서는 아랫 그림과 같이 각 단자와 케이스 사이에 $0.01\mu F \sim 0.1\mu F$ 정도의 세라믹 콘덴서를 직접 부착한다. 이것으로 정류자에서 발생하는 전기불꽃을 흡수하여 노이즈를 억제할 수 있다.
- DC 모터의 노이즈 대책에는 콘덴서를 케이스와 단자간에 직접 부착한다. 콘덴서의 리드는 가급적 짧게 한다

[DC MOTOR

■ CORELESS MOTOR

- 일반적인 회전자는 얇은 적층 철심에 코일을 감은 형태이다.
- 철심은 자로를 제공하는 역할만 함
- 철심이 크면 클수록 관성이 커져서 기동 특성이 나쁘고, 철심에 의한 철손이 증가
- 철심을 없애고 권선만으로 컵 모양의 회전을 구성하고 내부에 영구자석을 두면 철손도 없고, 기동 특성도 우수한 모터가 됨.
- 일반 마그넷 모터가 모터 내부의 외측에 계자 (마그넷)와 내측에 전기자 (로터)가 있는데 비해, 이 모터는 특수한 권선방식 코일을 이용한 원통형 전기자가 마그넷 외측에서 회전하는 방식
- 마그넷을 모터의 중심부에 고정하고 그 외측을 컵 모양의 전기자가 회전하기 때문에 아웃로터 방식이라고도 부름
- 전기자는 권선을 수지로 굳혀 성형해 철심이 없어 코어리스란 이름이 있음
- 코깅 (Cogging)
 - 모터의 회전자와 고정자가 덜거덕 거리면서 움직이는 것을 말한다. 즉 토크의 변동을 의미한다. 이것을 줄이기 위해서 철심의 슬롯 수를 늘이면 된다. 또 슬롯수가 작은 경우에는 슬롯에 비틀림 (screw)을 주어 자속분포를 균등하게 만드는 등의 방법이 있지만 이 경우에는 출력토크가 저하된다. 이것을 완전히 개선한 것이 코어리스 모터이다. 그러나, 이 형의 모터는 기계적으로 불안정하므로 대형으로 만들 수 없기 때문에 고정밀도기계, 에너지 절약 장치 등에 활용되고 있다.

[DC MOTOR



■ VIBRATION MOTOR

- 진동 모터의 구조적인 특징은 coreless motor로써 영구자석과 하우징으로 구성된 자계와 그 속에 설치한 회전자 코일에 정류자, 브러시를 통해서 전류를 흐르게 하여 발생된 전자력으로 회전하는 구조
- Coreless motor는 core (鐵芯)가 없으므로 일반적인 DC motor의 core에서 발생하는 자기포화 현상은 일어나지 않는다.
- 코킹 현상이 없으며 고성능 자석을 사용하기 때문에 공극의 자속밀도를 높게 할 수가 있어서 체적에 비해 큰 힘을 낼 수가 있으며 회전의 관성모멘트가 적어 시동, 정지의 응답성이 빠르며 저속에서도 부드러운 회전을 얻을 수 있다.
- 정류자의 인덕턴스가 낮아 전기적 노이즈가 적고 정류성능이 우수하며, 저진동, 저소음, 긴 수명과 고효율 등의 장점 있음
- 회전의 제조 공정이 복잡하고 출력에 비해 경제성이 떨어지는 단점
- 4 mm dia Motor는 좁은 공간에 많은 부품이 조립되므로 회전자와 고정자 사이 틈새가 0.1 mm 이내로 공정이 매우 까다로워 제조비용이 비싸진다.

[DC MOTOR

■ UNIVERSAL MOTOR

- 유니버설 모터는 직류나 교류로 회전시킬 수 있는 정류자 모터를 말한다.
- 유니버설이라는 말은 [여러가지 목적에 사용되는 만능]이라는 뜻이며 이 모터를 직류나 교류로 사용할 수 있기 때문에 이 명칭으로 불려지고 있다.
- 모터의 구조는 앞에서 설명한 직류 직권 모터와 같으며 스테이터 코일과 로터 코일에 동일 전류를 흐르게 하며 회전력을 발생시킨다.
- 직류나 교류에서 토크의 발생 방향이 일정하게 되어 항상 일정한 방향으로 회전할 수 있게 된다.
- 유니버설 모터는 입력 단자에 공급하는 전압의 극성을 바꾸어도 회전 방향은 변하지 않는다.
- 유니버설 모터를 교류 전원으로 사용하는 경우 전원 주파수의 2배로 맥동하는데 50/60Hz 정도의 주파수이면 그 맥동은 별로 문제가 되지 않는다.
- 이 모터의 특징은 시동 토크가 크고 고속 회전이 쉽게 얻어 진다는 것이다. 그 때문에 전차 등의 구동 모터로 많이 사용되고 있다.
- 결점으로는 브러시와 정류자가 있기 때문에 전기 노이즈, 기계 노이즈가 크고 수명도 그다지 길지 않다는 점 등을 들 수 있다.

[DC MOTOR



■ 유니버설 모터의 장점과 단점

○ 장점

- 직류와 교류로 모두 사용할 수 있다.
- 시동(가동) 토크가 크다
- 고속 회전이 쉽게 얻어진다.
- 마그넷을 사용하지 않는다.
- 전압의 극성이 바뀌어도 회전 방향은 일정하다.

○ 단점

- 무부하 회전수가 높다.
- 전기 노이즈, 기계 노이즈가 크다.
- 수명이 짧다.

[DC MOTOR

■ DC 모터의 가변속 제어법

○ 아날로그 방식의 가변속 제어

- 직접 구동전압 그 자체를 변화시키는 것으로, 트랜지스터로 전압 Dropper를 구성하고 컬렉터 이미터간의 드롭 전압을 바꿈으로써 모터에 가해지는 구동전압을 가변으로 한다.
- 기본원리에 의해 드롭퍼 전압이 그대로 열로 되어 손실로 되며, 특히 저속으로 할 때 전력 사용 효율이 나빠지고 만다.
- 손실로 인해 발생하는 열대책을 위해, 큰 방 열판을 필요로 하기 때문에 전체가 대형으로 되고 만다.
- 소형 모터이고 게다가 속도의 가변폭이 작아도 좋은 경우에는 손실을 작게 할 수 있다는 점과 제어회로가 간단하기 때문에 흔히 사용되고 있다.

[DC MOTOR

- 펄스폭 변조(PWM) 방식

- PWM 방식은 결과적으로는 구동전압을 바꾸고 있는 것과 같은 효과를 내고 있지만, 그 방법이 펄스폭에 따르고 있으므로 펄스폭 변조 (PWM:Puls-e Width Modulation)라 부르고 있다.
- 구체적으로는 모터 구동전원을 일정 주기로 On/Off 하는 펄스 형상으로 하고, 그 펄스의 Duty비(On 시간과 Off 시간의 비)를 바꿈으로써 실현 하고 있다.
- DC 모터가 빠른 주파수의 변화에는 기계 반응을 하지 않는다는 것을 이용하고 있다. 트랜지스터를 일정시간 간격으로 On/Off 하면 구동전원이 On/Off 되는 것이다.
- 전압을 생각하면 외관상 구동전압이 변화하고 있는 것이다. 여기서 중요한 기능을 담당하고 있는 것이 위의 회로도에 있는 다이오드이며, 일반적인 전원용 다이오드를 사용하지만 그 동작 기능에 의해 flywheel diode라 부르고 있다. 즉, 트랜지스터가 Off로 되어 있는 동안 모터의 코일에 축적된 에너지를 전류로 흘리는 작용을 한다(회생전류라 부른다).

[DC MOTOR

- DC 모터의 위치 및 속도 제어

- DC 모터 제어기술

- DC 모터 제어란 모터의 속도 및 위치를 원하는 대로 조정하는 것을 의미한다.
- DC 모터 제어를 위해서는 모터 축 또는 기어 축의 위치(회전 각도)를 측정할 수 있는 엔코더가 부착되어 있어야 한다.
- 제어기는 이 엔코더로부터 들어오는 정보로부터 모터의 속도 및 회전각을 계산하고 이를 바탕으로 모터에 가해지는 전압을 조절하게 된다.
- 모터 제어부는 그림 8과 같이 엔코더의 펄스를 세어 12비트 또는 16비트의 펄스 수로 바꾸어 주는 계수기(Counter)와 이 계수기(Counter) 값으로 속도 및 위치를 계산하여 모터에 가할 전압을 결정하는 논리회로 그리고 모터로 가하는 전압에 충분한 전류를 공급하여 모터가 큰 토크로 구동할 수 있도록 해주는 driver로 구성된다.
- 제어부를 구성하는 방법은 크게 두 가지로 첫 번째는 각각의 부품을 따로따로 구입하여 하나의 제어부를 구성하는 방법과 제어부 전체를 담당하는 하나의 칩을 구입하여 구성하는 방법이 다.

[DC MOTOR



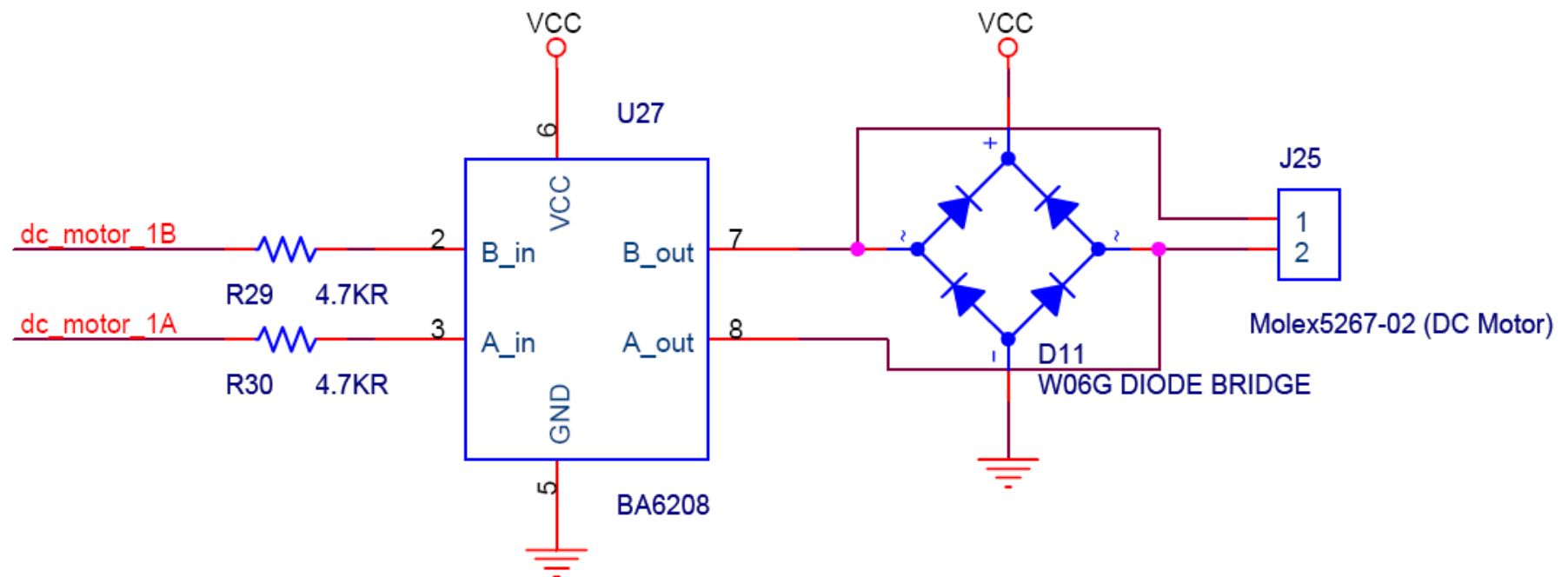
- **엔코더**

- 엔코더는 회전 위치 및 속도를 검출하는 목적으로 서보모터를 사용한 고속회전 위치 제어에 사용된다. 엔코더는 수십khz 정도까지 응답하는 고속성과 비접촉 동작에 의한 높은 신뢰성을 가지고 있다. 로터리 엔코더에는 절대값형(Absoulte)과 증분형(Incremental)이 있다.

[DC MOTOR



Motor Control Part



[DC MOTOR



- 모터 구동

```
void main(){  
    init_devices();  
  
    while(1){  
        EX_DCMOTOR = 0x01;  
    }  
}
```

[DC MOTOR 문제]

- **모터를 delay를 이용하여 속도 제어를 하여라**
 - 스위치를 이용하여 SW4를 누르면 속도가 증가하고, SW3을 누르면 속도가 감소하게 한다.
 - Hit : s_delay를 사용해야 정확한 속도 제어가 가능하다.
- **모터를 timer로 속도 제어를 하여라**
 - 스위치를 이용하여 SW4를 누르면 속도가 증가하고, SW3을 누르면 속도가 감소하게 한다.
 - FND를 통해서 현재 속도를 표시하라.
 - Delay는 사용하지 않는다.

[PWM 소스



- PWM은 PORTB와 PORTG에서만 나온다.
 - KD-128PRO 키트의 PORTB 출력에서 모터 컨트롤을 사용하면 사용가능하다. PORTG는 포트가 뺏혀 있지 않아서 사용하려면, 모듈 커넥터 쪽에서 별도로 선을 뽑아야 한다.

```
//TIMER1 initialize - prescale:1
// WGM: 14) PWM fast, TOP=ICRn
void timer1_init(void)
{
    PORTB = 0xFF;
    DDRB = 0xFF;
    TCCR1A = 0b10101011;
    TCCR1B = 0x01;
    TCCR1C = 0x00;
    TCNT1 = 0x0000;
    OCR1A = 0x000;
    PORTB = 0x00;
}
```

[감사의 글]

- 본 자료는 뉴테크놀로지 컴패니(N.T.C)의 협찬으로 제작되었습니다.
- 궁금하신 점 있으시면, <http://www.NewTC.co.kr>로 방문하셔서 Q&A를 통하여 질문하시거나, 자료실이나 강의 등을 참고하시면 됩니다.
- 감사합니다.