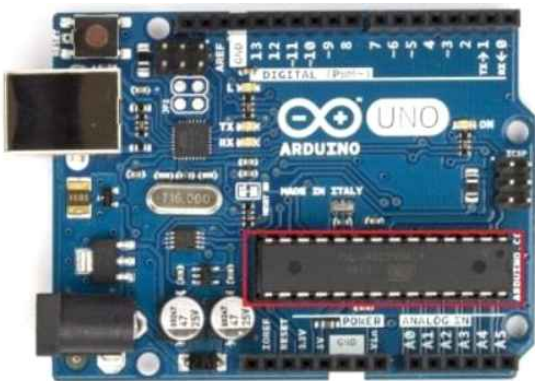


《2. 아두이노 첫걸음 / 아두이노 구조, 전류의 흐름》

1. 아두이노란?

- 아두이노는 이탈리아 회사에서 처음 개발되었고 AVR 기반의 마이크로 컨트롤러 하드웨어와 소프트웨어 개발을 쉽게 해주는 개발환경 (IDE)를 합쳐서 아두이노라고 한다.
아두이노 소프트웨어는 무료이고, 오픈소스, 크로스플랫폼 (리눅스, 윈도우, MAC 등)을 지원한다.
하드웨어 디자인 또한 모두 공개되어있는 오픈 소스이다.
아두이노 환경은 전문적인 소프트웨어 혹은 하드웨어 엔지니어를 위해서 설계된 것은 아니지만
뭔가 새롭게 만들고 싶거나 창의적인 아이디어는 있으나 공학적 지식이 부족한 사람들이 쉽게 접근할 수 있다.
그렇다고 아두이노가 단순히 초보자를 위해서 설계되어 기초적인 일만 하는 것이 아니라
아두이노 개발환경과 몇가지 하드웨어만 갖추었다면 얼마든지 다양한 것을 만들어 낼 수 있다.



- 아두이노는 마이크로 컨트롤러 보드라고도 할 수 있다.
버튼, 캐패시터, 레귤레이터, 저항 등 여러가지 칩 형태의 전자부품들이 부착되어 있다.
마이크로 컨트롤러 보드는 마이크로 컨트롤러 + 알파로 이루어져 있다.
중앙에 보면 아두이노에 꽂혀있는 ATmega328p 칩이 있다.
이렇게 하드웨어적으로 구성된 아두이노 보드는 마이크로 컨트롤러 칩에 펌웨어(시스템)를 넣어줌으로써 완성된다.



- 아두이노 우노의 뇌 (마이크로 컨트롤러 칩)은 ATmega328p라는 칩으로 되어있고,
아두이노에 납땜된 것이 아닌, 소켓에 꽂혀있는 것이기 때문에 분리해서 단독으로 사용할 수도 있다.
굳이 보드에 부착해서 사용하는 것은 칩을 단독으로 사용하는 것보다 보다 간단하게 사용하기 위함이다.
크기가 커지긴 하지만 여러가지 전자부품들을 조합함으로써 연결이나, 전원입력 등에 이득이 생기게 된다.
- 교차 컴파일러 : 소스 코드를 컴파일러를 운영하고 있는 기종 (PC 등)의 기계어로 번역하는 대신에
다른 기종 (타겟 보드)에서 사용될 수 있는 기계어로 번역(변환)하는 컴파일러를 말한다.
 - 프로그램 설치 및 실행 : 교차 컴파일러로 생성된 기계어 파일을 타겟 시스템에 전송시킨다
타겟 시스템은 일반적으로 하나의 프로그램 만이 설치가능하다.
마이크로컨트롤러는 메모리가 작고 운영체제가 없으므로 프로그램 하나만 실행 가능하다.
전원 인가되면 간단한 부팅 과정 후 바로 프로그램이 자동 실행된다.



교차 컴파일러가 설치된
개발 시스템

개발된 기계어 파일을
업로드



개발된 프로그램이 실행될
목적 시스템

- 마이크로 컨트롤러를 사용하는 것은 기능을 변경 추가하는 경우 동일한 하드웨어지만 소프트웨어 상에서 변경가능
- 마이크로 컨트롤러 기능을 100% 사용하지 않는 경우에도
소형화, 경량화, 초기 개발 시간 단축, 유지보수 비용 절감 등의 장점이 있다.

2. 아두이노로 무엇을 만들 수 있을까?

분야	사용 예
의료	의료기 제어, 자동 심박계
교통	신호등 제어, 주차장 관리
감시	출입자/침입자 감시, 산불 감시
가전	에어컨, 세탁기, 전자레인지
음향	CD 플레이어, 전자 타이머
사무	복사기, 무선 전화기
자동차	엔진 제어, 충돌 방지
기타	게임기, 차고 개폐 장치

3. 아두이노 하드웨어 구조

아두이노 IDE에서 작성한 코드를 업로드해서 실행할 수 있는 AVR CPU 기반의 실제 타겟 보드이다.

아두이노 하드웨어에는 단순하지만 수십여 가지의 센서들, LCD, 모터, 네트워크 등 모듈을 연결하여 확장이 가능하다.

아두이노 하드웨어는 이탈리아 아두이노 사에서 정식으로 판매하는 제품들이 있지만, 호환보드들도 많이 존재한다.

아두이노는 AVR, 데이터 저장용 RAM, 프로그램 데이터용 EEPROM 또는 플래시 메모리, 입출력 핀으로 구성된다.

입력 핀은 디지털과 아날로그(핀에서 감지되는 전압의 양)를 읽을 수 있다.

출력 핀도 아날로그와 디지털을 지원한다.

출력 핀을 off나 on 상태, LED를 직접 켜고 끄거나 모터처럼 좀 더 높은 전력이 필요한 장치를 제어할 수도 있다.

아두이노 중앙에 자리잡은 것이 28핀으로 구성된 마이크로 컨트롤러 이다.

아두이노는 마이크로 컨트롤러의 표준화를 통해 불필요한 선택의 폭을 줄였다고 생각할 수 있다.

MCU에서는 LED와 연결된 포트를 사용하기 위해서 포트 사용여부, 입출력 확인도 해야하는데 아두이노는 그렇지 않다.

DDRx, PORTx, PINx -> pinMode

마이크로 프로세서 : 핀 28개, ATmega328P

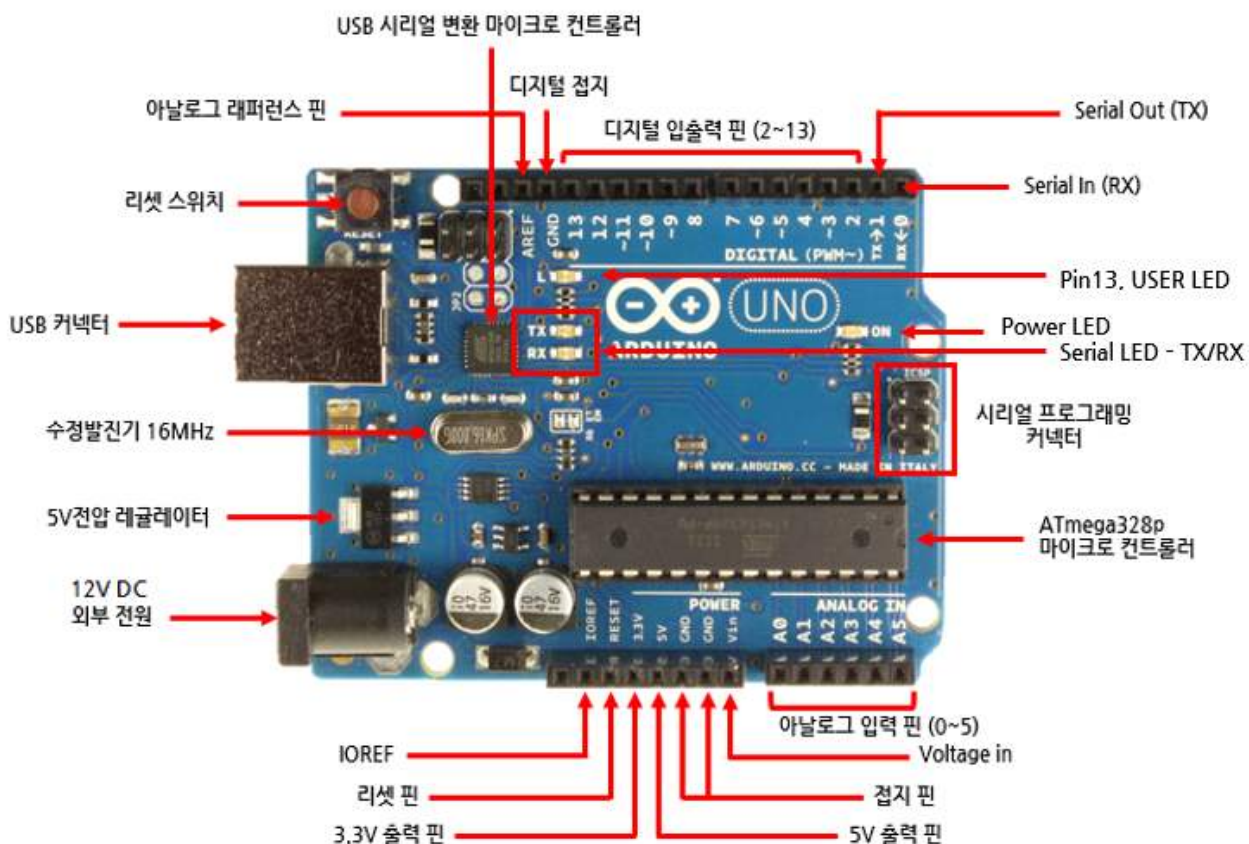
CPU는 장치 내에서 이루어지는 모든 것을 제어한다.
 CPU는 플래시 메모리에 저장되어 있는 프로그램 명령어를 가져와서 실행하는데
 이 과정에서 작업용 메모리(SRAM)에 있는 데이터를 가져와 변경하고 다시 저장하는 작업도 포함한다.
 디지털 출력이 0V에서 5V로 변경되는 것도 이 과정을 통해 이루어지는 셈이다.
 EEPROM 메모리는 비휘발성이라는 점에서 플래시 메모리와 비슷하다.
 장치를 껐다가 다시 켜더라도 EEPROM에 저장되어 있던 데이터는 사라지지 않고 그대로 유지된다.
 플래시 메모리는 프로그램 명령을 저장하는 용도이고
 EEPROM은 리셋이나 전원이 꺼진 상태에서도 유지하려는 데이터를 저장하는데 사용된다.

마이크로 컨트롤러 좌측에 긴 타원형으로 된 부품이 있는데 이것을 수정발진기라고 한다.
 클락 신호를 1초에 1600만 번 발생시킨다.
 마이크로 컨트롤러는 한 번의 클럭 신호마다 덧셈이나 뺄셈과 같은 수학 연산을 하나씩 수행한다.

왼쪽 위에 리셋 스위치가 있다.
 이 스위치를 누르면 논리 펄스가 마이크로컨트롤러의 리셋 핀으로 전송되며,
 논리 펄스를 수신한 마이크로 컨트롤러는 작업용 메모리를 지우고 프로그램을 처음부터 시작한다.
 그러나 장치에 저장되어 있던 프로그램은 지워지지 않고 그대로 유지된다.
 프로그램은 전원이 끊어진 상태에서도 데이터를 간직하는 비휘발성 플래시 메모리에 저장되기 때문이다.

보드 오른쪽 가장자리에는 시리얼 프로그래밍 커넥터가 있다.
 이 커넥터는 USB 포트를 사용하지 않고 아두이노를 프로그래밍 할 때 사용된다.

USB 소켓 옆에 USB 인터페이스 칩이 있다.
 USB 표준에 따라 사용되는 신호 수준을 아두이노 보드에서 직접 사용할 수 있는 신호 수준으로 변환한다.



여러가지 전자 부품들을 조합하고, MCU칩에 펌웨어를 입힘으로써 아두이노 우노 보드는 위와 같은 성능을 가지게 된다. 7~12V의 전압을 입력하여 작동하며, 5V, 3.3V, 출력 핀, 디지털 입출력 핀, 아날로그 입력 핀 등을 갖추므로써 외부기기를 연결하여 제어해 줄 수 있다.

아두이노는 마이크로 컨트롤러 그 자체뿐만 아니라 보드에 직접 연결할 수 있는 수많은 아두이노 호환 실드 보드가 존재한다. 실드보드는 생각할 수 있는 거의 모든 용도로 만들어지기 때문에 낱땀을 하지 않고도 차곡차곡 쌓는 방식으로 원하는 작업을 손쉽게 수행할 수 있다. 대표적인 실드보드 몇가지를 이야기하자면

- 아두이노에 웹 서비스 기능을 제공하는 이더넷 실드
- 전기 모터를 구동하는 모터 실드
- USB 장치를 제어하는 데 사용되는 USB 호스트 실드
- 아두이노 릴레이의 스위치 역할을 담당하는 릴레이 실드

아두이노는 공식 홈페이지에 가면 다양한 제품군을 만날 수 있다. 아두이노의 표준 오픈 소스 하드웨어 디자인에 따라 저렴하게 제작된 보드들이며 그 종류는 아주 다양하다.

- Node MCU 보드, ESP8266 와이파이 시스템을 바탕으로 구현, 아두이노 와이파이 연결형 저가 솔루션
- 에이다플루트의 트링켓, 초소형 아두이노 보드
- 프리트로닉스의 이더텐, 이더넷이 내장된 아두이노
- 파티클의 포톤, 와이파이가 지원되는 저가형 보드, 인터넷을 통해 아두이노 C로 프로그래밍 가능, 웹기반 IDE 사용

마이크로 컨트롤러	ATmega328p
정격전압	5V
입력전압	7~12V
디지털 입출력 핀	14 (이 중에서 6개는 PWM 출력을 제공)
아날로그 입력 핀	6
입출력 핀 DC 전류	40mA
플래시 메모리	32KB (0.5KB는 부트로더에서 이미 사용)
SRAM	2KB (ATmega328p)
EEPROM	1KB (ATmega328p)
Clock Speed	16MHz

4. 아두이노 소프트웨어

아두이노 소프트웨어는 “Sketch”라는 용어를 사용하고 아두이노 통합개발환경에서 코드를 작성할 수 있다.

아두이노 IDE 환경에서 작성된 코드는 바로 컴파일하고 바로 업로드가 가능하다.

아두이노 구조에 보면 시리얼 프로그래밍 커넥터를 볼 수 있다.

원래 아두이노 하드웨어에서 사용하는 AVR 기반의 마이크로 컨트롤러들은 ISP라는 프로그램 장비가 별도로 필요한데 아두이노에서는 IDE 환경에서 별도의 추가 장비 없이 프로그램을 아두이노 하드웨어에 업로드 할 수 있다.

이러한 기능이 가능한 이유는 아두이노 하드웨어 CPU에 이미 ISP 기능을 하는 부트로더가 존재하기 때문이다.

AVR 부트로더는 작은 boot 프로그램으로 메인 프로그램을 load하여 플래시 롬에 안착시켜 메인 기능을 하도록 하는 것이다. 그래서 외부 프로그래머 장치없이도 통신 포트로 실행 프로그램을 플래시 롬에 넣을 수 있다.

부트로더가 하는 역할은 시스템이 작동되기 위한 각각에 대해서 RAM을 체크하는 것이다. 모든 동작은 RAM 상태이다.

부트로더가 없으면 외부프로그래머 장치(ISP)를 통해서 직접적으로 파일을 업로드할 수 있다.

부트로더와 ISP에 대한 이해를 돕자면,

A 아파트 603호에 택배를 발송했다.

택배사가 물건을 받아서 전달할 때 A 아파트의 603호로 직접 배달 해주는 것은 ISP 방식이다.

A 아파트 입구에서 차단되어 관리자에게 택배를 전달하고 관리자가 603호로 가져다 주는 것이 부트로더 방식이다.

다이렉트로 전달하려면 (ISP) 다이렉트로 전달하기 위한 핀이 필요한데 핀은 6개이다.

MISO (Master in Slave Out) : master - 컴퓨터 본체, slave - MCU -> read 기능

MOSI (Master Out Slave In) : write 기능

SCP (Serial Clock) : 컴퓨터와 MCU의 동기화 설정

RST (Reset)

VCC (전원)

GND (접지)

부트로더 방식은 플래시 메모리의 일정부분을 잡아먹는 것이지만 ISP는 통째로 메모리영역을 다 사용하는 것이다.

5. 아두이노 전원공급과 전류의 흐름

* 전력공급

아두이노에 전원을 공급하기 위한 방법은 2가지가 있다.

1. USB 케이블을 이용하여 PC와 아두이노의 USB 소켓을 연결한다. (프로그램을 업로드도 USB 연결해야 함)
2. 아두이노 12V DC 외부 전원 소켓에 7~12V DC 어댑터를 연결하면 된다.

5V 전압 레귤레이터는 전원 소켓에서 공급하는 7V ~ 12V 사이의 전압을 안정적인 5V 전압으로 조정한다.

이 5V 전압 레귤레이터 칩은 표면 장착 소자 치고는 상당히 커서 높은 전류에서 안정적인 전압을 제공할 때 발생하는 열을 효과적으로 분산한다. 그렇기에 외부 전자기기를 구동할 때 유용하다.

* 전원연결

전원 커넥터에서 가장 먼저 Reset을 볼 수 있다. 아두이노 보드에 있는 리셋 스위치와 동일한 기능을 수행한다.

Reset 커넥터는 마이크로 컨트롤러를 리셋하여 프로그램을 초기 상태로 돌린다.

Reset 커넥터를 사용하여 마이크로 컨트롤러를 리셋하려면 이 핀을 순간적으로 low상태로 설정해야 한다.

아두이노 우노는 3.3V, 5V, GND 등 다양한 전압을 제공한다. GND는 0V를 의미한다.

* 아날로그 입력

A0~A5까지 표시된 6개의 핀은 각 핀에 연결된 전압을 측정하는데 사용되며, 이 값은 최종적으로 스케치에서 사용된다.

핀들에는 매우 큰 내부 저항이 있어서 극히 소량의 전류만 핀을 통해 접지로 흐른다.

기본적으로 아날로그 입력이지만 디지털 입력이나 출력으로도 사용할 수 있다.

- 디지털 연결

Digital 0부터 13까지는 입력이나 출력으로 사용할 수 있다. 스케치에서 On, Off를 설정할 수 있다.

스케치에서 On으로 설정하면 5V, Off로 설정하면 0V가 된다.

0번과 1번은 수신을 의미하는 RX와 송신을 의미하는 TX로 표시되어 있다.

이 두 핀은 통신용으로 예약된 것이기도 하며 컴퓨터에 USB로 연결될 때 수신 및 송신용으로 사용된다.

디지털 연결은 5V에서 40mA를 공급할 수 있다.

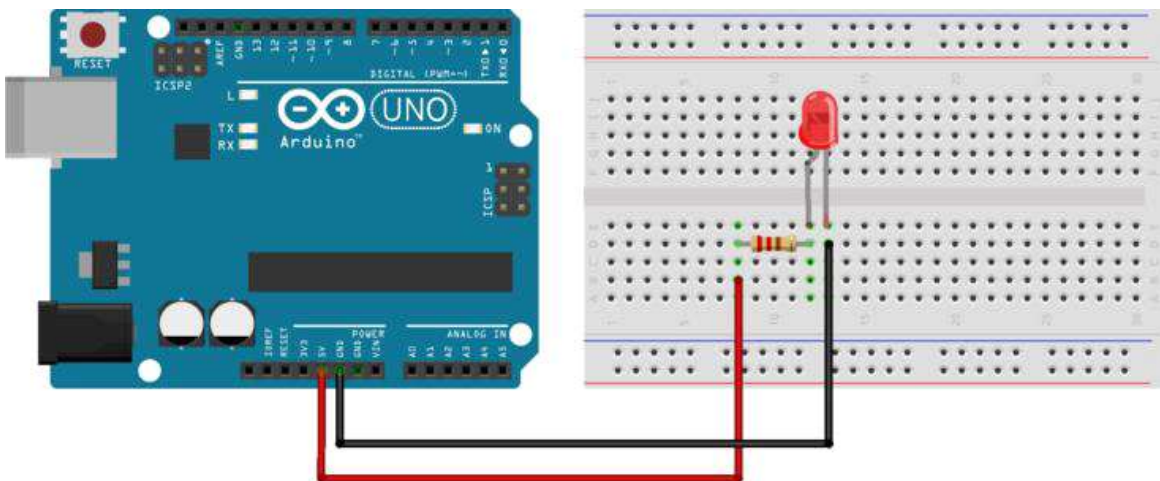
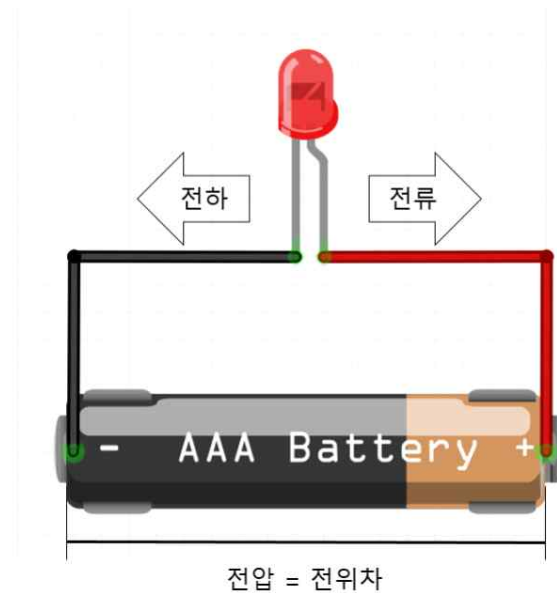
모터를 구동시키지는 못해도 LED를 켜기에는 충분하다.

*전류와 전압

전자기기를 구성하는 전자 소자는 기본적으로 전류가 흐르느냐 흐르지 않느냐로 켜기-끄기 상태를 결정하여 복잡한 연산이나 기계의 논리적 작동을 해내게 된다. 전기 이용을 할 때 전하의 흐름을 전류라고 한다. 전류는 전위(전기적 위치에너지)의 차이에 의하여 생긴다. 물이 높은곳에서 낮은곳으로 흐르듯 전압도 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐른다.

전위는 음의 전하가 많은 곳은 전위가 낮고, 양의 전하가 많은 곳은 전위가 높다.

양의 전하가 많은 곳과 음의 전하가 많은 곳이 연결된다면 양의 전하는 전위가 낮은 곳으로, 음의 전하는 전위가 높은 곳으로 양쪽의 전위 차이가 없어질 때까지 움직일 것이다. 건전지의 경우 음극과 양극의 전위차가 없어지게 되면 건전지가 방전이 되어 더 이상 전원 공급을 못하게 된다.



* 저항

저항은 무극성 소자이다. 때문에 회로를 구성할 때 극성을 따지지 않고 연결할 수 있고, 점퍼선을 연결할 때도 전류의 흐름만 고려해서 연결하면 된다. 저항은 전류의 흐름을 억제하는 기능을 가진 전자 부품이다. 저항은 재료, 길이, 온도에 따라서 저항의 값이 변화한다. 도선의 저항은 도선의 길이에 비례하고 단면적에 반비례한다.

$$R = L (\text{도선의 길이}) / S (\text{단면적})$$

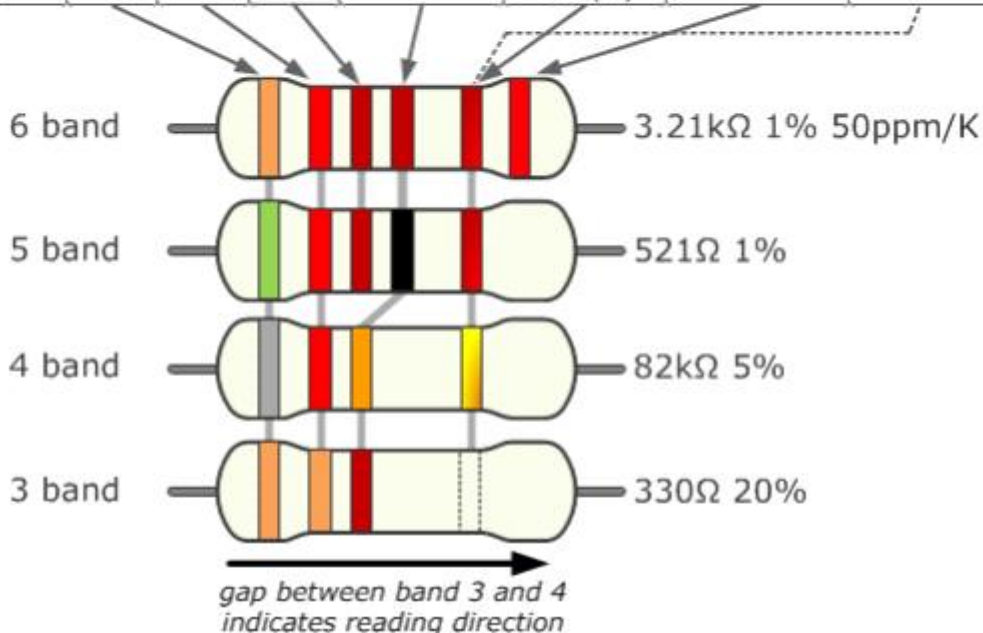
위와 같은 식으로 나타낼 수 있다. 일반적으로 도선의 온도가 높아지면 도체 내부에서 전자와 원자들의 충돌 횟수가 많아져서 저항이 커지게 된다. 저항 값의 단위는 옴을 사용하고 기호는 Ω 이다.

위와같은 배선도를 보다보면 +에서 LED 쪽으로 연결할 때 LED 바로 앞에 저항이 연결되어 있다. 여기서 저항이 하는 역할은 LED가 손상되지 않도록 보호하는 역할과 LED의 밝기를 조정할 수 있다. LED의 밝기는 +극에서 -극으로 흐르는 전류의 양이 많으면 밝아지고 적으면 어두워진다.

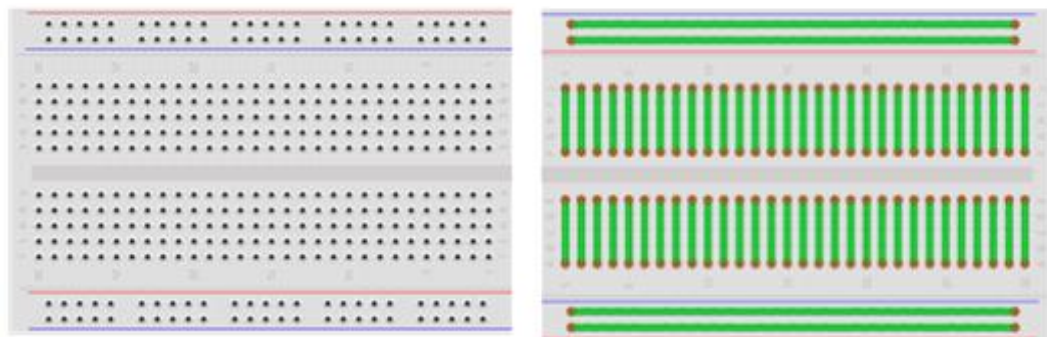
저항은 전류의 흐름을 방해하는 성질이 있기 때문에 저항의 값이 커지면 LED에 흐르는 전류의 양이 작아져 LED가 어두워진다. LED소자에서도 최대로 감당할 수 있는 전류와 전압 값을 가지고 있기 때문에 너무 많은 전류가 흐르게 되면 LED에 손상이 갈 수도 있다. 일반적으로 저항은 4색저항과 5색저항으로 두가지 종류를 많이 사용한다. 저항의 부품 크기가 작기 때문에 저항에 저항의 값을 전부 표시하기 어려워서 선의 색상으로 저항의 값을 표시하고 있다. 저항값을 읽고 적절하게 부품과 배치해서 사용하면 좋다.

www.resistorguide.com

	Color	Significant figures			Multiply	Tolerance (%)	Temp. Coeff. (ppm/K)	Fail Rate (%)
Bad	black	0	0	0	x 1		250 (U)	
Beer	brown	1	1	1	x 10	1 (F)	100 (S)	1
Rots	red	2	2	2	x 100	2 (G)	50 (R)	0.1
Our	orange	3	3	3	x 1K		15 (P)	0.01
Young	yellow	4	4	4	x 10K		25 (Q)	0.001
Guts	green	5	5	5	x 100K	0.5 (D)	20 (Z)	
But	blue	6	6	6	x 1M	0.25 (C)	10 (Z)	
Vodka	violet	7	7	7	x 10M	0.1 (B)	5 (M)	
Goes	grey	8	8	8	x 100M	0.05 (A)	1(K)	
Well	white	9	9	9	x 1G			
Get	gold			3th digit only for 5 and 6 bands	x 0.1	5 (J)		
Some	silver				x 0.01	10 (K)		
Now!	none					20 (M)		



* 브레드보드 사용법



브레드보드는 부품들을 구멍에 끼우면 브레드보드 안 쪽에 숨어있는 금속 조각으로 인해 부품들이 연결되고 이로써 회로를 구성하고 실험하고 간단하게 변경할 수 있는 실험도구이다.

6. 디지털과 아날로그

디지털은 손가락이란 뜻의 라틴어 디지털(digit)에서 온 말이다.

이는 모양으로 표시되는 아날로그에 비해 분명하게 1, 2, 3을 셀 수 있다는 뜻에서 나왔다.

각각의 눈금과 수치를 바로 확인할 수 있는 막대 그래프가 디지털형태라면

아날로그는 정확히 수치를 파악하기 어려운 곡선 그래프에 비유할 수 있다.

디지털 TV는 화상이나 음성 신호를 컴퓨터 파일이나 CD에서와 같은 디지털 신호 방식으로 바꾸어 전송하고 이를 수신하는 TV 시스템을 가리킨다. 반면 우리가 현재 이용하고 있는 TV는 아날로그 방식의 신호를 이용하고 있다.

디지털 TV가 종래의 아날로그 TV에 비해 달라질 것으로 예상되는 점은 몇 가지가 있다.

먼저 0과 1을 이용하는 디지털 방식의 전송은 아날로그 방식의 전송에 비해 신호왜곡이 적어서 훨씬 깨끗하고 선명한 화상과 깨끗한 음질의 음성을 재생할 수 있다. 쉬운 예로 일반 비디오테이프와 레이저디스크(LD), 카세트테이프와 콤팩트 디스크(CD)의 경우를 서로 비교해 보면 알 수 있다.

또한 요즘 우리가 많이 사용하는 휴대폰 등이 모두 디지털 방식이다.

휴대폰은 아날로그 신호인 음성을 수십만 개의 디지털 신호로 바꾸어 전달하는 것으로 CDMA라는 방식이 사용된다.

디지털이란 소리, 그림, 문자 등 모든 정보를 0과 1로 바꿔서 저장, 재생되는 것을 말한다.

소리, 빛, 전기 등의 파장을 갖는 것들을 우리는 디지털 방식과 비교하여 아날로그 방식이라고 부른다.

아날로그란 말은 디지털이 음성 신호를 0 또는 1이라는 인위적인 신호로 바꾸어 표현하는데 비해,

자연에서 생성된 파를 가능한 그대로 재현한 것을 말합니다.

예를 들어 비스듬한 기울기가 있을 때, 아날로그는 그것을 비스듬한 경사선으로 표현하지만,

디지털에서는 기울기 최저점 0과 최고점 1사이를 무수히 잘게 나누어 0과 1의 조합으로 표현해내는 방식 말한다.

* 아두이노 디지털 출력

공학적인 개념에서 디지털 출력은 마이크로 컨트롤러에서 외부로 데이터를 내 보내는데, 결국은 마이크로컨트롤러의 특정 핀의 전압을 HIGH 또는 LOW로 설정하는 것을 말한다. 아두이노에서 디지털 출력을 사용할 수 있는 포트는 12개정도 된다. (RX, TX제외하면) ~표시가 있는 포트는 PWM 기능이 있는 출력 포트이다. PWM 기능을 다 제공하지 못하는 이유는 CPU의 TIMER 자원에서 지원을 하는데 ATMEGA CPU의 Timer에서 PWM 출력이 가능한 포트들이 제한이 있기 때문이다.