

# 소프트웨어 프로젝트 2

## 전자회로 기초, Part II

2024년 2학기

국민대학교  
소프트웨어학부/인공지능학부  
주용수, 최진우, 한재섭, 허대영  
{ysjoo, jaeseob, jnwochoi, dyheo}@kookmin.ac.kr

# 허용전류 분석

- 아두이노 보드 사양
  - 동작전압: 5V
  - 어댑터 입력전압
    - 권장: 7-12V
    - 최소-최대: 6-20V
  - 디지털 IO: 14개
    - PWM 지원: 6개
  - 아날로그 입력: 6개
  - 입출력 핀당 최대전류: 20mA
  - 3.3V 전원 최대출력: 50mA

## OVERVIEW

## TECH SPECS

## DOCUMENTATION

## FAQ

Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

# 허용전류 분석

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/ATmega48A-PA-88A-PA-168A-PA-328-P-DS-DS40002061A.pdf>

- 마이크로컨트롤러 사양: ATmega328P
  - I/O pin당 최대 40mA
  - Vcc 총합 200mA
  - Digital I/O pins: 14
- LED 적정 전류
  - 13 ~ 20mA
  - 14개의 LED를 최대 밝기로 동시에 켜다면?

$14 * 20 \text{ mA} = 280\text{mA} > 200\text{mA}$

가

## 30.1 Absolute Maximum Ratings\*

Operating Temperature . . . . .	-55°C to +125°C
Storage Temperature . . . . .	-65°C to +150°C
Voltage on any Pin except $\overline{\text{RESET}}$ with respect to Ground . . . . .	-0.5V to $V_{CC}+0.5V$
Voltage on $\overline{\text{RESET}}$ with respect to Ground	-0.5V to +13.0V
Maximum Operating Voltage . . . . .	6.0V
DC Current per I/O Pin . . . . .	40.0mA
DC Current $V_{CC}$ and GND Pins . . . . .	200.0mA

# 허용전류 분석

<https://protosupplies.com/product/servo-motor-micro-mg90s/>

- 서보 요구 전류량
  - MG90S
  - 대기중 10mA
  - 동작중 120-250mA
  - 스톨(stall, 정지)시 700mA
- Q) 아두이노가 안전하게 구동 가능한 서보의 최대 개수는?

20mA so  
120~250mA 가 ,



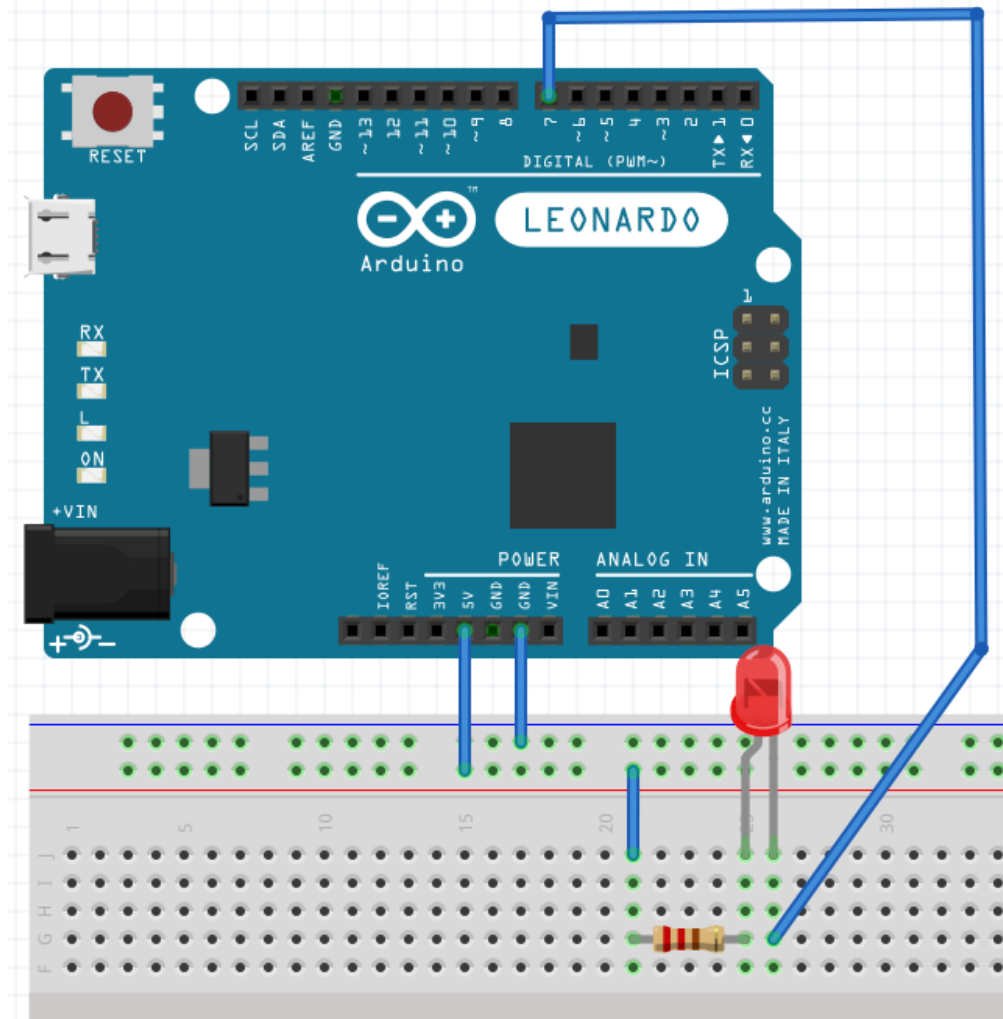
## TECHNICAL SPECIFICATIONS

Motor Model	MG90S	
Drive Type	Analog	<a href="#">pwa</a>
Degree Rotation	180° (±15°)	
Operating Ratings		
	Voltage	4.8-6 VDC (5V Typical)
	Current (idle)	10mA (typical)
	Current (typical during movement)	120-250mA
	Current (stall)	700mA (measured)
	Stall Torque	2.2kg-cm (per spec)
	Speed	0.12s / 60 degree (varies with VDC)
Dimensions		
	Cable Length	24cm (9.5")
	Motor Housing L x W x H	23 x 12 x 26mm (0.9 x 0.5 x 1")
	Motor Height (w/ shaft)	32mm (1.26")
	Motor Housing Width with Mounting Ears	32mm (1.26")

# 허용전류 분석

- Max. source current
  - I/O 핀 high -> GND
- Max. sink current
  - Vcc -> I/O 핀 low
- TTL 로직: src current << sink current
- CMOS 로직: src current = sink current
- Q) 우측 회로에서 점검해야 하는 허용전류는?

가



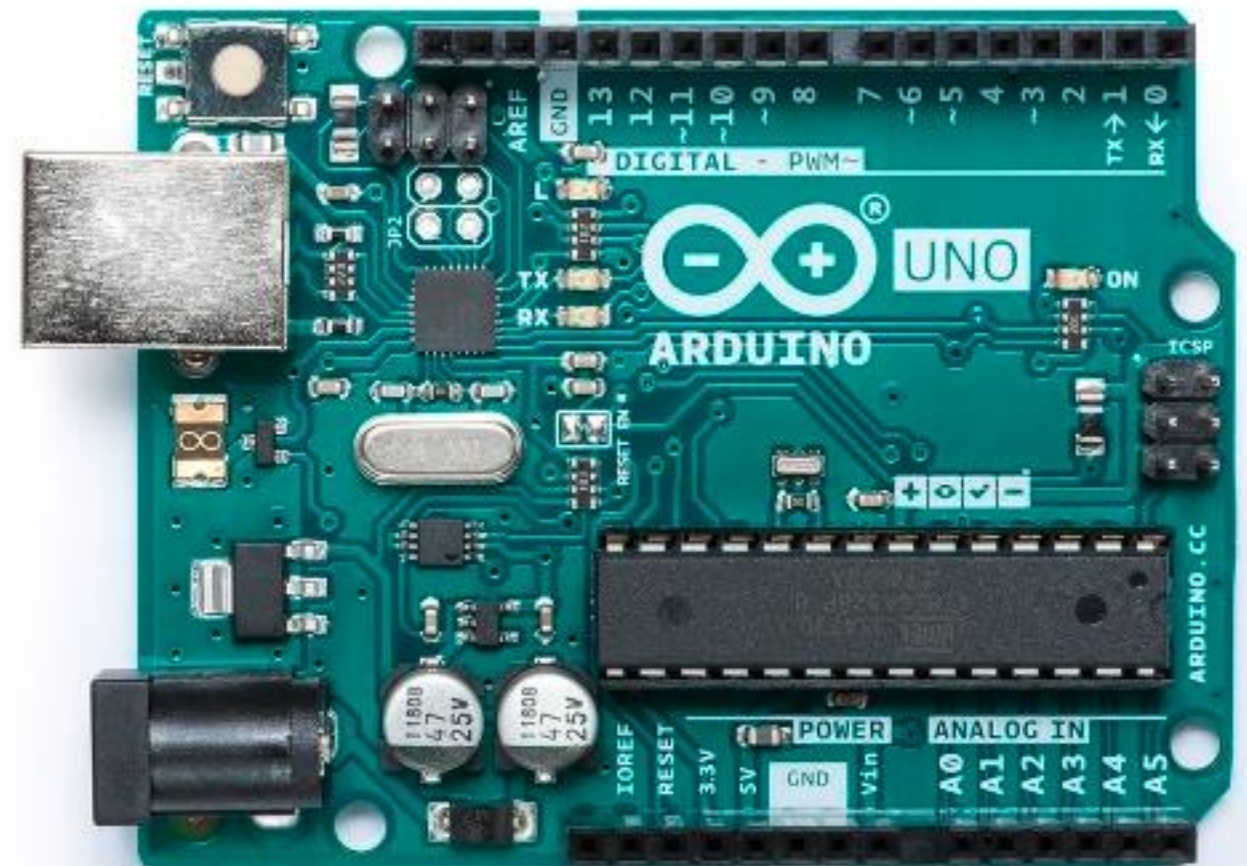
led

20mA

- 참고
  - Vcc, Vdd: +전원(PWR)
  - Vee, Vss: -전원(GND)

# 전원공급 설계

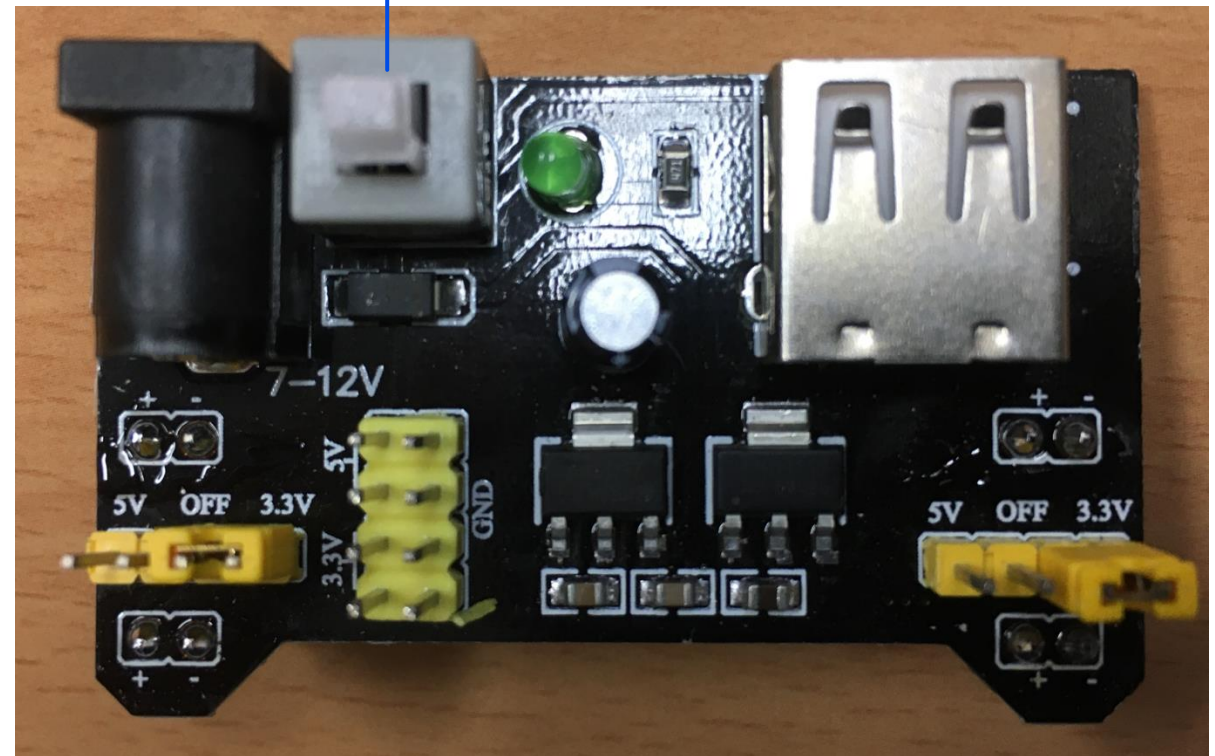
- 아두이노 전원 공급 방법
  - USB 케이블을 통한 5V 공급
  - DC 어댑터(7~12V) 또는  $V_{in}$ 을 통한 전원 공급 (보드에서 5V로 변환)
  - 아두이노의 5V 및 3.3V 핀에서 주변장치의 전원 공급을 피할 것
- 센서&액추에이터 전원 공급
  - 별도의 외부 전원 사용
  - 아두이노의 GND와 외부전원의 GND를 반드시 연결
  - 아두이노 신호 레벨과 센서&액추에이터 신호 레벨 호환성 주의
    - 예: 5V-3.3V level converter 사용





# 전원공급 모듈

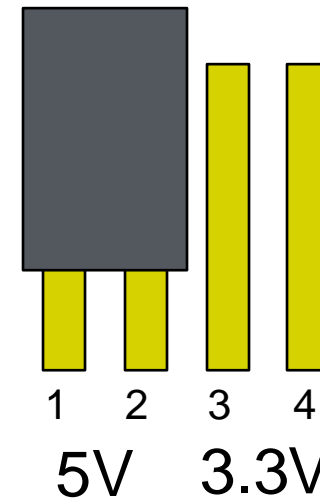
- 상세사양
  - 입력: 7~12V DC (직류)
  - 출력: 5V 1A(max), 3.3V 1A(max)
  - 전원 on/off 스위치 제공
  - USB 전원공급 가능
  - 브레드보드에 설치 가능



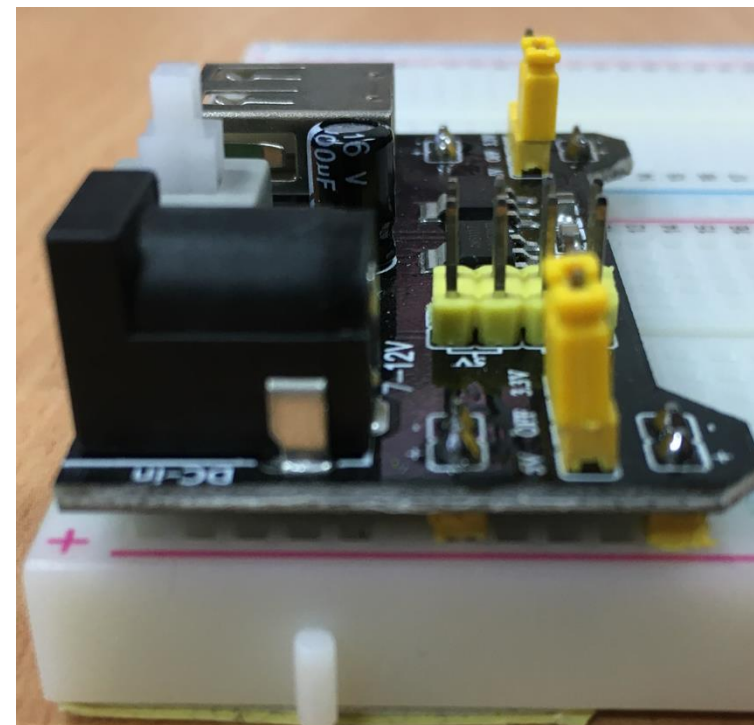
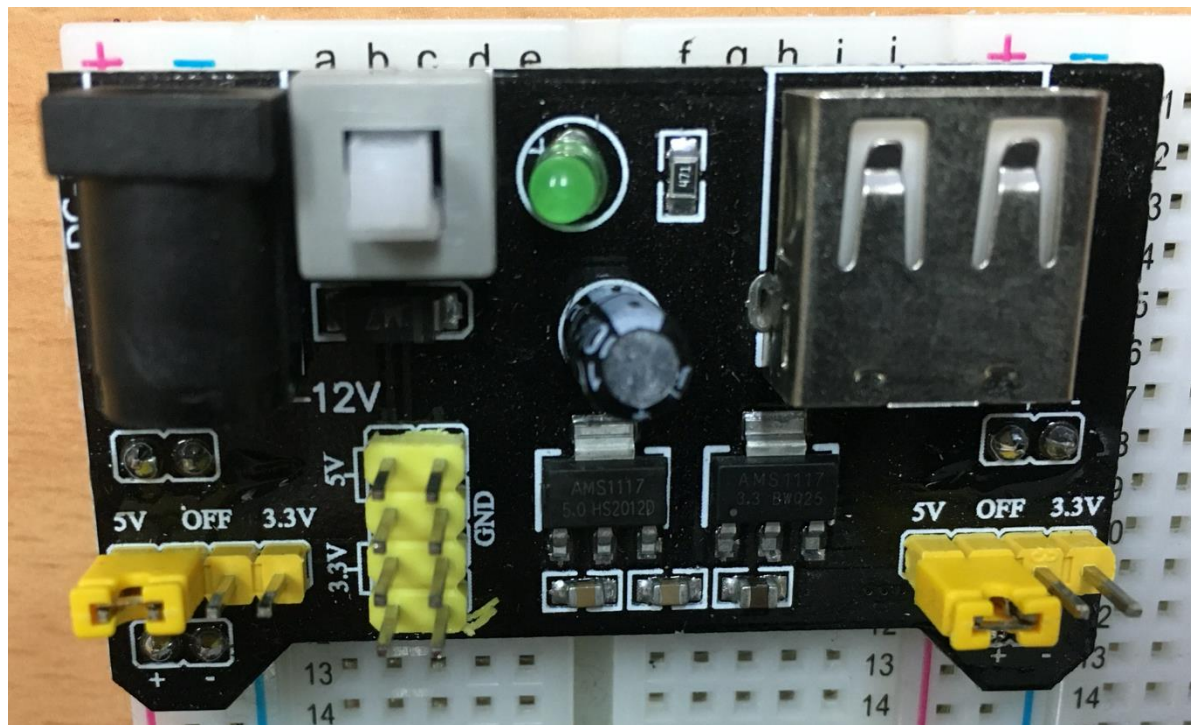
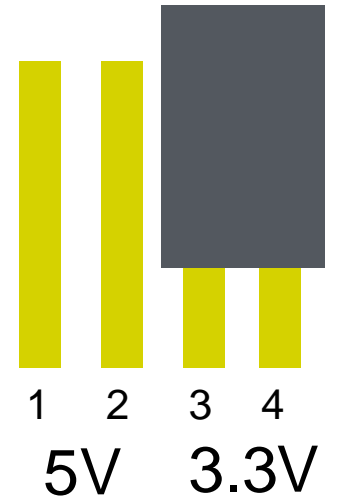
# 실습 1: 전원공급모듈 테스트

- 설치 방법
  - 헤더의 +/-가 브레드보드의 전원 레일 적/청색 선에 일치하도록 삽입
  - 점퍼핀을 5V(아두이노 전압)로 설정
  - 9V DC 어댑터 연결 및 전원스위치를 눌러 전원을 인가하고 녹색 LED 점등 확인

5V 전원 사용

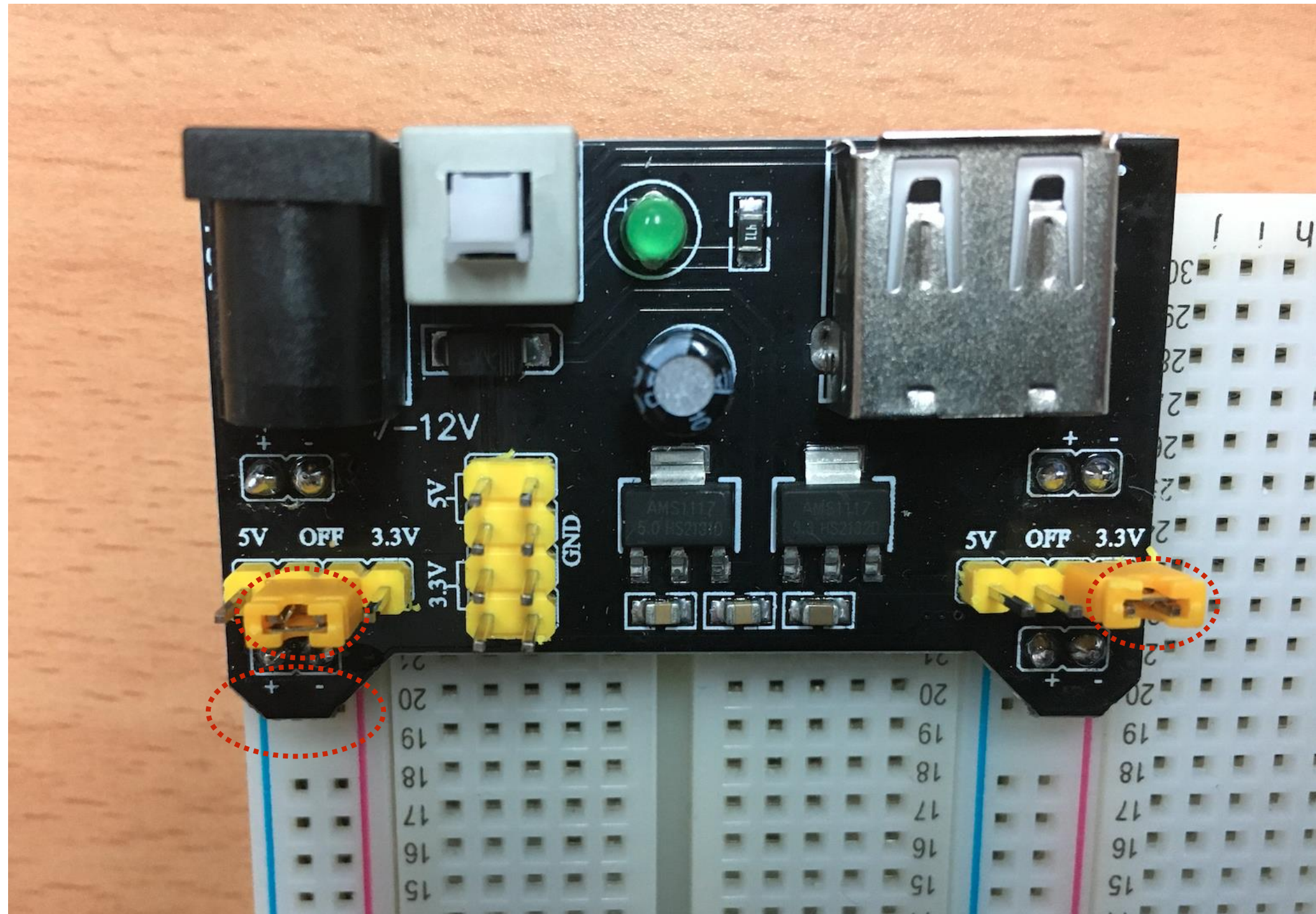


3.3V 전원 사용



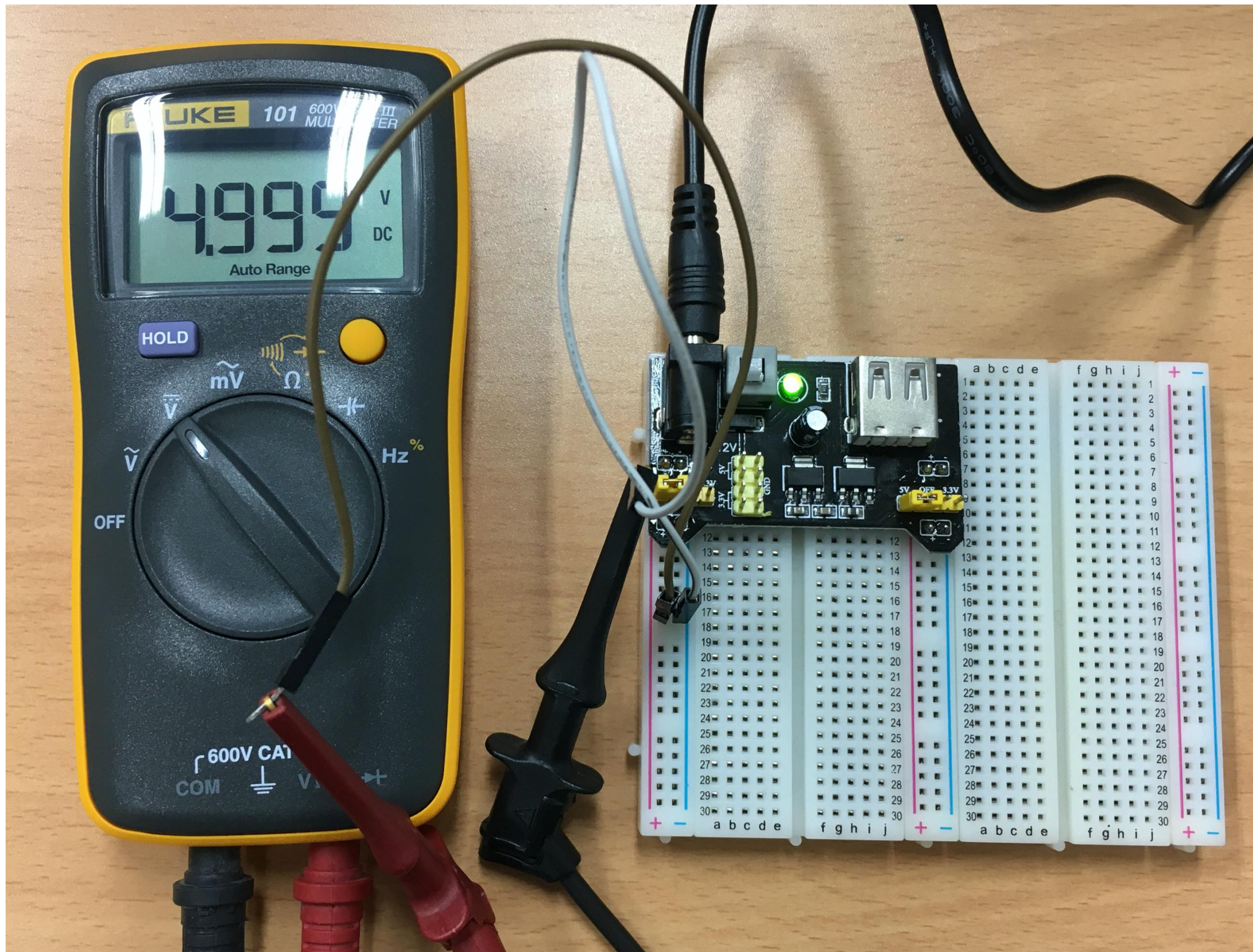


# 잘못된 설치 예 (앞장과 비교해볼 것)





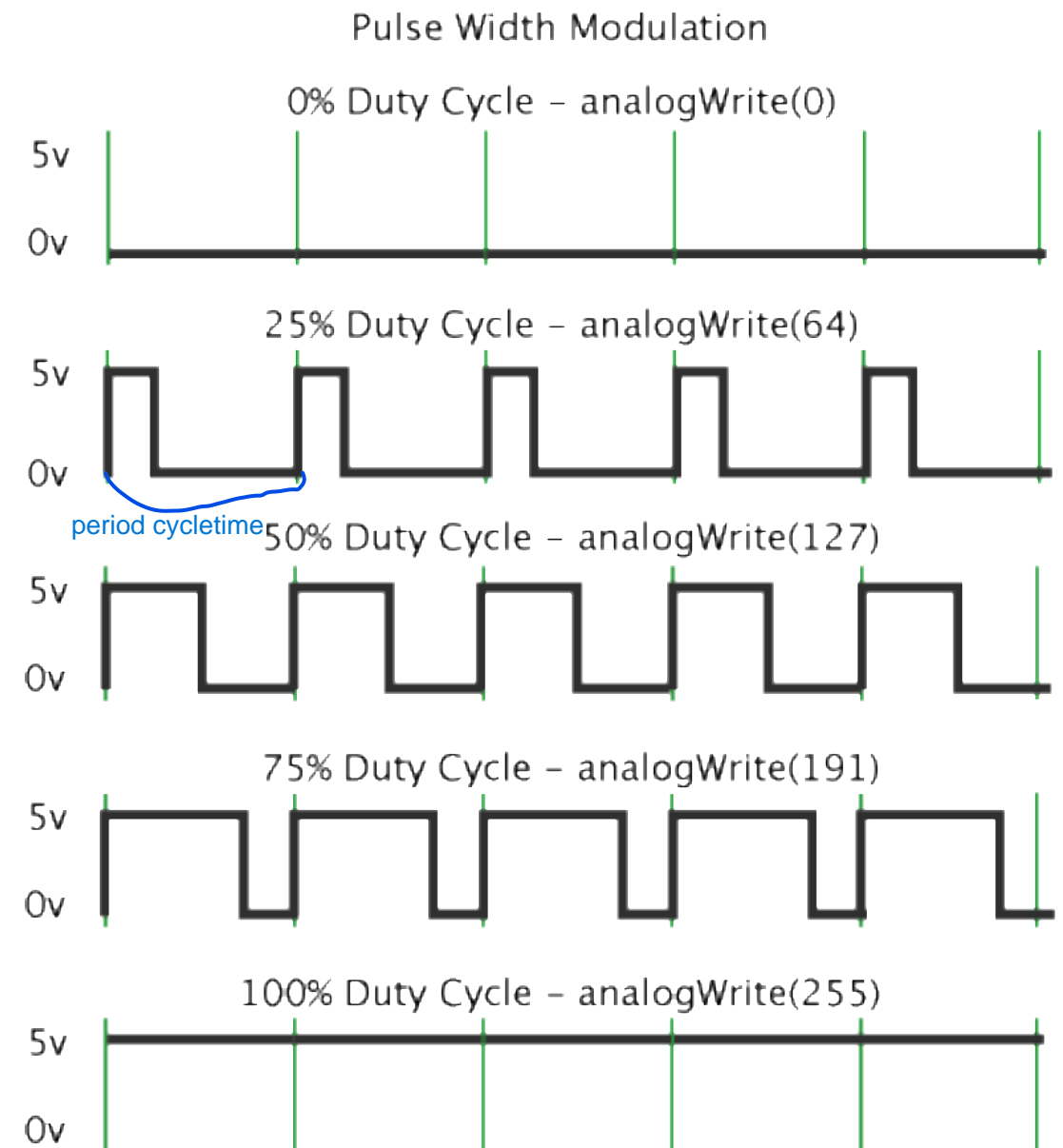
# 전원공급모듈 테스트





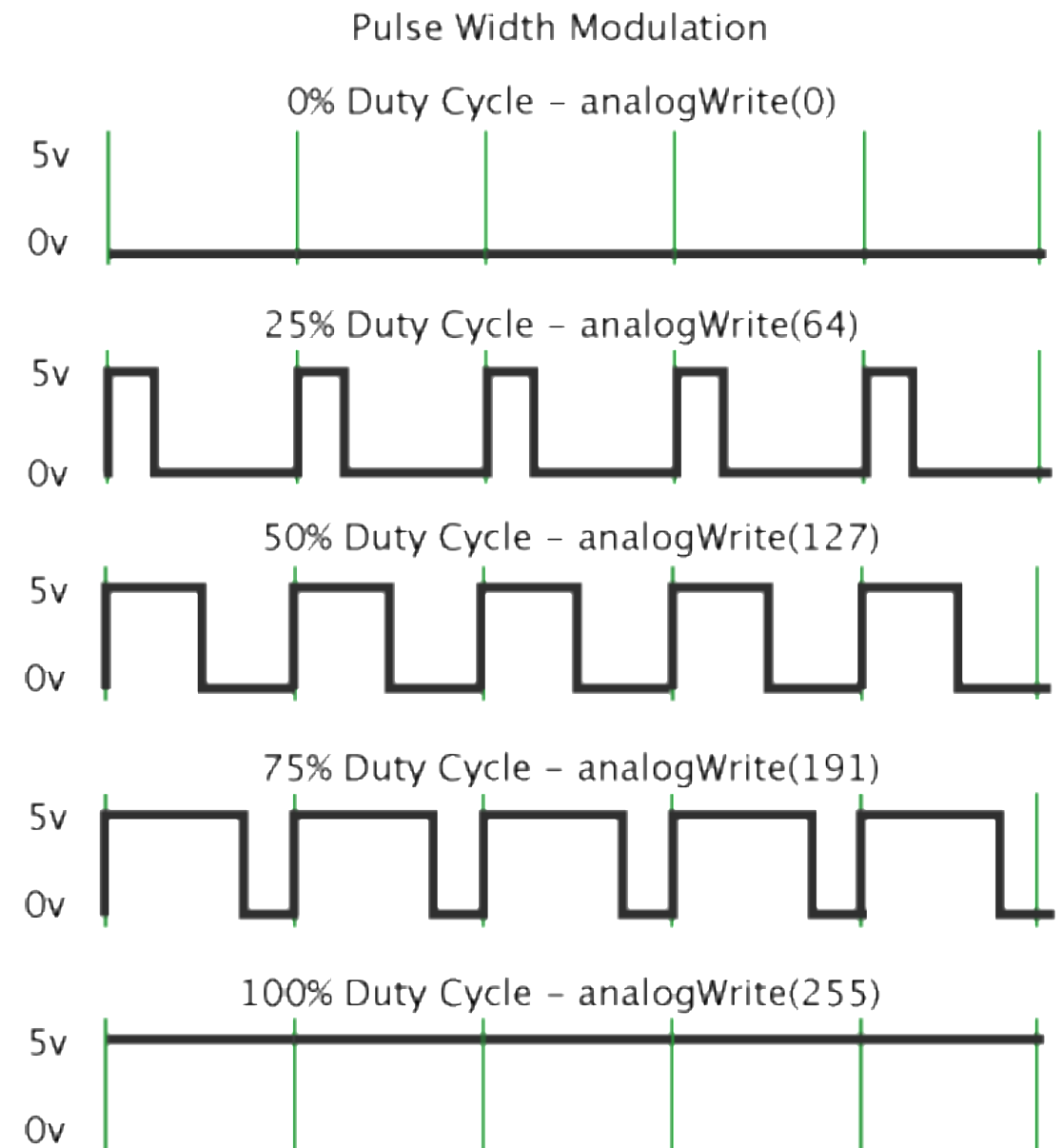
# PWM (Pulse Width Modulation)

- 디지털 신호의 duty를 조절하여 전력량을 아날로그 방식으로 제어
  - 디지털 신호: 0 또는 1만 가능
  - 아날로그 신호: 0과 1 사이의 연속적인 값
  - 모터 제어, 전압 변환, 오디오 증폭 등 다양하게 활용
- 아두이노 내장 PWM 라이브러리
  - **analogWrite(pin, x):**  
pin은 PWM 제어 대상 핀 번호,  
x는 0~255 입력
  - PWM용 입출력 핀:  
3, 5, 6, 9, 10, 11번 핀



# PWM 주기

- PWM 주기
  - 반복되는 파형의 최소 단위
  - 주기가 너무 길 경우 부드러운 제어가 불가능함
    - LED: 깜박임이 느껴짐
    - 모터: 저속에서 울컥거림
  - 주기가 너무 짧을 경우 컴퓨팅 오버헤드 증가
  - PWM 주파수(freq): 주기의 역수
    - 아두이노 Uno: 490 Hz 또는 980Hz
    - Q) 주기는 몇 초?  $1/490$

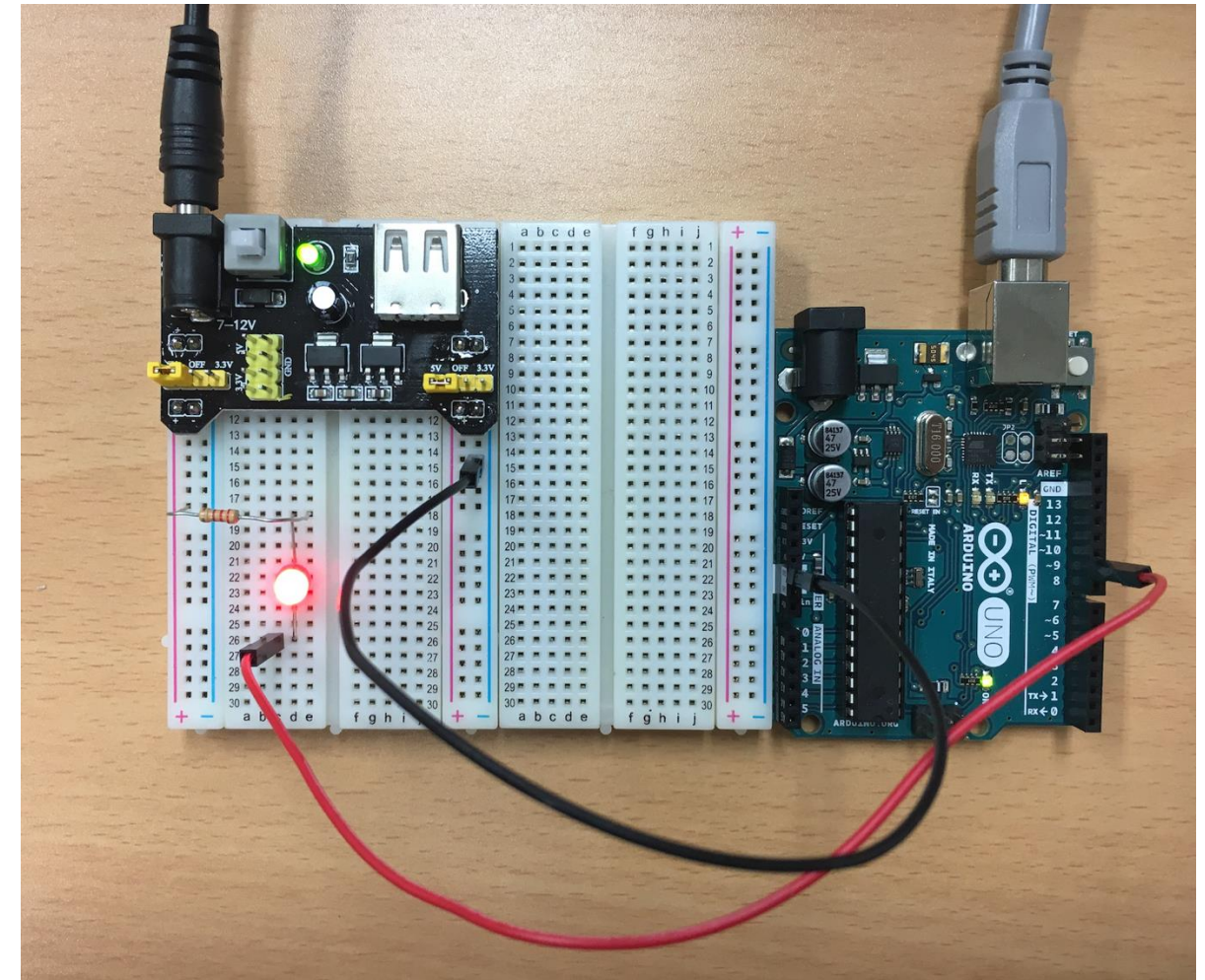


BOARD	PWM PINS	PWM FREQUENCY
Uno, Nano, Mini	3, 5, 6, 9, 10, 11	490 Hz (pins 5 and 6: 980 Hz)



# 실습 2: LED 밝기제어

- analogWrite()를 이용한 LED 밝기 제어
  - 아두이노 내장 PWM 함수 **analogWrite()** 사용
  - <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/PWM>
  - <https://docs.arduino.cc/built-in-examples/basics/Fade>
  - 튜토리얼 지시에 따라 회로 및 코드 구현 (LED 보호용 저항 220ohm 사용)
- 과제 제출
  - 과제코드: 06P12
  - YouTube link만 제출
  - 제출기한: 5주 2강 수업 전까지



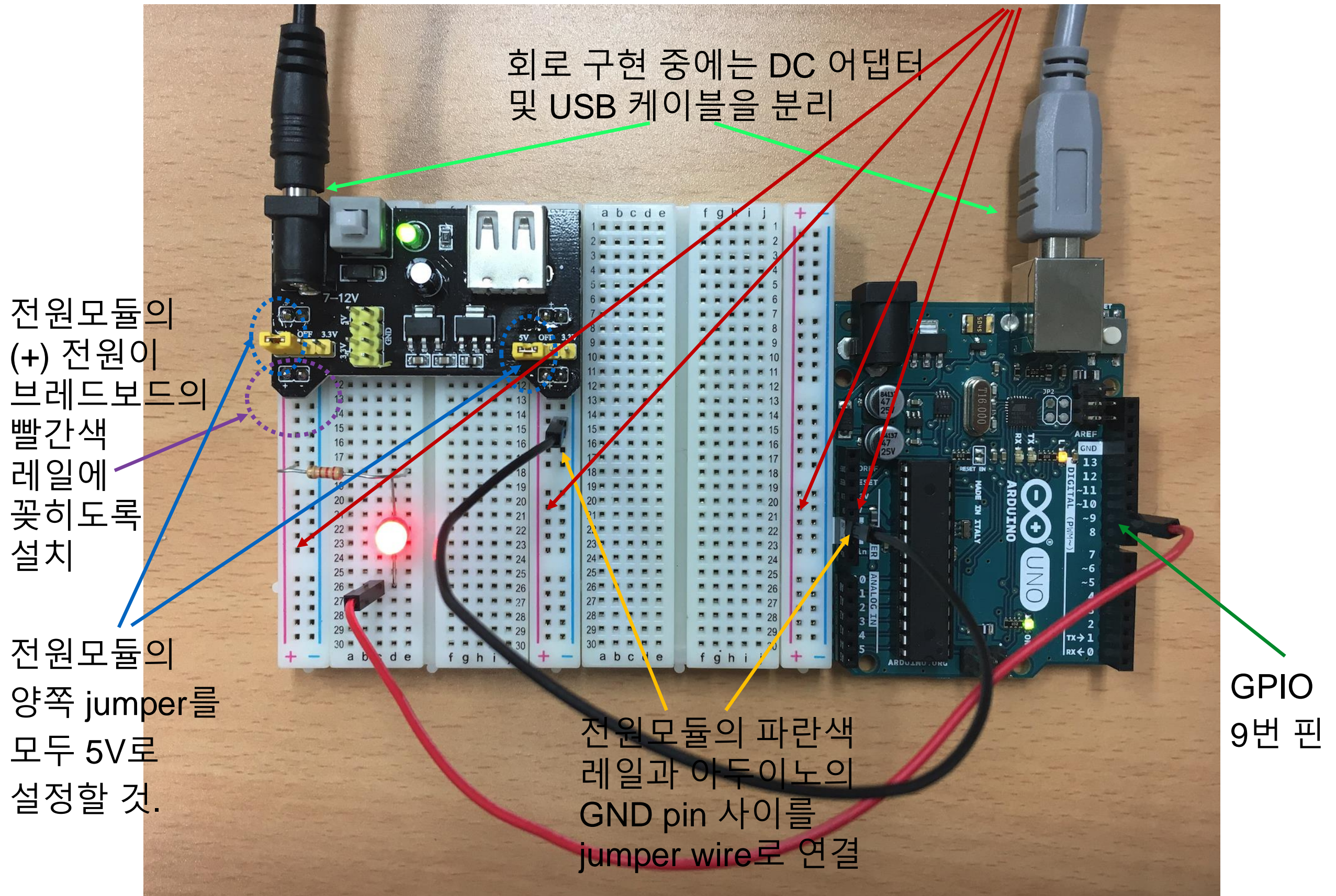
회로 구현시 유의사항

1. 회로 구현 중에는 DC 어댑터 및 USB 케이블을 분리할 것.
2. 전원모듈의 (+) 전원이 브레드보드의 빨간색 레일에 꽂히도록 설치.
3. 전원모듈의 양쪽 jumper를 모두 5V로 설정할 것.
4. (중요!!) 전원모듈의 파란색 레일과 아두이노의 GND pin 사이를 jumper wire로 연결할 것.
5. USB 케이블은 노트북과 아두이노 사이를 연결.
6. 전원 어댑터는 전원모듈에 연결 (아두이노에 연결하지 말 것!!!)



# LED 밝기제어용 회로 구성

주의: 절대로 브레드보드의 5V와 아두이노의 5V를 연결하지 말 것!!!

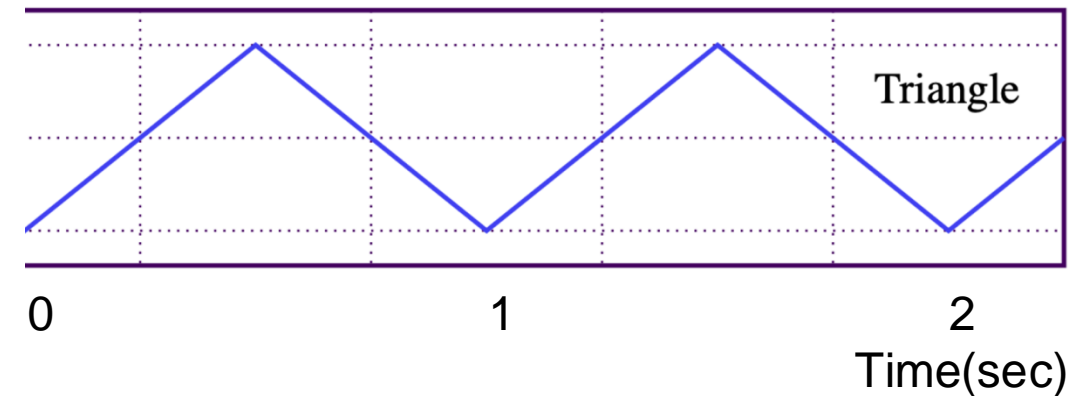




# 도전과제 1: PWM 함수 구현

- 구현 내용

- 주기(period)와 duty를 설정할 수 있는 사용자 정의 함수를 직접 구현



- `digitalWrite()`와 `delayMicroseconds()` 사용

- 구현해야 하는 함수

- `set_period(int period) // period: 100 to 10000 (unit: us)`
- `set_duty(int duty) // duty: 0 to 100 (unit: %)`

- 회로 구성

- 5V - 220ohm - LED - GPIO7 (GPIO 7번 pin에 LED 연결)

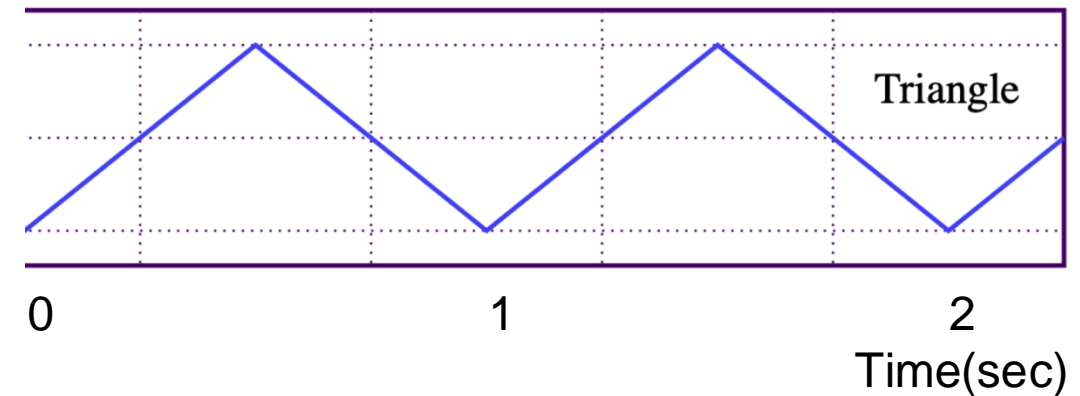
- 밝기제어

- 1초 동안 최소밝기-최대밝기-최소밝기 사이에서 밝기가 triangle 패턴으로 변화하는 코드 작성
- 밝기 단계는 **duty**에 따라 101단계로 구성: (0: 꺼짐, 100: 최대밝기)
- 10ms, 1ms, 0.1ms 세 가지의 period에 대해 영상 녹화

# 도전과제 1: PWM 함수 구현 (제출방법)

- 과제 제출

- 과제코드: 06C1
- 제출물
  - GitHub link, YouTube link
  - 코드 설명 pdf: 1페이지 이내, 양식 자유, 주기 및 duty 설정 방법 설명 포함
- 제출기한: 5주 2강 수업 전까지



- 도전과제란?

- 실습 내용을 확장한 심화/고난이도 과제
- **성적에 반영되지 않음**
  - 전공역량 수준 향상을 희망하는 학생은 적극적으로 참여를 권장함