

ARDUINO-WORKSHOP

13.4.2019

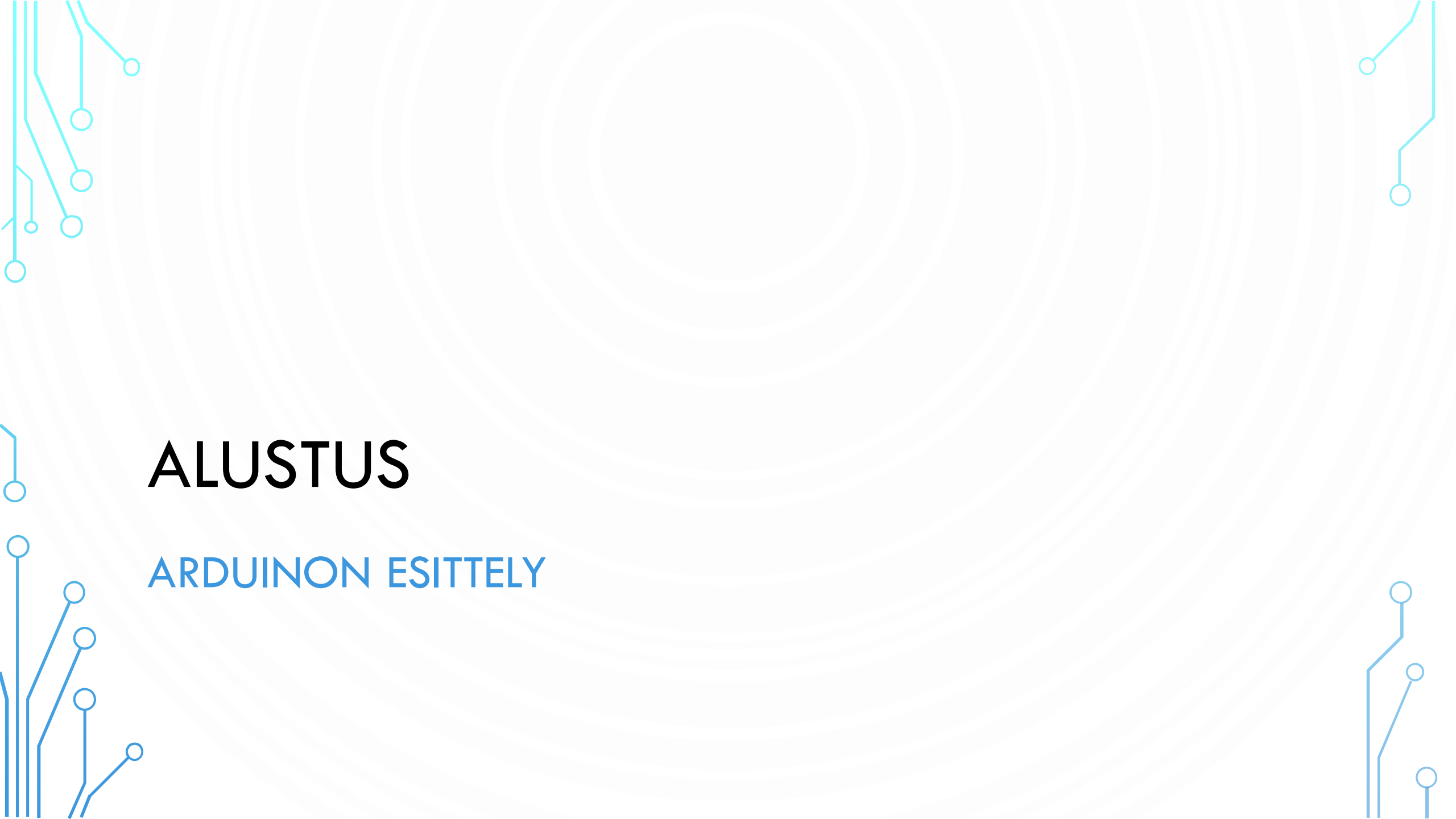
TOMMI RAUTAVA & VELI-PEKKA ELORANTA



Tämä teos on lisensoitu Creative Commons Nimeä-JaaSamoin 4.0 Kansainvälinen -lisenssillä.

OSALLISTUSMAKSU

- **10 euroa**
- Maksun voi suorittaa
 - käteisellä tai
 - MobilePayllä.

The background features a series of concentric circles in a light gray color, centered on the page. Additionally, there are stylized circuit board traces in a light blue color, located in the corners of the image. These traces consist of lines and small circles, resembling electronic components or wiring.

ALUSTUS

ARDUINON ESITTELY

ARDUINO LYHYESTI

- Avoimen lähdekoodin elektroniikka-alusta
- Lukee tulosignaaleita ja muuntaa ne ohjelmakoodin avulla ohjaussignaaleiksi.
- Pyrkii olemaan helppokäyttöinen

MUUTAMA ESIMERKKI

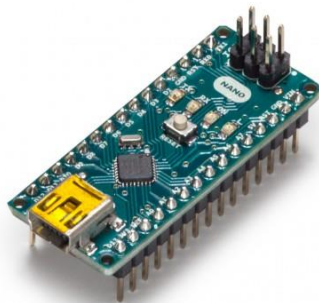
UNO



MEGA



NANO



MKR1000 WIFI



Kuvat: <https://store.arduino.cc/>

MISTÄ NIITÄ SAA?

- Ostamalla valmiina
 - store.arduino.cc
 - [aliexpress.com](https://www.aliexpress.com)
 - verkkokauppa.com
 - robomaa.fi
- Rakentamalla itse

ARDUINO NANO

16 MHz
oskillaattorikide

Virta-LED

Ohjelmointi-
pinnit (ICSP)

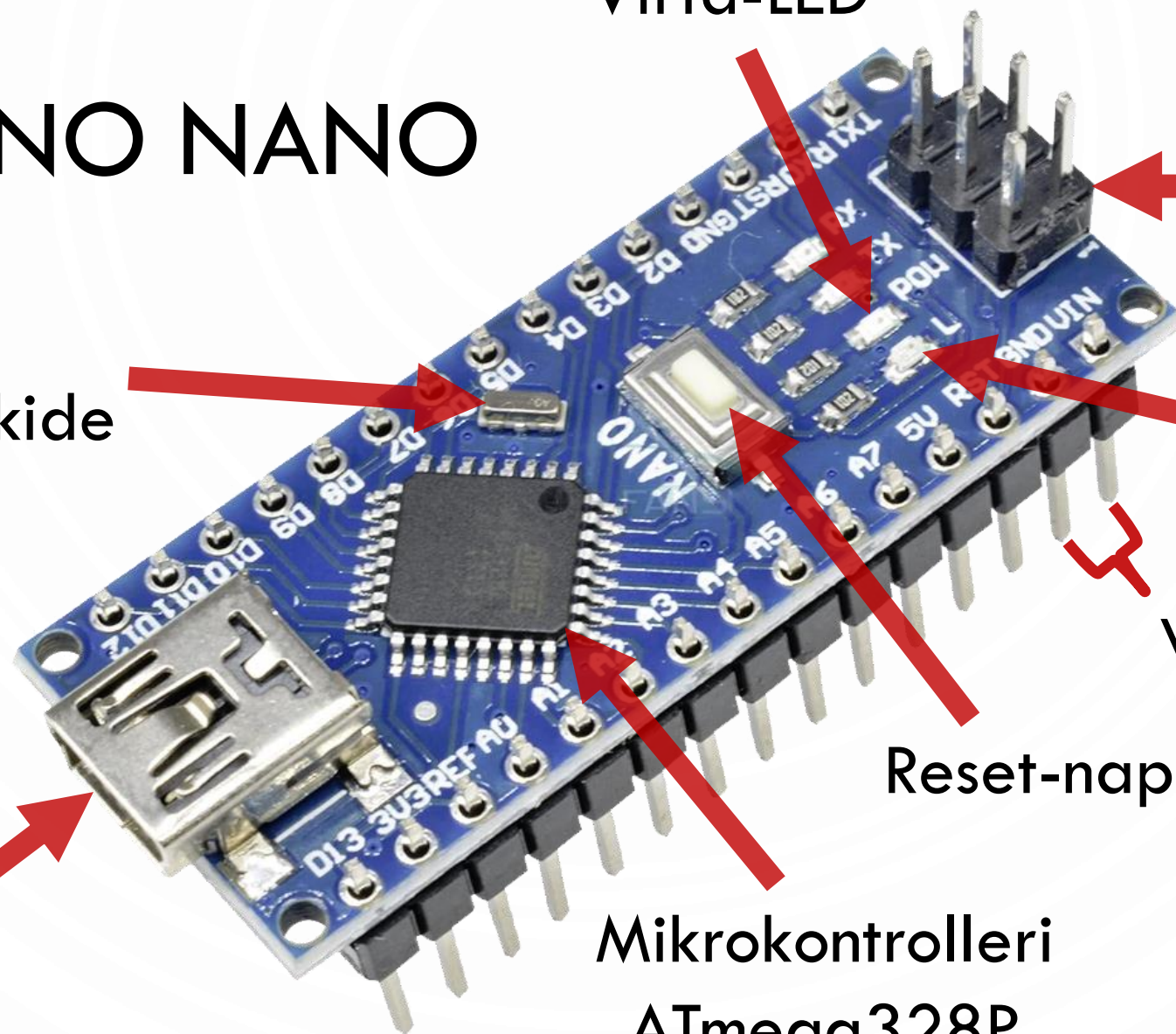
D13 LED

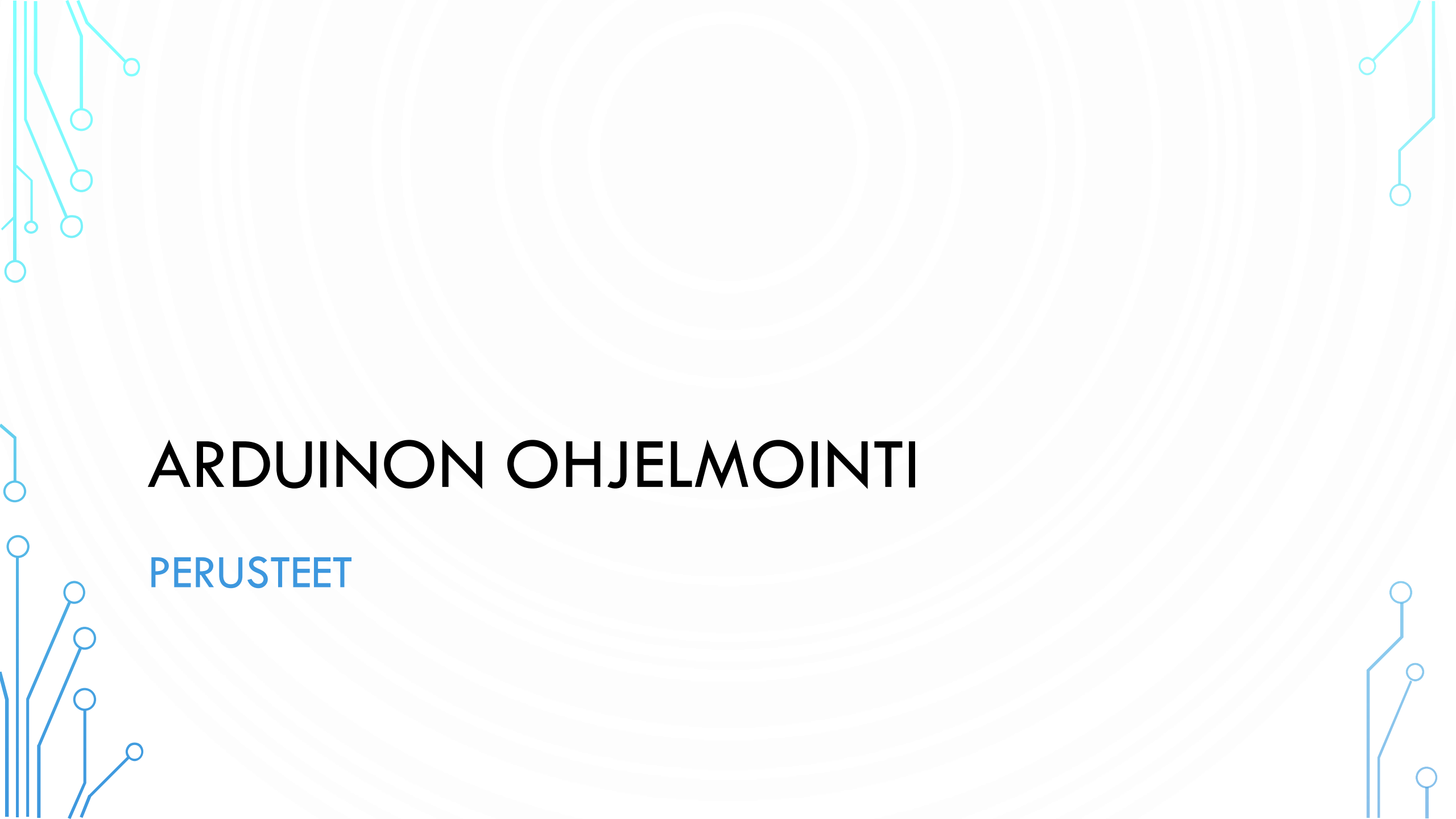
Virtapinnit

Reset-nappi

Mikrokontrolleri
ATmega328P

Mini USB
-liitin





ARDUINON OHJELMOINTI

PERUSTEET

MITÄ TARVITAAN?

- Tietokone
- Arduino-kehitysympäristö (online- tai työpöytäversio)
- Arduino
- USB-johdot silloin kun Arduinossa on USB-liitin ja bootloader-ohjelma on valmiiksi asennettuna. Muussa tapauksessa ohjelmointi tapahtuu joko ohjelmointilaitteen tai toisen Arduinon kautta.

ARDUINON KYTKEMINEN TIETOKONEESEEN

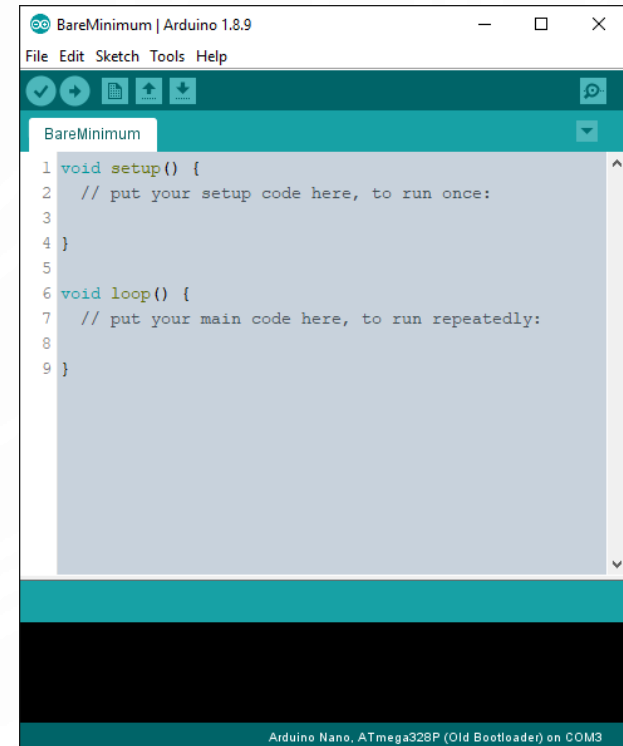
- Yhdistä USB-johto ensin Arduinoon ja laske Arduino sitten pöydälle. Kytke USB-johto vasta sen jälkeen tietokoneeseen.
- Kytke Arduino irti päinvastaisessa järjestyksessä.
- Näin toimimalla vältät koskemasta Arduinon sähköisiin osiin kun siinä on virta päällä. Oikosulku tai staattinen sähkö voi rikkoa jonkin pinnin toiminnallisuuden - ja pahimmassa tapauksessa tehdä koko Arduinosta käyttökelvottoman.

TÄRKEÄÄ

- Kun teet elektroniikkakytkentöjä, elektroniikassa ei saa olla kiinni mitään sähkölähteitä, kuten paristokennoja tai USB-johtoa. Näin suojaat itsesi sähköiskuilta ja elektroniikan oikosuluilta.
- Vältä koskemasta metallisiin liitinpintoihin, koska staattinen sähkö saattaa rikkoa jonkin elektroniikkakomponentin. Vähintäänkin sormista irtoaa aina vähän rasvaa, mikä heikentää liitântöjen sähkönjohtokykyä.

ARDUINO-KEHITYSYMPÄRISTÖ

- Tekstieditori ohjelmakoodin kirjoittamiseen
- Kääntää ohjelmakoodin Arduinon ymmärtämään muotoon
- Lataa valmiin ohjelman Arduinoon



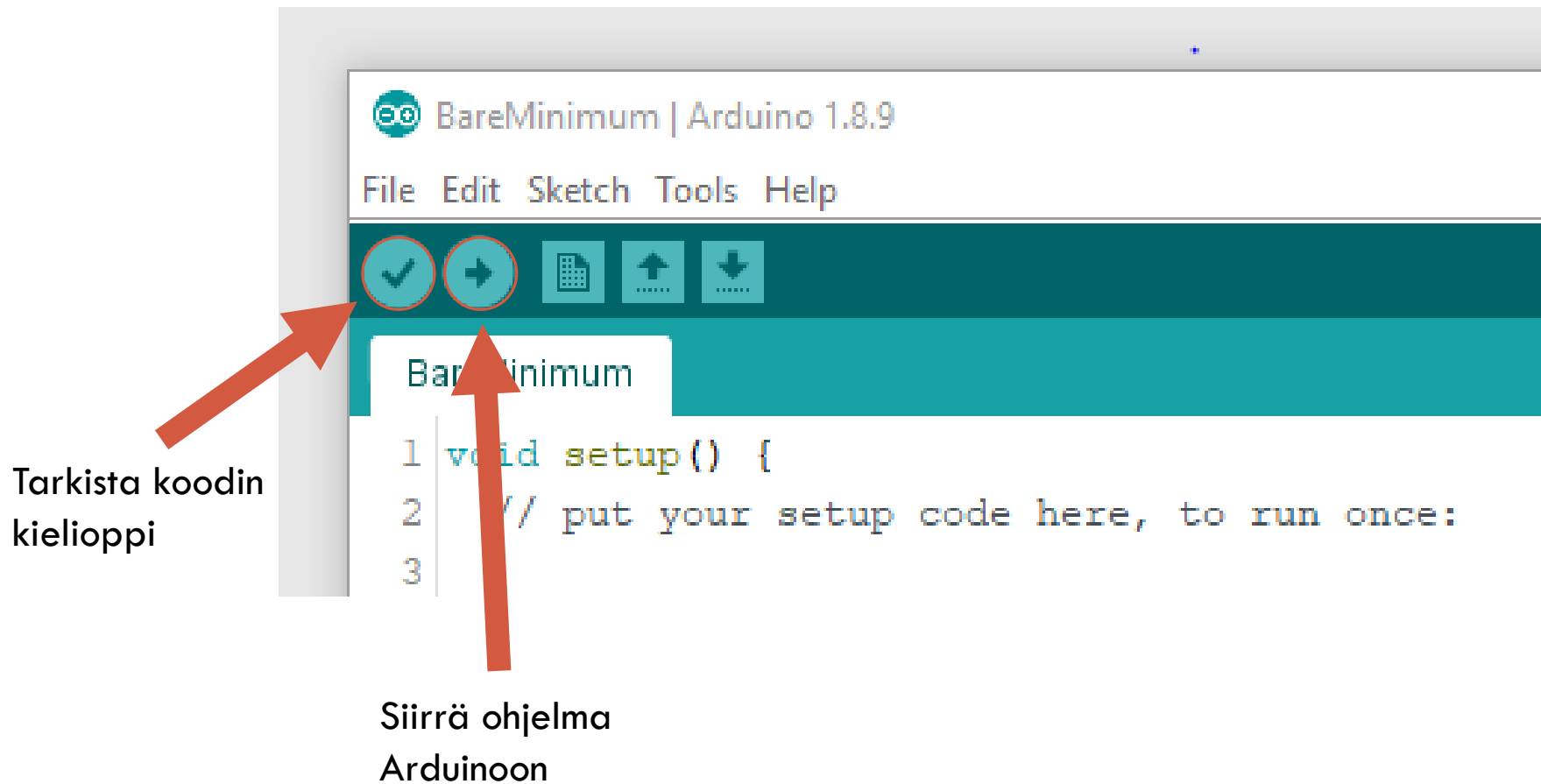
ARDUINO-YHTEYSASETUKSET

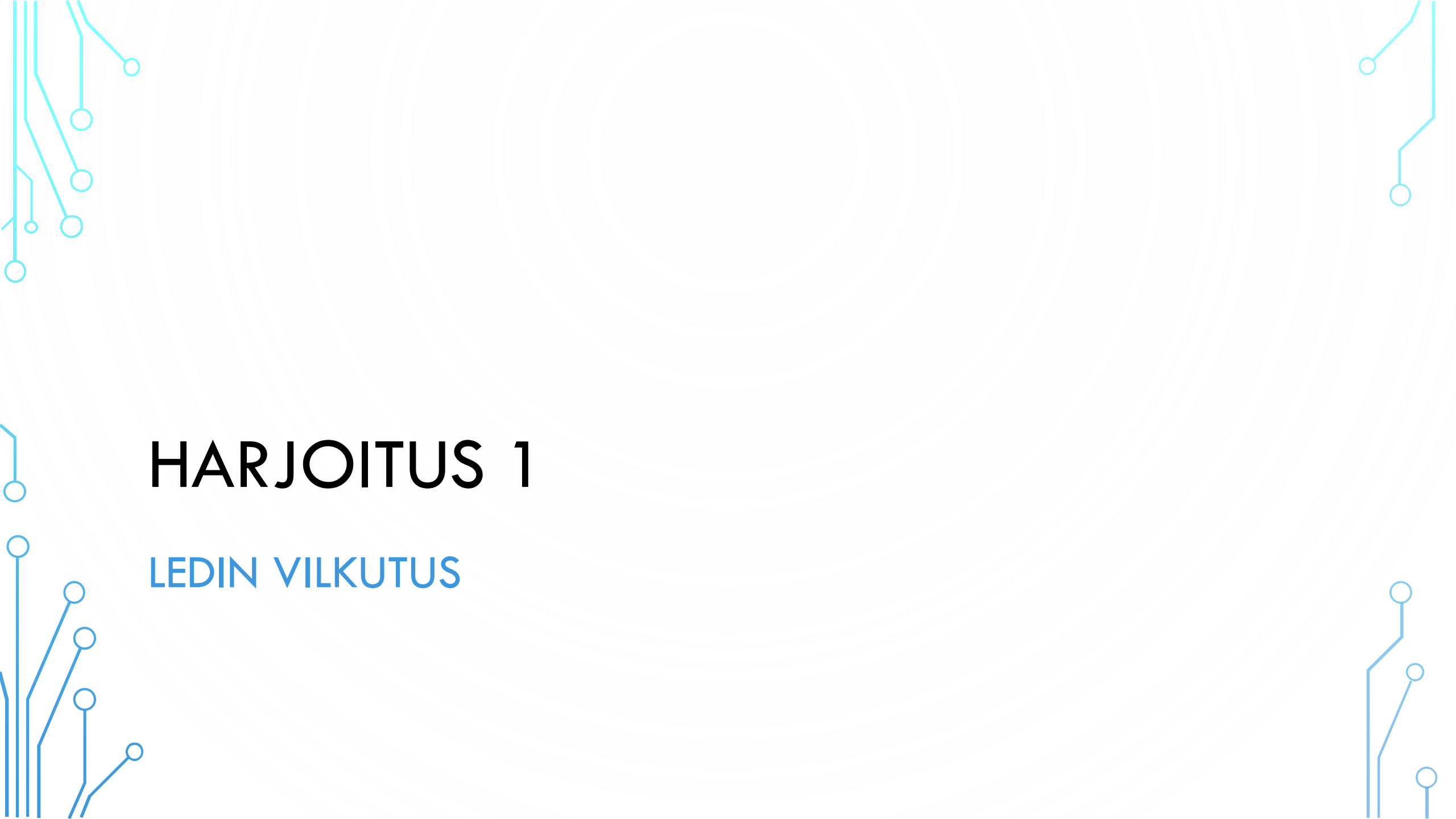
- Valitse “Tools” → “Board” → “Arduino Nano”
- Sen jälkeen “Tools” → “Processor” → “ATmega328P (Old Bootloader)”
- Ja lopuksi “Tools” → “Port” → USB-sarjakommunikaatioportti, jossa Arduino on kiinni.
 - Oikean portin näkyminen vaatii että Arduino on kytketty tietokoneeseen. Jos et ole varma missä portissa Arduino on kiinni, katso porttilistaus kun Arduino ei ole kiinni ja katso listaus uudestaan Arduinon kytkemisen jälkeen. Listalle ilmestyvä portti on se missä Arduino on kiinni.
 - Windows: COMx
 - Mac: /dev/cu.usbserial-xxxx

ARDUINO-OHJELMAN PERUSRUNKO

- **setup-lohko**
 - Suoritetaan kerran ennen loop-lohkoa.
 - Tarkoitettu kertaluonteisille alustustoimille.
- **loop-lohko**
 - Toistetaan loputtomasti.
 - Tarkoitettu varsinaiselle ohjelmakoodille.

KUN OHJELMA ON VALMIS





HARJOITUS 1

LEDIN VILKUTUS

LEDIN VILKUTUS

```
void setup() {  
    pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT); // Aseta LED-pinni lähdöksi  
}  
  
void loop() {  
    digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // LED päälle  
    delay(1000);                     // Odota sekunti  
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);  // LED pois  
    delay(1000);                     // Odota sekunti  
}
```

DIGITAALINEN LUKU JA KIRJOITUS

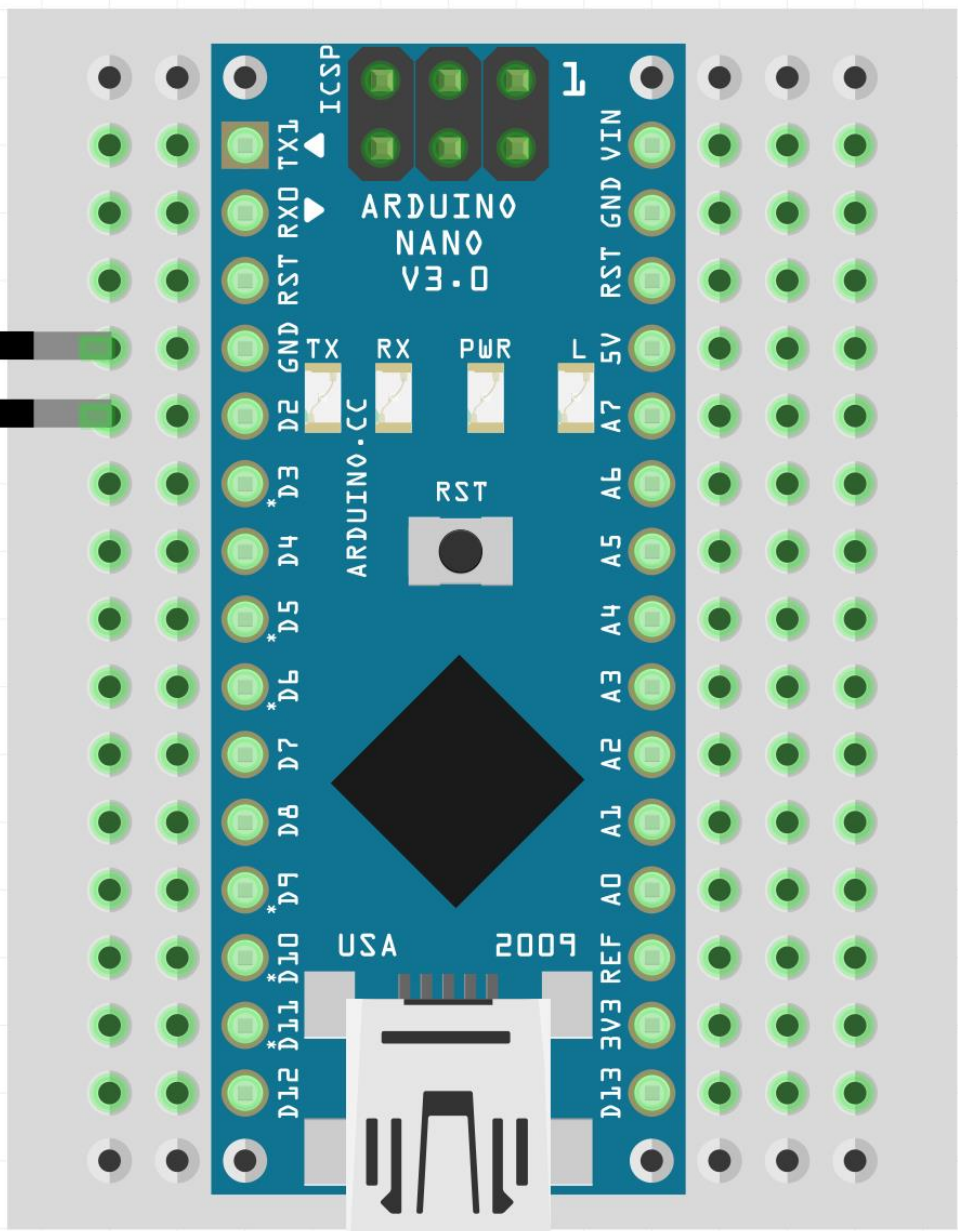
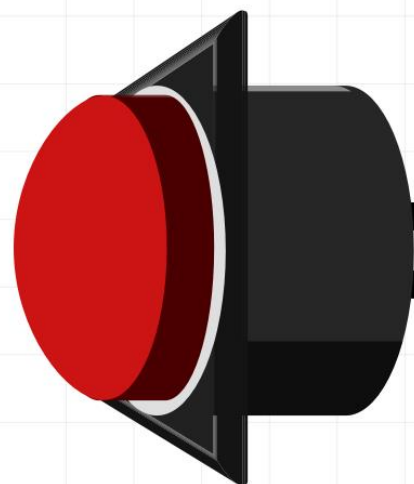
- **pinMode** - Asettaa pinnin sisääntuloksi (INPUT, oletusarvo) tai ulostuloksi (OUTPUT) – tai sisääntuloksi, jossa nk. ylös vetovastus (INPUT_PULLUP).
- **digitalWrite** – Asettaa pinnin jänniteeksi 0V (LOW) tai 5V (HIGH)
- **digitalRead** – Lukee pinnin tilan (HIGH tai LOW)
- Käytettävissä olevat pinnit (suluissa piirilevyn merkintä):
0 (RX0), 1 (TX1), 2-13 (D2-D13) ja 14-19 (A0-A5)

IF-ELSE -EHTOLAUSE

```
void setup()
{
    pinMode(13, OUTPUT);           // Aseta pinni 13 lähdöksi
    pinMode(2, INPUT_PULLUP);      // Aseta pinni 2 tuloksi ja ylösveto-tilaan
}

void loop() {
    int buttonState = digitalRead(2); // Lue pinnin 2 tila kokonaisluku-
                                     // muuttujaan buttonState.

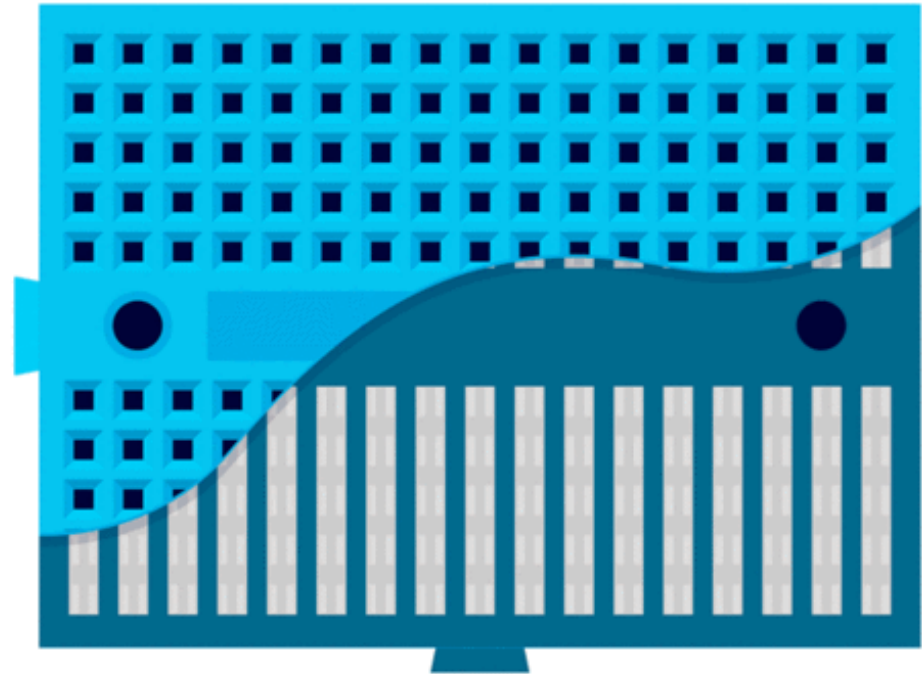
    if (buttonState == HIGH) {      // Jos tila ylhäällä
        digitalWrite(13, HIGH);     // sytytä LED
    } else {                        // muuten
        digitalWrite(13, LOW);      // sammuta LED.
    }
}
```



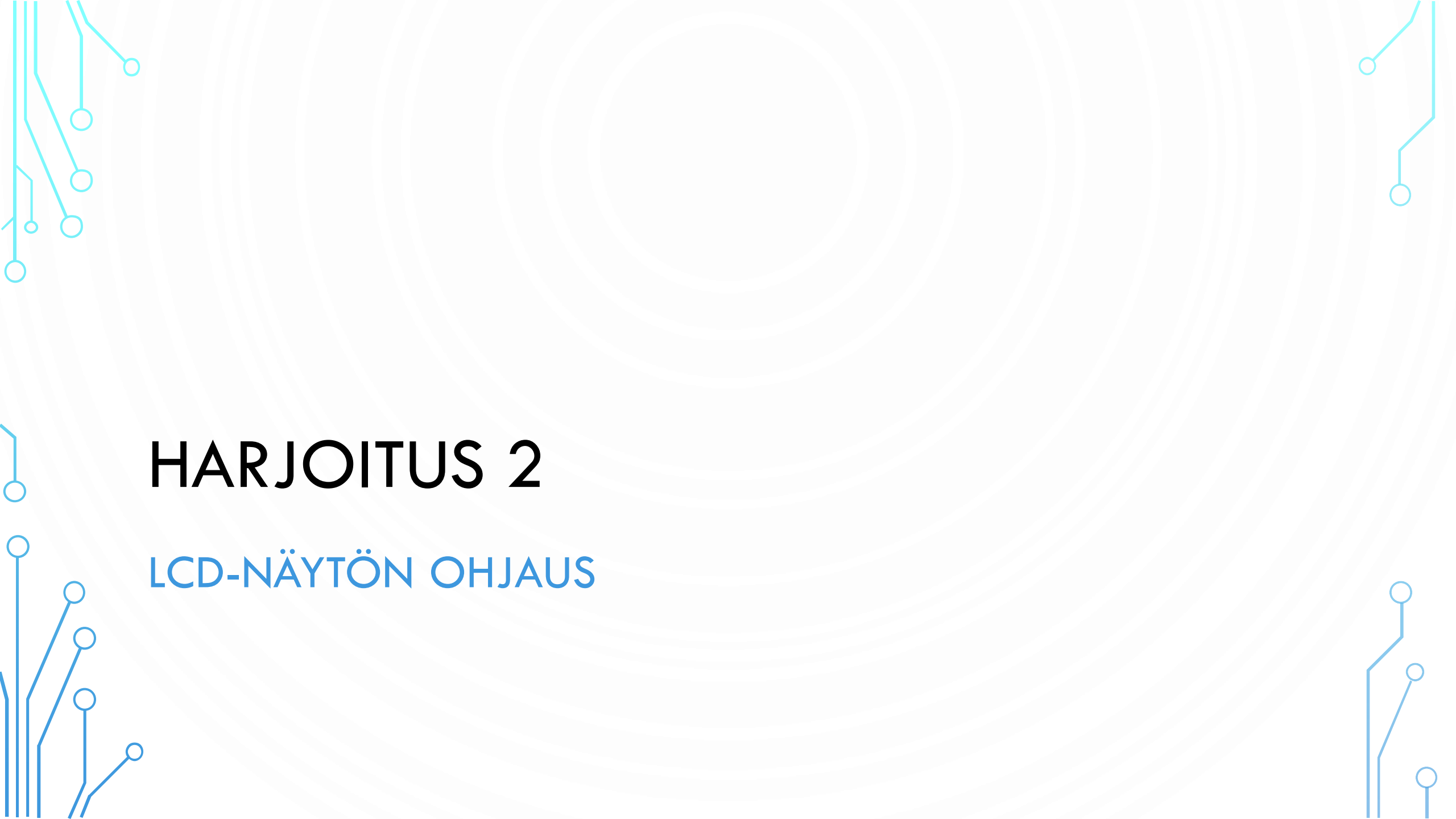
fritzing

KOEKYTKENTÄLEVY (BREADBOARD)

- Mini-mallissa on 170 kytkentäpistettä, jotka on yhdistetty 5 pisteen ryhmissä.
- Monesti kätevä Arduinon ja muutaman peruskomponentin yhdistämiseen.



Kuva: <https://learn.pimoroni.com/tutorial/170pt-projects/anatomy-of-a-mini-breadboard>



HARJOITUS 2

LCD-NÄYTÖN OHJAUS

LCD-NÄYTÖN KÄYTTÖÖNOTTO

- Avaa Arduino-kehitysympäristö.
- Valitse valikosta "Tools" → "Manage Libraries...".
- Kirjoita hakuun "liquid".
- Selaa listaa ja etsi "LiquidCrystal I2C by Frank de Brabander".
- Klikkaa "Install".

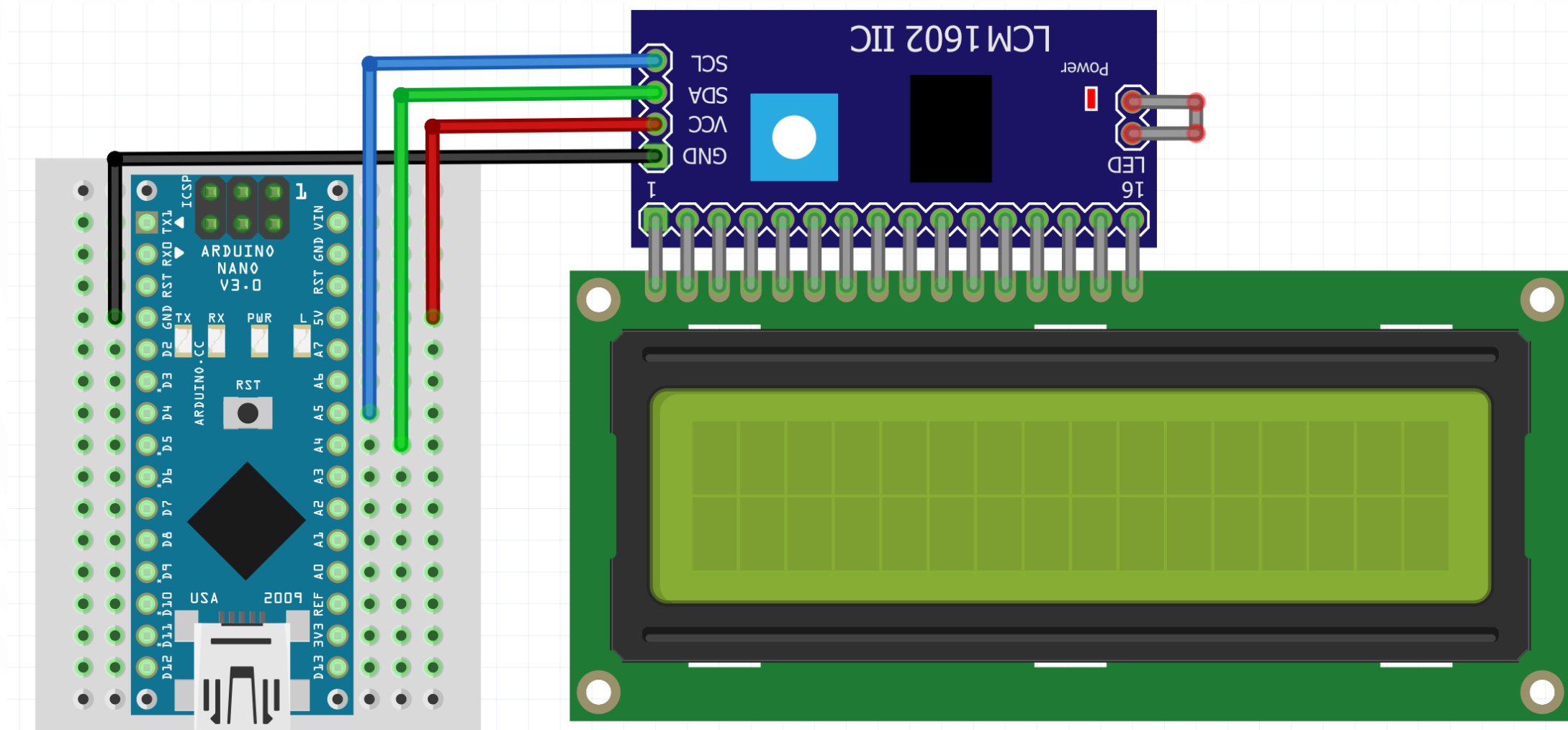
"HELLO WORLD" LCD-NÄYTÖLLÄ

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>           // Ota käyttöön LCD-näytön rajapinta

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Alusta LCD-rajapinta nimellä 'lcd'
                                     // (parametrit: näytön osoite, leveys, korkeus)

void setup() {
    lcd.init();                        // Alusta näyttö alkutilaan
    lcd.backlight();                  // Aseta näytön taustavalo
}

void loop() {
    lcd.setCursor(0, 0);               // Siirrä kursori ensimmäisen rivin alkuun
    lcd.print("Arduino");              // Tulosta teksti "Arduino"
    delay(500);                       // Odota puoli sekuntia
    lcd.clear();                      // Tyhjennä näyttö
    lcd.setCursor(8, 1);              // Siirrä kursori toisen rivin 9. sarakkeeseen
    lcd.print("Workshop");
    delay(500);
    lcd.clear();
}
```

fritzing

HARJOITUS 3

JÄNNITTEEN MITTAAMINEN

```
int adcMax = 1023;    // 10bit AD-muuntimen maksimiarvo
float refVoltage = 5; // Viitejännite (oletusarvo)

void setup() {
    Serial.begin(9600); // Käynnistä sarjakommunikaatio
}

void loop() {
    // Lue pinnin lukema ja muunna se jännitearvoksi.
    float inputValue = analogRead(A0);
    float voltage = inputValue / adcMax * refVoltage;

    Serial.print("Jännite: "); // Tulosta tekstiä
    Serial.println(voltage);    // Tulosta lukema
                                // ja tee rivinvaihto

    delay(1000);
}
```

ANALOGIASIGNAALIN LUKEMINEN

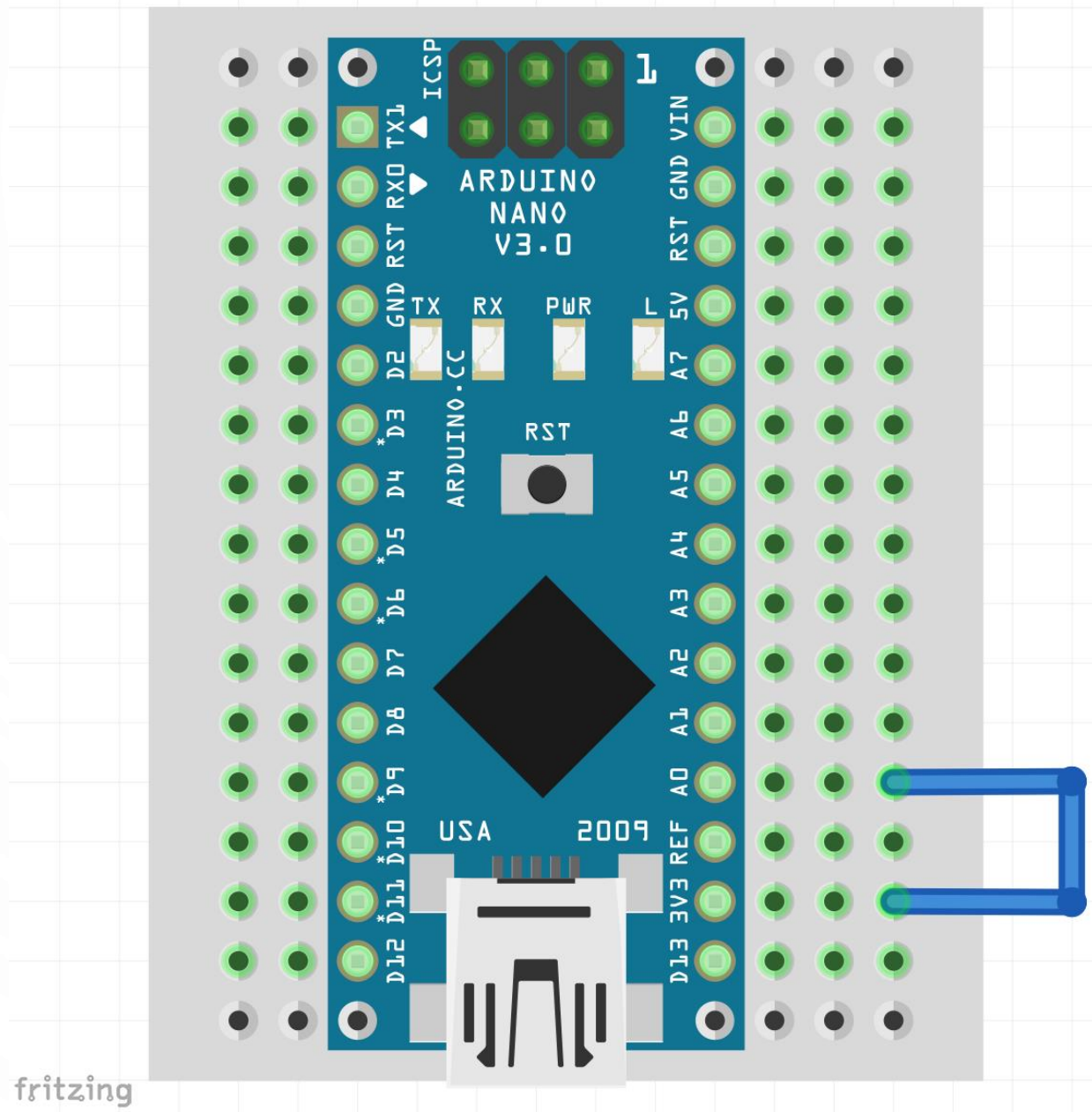
- **analogRead** – Lukee pinnin tulojännitteen ja muuntaa sen lukuarvoksi 0-1023:
 - $0V \rightarrow 0$
 - $5V \rightarrow 1023$
 - Käytettävissä olevat pinnit: A0 – A7
 - Voidaan käyttää esim. potentiometrin säätöarvon tai jonkin sensorin lukemiseen.

SARJAKOMMUNIKOINTI

- **Serial.begin** – Alustaa sarjakommunikaation halutulla nopeudella. Oletusarvoisesti nopeus on 9600.
- **Serial.print** – Tulostaa tekstiä ja lukuja.
- **Serial.println** – Sama kuin print, mutta tekee lopuksi rivinvaihdon.

TIETOTYYPPEJÄ

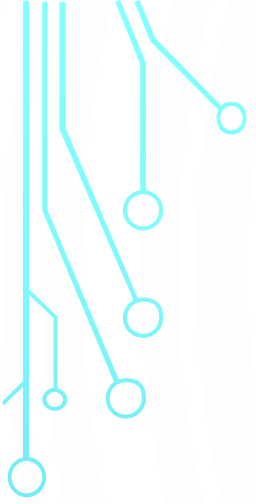
- **int** – Normaali kokonaisluku
[-32768, 32767]
- **long** – ”Pitkä” kokonaisluku
[-2147483648, 2147483647]
- **float** – Normaali desimaaliluku, tarkkuus 6-7 desimaalia
- **double** – Tarkempi desimaaliluku, paitsi ATmega-pohjaisissa Arduinossa tämä on sama kuin float





ESIMERKKI A

LEDIN HIMMENNYS



```
int ledPin = 3; // LED-pinni (PWM-lähtö)
float cycleTimeMs = 3000; // Pulssin sykli
```

```
void setup()
{
}
```

```
void loop()
{
    float t = millis() / cycleTimeMs * PI;
    float value = 255 * (1 - abs(sin(t)));
    analogWrite(ledPin, value);
}
```



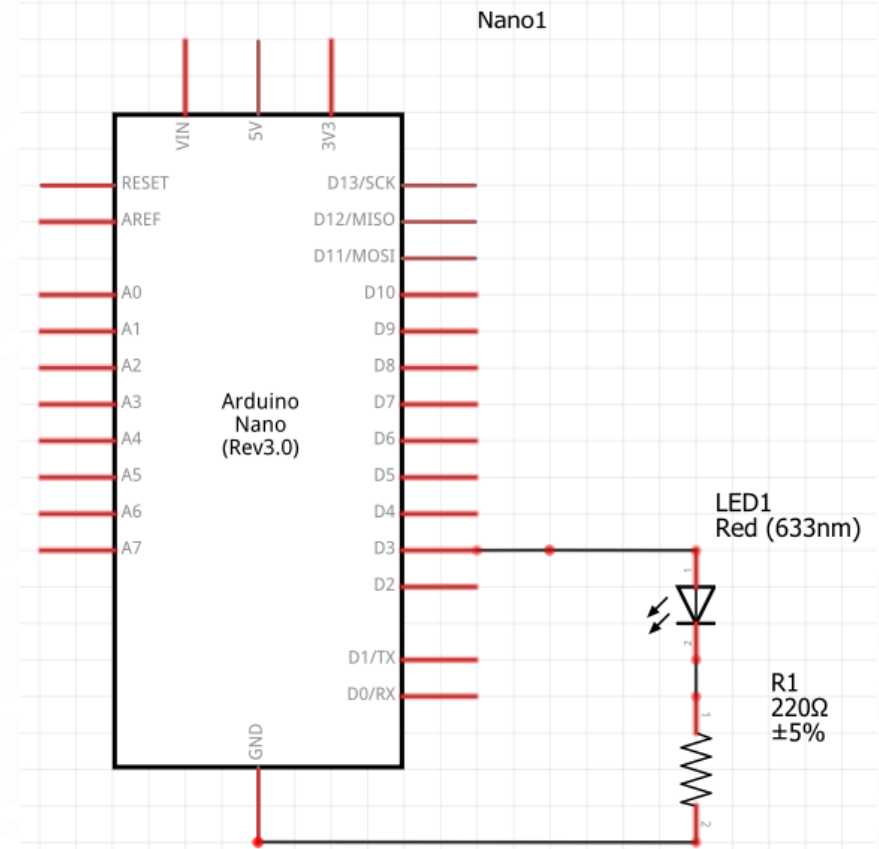
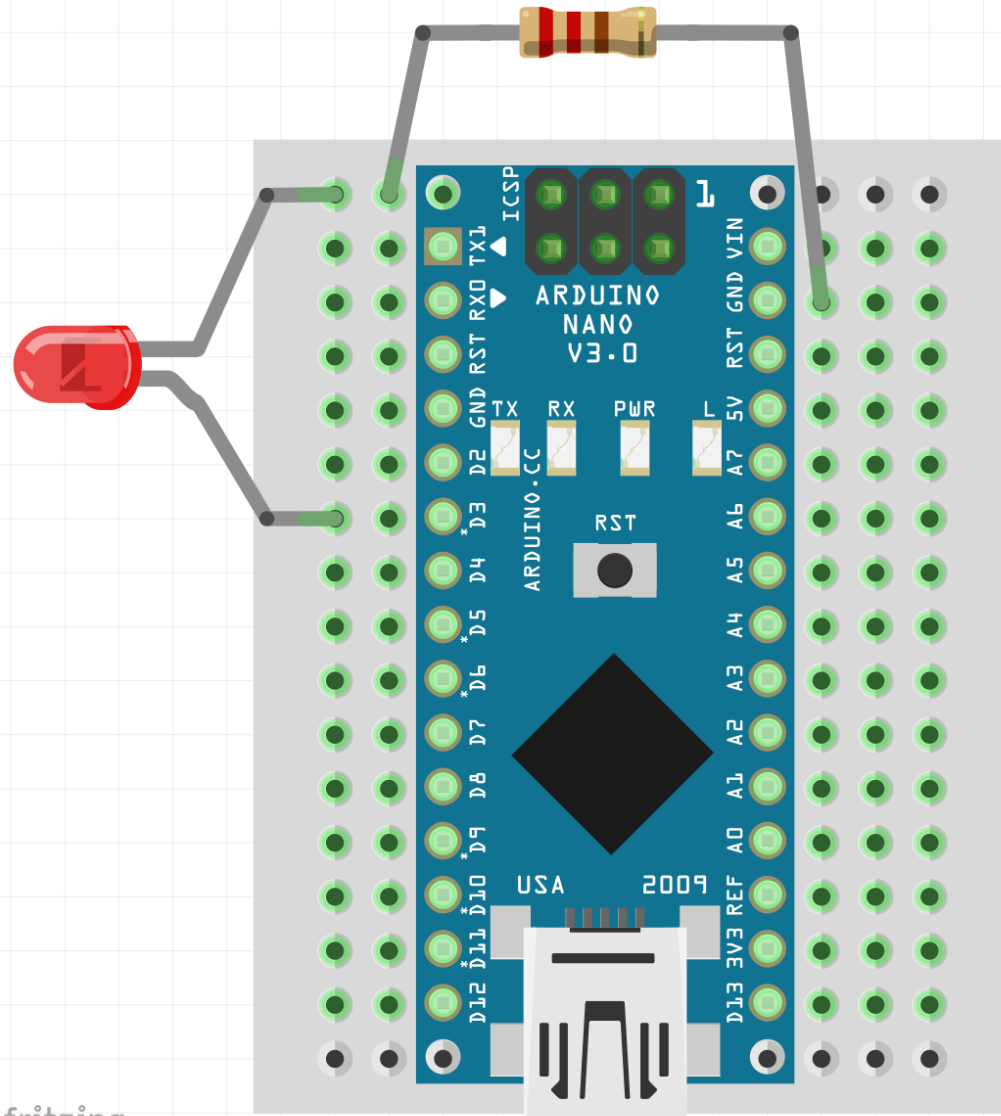
ANALOGIASIGNAALIN TUOTTAMINEN

- **analogWrite** – muuntaa lukuarvon 0-255 PWM-aalloksi kyseiseen pinniin
 - 0 → koko ajan pois päältä
 - 127 → puolet ajasta pois päältä, toiset puolet päällä
 - 255 → koko ajan päällä
 - Pinnit joissa on PWM-tuki:
3, 5, 6, 9, 10 ja 11 (D3, D5-D6, D9-D11)
 - Voidaan käyttää esim. LEDin kirkkauden asettamiseen, moottorin pyörimisnopeuden säätöön tai servon ohjaukseen.

MUITA FUNKTIOITA

- **millis** - Kertoo montako millisekuntia on kulunut ohjelman käynnistyksestä. Pyörähtää ympäri noin 50 päivän välein. Käytetään monasti toimintojen ajastamiseen kun ohjelman pysäyttäminen delay-komennon suorituksen ajaksi ei tule kysymykseen.
- **abs** – Antaa luvun absoluuttisen arvon.
- **sin** – Laskee annetun kulman sinin. Kulma annetaan radiaaneina eikä asteina, kuten ohjelmintikielissä yleensä on tapana.

fritzing



SOVELTAMINEN

ARDUINON KÄYTTÄMINEN GADGET-KÄTKÖN TEOSSA

ARDUINO-KÄTKÖN TEKEMINEN

- Kaikki lähtee ideasta - kuten aina.
- Yksinkertaisen Arduino-kätkön voisi ideoida esim. näin:
 1. Valitse anturi.
 2. Keksi millä ehdolla jotakin tapahtuu.
 3. Päätä mitä tapahtuu kun ehto täyttyy.

FYYSINEN RASITUS

- Jos Arduino ohjaa aktuaattoria (servo, solenoidi, yms), varaudu siihen että kätkeilijät yrittävät avata rasian väkisin.
 - Voi olla järkevää että elektroniikka vain kertoo esim. koordinaatit ja kätke lokivihkoineen on toisaalla.
- Jos kotelo pääsee liikkumaan, kiinnitä piirilevy ettei se pääse hölskymään sisällä.
 - Tarvittaessa huomioi tärinöiden vaimentaminen.
- Estä käyttäjää pääsemästä kosketuksiin elektroniikan kanssa.
 - Estä elektroniikan rikkominen ja suojaa käyttäjä sähköiskuilta.

KOSTEUS

- Paras suojaus perustuu kerroksiin.
 - Laita useampi kotelo tai muu suojaava kerros ympärille.
- Tiivistä huolella.
- Upota Arduino ja muut elektroniikka kumimaaliin.
 - Arduino ei yleensä lämpiä paljoa, joten lämmöntuotto ei ole ongelma.

KUUMUUS/KYLMYYYS

- Elektroniikkakomponentit on monesti tarkoitettu käytettäväksi huonelämpötilassa. Varmista etukäteen tai testaa että käyttämäsi osat soveltuvat suunniteltuun käyttötarkoitukseensa.
 - Monesti esim. LCD-näytöt hidastuvat tai lakkaavat kokonaan toimimasta pakkasessa.
- Liian kuuma ympäristö saattaa johtaa elektroniikan toimintavirheisiin. Osat voivat myös rikkoutua ylikuumentueessaan.

MISTÄ SÄHKÖ?

- Arduino Nanon käyttöjännite on 7 – 12 volttia.
 - Nanon aivot, ATmega-piiri, toimii 5 voltilla, mutta piirilevyllä oleva regulaattoripiiri, joka pudottaa käyttöjännitteen 5 voltiksi, vaatii toimiakseen hieman korkeamman sisäntulojännitteen.
- Suoraan sopivia virtalähteitä ovat esim.
 - 9 voltin paristo.
 - 6 x AA –paristokotelo (vastaa 7 – 9 volttia).
- Kätköilijä tuo sähkön vs. kätköllä on oma virtalähde:
 - Jos Arduinon laittaa sleep-tilaan, se ei kuluta juurikaan sähköä ja patterit voivat kestää 6 kk – 12 kk käytöstä ja olosuhteista riippuen.

VIRTUALÄHDE

- Ylijännitteen riskiä ei todennäköisesti ole, koska kellään tuskin on yli 12 voltin virtalähdettä mukanaan.
- Kätköilijät voivat vahingossa laittaa patterit väärin päin, joten siihen pitää varautua.
- Väärä napaisuus voi vahingoittaa Arduinoa.
- Yksinkertaisimmillaan suojaus voi olla diodikytkentä tai tasasuuntaussilta.

TESTAUTA KÄTKÖSI

- Pyydä toista kätkeilijää tai jästiä testaamaan kätköösi ennen piilotusta:
 - Käy ilmi onko kätkö liian vaikea.
 - Käy ilmi onko kätkössä jotakin korjattavaa.
 - Käy ilmi jos kätkö kutsuu rikkomaan itsensä.
- Testaus voi paljastaa että käyttäjät tekevät todella yllättäviä asioita - sellaisia joita ei tule itse ajatelleeksi.
- Jos kätkön toiminta on hiemankin epävarmaa, korjaa se.
- Mitä useampi henkilö kätkösi testaa, sitä varmempi voit olla siitä että se toimii suunnitellusti.

HUOLTO

- Onnistuneet suojaustoimenpiteet vähentävät huoltotarvetta, mutta kaikesta huolimatta kätkön rikkoutumiseen kannattaa varautua.
- Valmis varapiiri voi olla hyvä nopean huollon mahdollistamiseksi.
 - Varaosien tilaaminen vaikkapa Kiinasta voi kestää viikkoja.

The background features a series of concentric circles in a light gray color, centered on the slide. Additionally, there are stylized circuit-like lines in a light blue color, with small circles at the end of the lines, located in the corners of the slide.

LOPPUHARJOITUS

OMAN SENSORIN VALINTA

SENSORIN TOIMINNAN KOKEILEMINEN

- Valitse jokin sensori ja selvitä mikä se on.
- Etsi verkosta kyseiseen sensoriin ohjeet ja esimerkkikoodi:
 - <https://arduinomodules.info/>
 - https://tkkrlab.nl/wiki/Arduino_37_sensors
- Kytke sensori ja testaa sen toimintaa.
- Halutessasi valitse jokin muu sensori ja toista harjoitus.
- Jos ei homma suju itsekseen, pyydä rohkeasti apua.

KIITOS!

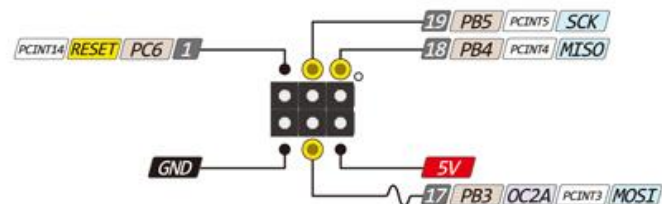
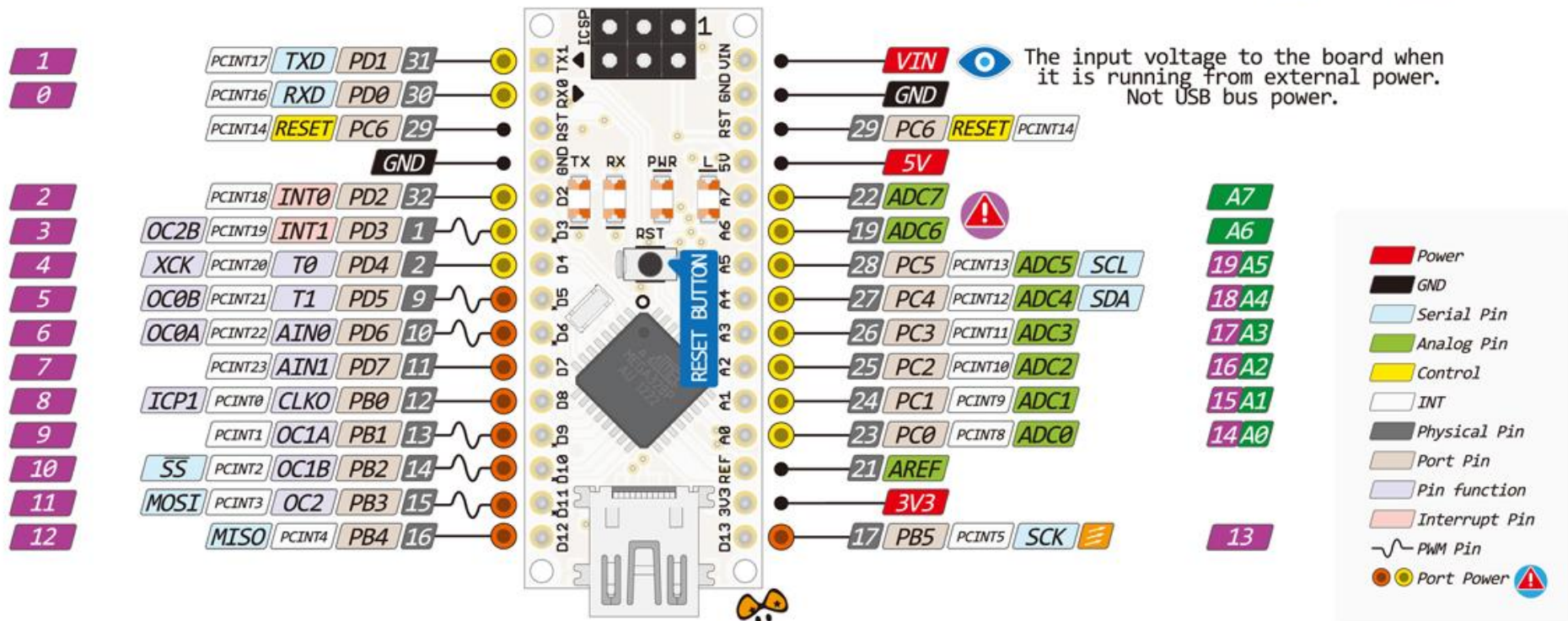
- Pikainen sukellus Arduinoon oli tässä.
- Verkosta löytyy aiheesta paljon lisämateriaalia:
 - Oppaita, ohjeita, valmiita kytkentöjä, jne.
 - Virallinen viitemateriaali: <https://www.arduino.cc/reference/en/>
 - Arduino tutuksi: https://junior.aalto.fi/wp-content/uploads/2018/06/arduino_tutuksi_09_2016.pdf
- Kouluttajilta voi kysyä apua koska tahansa.

The background features a light gray pattern of concentric circles centered on the page. In each of the four corners, there are stylized blue circuit traces with small circles at various points, resembling electronic components or wiring.

ARDUINO NANO

PINNIEN SELITYKSET (PINOUT)

NANO PINOUT



The input voltage to the board when it is running from external power. Not USB bus power.

⚠ Absolute MAX per pin 40mA recommended 20mA

⊘ Absolute MAX 200mA for entire package

USB JACK
Mini Type B

⚠ Analog exclusively Pins

⚠ The power sum for each pin's group should not exceed 100mA