



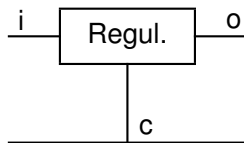
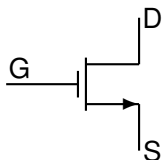
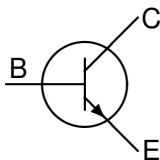
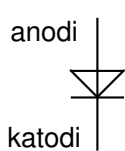
Aalto-yliopisto  
Sähkötekniikan  
korkeakoulu

# Arduino ja lisäosat

Kimmo Silvonen (X)

1.2.2021

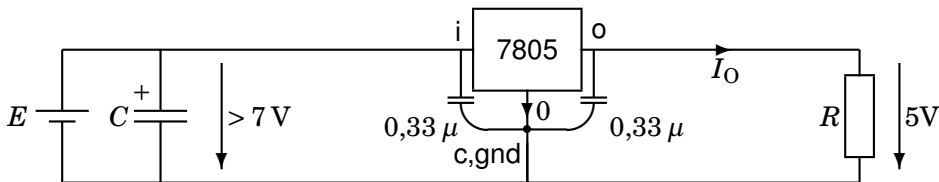
# Erilliskomponentit ja regulaattorit



- ▶ Vältä ylijännitettä ja liikaa virtaa tai tehoa!
- ▶ Kytke oikein! Vain harvat passiiviset komponentit (R, kuiva C, L) voidaan kytkeä kummin päin tahansa.
- ▶ Tunnista liitännät Googlella!
- ▶ Transistoreilla (BJT npn/pnp) on kolme terminaalia: kollektori (c), kanta (b, base), emitteri (e).
- ▶ Kanavatransistoreilla, N/P MOSFET (enh./depl.), JFET, samoin: nielu (d, drain), hila (g, gate), lähde (s, source).
- ▶ Regulaattoreilla on myös kolme terminaalia: i (input), o (output), c (common, usein maa).

# Lineaarinen teholähde

Tyypillinen sovelluskytkentä ( $R$  on kuorma), huono hyötysuhde



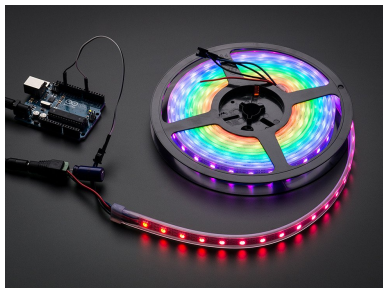
Suuri tehohäviö; kuumenee ilman jäähdytysripaa (TO-220-kotelo):

$$T \approx 25^\circ\text{C} + P_d \cdot 50^\circ\text{C}/\text{W} \leq 125^\circ\text{C} \quad (1)$$

$$P_d = (E - 5\text{ V})I_O \quad (2)$$

Hakkuriteholähde (moduli) lämpenee vähemmän.

# Neopixel, väyläohjattava RGBLED



- ▶ <https://learn.adafruit.com/adafruit-neopixel-uberguide>
- ▶ Saatavana Arduino-kirjasto
- ▶ Ohjaus yhdellä pinnillä
- ▶ Muita valmistajia: hakusana WS2812
- ▶ Virkistystaajuus 400 Hz
- ▶ vrt. DotStar: 2 ohjauspinniä, 20 kHz

# Vaihteistomootorit ja muut DC-moottorit

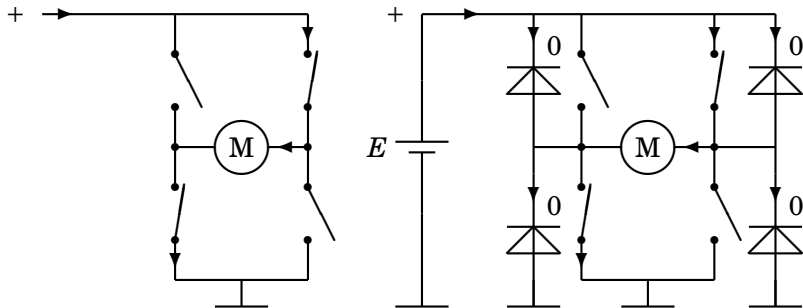
- ▶ DC-moottorin pyörimisnopeus on suuri, esim 10 000 rpm
- ▶ Moottorinohjain TB6612FNG, 2 x H-silta  
<https://bildr.org/2012/04/tb6612fng-arduino/>
- ▶ ohjaa esim. kahta Pajan keltaista vaihteistomoottoria
- ▶ Isommille moottoreille sopiva H-silta (13 A, 5–30 V)  
<https://www.robotshop.com/eu/en/cytron-13a-5-30v-single-dc-motor-controller.html>
- ▶ Esim. sähköskootterin moottori: 5 A, 24 V
- ▶ Harjattomat DC-moottorit (= AC, 3-v.) vaativat erilaisen ohjaimen



# H-silta ja suojadiodit, ei siis harjattomille

Kytkimien ohjaus: PWM = pulssinleveysmodulaatio

Moottorin pyörimissuunnan vaihtaminen ja nopeuden säätö (PWM).  
Kytkimet voidaan toteuttaa BJT:llä tai FET:llä. Sisäinen rakenne:

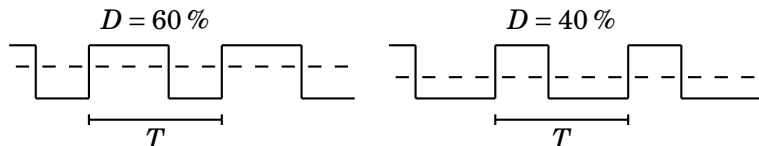


# PWM = Pulse Width Modulation

Pulssisuhde  $D =$  Duty Cycle (Duty Ratio) 0 ... 100 %

$T =$  jaksonaika

Katkoviiva on keskiarvo  $U_{AVE}$  (average, lasketaan pinta-aloista)



$D = 0 \% \Rightarrow U_{AVE} = 0 \text{ V}$

$D = 100 \% \Rightarrow U_{AVE} = V_{CC} (5 \text{ V})$

$D$  vaikuttaa esim. ledin kirkkauteen, vilkkumista ei ehdi havaita.

Unossa  $f = \frac{1}{T} = 490 \text{ Hz}$ , paitsi pinneissä 5 ja 6 taajuus on 980 Hz.

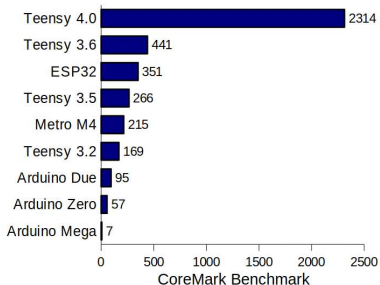
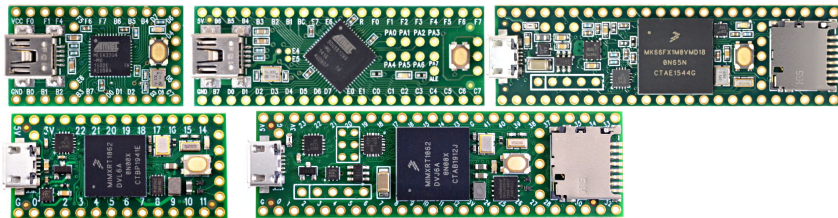
# Jännitteen tai loogisen tilan lukeminen ja kirjoittaminen

- ▶ `digitalRead(N)`     $N$  = liitäntäpinnan numero, esim. 2
- ▶ `digitalWrite(N, HIGH)`     $HIGH = 1$  (5 V)
- ▶ `digitalWrite(N, LOW)`     $LOW = 0$  (0 V)
- ▶ `analogRead(A0)`    luetaan pinnan  $A0$  jännite  $0 \dots 1023$
- ▶ 10-bittinen:  $2^{10} - 1 = 1023$     vastaa  $V_{CC}$ :tä
  
- ▶ `analogWrite(N, D)`  $D = 0 \dots 255$
- ▶ tässä  $N$  on PWM-liitäntä (merkitty tildellä  $\sim$ ), esim.  $D9$
- ▶ 8-bittinen:  $2^8 - 1 = 255$
- ▶  $D$  on verrannollinen pulssisuhteeseen:  $0 \dots 100\%$
- ▶ "oikea `analogWrite`" puuttuu; UNO:ssa ei ole D/A-muunninta!



# Teensy 2.0, ++ 2.0, 3.6, 4.0 ja 4.1 (Arduino IDE)

## Teensy 3.1 ...4.1: 12-bit DAC



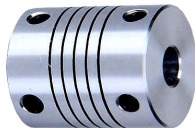
# Askelmoottorit eli stepperit

## Bipolaarinen tai unipolaarinen

- ▶ Tarkka kääntymiskulman hallinta
- ▶ Yksi pulssi kääntää akselia esim.  $1,8^\circ$
- ▶ pienemmät mikroaskeleet mahdollisia
- ▶ Tarvitaan ohjainpiiri, esim. DRV8834, <https://www.pololu.com/product/2133>
- ▶ NEMA17 = 1,7 tuumaa, diag. ruuvit: R-Y, GRAY-G, 12 V, 0,35 A
- ▶ Flange / Shaft Coupler, akseli 5 mm
- ▶ osto: Stepperonline, Mouser, ym.



[www.pololu.com](http://www.pololu.com)



# Servot

180° tai ympäri pyörivä (alla)

Punainen (+), musta tai ruskea (–), muun väriäinen (ohjaus)



[www.pololu.com](http://www.pololu.com)



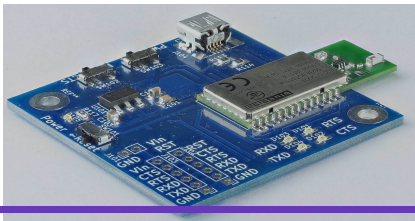
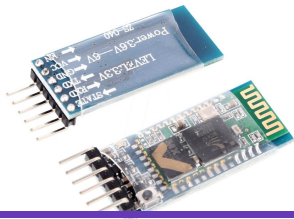
Servo.h -kirjasto tukee 12 servoa UNO:ssa (48 Megassa). UNOn pinneissä 9 ja 10 PWM lakkaa toimimasta, Megassa 11 ja 12.

- ▶ Ohjataan 50 Hz:n kanttiaallon pulssinpituuudella: yli 1,5 ms kääntää myötäpäivään, alle 1,5 ms vastapäivään
- ▶ Arduinoon tarvitaan servo-kirjasto, mutta ei lisäelektroniikkaa
- ▶ Akseli 6 mm, pajalla on paljon erilaisia kiinnikkeitä akseliin
- ▶ Pyörii max. 180° tai vähemmän, myös ympäri pyöriviä
- ▶ Nopeus esim. 0,1...0,2 s / 60°
- ▶ Kannattelee 1 cm:n akselin päässä tietyn kg-määrän, esim. 2, 5, 10 tai 30, mutta ei jaksa nostaa sitä!
- ▶ Virransyöttö: ei Arduinon regulaattorin läpi (ei siis Arduinon pinneistä, paitsi kokeiluissa)
- ▶ <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Knob>
- ▶ osto: <https://hobbyking.com/> (hakusana: servo, valitse EU!)

# Bluetooth

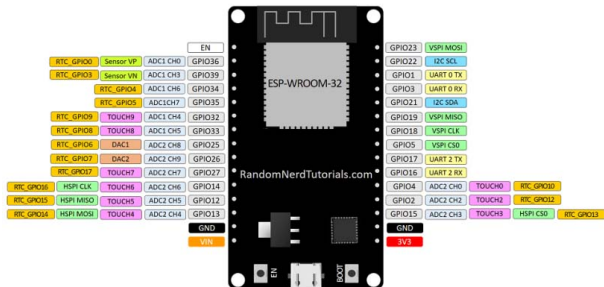
## Yhteys Androidilla tai toisella Bt-palikalla

- ▶ HC-05 Master tai slave
- ▶ <https://create.arduino.cc/projecthub/electropeak/getting-started-with-hc-05-bluetooth-module-arduino-e0ca81>
- ▶ HC-06 Slave
- ▶ <https://www.instructables.com/id/Tutorial-Using-HC06-Bluetooth-to-Serial-Wireless-U-1/>
- ▶ Tilattu lisää. Jos tarvitset projektissa, pyydä hyvissä ajoin!
- ▶ Projektitöihin suositeltava: BlueGiga WT11 (oma piirilevy)



## ESP32 DEVKIT V1 – DOIT

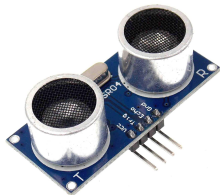
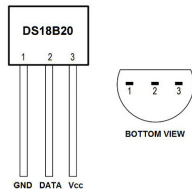
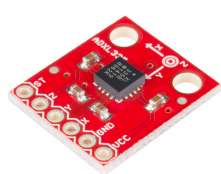
version with 30 GPIOs



- ▶ Wifi ja Bluetooth
- ▶ Pieni tehonkulutus
- ▶ Harjoitus (1.3. alk.): ESP32 (Dual Core) ja HC05/06

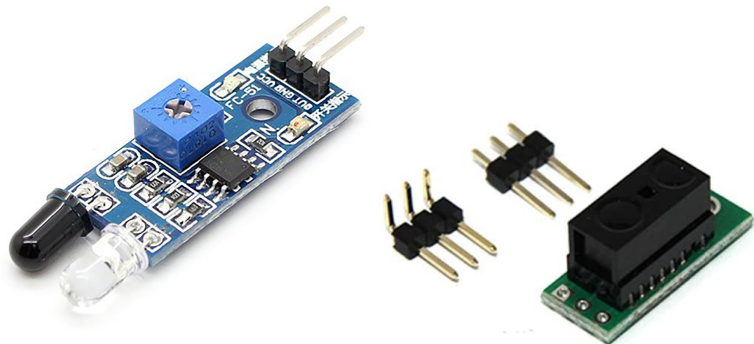
# Anturiharjoitus, 15.2. alkava viikko

- ▶ Kiihtyvyyssanturi ADXL335 (vain Pajalla)
- ▶ Lämpötila-anturi DS18B20 (eväslaatikossa). Tarkista kytkentä!
- ▶ Ultraäänietäisyysanturi LV-MaxSonar-EZ1 (kallis, vain Pajalla)
- ▶ Erillinen ohje (Materiaalit): Digitaalinen ultraäänietäisyysanturi HC-SR04 (eväslaatikossa, näitä on tilattu lisää, oikealla



# Infrapunaetäisyysanturit

Infrared proximity sensor, range finder mm. Sharp GP2Y0D810Z0F





# Tehtävä

Ottakaa ryhmänä yhteyttä nimikkoassistenttiinne ja keskustelkaa hänen kanssaan projekti-ideastanne. Jos teillä ei vielä ole mieleistä ideaa, keskustelkaa eri mahdollisuuksista assistentin kanssa. Kokouksen voi hoitaa esim. Zoomilla.

Nimikkoassistentin nimen saa tarvittaessa Pajalla olevasta listasta; sähköpostiosoitteet ovat lukujärjestyksessä (MyCo ja Pajan seinä).

Laatikaa lyhyehkö projektisuunnitelma MyCoursesin Tehtävät-osioon. Ohje ja valmis pohja on Materiaalit-osiossa. Palautus 15.2.2021.

# Tulossa

Tällä viikolla harjoitus 2: Teensy 2.0, RGBLED (UNO käy), moottorinohjain, LCD-näyttö, servo.

Luennot (Zoom) 8.2. ja 15.2. käsittelevät mm. 3D-tulosteiden mallinnusta (eli suunnittelua) sekä itse 3D-tulostamista ja laserleikkaamista. Mikko Simenius pitää luennot, kuten muutaman kerran aikaisemminkin. Tervetuloa kuuntelemaan!

Mallinnusharjoitus, tulostim(i)en kokeilu 8.2.-

Anturiharjoitus 15.2.-

ESP32-harjoitus (johon ei liity luentoa) 1.3.-

Jos haluatte harjoitella juottamista, pyytäkää assistentilta osia ja opastusta. Pikkukolvin ja vähän juotoslankaa voi myös lainata kotiin. LCD-näytöistä ja monista käyttämättömistä anturimoduuleista puuttuu piikkirima. Osasta kaiuttimia puuttuu johdot.