



Aalto-yliopisto
Sähkötekniikan
korkeakoulu

Sähköpaja

Kimmo Silvonen (X)

15.11.2021

Elektroniikan komponentit

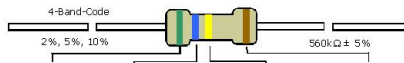
Erilliskomponentit ja IC:t

- ▶ Passiivit: R C L
- ▶ Aktiiviset erilliskomponentit (diskreetit) ja IC:t:
- ▶ Bipolaaritransistori BJT
- ▶ Moottorinohjaus, H-silta
- ▶ Kanavatransistorit FET
- ▶ Jänniteregulaattorit (pajan)
- ▶ Operaatiovahvistin sovelluskytkentöineen
- ▶ Elektroniikkaa ei opita kädenkäänteessä. Älä ala hokea, että et muka ymmärrä mitään – iloitse siitä, minkä ymmärrät.
- ▶ *Elektroniikka ja sähkötekniikka* -kirja (2018)

Vastus, resistanssi R

Pajan vastukset ovat yleensä $P_{MAX} = R \cdot I_{eff}^2 = 0,25 \text{ W}$ tai $0,5 \text{ W}$

"Big Boys Race Our Young Girls, but Violet Generally Wins!"



COLOR	1st BAND	2nd BAND	3rd BAND	MULTIPLIER	TOLERANCE
Black	0	0	0	1Ω	
Brown	1	1	1	10Ω	± 1% (F)
Red	2	2	2	100Ω	± 2% (G)
Orange	3	3	3	1KΩ	
Yellow	4	4	4	10KΩ	
Green	5	5	5	100kΩ	± 0.5% (D)
Blue	6	6	6	1MΩ	± 0.25% (C)
Violet	7	7	7	10MΩ	± 0.10% (B)
Grey	8	8	8		± 0.05%
White	9	9	9		
Gold				0.1	± 5% (J)
Silver				0.01	± 10% (K)

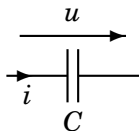


Electronix Express / RSR
<http://www.elexp.com>

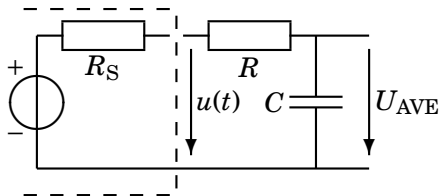
1-800-972-2225
In NJ 732-381-8020

Kondensaattori, kapasitanssi C

- ▶ Sarjakondensaattori blokkaa tasavirran, päästää signaalin läpi.
- ▶ Etuvastus ja rinnakkaiskondensaattori häiriösuodatukseen?
- ▶ Ota huomioon jännitekestoisuus DC/AC (esim. 250/10 V)!
- ▶ Kuivat, mm. muovieristeiset: $C <$ noin $1 \mu\text{F}$.
- ▶ Elektrolyyttikondensaattorit $C >$ noin $1 \mu\text{F}$.
- ▶ Superkondensaattorit $C >$ noin 1 F (heikko jännitekestoisuus).



$$i = C \frac{du}{dt}$$



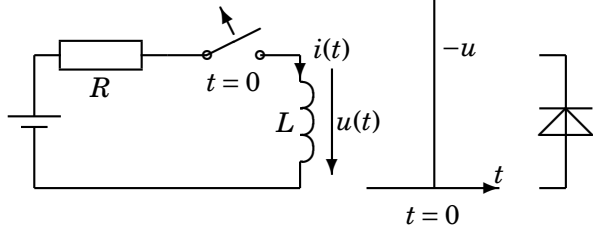
Tämä pätee aina (vrt. $u = Ri$ vastuksessa).

Kela, induktanssi L

Hidastaa virran muuttumista

Vakio tasavirta menee esteettömästi läpi (eli $u = 0$). Virran katkaisu aiheuttaa lyhyen korkean jännitepiikin (Diracin deltafunktio)!

Suojaus esim. normaalisti estosuuntaisella diodilla;
myös moottorin tai H-sillan kytkimen rinnalle!



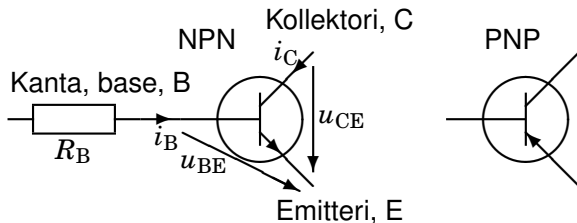
$$u = L \frac{di}{dt}$$

Tämä pätee aina (vrt. $u = Ri$ vastuksessa).

Transistori BJT

Bipolar Junction Transistor, $\beta \geq 100$ (?), kasvaa kuumetessa, $P \approx U_{CE}I_C$

IEC: pienillä kirjaimilla merkitään ajan funktioita, isoilla tasavirtoja.



Kun $U_{CE} \geq$ noin 0,3 V:

$$i_C = \beta i_B$$

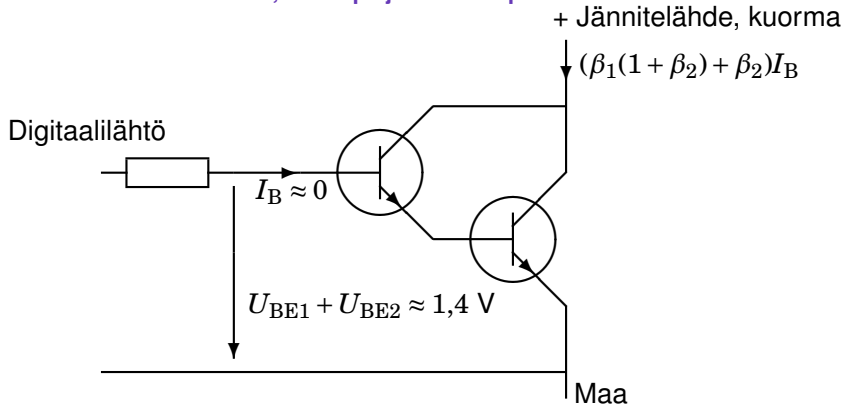
Kanta–emitteri -välissä on päästösuuntainen diodi, jonka jännite on virrallisena noin

$$u_{BE} \approx 0,7 \text{ V (npn)}$$

$$u_{EB} \approx 0,7 \text{ V (pnp)}$$

Darlington-transistori

Toimii kuin tavallinen BJT, mutta paljon suurempi virtavahvistus

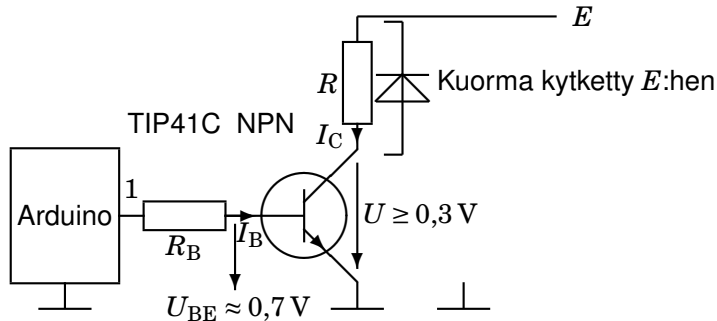


ULN2004: 7 x darlington (Arduino unipolar stepper driver)

ULN2803/2804: 8 x darlington (en suosittelen kumpaakaan)

NPN-transistori puskurivahvistimena (virtapuskuri)

Eroaa esim. E-NMOSFETistä siinä, että vaatii (pienen) ohjausvirran I_B . E voi olla korkea.

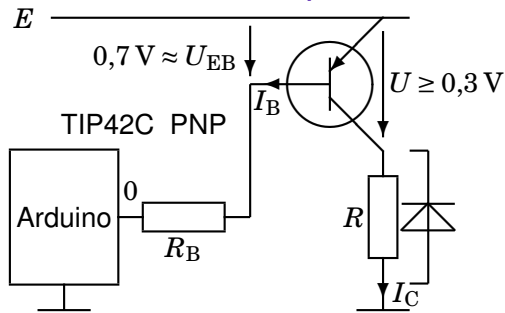


Kuvassa kuorman R (esim. moottori tai lamppu) läpi kulkee virtaa (huomaa suojadiodi).

BJT:n $U_{\text{MIN}} \approx 0,3 \text{ V}$; FETillä jännitehäviö on tyypillisesti alempi, jolloin myös sen tehohäviö on pienempi!

PNP-transistori puskurivahvistimena (virtapuskuri)

Kuorma kytketty maahan; E ei saa olla korkeampi kuin arduinon looginen 1-tila (5 V).



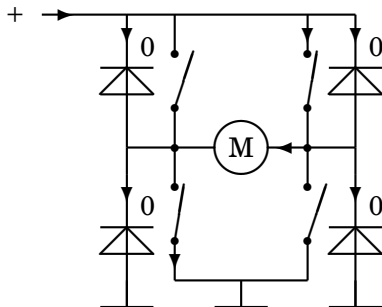
Kuorman R läpi kulkee virtaa (huomaa suojadiodi).

Data-lehdillä PNP-transistorin I_B ja I_C sekä NPN-trankun I_E ovat negatiivisia (IEC määrittelee virrat aina sisäänpäin). Tässä virrat on merkitty oikeiden suuntien mukaan. N- ja P-kanavaisella MOSFETillä kytkennät ovat samat, mutta kantavastusta R_B ei tarvita.

H-silta ja suojadiodit

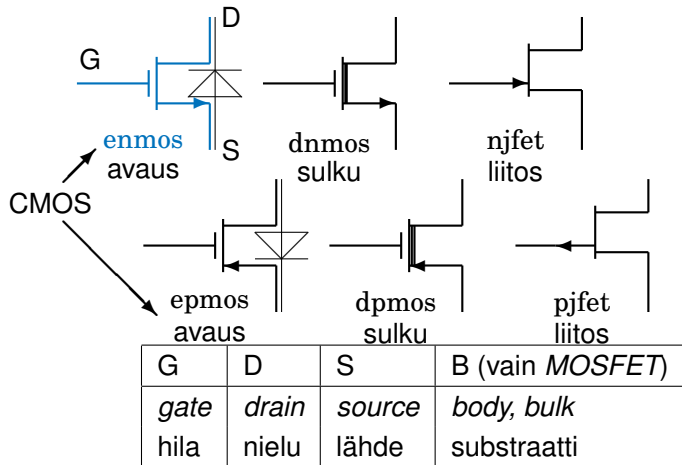
Kytkimien ohjaus: PWM = pulssinleveysmodulaatio

Kytkimet voidaan toteuttaa BJT:llä tai FETeillä. Yleensä mikropiirejä: esim. TB6612FNG on Pajan kaksois-H-silta kahden moottorin ohjaukseen. Bipolaaristepperin ohjain SN754410 (Arduino.cc) sisältää neljä H-siltojen pystyhaaraa.



Kanavatransistorit *FET*

avauskanavatransistori (enhancement), sulkukanavatransistori (depletion) ja liitoskanavatransistori (junction), **ENMOSFET** on loogisin, googlaa dtf.pdf!



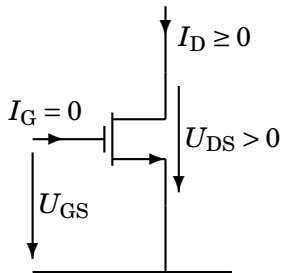
Enmosfet: Enhancement N-Channel MOSFET

Käyttö muistuttaa NPN-transistoria, ohjataan jännitteellä U_{GS} !

Vastaavasti P-Channel MOSFET muistuttaa PNP-transistoria.
Kynnysjännite U_t (threshold)

$$U_{GS} > U_t \Rightarrow I_D > 0$$

$$U_{GS} < U_t \Rightarrow I_D = 0$$



Toimii säädettävänä vastuksena pienillä U_{DS} :n arvoilla:

$$R_{DS} \approx \frac{1}{2K(U_{GS} - U_t)}$$

$$U_{DS} \ll U_{GS} - U_t$$

Jänniteregulaattori, kotelo TO-220

Pajalla mm.: LM 7805CT ja LD1117V33C LDO, LM2940T-5.0, LM317-KCT (adj.), ym.

$R_{JC} \approx 3^{\circ}\text{C/W}$, $R_{JA} \approx 50^{\circ}\text{C/W}$

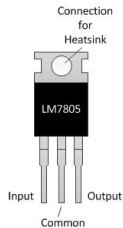
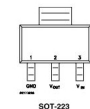
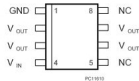


Figure 2. Pin connections (top view)



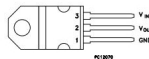
SOT-223



SO-8

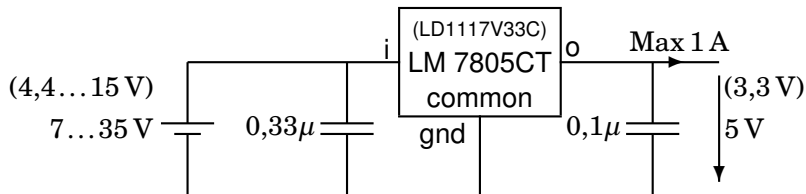


DPAK



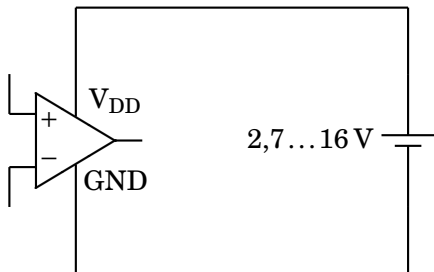
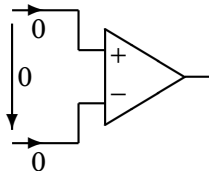
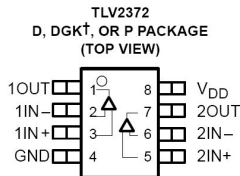
TO-220

LD1117V33C
Low dropout



Operaatiovahvistin — erittäin hyvä yleistyökalu!

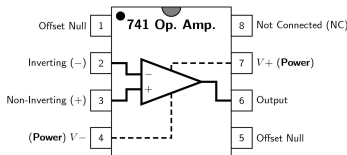
1-puolinen jännitelähde: Pajalla mm. TLV2372, rail-to-rail (ei kuormitettuna!).



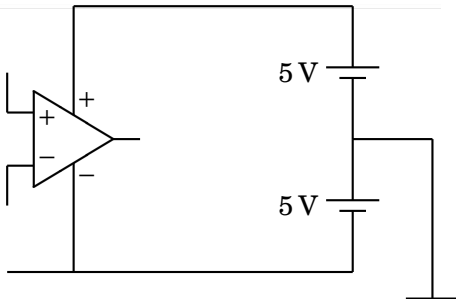
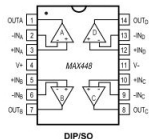
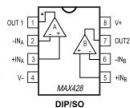
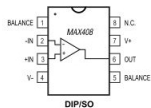
Kaksipuolinen syöttöjännite

Suosittelava audiosignaaleille, Pajalla on monia kaksikko- tai nelikkomalleja.

"Klassisen" 741:n pitkälti standardoitu pinnijärjestys:



TOP VIEW



Sovelluskytkentöjä

- ▶ Invertoiva vahvistin
- ▶ Ei-invertoiva vahvistin
- ▶ Puskurivahvistin
- ▶ Integraattori
- ▶ Suodattimet:
Low Pass, High Pass, Band Pass, Band Stop (notch)

Hyvä PDF-kirja: "Op amps for everyone (Texas Instruments)".
https://web.mit.edu/6.101/www/reference/op_amps_everyone.pdf

Ei-invertoiva vahvistin

Puskurivahvistin (vasemmalla)

Operaatiovahvistimen käyttöjännite määrää signaalin käytettävissä olevan jännitealueen. Käyttöjännitteitä ei yleensä piirretä näkyviin.

