



Elektroniikan komponentit

Keski-Suomen Radioamatöörit ry

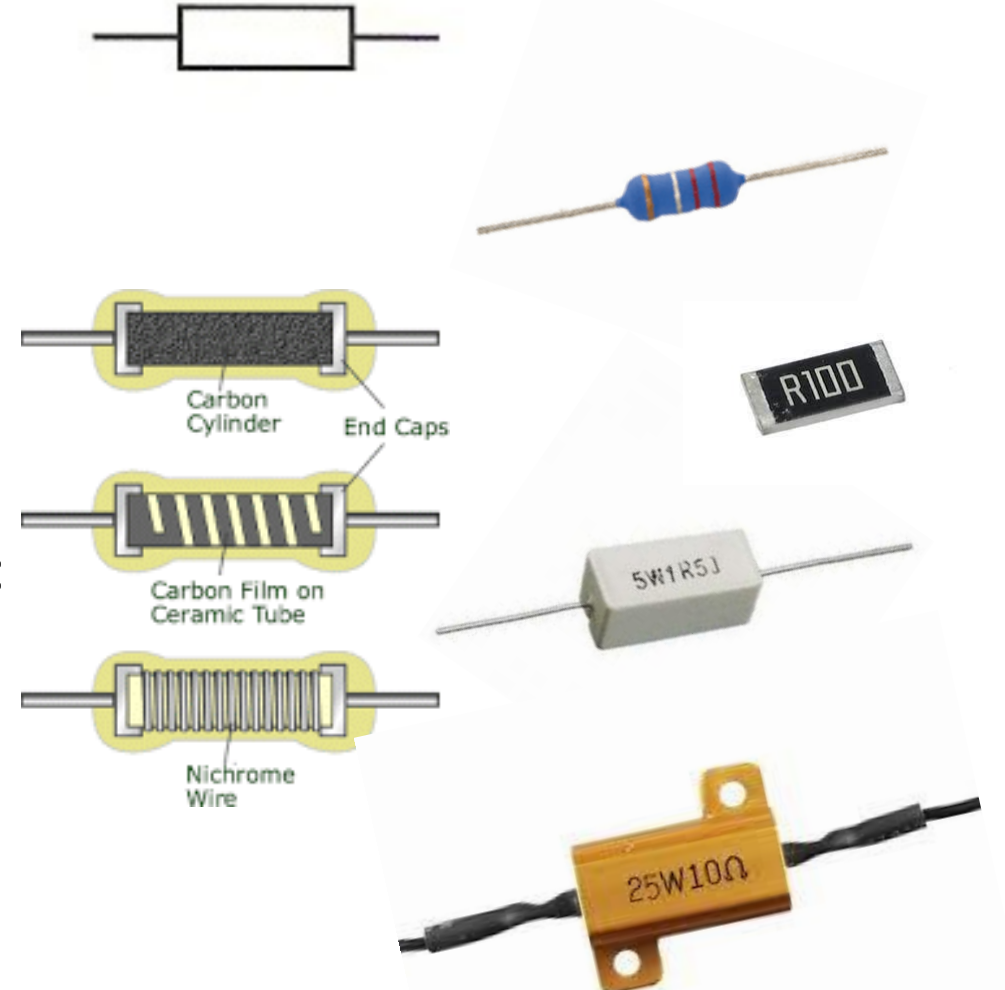
Passiiviset komponentit

- Eivät vaadi ulkoista syöttötehoa toimiakseen, eivät vahvista virtapiirissä.
- Vastukset
- Kondensaattorit
- Kelat
- Muuntajat
- Diodi

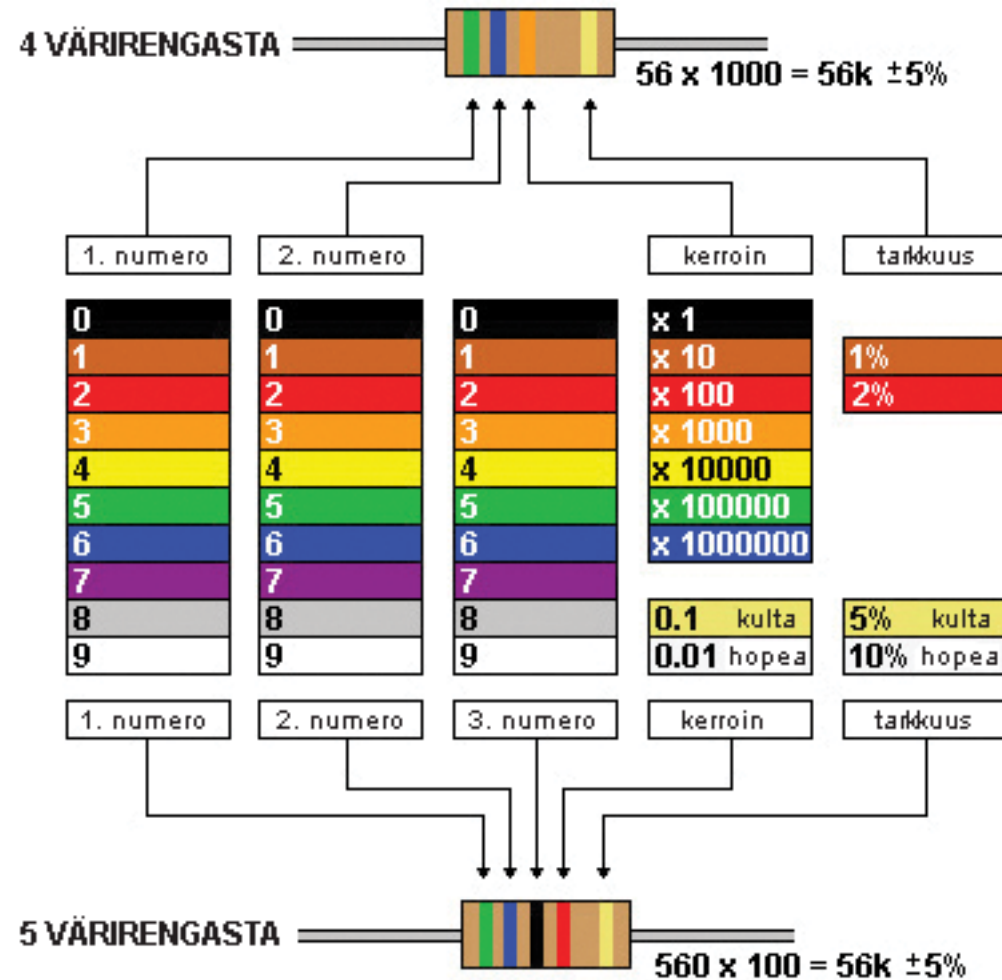
Vastukset, kiinteäarvoiset

Valmistustavan mukaan jaetaan:

- Massavastukset (halpoja, epätarkkoja)
- Kalvovastukset (tarkempia)
- Lankavastukset (tehoa kestävämpiä)
- Tehon kesto huomioitava vastusta valittaessa:
 $P = U \cdot I = R \cdot I^2$
- Arvo ilmaistaan numeroilla tai värikoodilla
- Vastussarjat E6, E12, E24, E48, E96 ja E192
- Tarkkuus (toleranssi) 10% - 1%



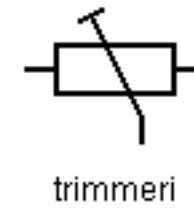
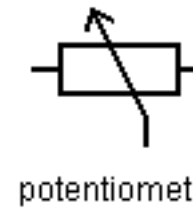
Vastusten värikoodit



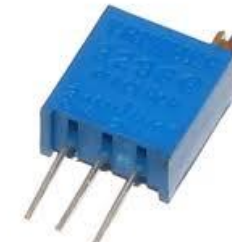
The E12 Resistor Series

 10 Ω	 100 Ω	 1.0 K Ω	 10 K Ω	 100 K Ω	 1.0 M Ω
 12 Ω	 120 Ω	 1.2 K Ω	 12 K Ω	 120 K Ω	 1.2 M Ω
 15 Ω	 150 Ω	 1.5 K Ω	 15 K Ω	 150 K Ω	 1.5 M Ω
 18 Ω	 180 Ω	 1.8 K Ω	 18 K Ω	 180 K Ω	 1.8 M Ω
 22 Ω	 220 Ω	 2.2 K Ω	 22 K Ω	 220 K Ω	 2.2 M Ω
 27 Ω	 270 Ω	 2.7 K Ω	 27 K Ω	 270 K Ω	 2.7 M Ω
 33 Ω	 330 Ω	 3.3 K Ω	 33 K Ω	 330 K Ω	 3.3 M Ω
 39 Ω	 390 Ω	 3.9 K Ω	 39 K Ω	 390 K Ω	 3.9 M Ω
 47 Ω	 470 Ω	 4.7 K Ω	 47 K Ω	 470 K Ω	 4.7 M Ω
 56 Ω	 560 Ω	 5.6 K Ω	 56 K Ω	 560 K Ω	 5.6 M Ω
 68 Ω	 680 Ω	 6.8 K Ω	 68 K Ω	 680 K Ω	 6.8 M Ω
 82 Ω	 820 Ω	 8.2 K Ω	 82 K Ω	 820 K Ω	 8.2 M Ω

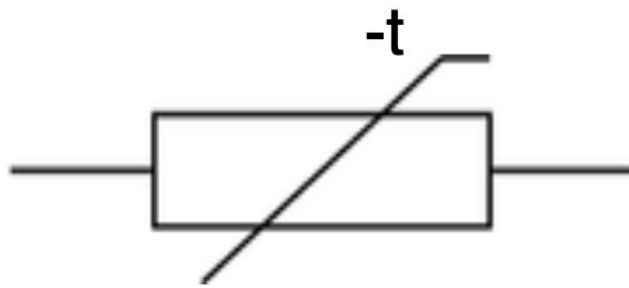
Säätävät vastukset



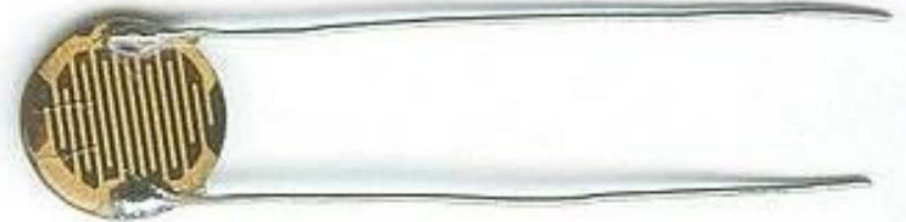
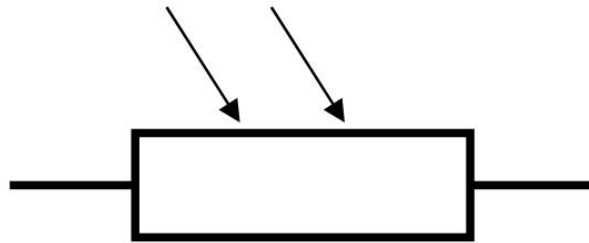
- Termistori = resistanssi muuttuu lämpötilan mukaan (PTC ja NTC)
 - PTC : Kun lämpötila kasvaa, niin resistanssi suurenee
 - NTC : Kun lämpötila kasvaa, niin resistanssi pienenee
- Varistori = resistanssi muuttuu jännitteen mukaan
- LDR vastus = resistanssi muuttuu valoisuuden mukaan
- Mekaanisesti säätävät vastukset
 - Trimmeri = työkalusäätöinen
 - Potentiometri = käsisäätöinen
- Lineaarinen tai logaritminen



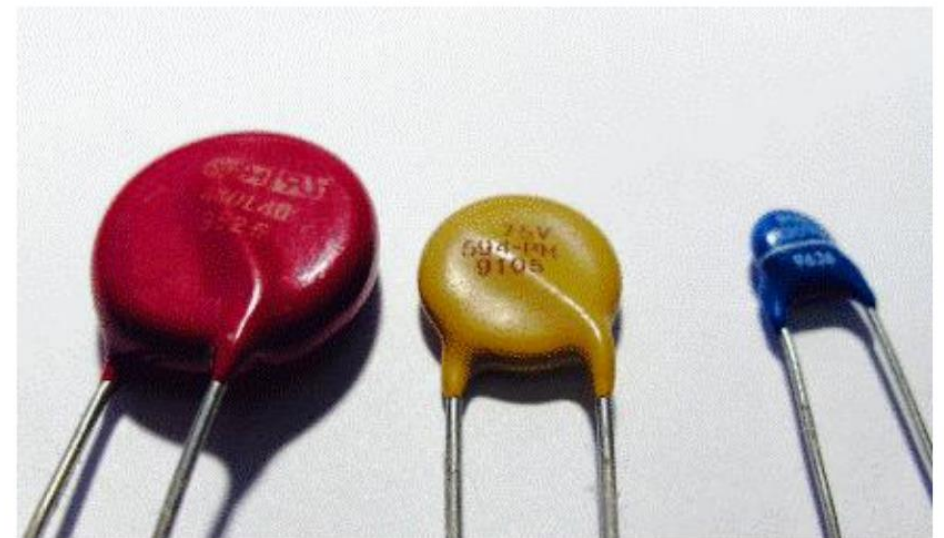
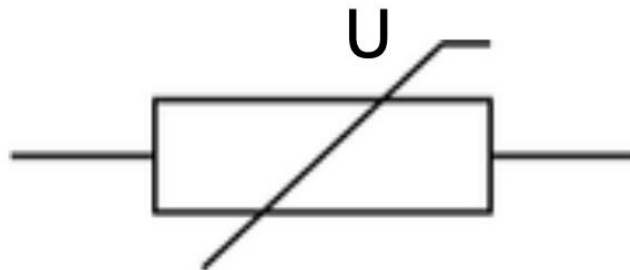
Termistori
(NTC)



Valovastus:



Varistori



Rinnan- ja sarjaankytkennät

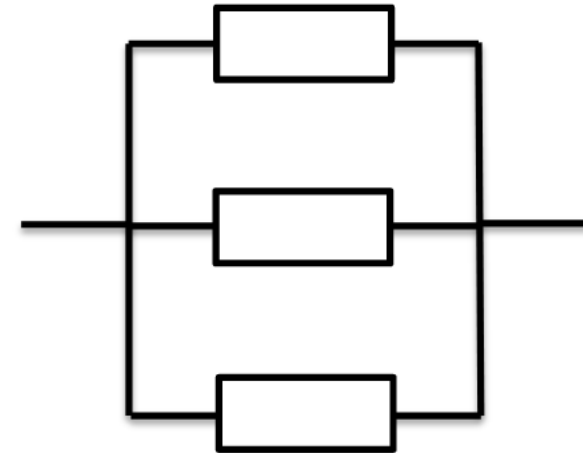
$$R_{TOT} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$



$$\frac{1}{R_{TOT}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$R_{TOT} = \frac{R}{n} \quad \text{Useita samanarvoisia vastuksia}$$

$$R_{TOT} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{Kaksi vastusta}$$



Tarvitset noin 52 ohmin vastuksen, jonka kokoat useista vastuksista. Oikean tuloksen saat kytkemällä

- 2 kpl 100 ohmia rinnan
- 2 kpl 27 ohmia sarjaan
- 5 kpl 10 ohmia sarjaan
- 3 kpl 150 ohmia rinnan

Tarvitset tasavirtamittariisi 91 ohmin ohitusvastuksen, jonka kokoat useista vastuksista. Oikean tuloksen saat kytkemällä

- 3 kpl 270 ohmia rinnan
- 3 kpl 27 ohmia sarjaan
- 5 kpl 470 ohmia rinnan
- 2 kpl 47 ohmia sarjaan

Vastusten sarjaankytkennässä kytkennän kokonaisresistanssi on

- aina suurempi kuin minkään kytkennässä olevan yksittäisen vastuksen resistanssi
- aina pienempi kuin minkään kytkennässä olevan yksittäisen vastuksen arvo
- riippuvainen vastusten tehonkestosta
- on osavastusten resistanssien summa

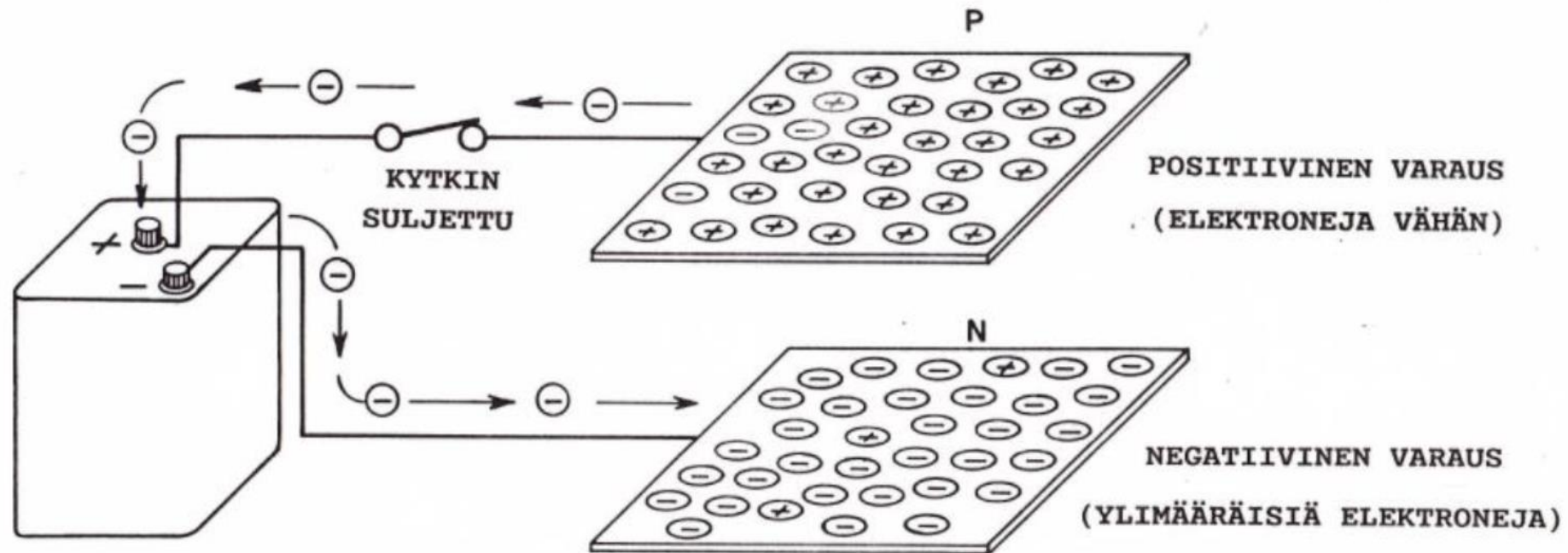
Kahden vastuksen rinnankytkennässä kytkennän kokonaisresistanssi

- on vastusten resistanssien summa
- voidaan laskea kaavalla $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_{\text{kok}}}$
- muuttuu, jos hiilikalvovastukset korvataan samanarvoisilla metallikalvovastuksilla
- on riippuvainen osavastusten tehonkestosta

Kondensaattorit, kiinteäarvoiset



- Komponentti, jolla on kyky varastoida sähkövarausta.
- Varaus muodostuu, kun kahden lähekkäin olevan metallilevyn välille kytketään hetkellisesti jännite, jolloin metallilevyt varautuvat.
- Voimakkuutta voidaan säädellä levyjen koolla, levyjen etäisyydellä, levyjen väliin laitettavalla eristeellä
- Varauskyky (kapasitanssi), mitataan faradeina (F)
- Kondensaattori läpäisee vaihtovirtaa ja estää tasavirran kulun



$$Q = U \cdot C$$

Q on sähkövaraus

U on jännite

C on kapasitanssi

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$$

A on elektrodin pinta-ala,

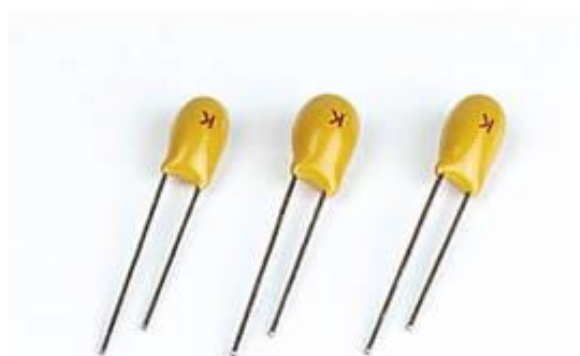
d on levyjen välinen etäisyys,

ϵ_0 on tyhjiön permittiivisyys ja

ϵ_r on levyjen välissä olevan eristeen suhteellinen permittiivisyys.

Kondensaattorit

- Valmistetaan eri eristeaineella:
 - Paperieristeiset (halpa, ei kestä kosteutta tai kuumaa)
 - Muovieristeiset (kulutuselektronikassa yleisin kondensaattori)
 - Keraamiset (hyvä, käytetään suurtaajuuskytkennöissä)
 - Kiille (pienihäviöinen, kallis)
- Nämä ovat kapasitanssiltaan pieniä ja niitä käytetään lähinnä suurtaajuuspiireissä.

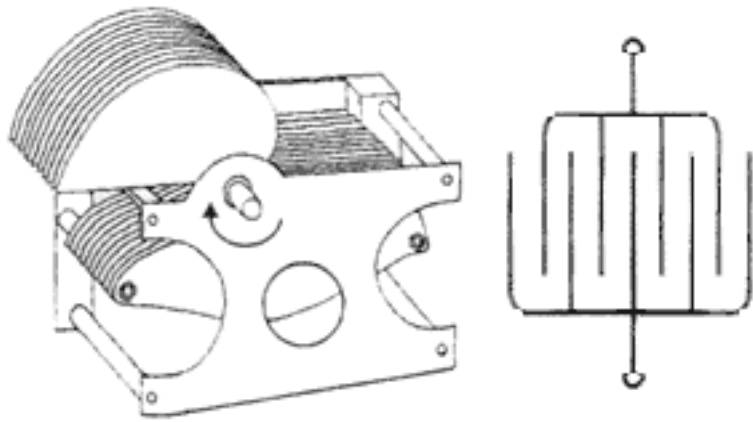


Elektrolyyttikondensaattorit

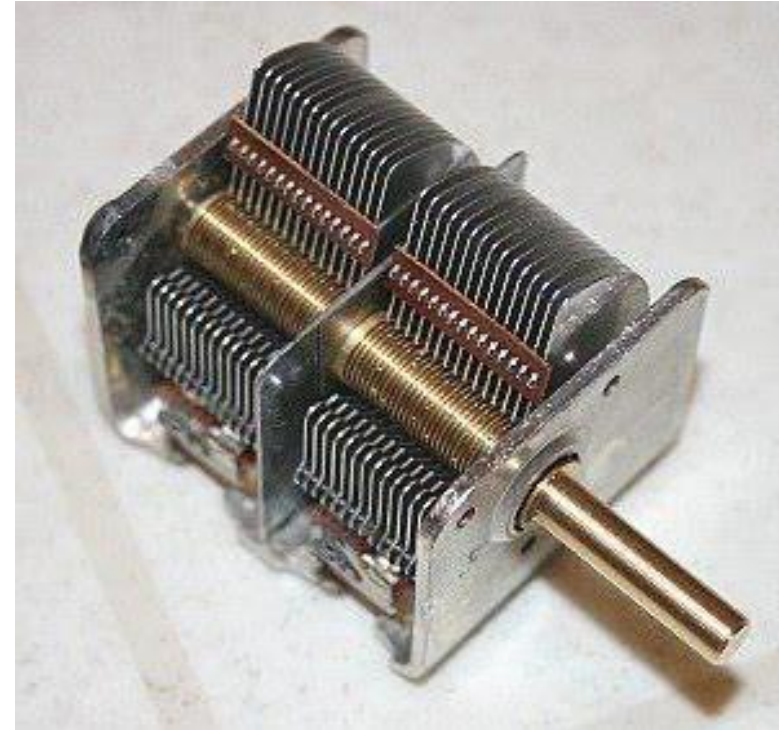
- Elektrolyyttikondensaattori toisena elektrodina on alumiini tai tantaali levy, jonka pinnalla on ohut oksidikerros
- Toisena elektrodina toimii kotelossa oleva elektrolyytti, johon metallielektrodi on upotettu
 - nestemäinen elektrolyytti => "märkä elko" (alumiini)
 - kiinteä elektrolyytti => "kuiva elko" (tantaali)
- Hinnaltaan edullisia ja näillä saavutetaan suuria kapasitansseja
- Käytetään mm. tasaamaan jännitevaihteluja.
- Kytettävä oikein päin, räjähdysvaara!



Kondensaattori, säädettävät



$$C = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{A}{d}$$



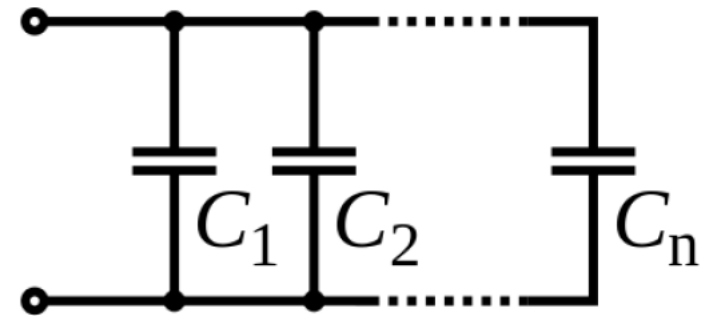
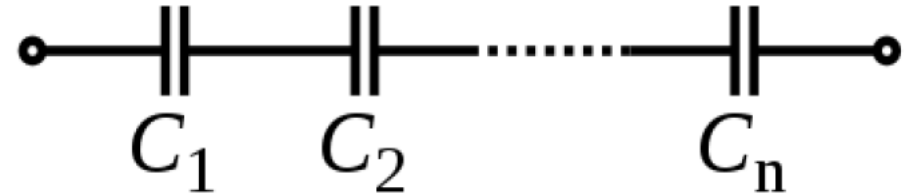
Rinnan- ja sarjaankytkennät

$$\frac{1}{C_{TOT}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

$$C_{TOT} = \frac{C}{n} \quad \text{Useita samanarvoisia kondensaattoreita}$$

$$C_{TOT} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

(Laskenta päinvastoin kuin vastuksilla)



Kondensaattorien rinnankytkennällä

- voidaan parantaa kytkennän Q-arvoa pientaajuusasteissa
- kokonaiskapasitanssi on suurempi kuin mikään kytkennässä oleva kapasitanssi
- voidaan käyttää yhteenlaskua kokonaiskapasitanssin määrittämiseksi
- voidaan korvata kela vain mikroaalloilla

Pienen kondensaattorin (alle 5 pF) voi korvata

- kiertämällä kaksi parin senttimetrin pituista eristettyä kytkentälankaa yhteen
- pienellä vastuksella
- oikosulkemalla kondensaattorin kytkentävälin
- pienellä säätökondensaattorilla

100 pF ja 2,2 nF kondensaattorit kytketään rinnan. Kokonaiskapasitanssi on tällöin

- 0,0023 uF
- 2,15 pF
- 2,3 nF
- Kondensaattorien kapasitanssiarvojen keskiarvo

$$C_{TOT} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

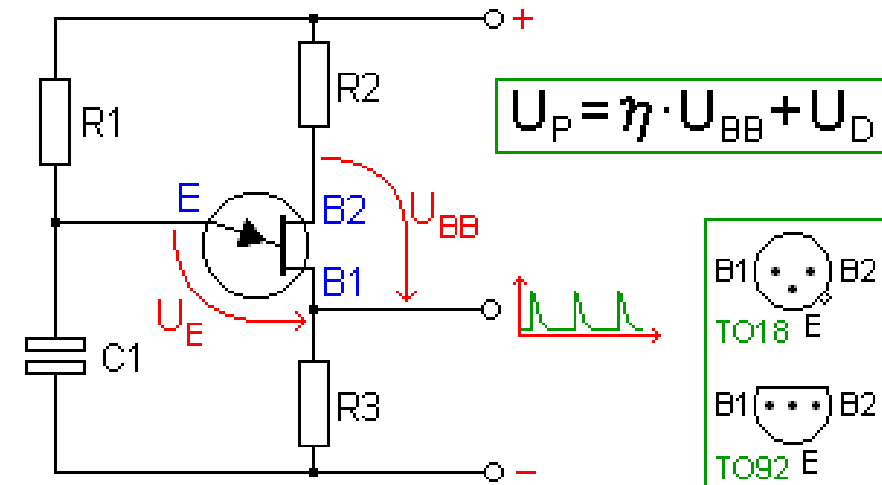
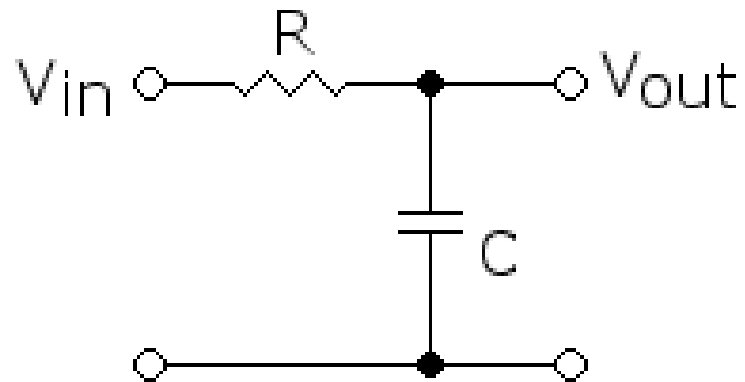
Tarvitset 10 uF kondensaattorin. Voit saada sellaisen kytkemällä sarjaan

- kaksi 2000 nF kondensaattoria
- viisi 47 uF kondensaattoria
- kaksi 50 uF kondensaattoria
- kymmenen 10 nF kondensaattoria

$$C_{TOT} = \frac{C}{n}$$

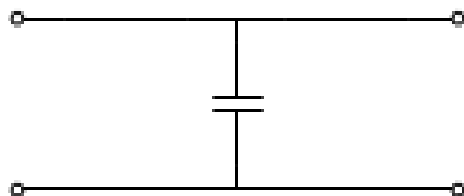
Vastuksista ja kondensaattoreista voidaan rakentaa

- Suotimia
- pientaajuusvahvistimia
- aikavakiopiirejä
- oskillaattoreita

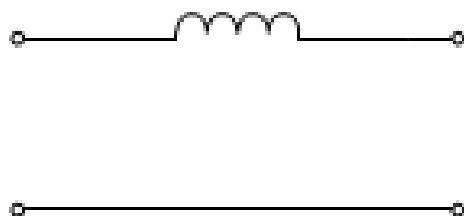


Alipäästösuodin (ei tenttiin)

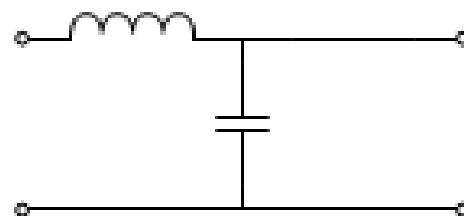
C-Section



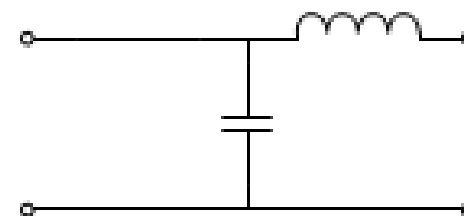
L-Section



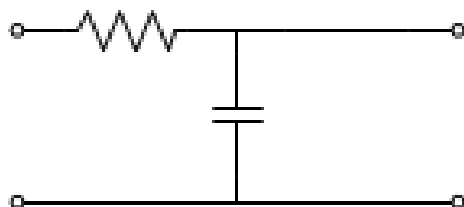
LC-Section



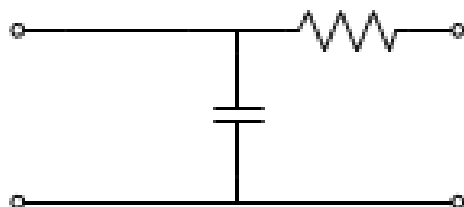
CL-Section



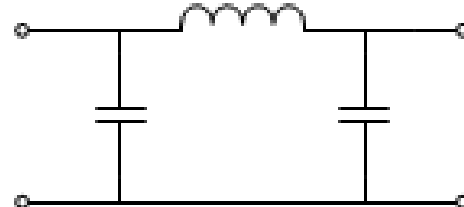
RC-Section



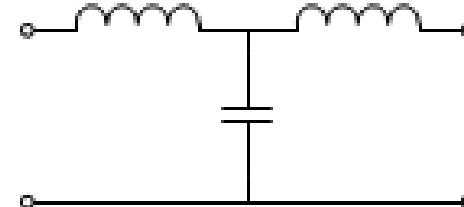
CR-Section



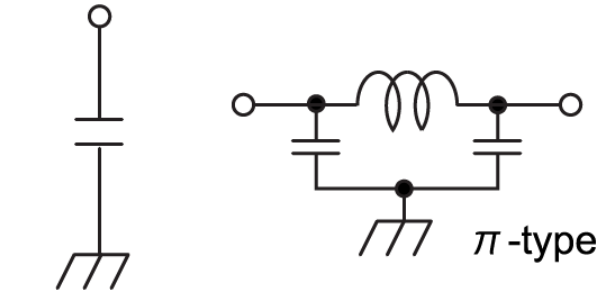
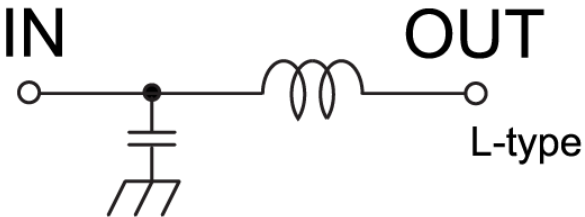
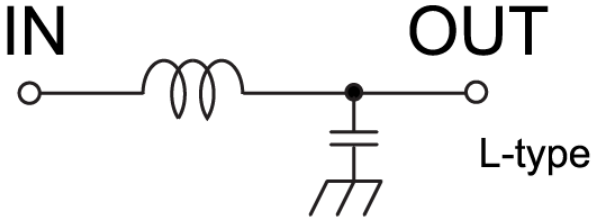
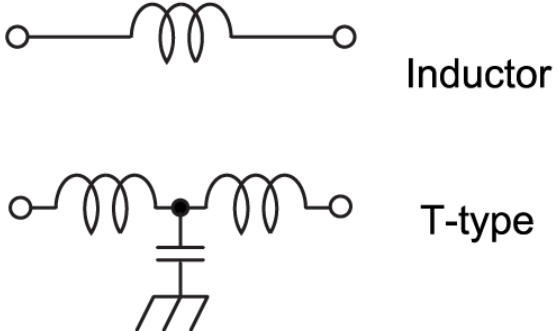
Pi-Section



T-Section



Toteutuksen valinta (ei tenttiin)

		Output Impedance (Z_o)	
		High	Low
Input Impedance (Z_i)	High	 Capacitor π-type	 IN OUT L-type
	Low	 IN OUT L-type	 Inductor T-type

Kelat



- Saadaan aikaiseksi kiertämällä lankaa silmukoiksi.
- Induktanssi aiheuttaa vaihtovirralla eräänlaisen vastuksen. Mitä korkeampi taajuus, sitä enemmän kela vastustaa vaihtovirran kulkua.
- Vastuksen suuruus (induktanssi), mitataan henreinä (H). Tyypilliset arvot ovat mikrohenristä jopa henryyn.
- Sarjaan tai rinnan kytkettynä laskukaava on sama kuin vastuksilla.
- Radiotaajuuksilla jopa pitkät tai mutkittelevat johdot laitteen sisällä voivat aiheuttaa liikaa induktanssia.
- Se varastoi energiaa magneettikenttään.

KELAN INDUKTANSSI (L) RIIPPUU....

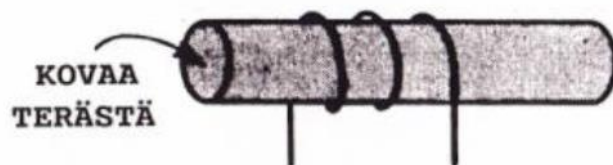


PIENI INDUKTANSSI



SUURI INDUKTANSSI

KIERROSTEN MÄÄRÄ



PIENI INDUKTANSSI

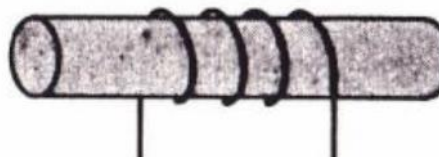


SUURI INDUKTANSSI

SYDÄMEN
PERMEABILITEETTI



PIENI INDUKTANSSI

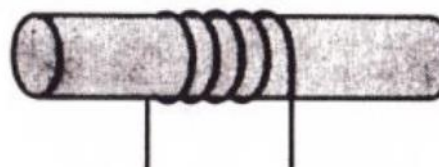


SUURI INDUKTANSSI

SYDÄMEN
POIKKI PINTA-ALA



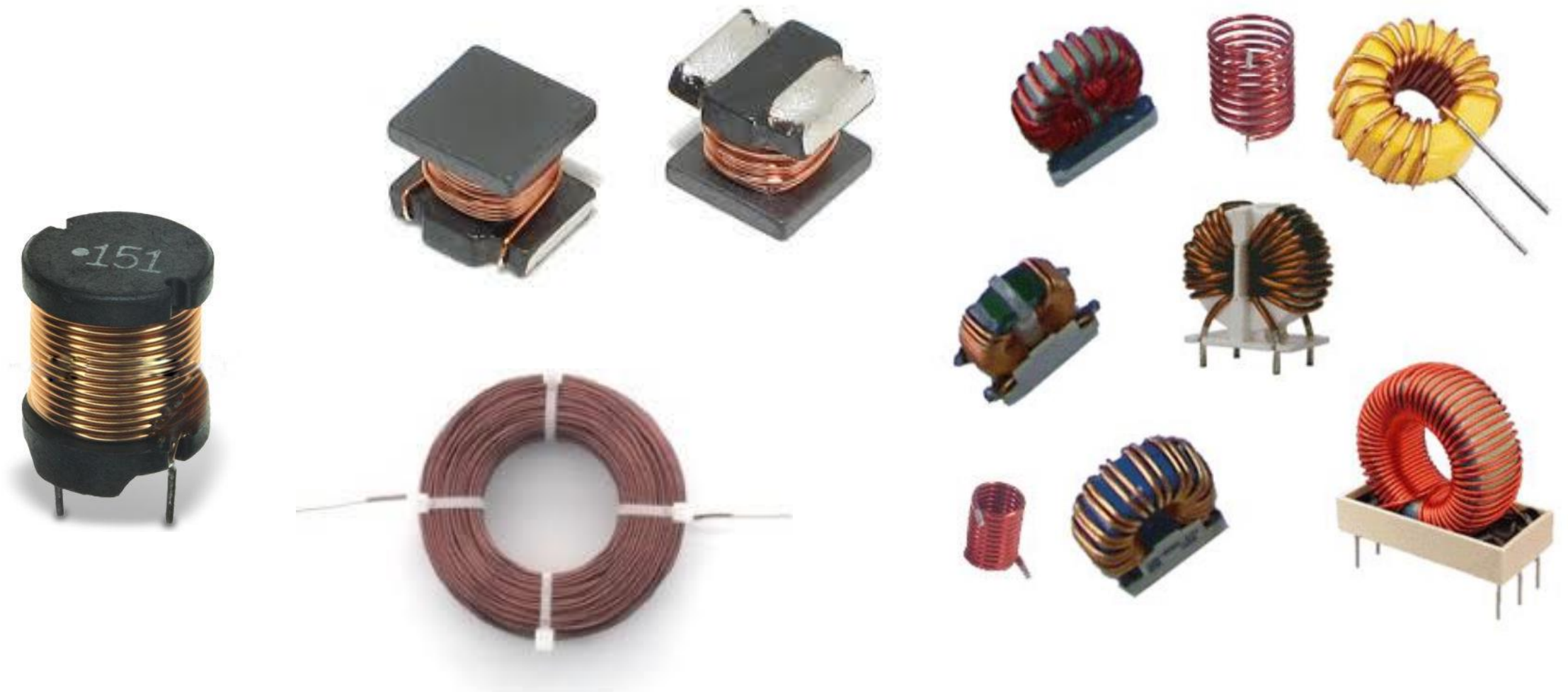
PIENI INDUKTANSSI



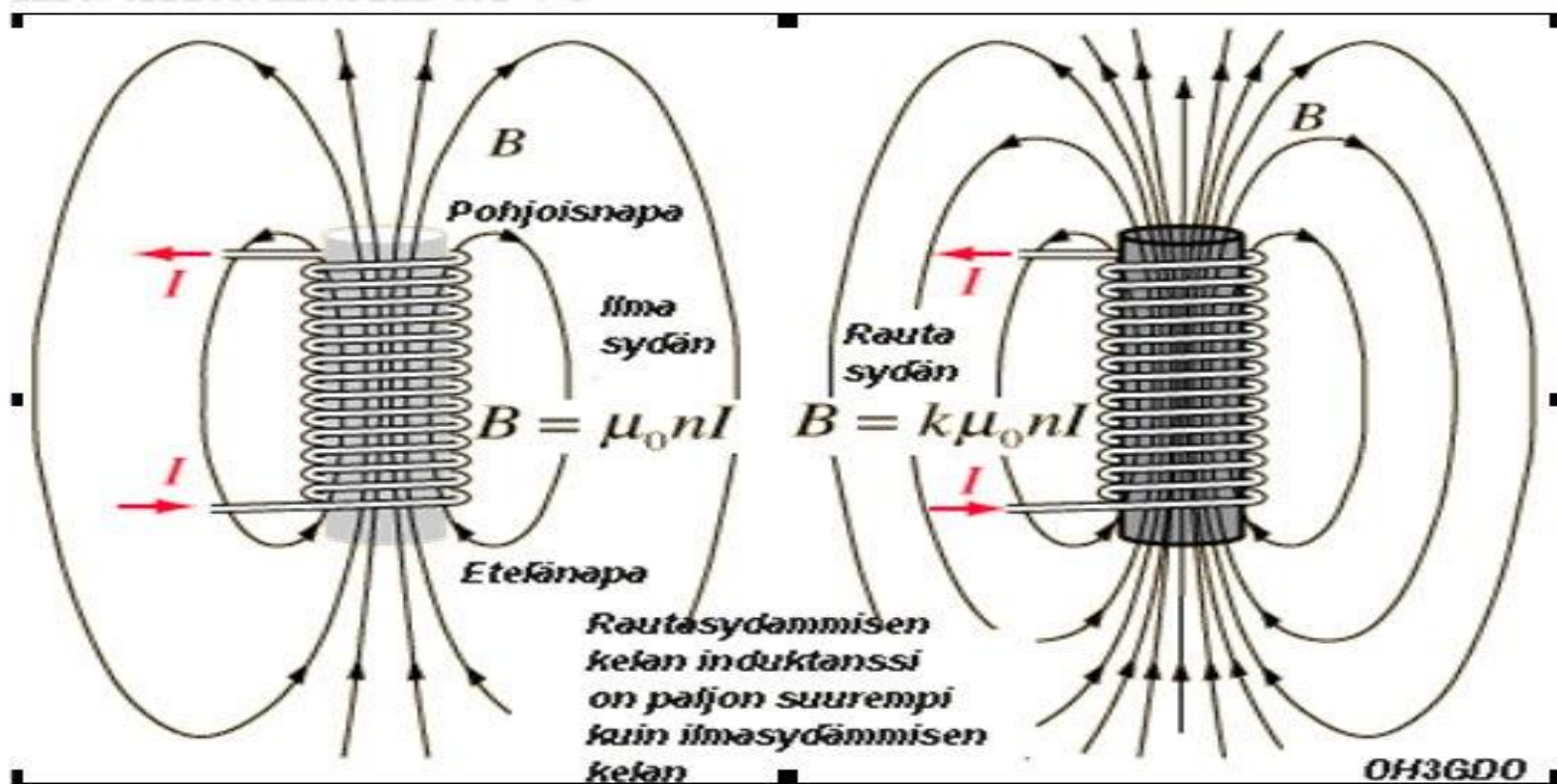
SUURI INDUKTANSSI

KIERROSTEN
VÄLI

Kelat



Kelan sydänmateriaali



Kuristin

- Suuri kela, jota käytetään virran muutosten rajoittamiseen -> kuristimia käytetään suodatinpiireissä ja häiriöiden poistoon
- Kuristinta voidaan myös käyttää jännitepiikkien muodostamiseen (esim loistevalaisimen sytytin)
- Siirtolinjassa vaippavirran rajoitus (baluni)



Kelan induktanssi muuttuu, jos

- ilmasydän korvataan magneettisella materiaalilla
- kelan kierrosmäärä muuttuu
- kelaä käytetään vaihtovirralla tasavirran sijasta
- kelan halkaisija muuttuu

Kela on komponentti,

- jota käytetään korvaamaan diodeja suurtaajuusasteissa
- jonka induktanssi ilmoitetaan henreinä (H)
- jossa sähkövirta aiheuttaa pääasiassa lämpöä
- jonka kapasitanssi on faradeja (F)

Ilmaeristeistä kelaä käytetään haluttaessa

- aikaansaada hyvin suuri induktanssi
- erityisen hyviä suurtaajuusominaisuuksia
- kelalle pieni koko
- valmistaa tehokas pientaajuuskuristin

Kun kytketään sarjaan kolme 22 μH induktanssia niin, ettei niiden välillä ole induktiivista kytkentää, saadaan kytkennän kokonaisinduktanssiksi

- 0,066 mH
- 66 μH
- 0,66 mH
- 6,6 μH

Muuntaja

- Koostuu kahdesta käämistä ja rautasydämeestä.
- Toimii ainoastaan vaihtojännitteellä.
- Ensiökäämiin syötettävä virta aiheuttaa magneettikentän, joka puolestaan aiheuttaa toisiokäämissä virran.
- Käytetään jännitteen muuttamiseen, impedanssin sovittamiseen ja galvaaniseen erottamiseen, ts. annetaan (vaihtosähkö)signaalin kulkea mutta estetään tasavirran kulku.

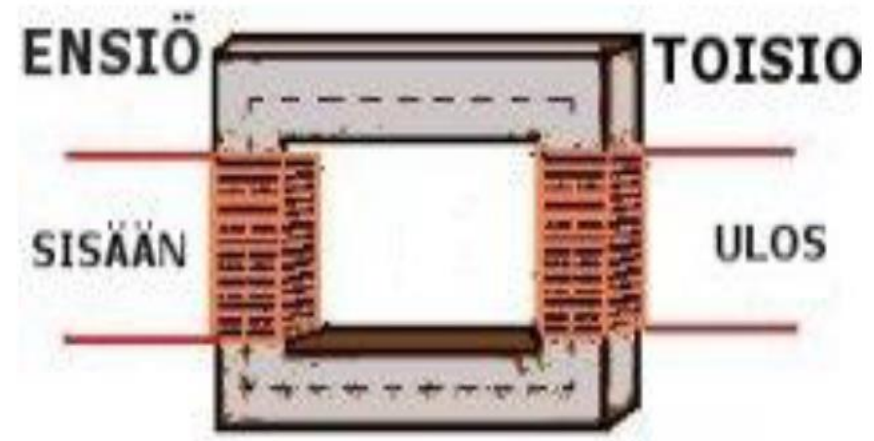


Muuntajat

- Muuntajan muuntosuhde:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

- U_1 = ensiökäämin jännite
- U_2 = toisiokäämin jännite
- N_1 = ensiökäämin kierrosten lkm
- N_2 = toisiokäämin kierrosten lkm



Muuntajat

- Muuntaja oletetaan häviöttömäksi eli lähtöteho = syöttöteho

$$P_1 = P_2 \rightarrow U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2 \rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

- Jännite muuntuu siis kierrosten suhteessa, virta kääntäen.
- Muuntajan tehonkeston määrää rautasydämen poikkileikkauksen pinta-ala. Niinpä muuntajat, joista otetaan paljon virtaa ovat suuria ja painavia. Esim. tietokoneissa käytetäänkin hakkurivirtalähteitä, joissa ei ole perinteisiä muuntajia.

Muuntajien käyttö

- Sähköverkossa suurjännitteestä (10–400 kV) pienjännitteeksi (230 V) tai toisinpäin.
- Laitteiden virtalähteissä 230 voltista esim. 15 volttiin (jonka jälkeen tasasuuntaus).
- Elektroniikkalaitteissa:
 - Jännitetason muuttaminen, impedanssin muuttaminen
 - Galvaaninen erotus, ts. annetaan (vaihtosähkö)signaalin kulkea mutta estetään tasavirran kulku

Muuntajan ensiö on kytketty 230 V verkkoon. Toision jännite on 24 V. Toisioon kytketään 50 W ja 25 W kuormat rinnan. Muuntajan häviöitä ei oteta huomioon. Muuntaja ottaa verkosta tehon

- 25 W
- 75 W
- 230 W
- 1375 W

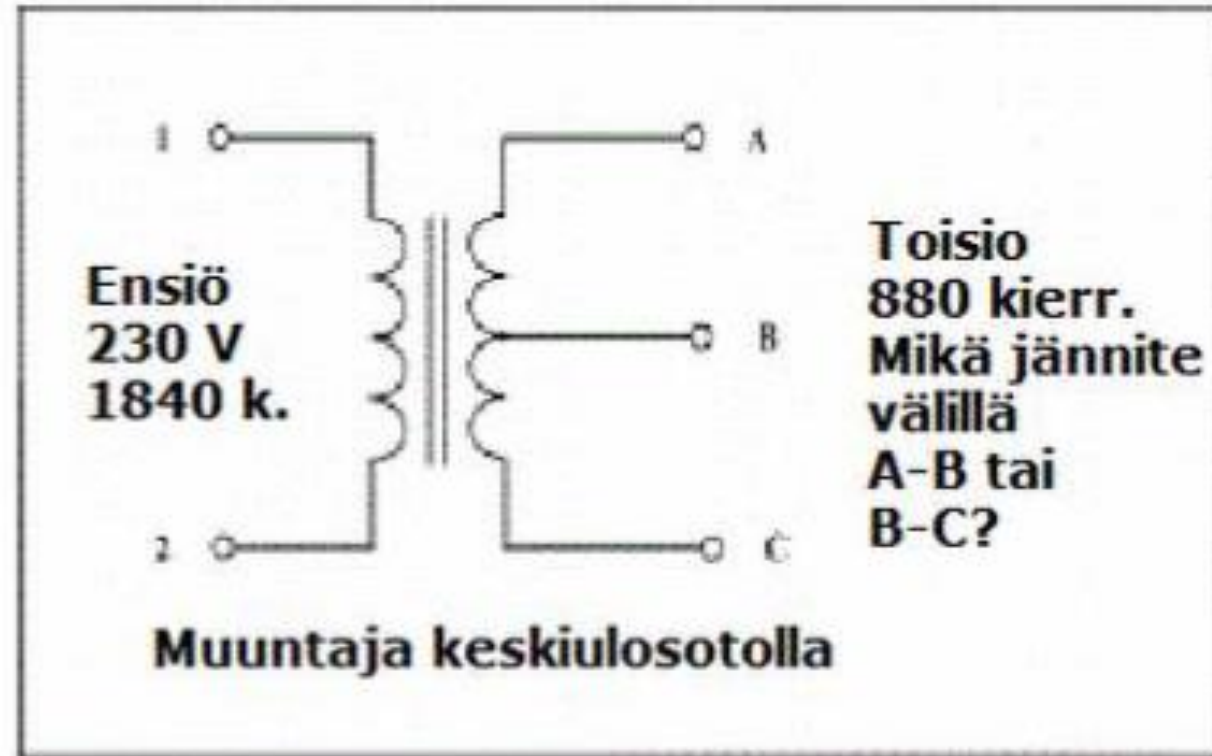
Muuntajan ensiössä on 1380 kierrosta ja toisiossa 90. Ensiö on kytketty 230 V verkkoon. Toisiojännite on

- 1 V
- 15 V
- 92 V
- 3,5 kV

$$\frac{230 \text{ V}}{U_2} = \frac{1380}{90} \rightarrow U_2 = 230 \text{ V} \cdot \frac{90}{1380}$$

Verkkomuuntajan ensiö on kytketty 230 V verkkoon. Muuntajan ensiössä on 1840 kierrosta ja toisiossa 880 kierrosta lankaa. Toisiossa on keskiulosotto. Toision keskiulosoton ja kumman tahansa pään välinen jännite on

- 4,15 V
- 55 V
- 110 V
- 440 V



Kiteet



- Kiteen toiminta perustuu pietsosähköiseen ilmiöön, missä sähkökenttä saa aikaan mekaanisen värähtelyn (taipumisen).
- Se on kvartsista on leikattu ohut levy, johon on kummallekin puolelle liitetty elektrodi. Kvartsilevyn paksuus, muoto ja leikkauskulma määrittelevät mm. kiteen ominaisvärähtelyn taajuuden ja lämpötilakäyttäytymisen.
- Kiteen toimintataajuuden lämpötila- ja jänniteriippuvuus ovat suhteellisen vähäisiä joten värähtelytaajuus on erittäin vakaa. Vakautta voidaan edelleen parantaa lämpötilakompensoinnin avulla.



Q -arvo

- Q arvolla ilmaistaan komponentin tai piirin suhteellisia häviöitä.
- Mitä pienempi Q-arvo on, sitä enemmän piirissä tapahtuu häviöitä.
- Kiteessä tapahtuu vähän häviöitä, joten sen Q -arvo on erittäin korkea (satoja).
- Kela-kondensaattori piirin Q-arvoa voidaan parantaa käyttämällä hopeoitua kela ja ilmaeristeistä kondensaattoria.

Q-arvo

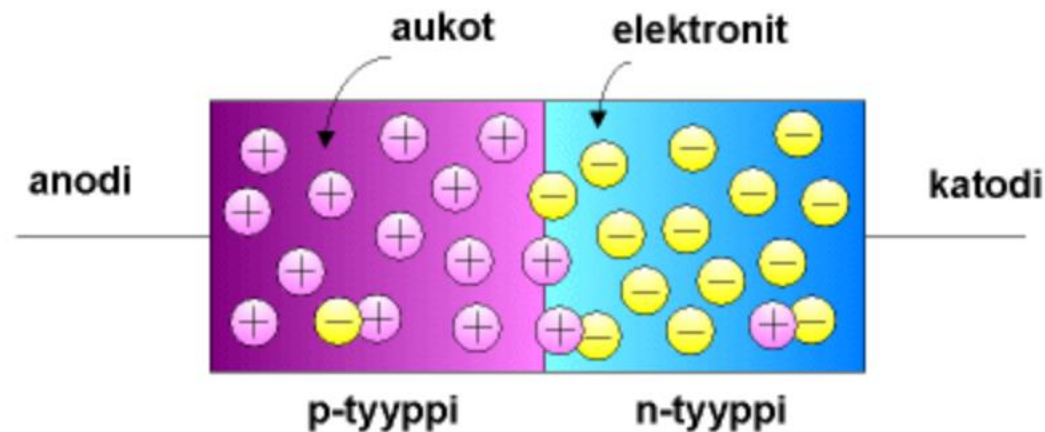
- ilmaisee värähtelypiirin tai komponentin suhteelliset häviöt
- ilmaisee värähtelypiirin tai komponentin häviöt
- saadaan paremmaksi hopeoimalla värähtelypiirin kelan lanka
- on erityisen hyvä kvartsikiteillä
- tarkoittaa värähtelypiirin tai komponentin valmistuslaatua
- tarkoittaa komponentin hintalaatusuhdetta
- tarkoittaa värähtelypiirin tai komponentin hyvyyslukua
- on erityisen alhainen vastuksilla
- tulee paremmaksi vaihtamalla värähtelypiirin kelan lanka rautaisesta hopeiseksi
- on erityisen hyvä kvartsikiteillä

Puolijohteet

- Aineen sähkön johtavuuden määrää varauksenkuljettajien määrä. Johteessa niitä on paljon, eristeessä vähän.
- Puolijohde on materiaali, joka johtaa sähköä paremmin kuin eriste mutta huonommin kuin metallit.
- Puolijohteet ovat aineita, joissa pieni ulkoinen energia (esim. valo, lämpö tai ulkoinen sähkökenttä) irrottaa elektroneja sähkön kuljetukseen.
- Tärkeimmät puolijohteet ovat pii, germanium sekä jotkut alkuaineiden yhdisteet kuten galliumarsenidi.
- Puolijohteet ovat nykyaikaisen elektroniikan perusta.

Puolijohteet

- Virrankuljettajina voivat toimia joko elektronit tai ”aukot”, mikä tarkoittaa elektronin puutumista jostakin kohtaa rakennetta.
- N-tyypin puolijohteessa elektronit toimivat varauksenkuljettajina.
- P-tyypin puolijohteessa aukot toimivat varauksenkuljettajina.



Puolijohdetta on

- germanium
- pii
- aine, jolla on kohtalaisesti liikkuvia elektroneja
- Hiili

Hyvä sähkönjohtavuus on

- kullalla
- hopealla
- germaniumilla
- kuparilla

Hyvää eristettä on

- germanium
- tislattu vesi
- tyhjiö
- kiille
- hopea
- merivesi
- akryylimuovi
- ilma
- rauta
- messinki
- kumi
- posliini

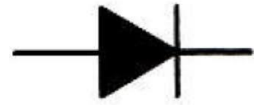
Hyvä sähkönjohde johtaa hyvin sähköä, koska

- siinä on vain vähän sähkön kulkua haittaavia vapaita elektroneja
- siinä on runsaasti vapaita elektroneja
- siinä pyörteinen heilahteluliike on runsasta
- sen pintamateriaali pitää kaiken sähkövirran johtimen sisällä

Eriste ei johda sähköä, koska

- siinä on vain vähän vapaita elektroneja
- siinä on runsaasti vapaita elektroneja
- siinä pyörteinen heilahteluliike on niukkaa
- eristeen atomit imevät kaikki vapaat elektronit itseensä

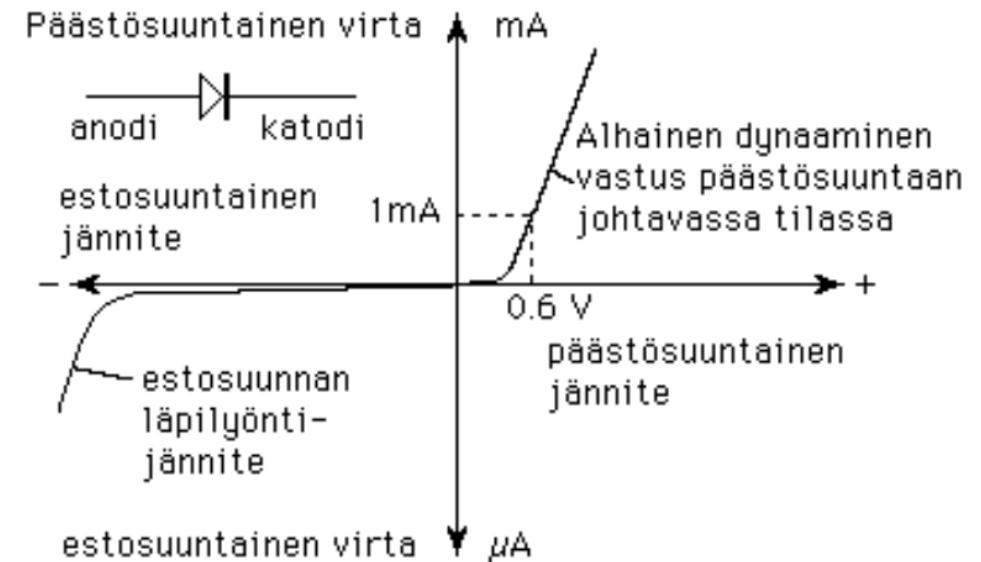
Diodit



- Diodi on elektroniikan komponentti, joka päästää sähkövirran kulkemaan vain yhteen suuntaan.
- Ensimmäiset diodit olivat elektroniputkia, mutta nykyisin suurin osa diodeista on puolijohteita.
- Diodi saadaan syntymään siten, että liitetään p-tyyppinen ja n-tyyppinen puolijohdeaine yhteen.
- Pn rajapinnassa olevat elektronit ja aukot kumoavat toisensa ja syntyy tyhjennysalue.
- Estosuuntainen ulkoinen jännite kasvattaa tyhjennysaluetta.
- Myötäsuuntainen ulkoinen jännite pienentää tyhjennysaluetta.

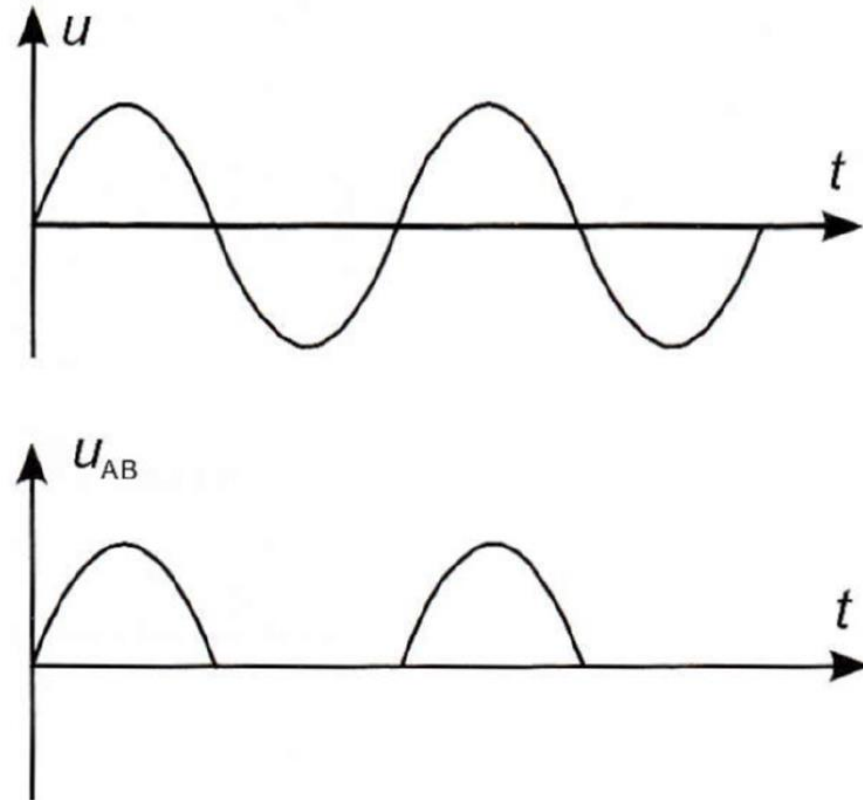
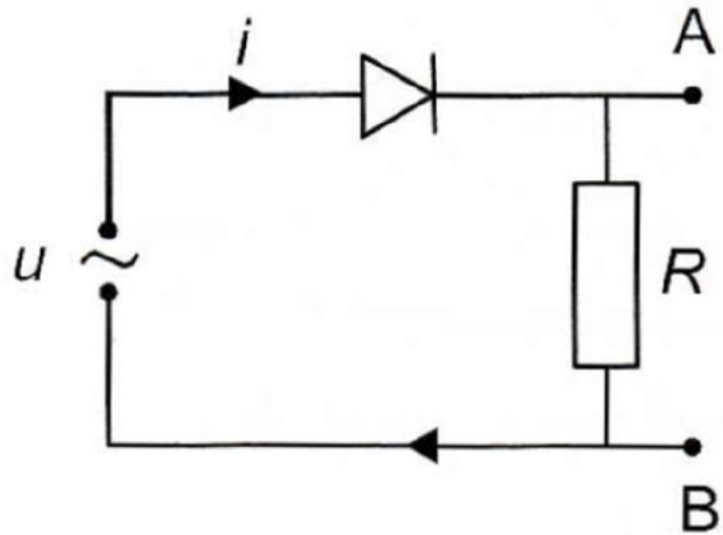
Diodin ominaiskäyrä

- Jännitettä, jolla pn rajapinta muuttuu johtavaksi, kutsutaan kynnysjännitteeksi.
- Estosuuntainen jännite kasvattaa vain hiukan vuotovirtaa
- Kun estosuuntainen jännite ylittää läpilyöntijännitteen arvon, virta kasvaa voimakkaasti
- Kynnysjännite:
 - Piidiodeilla 0.6 - 0,7 V.
 - Germanium-diodeilla 0,3 V



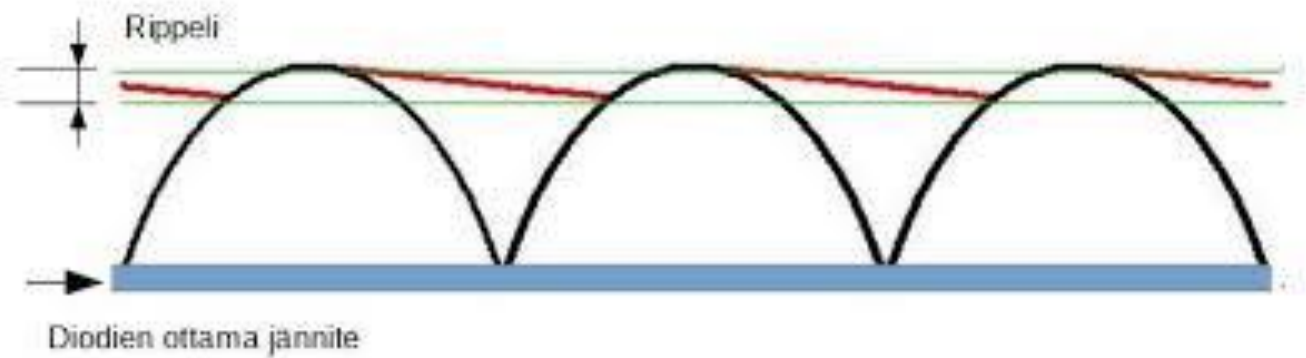
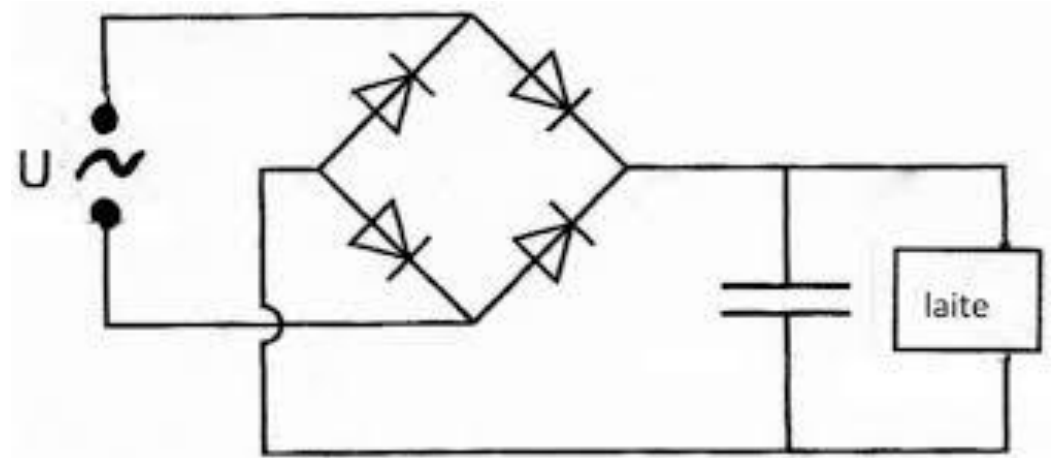
Tasasuuntaus

- Tasasuuntauksessa vaihtovirta muutetaan tasavirraksi.
- Puoliaaltotasasuuntauksessa poistetaan vaihtosähkön toinen puolijakso

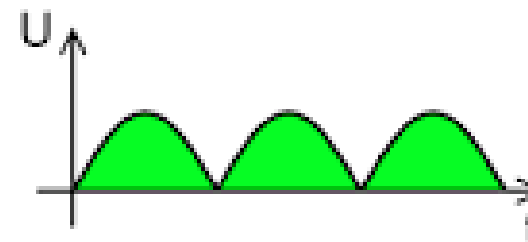
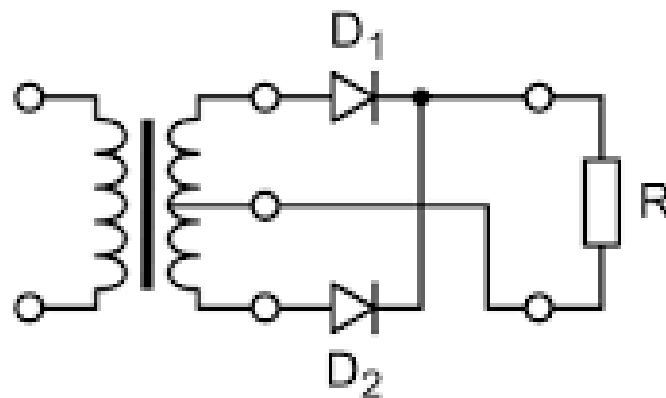
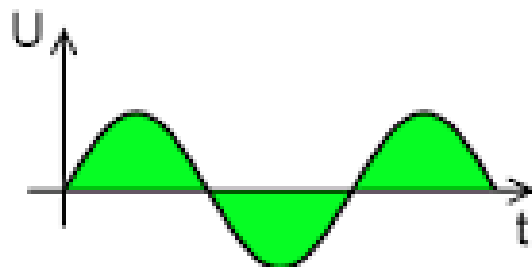
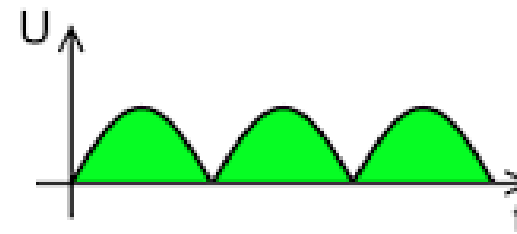
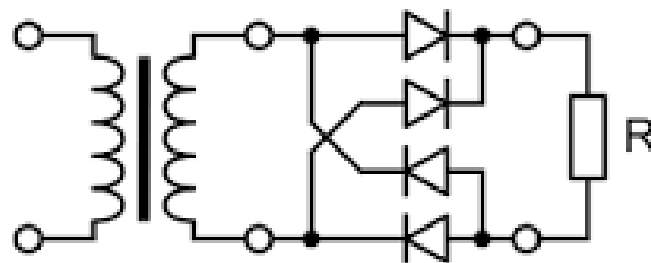
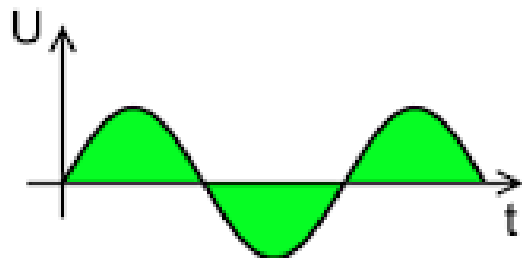


Kokoaaltotasasuuntaus

- Tehdään neljän diodin sarjakytkennällä.
- Hyödyntää vaihtojännitteen molemmat puolijaksot
- Jännitettä tasataan kuorman rinnalle asetettavalla kondensaattorilla



Kokoaaltotasuuntaus



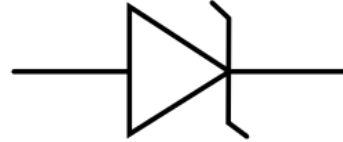
Tasasuuntaajan muuntajan toisiossa on väliulosotto käämin puolivälissä.
Kokoaaltotasasuuntaus saadaan tällöin aikaan

- neljällä diodilla
- kolmella diodilla
- kahdella diodilla
- yhdellä diodilla

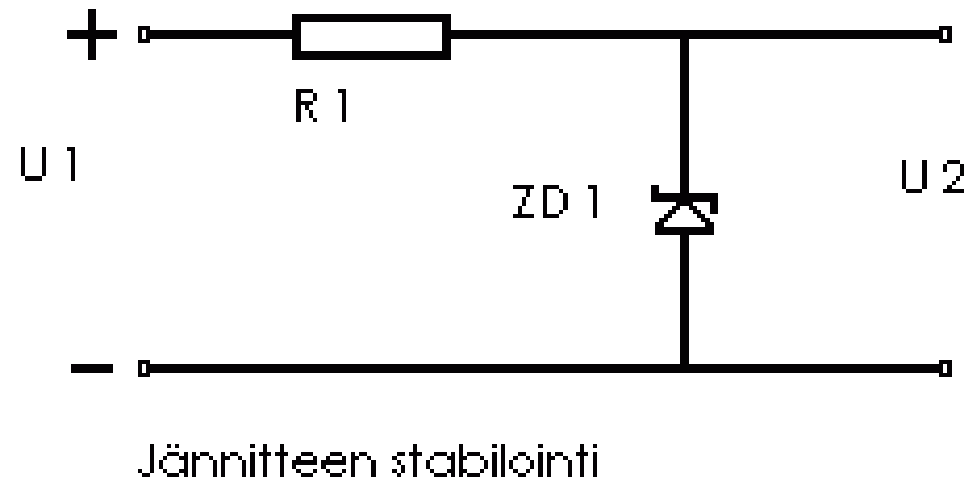
Mitkä seuraavista puolijohdediodeita koskevista väittämistä ovat oikeita:

- Diodilla on kynnysjännite, joka riippuu käytetystä puolijohdemateriaalista.
- Diodin kynnysjännite ei riipu puolijohdemateriaalista.
- Diodilla ei ole kynnysjännitettä.
- Diodin kynnysjännite tarkoittaa estosuuntaista läpilyöntijännitettä.

Zenerdiodi



- Zenerdiodi eli "zeneri" on diodityyppi, joka toimii päästösuuntaan lähes tavallisen diodin tavoin mutta estosuuntaisen jännitteen ylittäessä diodille ominaisen jännitteen, niin sanotun zenerjännitteen, se päästää virran kulkemaan myös estosuunnassa (normaali diodi tuhoutuisi)
- Käytetään jännitteen stabilointiin



LED, kapasitanssi- ja Schottkydiodi



- **LED** (engl. Light-Emitting Diode) eli hohtodiodi tai ledi on puolijohdekomponentti, joka säteilee valoa, kun sen läpi johdetaan pieni sähkövirta.
- **Varaktori eli kapasitanssidiodi** on sähköisesti säädettävä kondensaattori. Yleisin varaktori on puolijohdediodi, jonka tyhjennysalueen leveyttä voidaan säätää estosuuntaisella tasajännitteellä
- **Schottky-diodi** on diodi, jonka ominaisuutena on, että sen myötävirta katkeaa hyvin nopeasti, kun myötäjännite muuttuu estosuuntaiseksi. Rajapinta tyhjenee tavallista nopeammin varauksenkuljettajista, joten estosuuntainen elpymisaika on nopea.



Zenerdiodille on ominaista, että se toimii

- jännitestabilisaattorina
- virranrajoittajana
- tasasuuntaajana
- Vaihtosuuntaajana

Mitkä seuraavista väittämistä ovat oikeita:

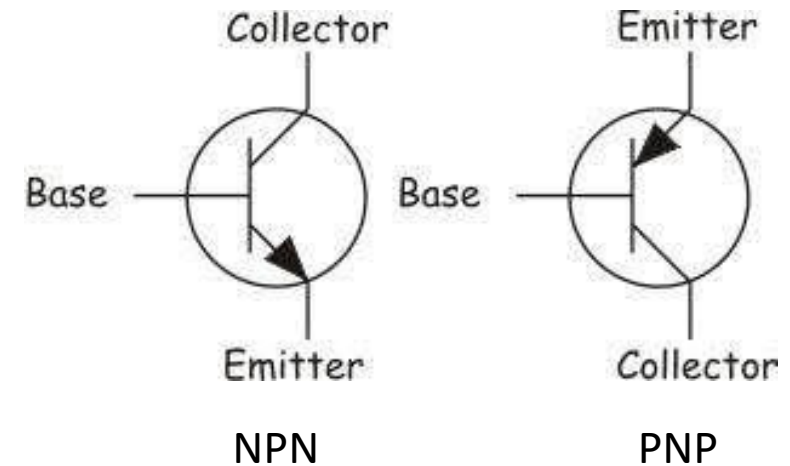
- Zenerilmiö esiintyy zenerdiodissa estosuuntaisella jännitteellä.
- Estosuuntainen jännite saa valodiodin (LED) loistamaan valoa.
- Kapasitanssidiodin kapasitanssia säädetään muuttamalla estosuuntaista jännitettä.
- Tasasuuntausdiodin päästösuuntainen kynnysjännite on noin 0,6 V.

Aktiiviset komponentit

- Transistori
- Elektroniputki
- Operaatiovahvistimet

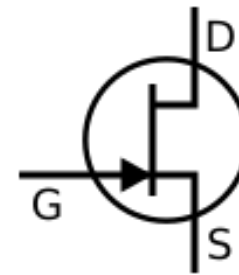
Bipolaaritransistori (liitostransistori)

- Puolijosteesta valmistettu komponentti
- Koostuu kolmesta elektrodista:
 1. kanta B
 2. kollektori C
 3. emitteri E
- Kahta päätyyppiä:
 1. NPN-transistori
 2. PNP-transistori
- Virtavahvistajia eli pieni virran muutos kannalla B saa aikaan suuremman virtamuutoksen kollektorin C ja emitterin E välillä.

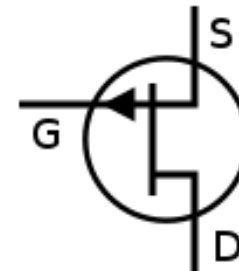


Kanavatransistori (FET)

- FET:in läpi kulkeva virta on verrannollinen hilan (G) jännitteeseen
- On paljon eri tyyppisiä FET-komponentteja
- Jakautuvat n-tyyppisiin ja p-tyyppisiin
- FETeillä on yleensä kolme elektrodia:
 1. Hila (Gate) (hila)
 2. Nielu (Drain)
 3. Lähde (Source)



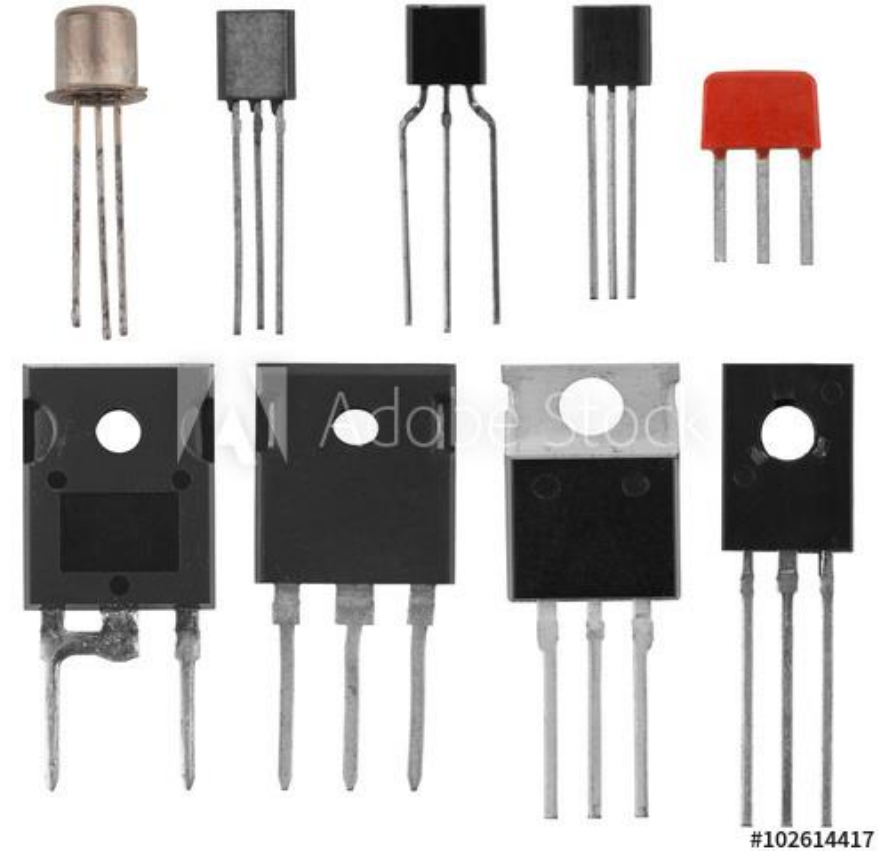
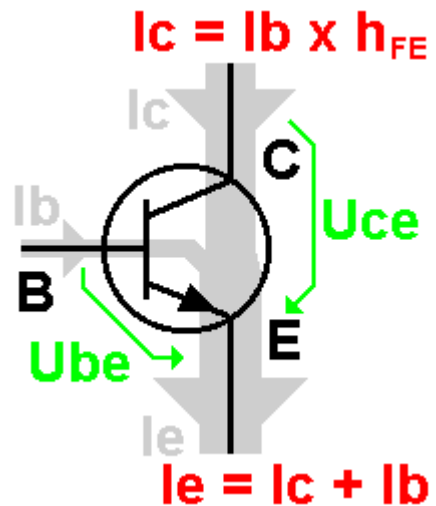
N-kanavainen JFET



P-kanavainen JFET

Transistorit

- Toimivat:
 - Kytkimenä
 - Vahvistimena
 - Muistin elementtinä



PNP-transistorin tunnistaa piirrosmerkistä, jossa

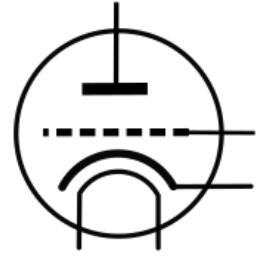
- emitterissä on piirrosmerkin keskustasta poispäin osoittava nuoli.
- kannassa on kaksi piirrosmerkin keskustaa kohti osoittavaa nuolta
- emitterissä on piirrosmerkin keskustaa kohti osoittava nuoli
- Väärin kollektorissa on piirrosmerkin keskustaa kohti osoittava nuoli

Seuraavat väittämät pitävät paikkansa:

- transistorit kuuluvat aktiivisiin komponentteihin
- valotransistori säteilee valoa
- FET-transistorin johtimia merkitään kirjaimilla E, B ja C
- bipolaaritransistorin johtimia merkitään E, B, ja C

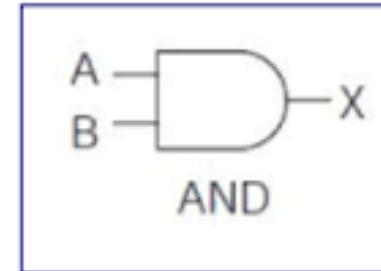
Elektroniputki (radioputki)

- Elektroniputki on käytännössä lasi- tai teräsputki, jossa on tyhjiö tai joka on täytetty jalokaasulla.
- Siinä on katodi, anodi ja mahdollisesti yksi tai useampia hiloja.
- Toiminta perustuu kuumennetusta metallista irtoaviin elektroneihin, jotka etenevät sähkökentän vetämänä katodilta anodille. Välissä olevalla hilalla ohjataan elektronien määrää (virtaa).
- Yksihilaista elektroniputkea sanotaan *triodiksi* (ohjaushila), kaksihilaista *tetrodiksi* (lisäksi suojahila) ja kolmehilaista *pentodiksi* (lisäksi vielä jarruhila).
- Käytetään edelleen esim. suuritehoisissa lähettimissä

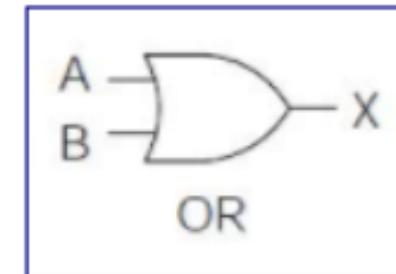


Logiikkapiirit

- Yleensä kaksi sisäänmenoa ja yksi ulostulo
- AND –piiri (JA)
 - Molemmat tulot tosia -> lähtö tosi
- OR –piiri (TAI)
 - Toinen tulo tosi -> lähtö tosi



AND gate		
Input A	Input B	Output
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1



OR gate		
Input A	Input B	Output
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Loogisessa piirissä on kaksi sisäänmenoa A ja B sekä ulostulo Q. Ulostulo Q on tosi, jos joko A tai B tai sekä A että B ovat tosia. Kysymyksessä on

- TAI-piiri (OR)
- JA-piiri (AND)
- EHKÄ-EI -piiri (PERHAPS/NO)
- KYLLÄ-EI -piiri (YES/NO)

Loogisessa piirissä on kaksi sisäänmenoa A ja B sekä ulostulo Q. Ulostulo Q on tosi vain, jos sekä A että B ovat tosia. Kysymyksessä on

- TAI-piiri (OR)
- JA-piiri (AND)
- EHKÄ-EI -piiri (PERHAPS/NO)
- KYLLÄ-EI -piiri (YES/NO)

Mittaaminen

Yleismittari

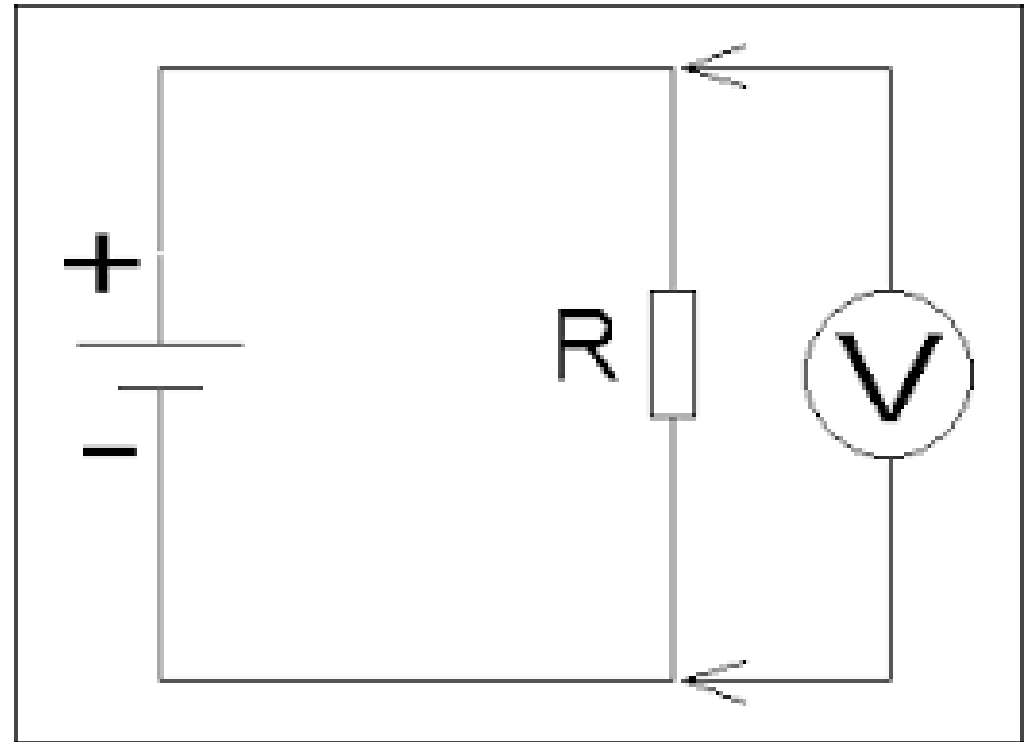
- Yleismittarilla voidaan mitata mm. virtaa (A), jännitettä (V) ja resistanssia (Ω) (AVO –mittariksi).
- Mittareita on kahta päätyyppiä:
 - Digitaaliset eli numeronäytölliset
 - Analogiset eli viisarinäyttöiset



- Alaloginen mittari voi olla toteutukseltaan kiertokäämimittari,
 - Magneettikentässä oleva käämi jossa on kiinni liikkuva neula

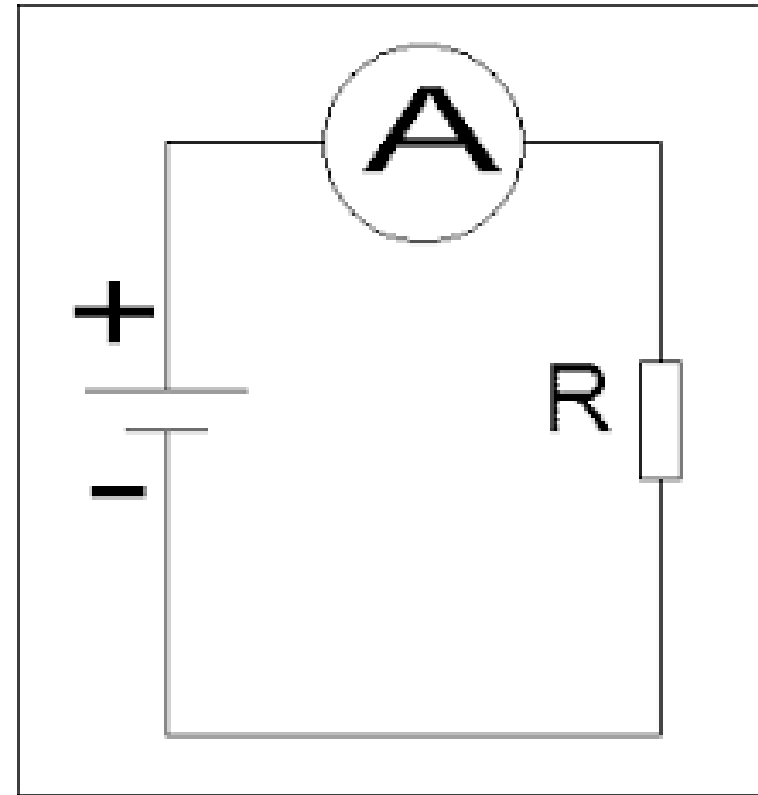
Jännitteen mittaaminen

- Jännitemittari kytketään rinnan mitattavan kohteen kanssa
- Mittari ei saa kuormittaa mitattavaa piiriä -> jännitemittarin sisäisen resistanssin oltava suuri (esim. $10\text{ M}\Omega$)



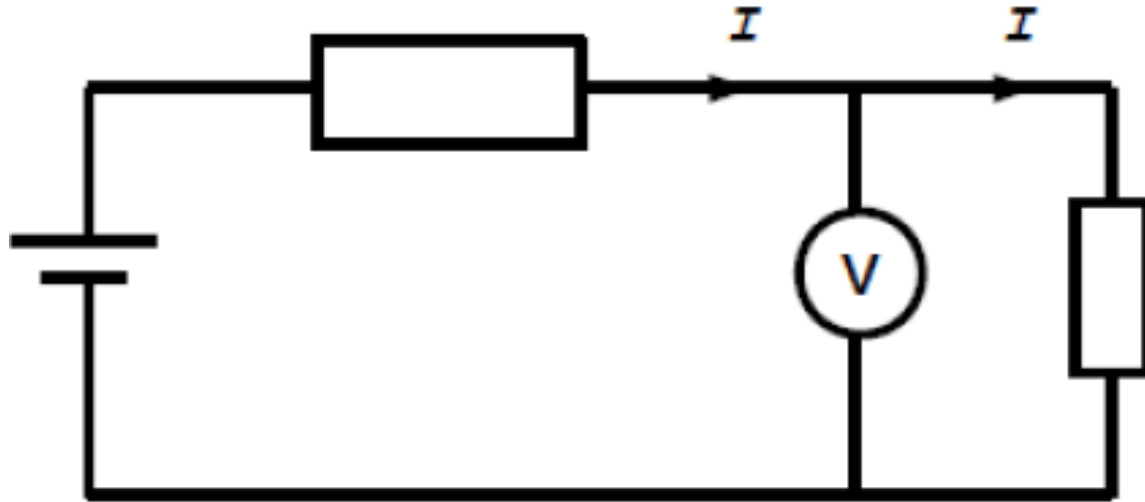
Virran mittaaminen

- Virtamittari kytketään sarjaan mitattavaan piiriin
- Mittari ei saa rajoittaa piirissä kulkevaa virtaa -> virtamittarin sisäisen resistanssin oltava pieni
- Virtamittaria ei saa koskaan kytkeä rinnan mitattavaan piiriin



Sivuvastus (shunttivastus)

- Mittarin mittausaluetta voidaan laajentaa ns. shunttivastuksen avulla.
- Mittausjärjestelyssä virtapiiriin lisätään tarkka, resistanssiltaan pieni vastus ja mitataan jännitehäviö vastuksen yli.



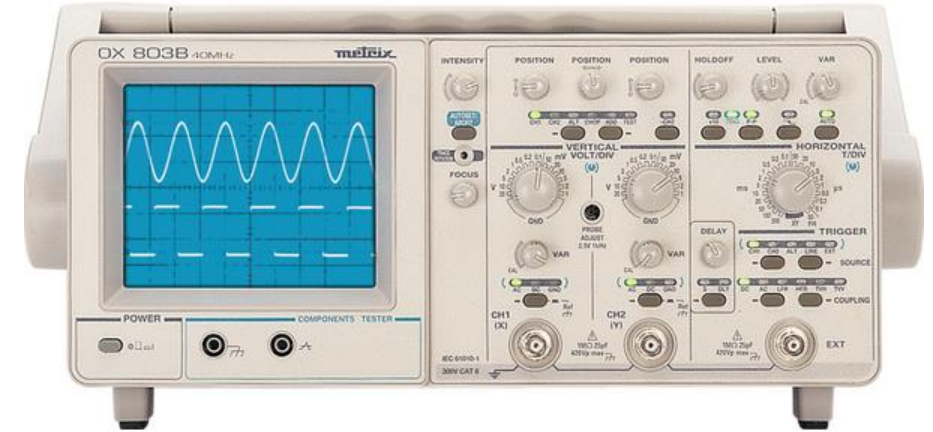
Taajuuslaskuri (taajuuslaskin)

- Mittalaite, jolla mitataan taajuutta tai jaksonaikaa.
- Eri lähetelajeissa mitataan **moduloimattoman** signaalin taajuutta



Oskilloskooppi

- Oskilloskooppi on elektroniikan ja sähkötekniikan mittalaite, joka piirtää mitattavan signaalin kuvaajan näyttölaitteelle.
- Oskilloskoopin tavanomainen käyttötapa on jännitteen mittaus ajan funktiona.
- Sopivan anturin avulla mitattava suure voi olla muukin kuin jännite, esimerkiksi sähkövirta, ääni, voima tai kiihtyvyys.



RIGOL

T'D

H

200us

25.0MSa/s
120k pts

D

0.00000000ps

T

f

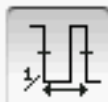
1

0.00V

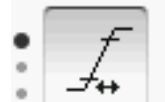
Horizontal



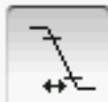
Period



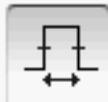
Freq



Rise Time



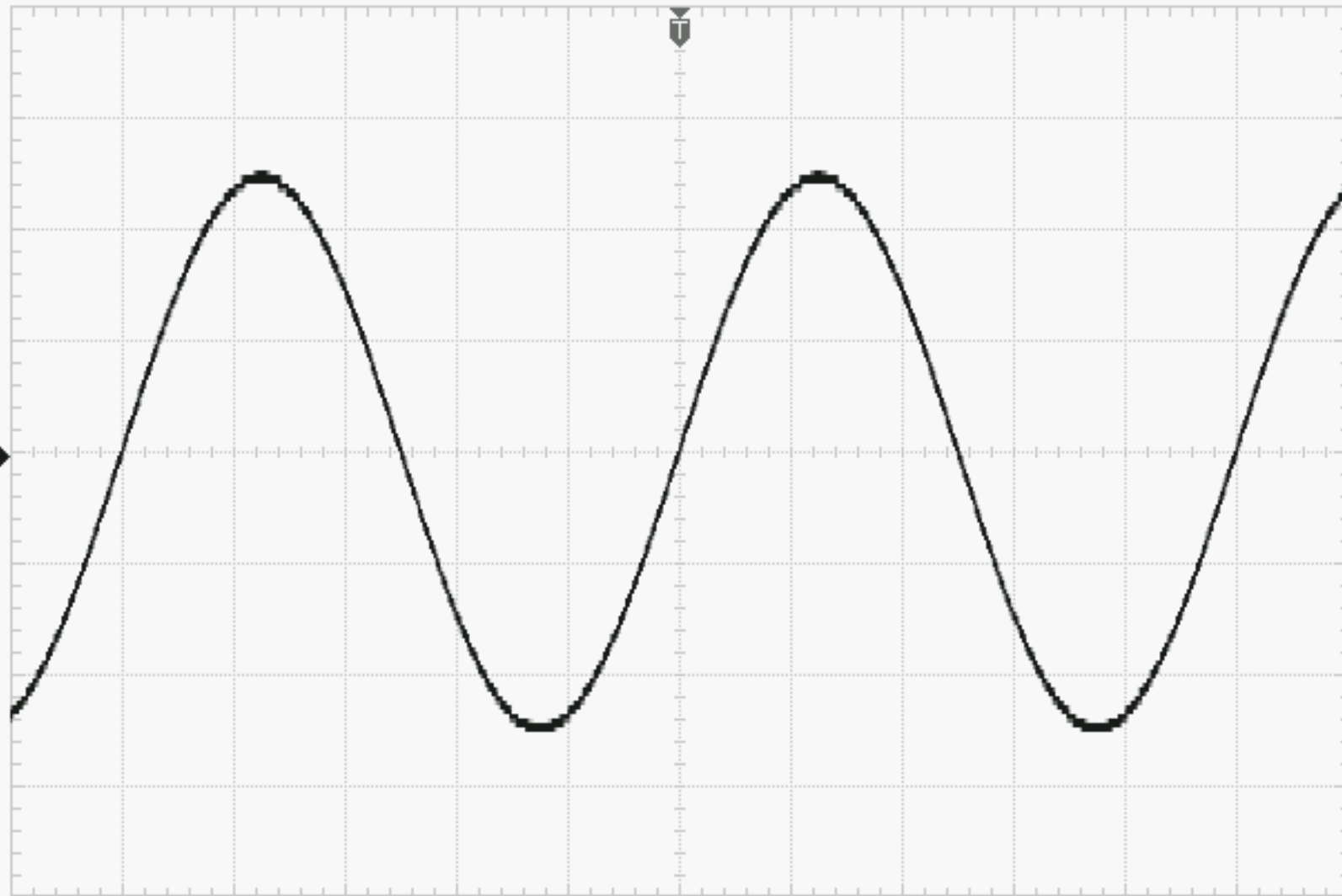
Fall Time



+Width



-Width



Coupling

DC

BW Limit

OFF

Probe

1X

Invert

OFF

Volts/Div

Coarse

Unit

[V]

Period=1.000ms

Freq=1.00kHz

Vpp=1.00 V

1

= 200mV

2

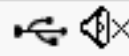
= 1.00 V

3

= 1.00 V

4

= 1.00 V



On totta, että

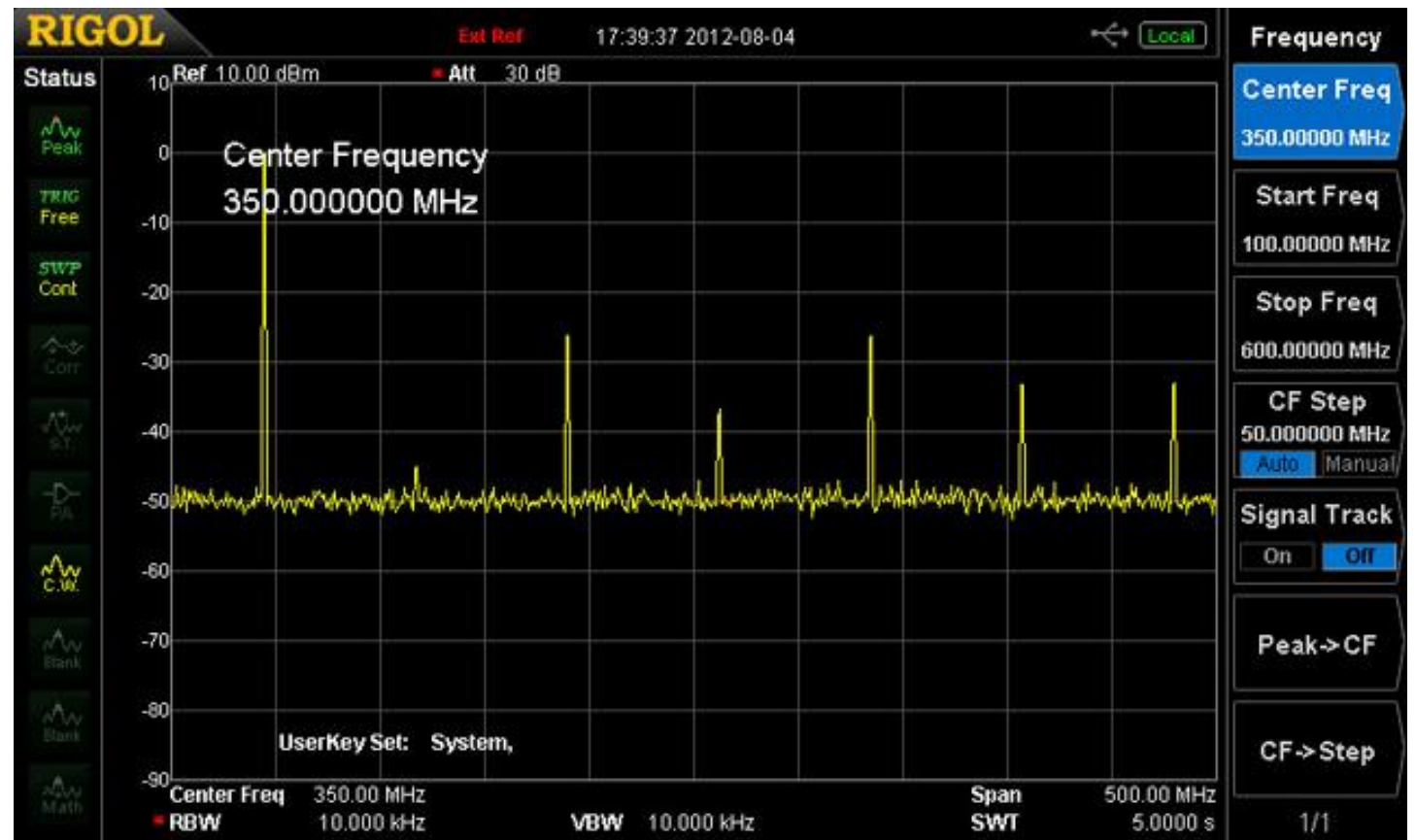
- oskilloskoopilla voidaan mitata jännitteen suuruutta ja mahdollista taajuutta.
- digitaalimittari soveltuu analogista mittaria paremmin viritysmittauksiin, joissa etsitään jännitteen ääriarvoja
- digitaalimittari on aina tarkempi kuin liikkuvalla osoittimella varustettu analogiamittari
- halutessasi laajentaa virtamittarin mitta-aluetta tarvitset sivu- eli shunttivastuksen

Oskilloskoopin kaistaleveydeksi on ilmoitettu 10 MHz. Mitä voit sanoa sen näytämästä, kun mittaat 14 MHz signaalia?

- Ei näyttöä lainkaan.
- Oskilloskooppi ei tahdistu.
- Amplitudiarvo ei ole oikea.
- Signaalin taajuutta ei pysty mittaamaan tarkasti.

Spektrianalysaattori (ei tentissä)

- Mittalaite, jolla voidaan mitata signaalin spektri eli signaalin taajuusjakauma.
- Vaaka-akselilla on taajuus ja pystyakselilla on taajuutta vastaava amplitudi



Radiomittapaikka (ei tentissä)

- Monipuolinen mittalaite, johon on yhdistetty useita radioiden (lähetin/vastaanotin) testaamiseen tarvittavia mittalaitteita:
 - Lähetystehon mittaus
 - Jännitetasojen mittaus
 - Lähetystaajuuden mittaus
 - RF/AF signaaligeneraattori + modulointi
 - Vastaanottimen herkkyyden mittaus
 - Oskilloskooppi
 - ...

