Elektroniikan alkeita

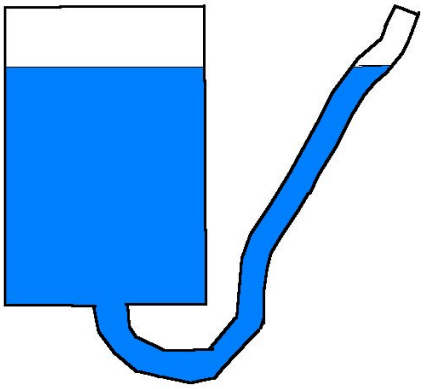
Elektroniikka

Elektroniikka on oppia elektronien liikkeestä. Kaikki olemassa oleva aine muodostuu atomeista. Atomi puolestaan muodostuu ytimestä, jossa on positiivisesti varautuneita hiukkasia, protoneja sekä neutroneja joka on varaukseton. Ydintä kiertää yksi tai useampia elektroneja. Tietyissä olosuhteissa elektronit voivat liikkua atomista toiseen. **Tätä elektronien liikettä atomista toiseen kutsutaan sähkövirraksi.**

Jotta sähkön ominaisuuksia voisi ymmärtää helpommin, verrataan usein sähkö- ja vesivirtaa toisiinsa. Ajatelkaamme vesivaraston mittayksiköksi tynnyriä ja sähkövaraston yksiköksi 1.5V:n paristoa. Tynnyrin pohjaan ja pintaan kuvittelemme liittimet, joilla voimme liittää niitä toisiinsa.

Liitämme tynnyrin alapäähän letkun. Letkuun virtaa vettä kunnes siihen virtaavan veden yläpinta on saavuttanut tynnyrissä olevan veden yläpinnan. Vesi lakkaa virtaamasta, koska vedenpintojen välillä ei ole korkeuseroa. Jos laskemme letkun yläpään tynnyrin pohjan tasolle, muodostuu vedenpintojen välille korkeuseron joka taas aiheuttaa paine-eron. Tämä taas aiheuttaa letkussa vesivirran. Vähitellen tynnyri tietenkin tyhjenee. Seurauksena tästä alenee myös paine vesiletkussa. Samalla pienenee vesivirta loppuen kokonaan letkun vedenpinnan laskettua samalle tasolle tynnyrin vedenpinnan kanssa.

Kuva



Siis: Kun on korkeus eli paine-eroa, se aiheuttaa virtausta. Kun paine-ero pienenee, pienenee myös virtaus.

Jos nostamme useampia tynnyreitä päällekkäin siten että ne ovat yhteydessä toisiinsa, kasvaa paine ja samalla voimistuu myös vesivirta. Tällöin suuremman paineen ja sitä aiheuttaman suuremman vesivirran ansiosta virtaa sama vesimäärä nopeammin ulos tynnyreistä.

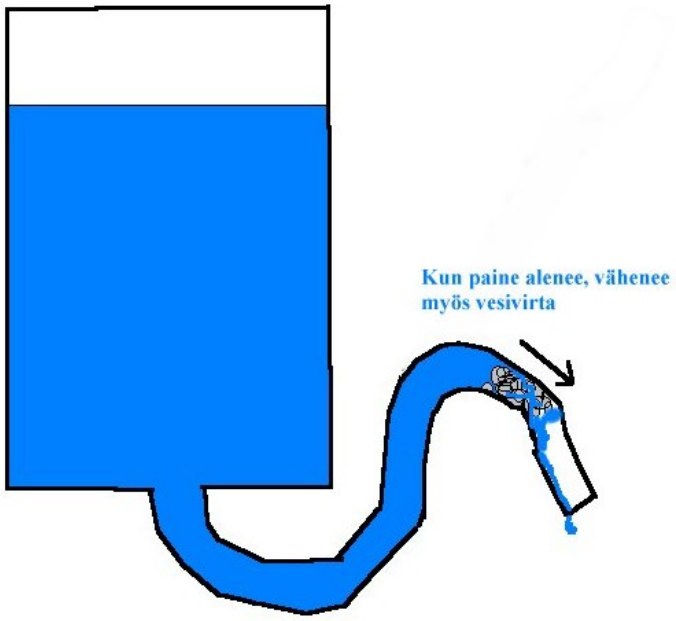
Tilanne tapauksessa jossa kaksi tynnyriä on kytketty rinnakkain: Tilanne on samanlainen kuin ensimmäisessä tapauksessa eli veden paine ja siten myös virta ovat samansuuruisia. Eroa on vain se, että koska tynnyrit ovat kytketty rinnakkain, virtaa vesi kaksi kertaa kauemmin.

Kun käytämme tynnyrissä olevaa vettä, alenee sen pinta tietenkin koko ajan. Samalla vähenee myös vesivirta. Kun tynnyrissä olevan vesipinna korkeus on laskenut ulkopuolella olevan letkun suun tasalle, ei paine-eroa enää ole ja vesi lakkaa virtaamasta.

Jos haluamme lisätä veden virtausta, meillä on kaksi mahdollisuutta. Jos haluamme käyttää samaa letkua, meidän on kasattava päällekkäin useampia tynnyreitä jolloin veden paine nousee ja siten myös vesivirta kasvaa. Toinen mahdollisuus on käyttää suurempaa letkua, jolloin samalla paineella mahtuu kulkemaan suurempi vesimäärä.

Asetamme esim. vaahtomuovinpalan suodattimeksi johonkin kohtaan johtoa. Tämä suodatin haittaa veden virtausta eli toimii eräänlaisena vastuksena. Koska vesi ei pääsekään enää virtaamaan suoraan, vaan joutuu mutkittelemaan suodattimessa, on seurauksena paineen aleneminen ja sitä kautta myös virtauksen väheneminen. Jos vaihdamme suodatinta yhä tiheämmäksi, pienenee vesivirta vastaavasti. Lopulta suodattimen aiheuttama vastus kasvaa niin suureksi, että tilanne on lähes sama kuin letku olisi kokonaan tukossa. Voimme tällöin sanoa, että veden vastus on kasvanut lähes äärettömän suureksi.

Kuva



Elektroniikassa paine-eroa U kutsutaan jännitteeksi, ja sen mittayksikkö on voltti, jonka lyhenteenä käytetään isoa V - kirjainta. Sähkövirran I mittayksikkö taas on am-

peeri ja sen lyhenteenä käytetään isoa A -kirjainta. Jännitettä alentavaa ja samalla virtaa rajoittavaa ilmiötä kutsutaan sähköiseksi vastukseksi eli resistanssiksi. Symbolina käytetään isoa R-kirjainta. Resistanssin mittayksikkö on ohmi, jonka lyhenteenä käytetään Ω -merkkiä.

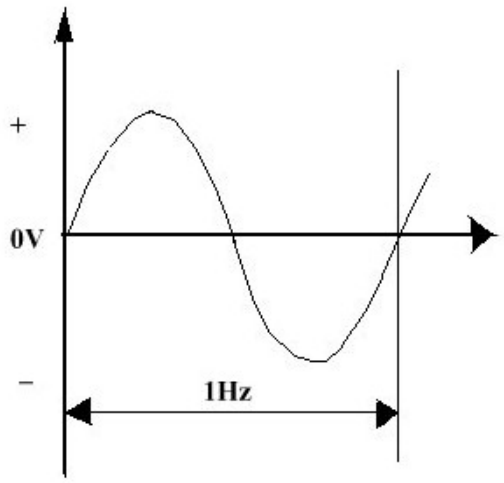
Aiemmasta vapaasti johtaen: Yhdistämme pariston plus- ja miinus navan toisiinsa. Plusnavassa on kova tarve puuttuvista elektroneista, miinuksella niitä taas on aivan liikaa. Jos yhdistämme navat johtimella toisiinsa, on tuloksena sähkövirta. Vaikka elektroniikka onkin oppia elektronien liikkeestä, täytyy ottaa huomion, että myös ns. aukot liittyvät samaan aikaan päinvastaiseen suuntaan eli plussasta miinukseen. Siksi pidetäänkin kiinni vanhasta sopimuksesta, jonka mukaan sähkövirta kulkee plussasta miinukseen vaikka elektronit liikkuvatkin miinuksesta plussaan.

Resistanssia eli sähkönvastusta voitaisiin verrata letkuun sijoitettuun sieneen. Jos vastuksen arvo suurenee, elektronit pakotetaan risteilemään vastuksessa enemmän, jolloin sähkön paine alenee, ja samalla virtaus pienenee. Eli vastuksella voidaan säädellä sekä jännitettä, että sitä kautta virtaa. Sähkö ei kuitenkaan katoa mihinkään, vaan muuttuu resistorissa eli vastuksessa lämmöksi.

Vaihtosähkö – tasasähkö

Paristoista sekä akuista saatavaa sähköä kutsutaan tasasähköksi, koska sen jännite pysyy vakiona. Polkupyörän dynamosta tai yleisestä sähköverkosta kutsuttua virtaa kutsutaan vaihtosähköksi koska niistä saatava jännite vaihtelee koko ajan. Myös plus- ja miinusnapojen paikka vaihtosähkössä muuttuu koko ajan. Siksi elektronit liikkuvatkin vaihtosähkössä edestakaisin.

Vaihtosähkö



Koska napaisuus vaihtelee koko ajan ei vaihtosähkössä napoja kutsuta plus- ja miinusnavoiksi, vaan nollaksi ja vaiheeksi. ***On huomattavaa että sähköiskun saadakseen, riittää koskettaminen vaihejohtoon !***

Suomessa yleisen sähköverkon jännite on 230V:a ja taajuus 50Hz:ä. Tuotaessa ulkomailta ostettuja laitteita Suomeen, on muistettava tarkistaa ennen käyttöönottoa laitteen arvokilvestä, että laite soveltuu käytettäväksi maassamme.

Ominaisvastus

Eri aineiden sähkönjohtokyky vaihtelee huomattavasti. Suprajohteita lukuun ottamatta ne vastustavat kaikki sähkön kulkua. Tätä ominaisuutta kutsutaan ominaisvastukseksi.

Johde

Kun aine johtaa erittäin hyvin sähköä, sitä kutsutaan johteeksi (esim. metallit, hiili).

Eriste

Kun aine johtaa sähköä erittäin huonosti, kutsutaan sitä eristeeksi (esim. kumi, muovi, lasi)

Puolijohde

Ainetta joka johtaa sähköä vain toiseen suuntaan, kutsutaan puolijohteeksi. Puolijohteita käytetään esim. diodeissa ja transistoreissa.

OHMIN LAKI

Jännitteen U, virran I ja resistanssin R suhdetta toisiinsa voidaan laskea Ohmin lain avulla.

$$\frac{U}{R \otimes I}$$

Kun tuntematon suure peitetään, jää tarvittava laskutoimitus näkyviin.

$$U = R \otimes I$$

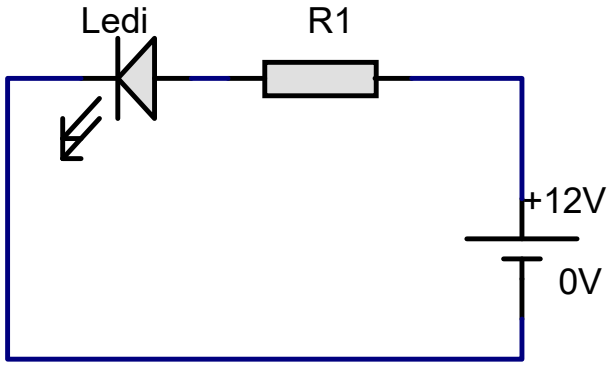
Kun tiedossa on virta ja resistanssi, voida, voidaan laskea kytkennän jännite

$$I = \frac{U}{R}$$ Kun tiedossa on jännite ja vastus, voidaan laskea kytkennän virta

$$R = \frac{U}{I}$$ Kun tiedossa on jännite ja virta, voidaan laskea kytkennän vastus

Esimerkki

Olemme rakentaneet 12V:n jännitteellä toimivan laiteen, johon haluamme asentaa ledin merkkivaloksi. Ledin yli vaikuttavan jännitteen sekä sen kautta kulkevan virran voi kysyä komponenttien toimittajalta, mutta jos tietoa ei ole saatavissa, voidaan arvoina käyttää 2V:a ja 0.02A:a.



Ledin yli vaikuttava jännite on 2V:a. vastuksen on muutettava loppu virtapiirissä vaikuttava jännite eli 10V:a lämmöksi. Käytämme laskutoimitukseen Ohmin lakia muodossa:

$$R = \frac{U}{I} \Leftrightarrow R = \frac{10V}{0.02A} \Leftrightarrow$$

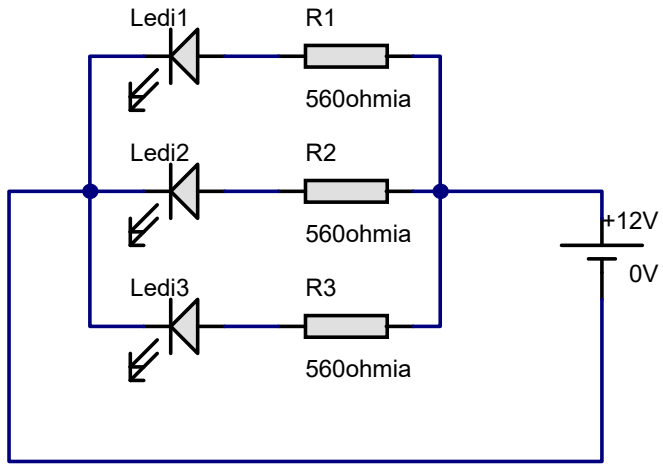
$$R = \frac{1000V}{2A} \Leftrightarrow R = 500\Omega$$

Lähimmät käytettävissä olevat vastusarvot ovat 470Ω ja 560Ω:a. Jos valitsemme pienemmän vastusarvon, ledi loistaa kirkkaammin ja virankulutus on hieman laskettua suurempi. Suuremmalla vastusarvolla ledi loistaa himmeämmin ja virrankulutuksen samalla laskiessa.

Kirchhoffin 1. laki

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \ldots$$

Kytkentäpisteeseen tulevien virtojen summa on yhtä suuri kuin siitä lähtevien virtojen summa, ts. kytkentäpisteeseen tulee yhtä paljon virtaa kuin siitä lähtee.



Kuvan tapauksessa yhden ledin läpi kulkeva virta on noin 0.02A:a. Laskemme virtapiirissä kulkevan kokonaisvirran Kirchhoffin 1.:n lain avulla.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \Leftrightarrow I = 0.02\,A + 0.02\,A + 0.02\,A$$

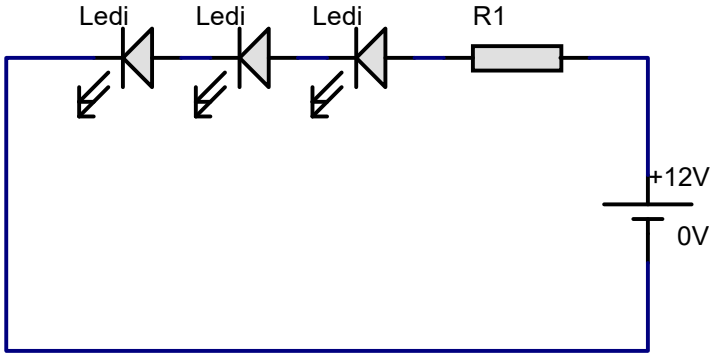
$$\Leftrightarrow I = 0.06\,A$$

Huomaa, että tällä kytkennällä ledit voivat olla eri värisiä, koska kunkin etuvastus voidaan mitoittaa erikseen!

Kirchhoffin 2. laki

Suljetussa virtapiirissä muodostuu yhtä paljon jännitehäviöitä (U_1, U_2) kuin virtalähteessä on jännitettä. Syntyvien jännitehäviöiden summa (US) lasketaan laskukaavalla:

$$US = U_1 + U_2 + U_3 \ldots$$



Ledissä muodostuu noin kahden voltin jännitehäviö. Laskemme Kirshhoffin 1. lain mukaan jännitehäviön, joka syntyy vastuksessa R_1. Esittämistavassa on runsaasti virheitä. Olen tarkoituksellisesti keventänyt sitä. Matemaatikot voivat esittää aiheesta korrektimman version.

$$US = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 \Leftrightarrow 12V = U_{R_1} + U_2 + U_3 + U_4$$

$$\Leftrightarrow 12V = U_{R_1} + 6V \Leftrightarrow U_{R_1} = 12V - 6V \Leftrightarrow U_{R_1} = 6V$$

Vastuksen on siis muutettava virtapiirissä lämmöksi 6V:a. Voimme laskea Ohmin lain mukaan vastuksen arvon. ***Huomaa, että kun ledit kytketään sarjaan, pysyy virran määrä samana ledien määrästä riippumatta!*** Tässäkin kytkennässä ledit voivat olla eri värisiä, mutta laskuissa täytyy tällöin kullekin ledille ominaisia kynnysjännitteitä.

$$R = \frac{U}{I} \Leftrightarrow R = \frac{6V}{0.02\,A} \Leftrightarrow R = 300\Omega$$

Valitsemme lähimmän vastusarvon eli 280Ω tai 330Ω :a.

Tehon laskeminen

Vastuksissa siis hukkaantuu osa tehosta lämmöksi. Laitteen kuten vastuksen käyttämän tehon voi laskea tehon kaavalla:

$$P = U \otimes I$$

Laskemme edellisessä laskussa vastuksen kautta kulkeva tehon.

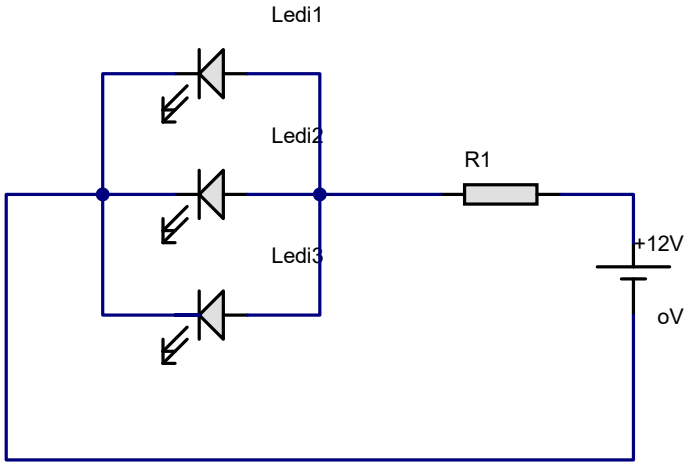
Laskutoimitus

Vastuksen kautta kulkeva virta oli 0.02A:a. Sen ylivaikuttava jännite taas 6V:a. Meillä on siis tarvittavat suuret, joten laskea tuloksen tehon kaavalla.

$$W = U \otimes I \Leftrightarrow W = 6V \otimes 0.02\,A \Leftrightarrow W = 0.12W$$

Mitä merkitystä tehon laskemisella on vaikkapa vastuksen mitoituksessa? Otetaan esimerkiksi aiemmin esitetty kolmen ledin rinnakkain kytkentä. Olettaen kuitenkin tällä kertaa, että niillä on yhteinen etuvastus. Tämä edellyttää että ledit ovat samanvärisiä.

Kuva



Yhden ledin läpi kulkema virta on noin 0.02A:a. Kokonaisvirran voimme laskea Kirchhoffin 1.:nlain avulla:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \Leftrightarrow I = 0.02\,A + 0.02\,A + 0.02\,A \Leftrightarrow I = 0.06\,A$$

Kirchhoffin toisen lain avulla taas laskemme vastuksen yli vaikuttavan jännitteen:

$$US = U_1 + U_2 \Leftrightarrow 12V = U_{R_!} + 2V \Leftrightarrow U_{R1} = 12V - 2V$$

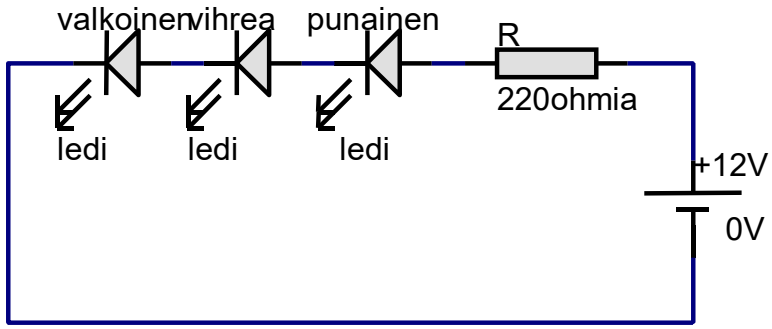
$$\Leftrightarrow U_{R_1} = 10V$$

Jatkamme tehon kaavalla:

$$P = U \otimes I \Leftrightarrow W = 10V \otimes 0.06A$$

$$\Leftrightarrow W = 0.6VA = 0.6W$$

Pienimmät vastukset ovat tehonkestoltaan vain 0.25W:a. Tässä kytkennässä olisi siis valittava vastus, jonka tehonkesto on vähintään 1W.



Helpompi tapa ledien etuvastusten laskentaan

$$R = \frac{U - U_{ledi}}{I_{ledi}}$$

Jossa:
R = ledin (ledien) sarjavastus
U = käyttöjännite
U_{ledi} = Punainen 1.6V
Oranssi 1.75V
Keltainen 2.0V
Vihreä 2.2V
Valkoinen 3.6V

Lasketaan etuvastuksen R arvo:

$$R = \frac{12V - (3{,}6V - 2{,}2V - 1{,}6V)}{0{,}02A}$$

R= 230Ω

Lähin pienempi vastusarvo olisi 220Ω:a. Käytännössä vastusta mitoitettaessa käytetään kynnysjännitettä suurempia arvoja. Esim. Valkoinen ledi loistaa kunnolla vasta kun sen yli vaikuttava jännite on 4V:a. Esimerkissämme olevan sarjavastuksen arvoksi kannattaisi todennäköisesti valita 180Ω:n vastus. Kytkennän virrankulutuksen voi lopuksi tarkistaa ampeerimittarilla mittaamalla. Jos virrankulutus on alle 30mA:a eli 0.03A:a, on vastus oikein mitoitettu. Jos laite on paristokäyttöinen, voi vastusta suurentaa paljonkin. Esim. valkoinen ledi loistaa kiiltomadon kirkkaudella vielä 0,000 005 A:n virralla.

Vastusten Värikoodien lukeminen

Renkaiden lukeminen aloitetaan siitä päästä vastusta, jota lähempänä värirenkaat ovat. Jos värirenkaita on neljä, osoittavat kaksi ensimäistä rengasta arvoa kuten esim. 5 ja 6. Kolmas värirengas osoittaa kertojan tai nollien lukumäärän esim. 10 eli nollien lukumäärä on yksi. Em. tapauksessa vastuksen arvo olisi 560Ω. Viimeinen värirengas osoittaa toleranssin, eli kuinka tarkasti vastuksen arvo pitää paikkansa. Jos renkaita onkin viisi, suoritetaan lukeminen muuten samalla tavalla, mutta kolme ensimäistä osoittavat lukua ja kaksi viimeistä luetaan kuten edelläkin.

Värikooditaulukko

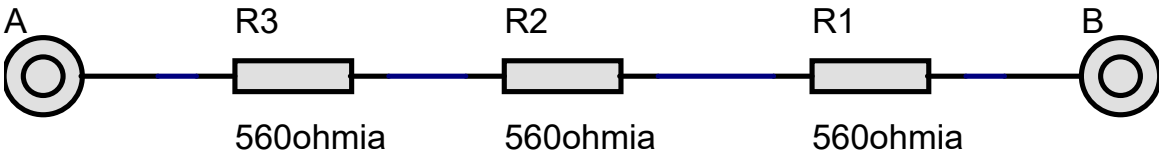
Väri	1. ja 2. (3) värirengas	3. värirengas	4. värirengas
musta	0	1	20 %
ruskea	1	10	
punainen	2	100	20 %
oranssi	3	1000	
keltainen	4	10000	
vihreä	5	100000	5 %
sininen	6	1000000	
violetti	7	10000000	
harmaa	8	0.01	
valkonen	9	0.1	10 %
kulta		0.1	5 %
hopea		0.01	10 %
ei väriä			20 %

Vastusten tehonkesto

Tavallisimpia vastuksia on 1/4W:n, 1/2W:n, ja 1W:n. Suurempiin vastuksiin on yleensä merkitty tehon kesto. Vastuksen tehonkesto on syytä mitoittaa reilusti lasket-tua suuremmaksi, jottei vastus kuumenisi liikaa.

Vastusten rakenteeseen ei liene syytä puutua tässä vaiheessa. Vastuksia voidaan liit-tää joko peräkkäin tai rinnakkain. Jolloin saadaan pienempien vastusten tehonkesto suuremmaksi.

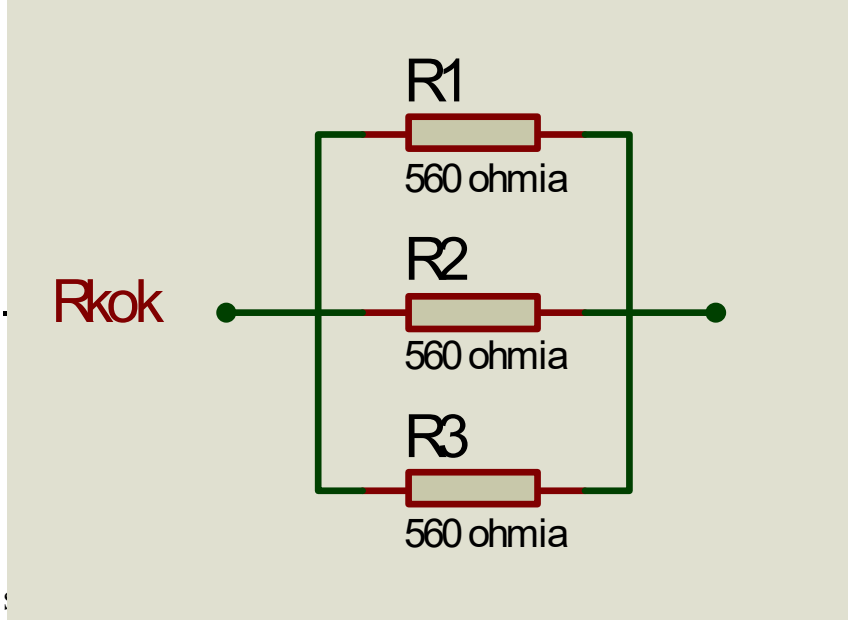
Vastusten sarjaan kytkentä



Kokonaisvastus lasketaan kaavalla:

$$R_{kok} = R_1 + R_2 + R_3 \Leftrightarrow R_{kok} = 560\Omega + 560\Omega + 560\Omega$$
$$\Leftrightarrow R_{kok} = 1680\Omega$$

Vastusten rinnan kytkentä



$$R_{kok} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \Leftrightarrow R_{kok} = \frac{1}{\frac{1}{560\Omega} + \frac{1}{560\Omega} + \frac{1}{560\Omega}}$$

$$\Leftrightarrow R_{kok} \approx \frac{1}{0.0018\Omega + 0.0018\Omega + 0.0018\Omega} \Leftrightarrow R_{kok} = \frac{1}{0.0054\Omega}$$

$$R_{kok} \approx 185\Omega$$

Kondensaattori

Kondensaattori varastoi sähköä väliaikaisesti. Tämä aika saattaa vaihdella joistakin mikrosekunneista minuutteihin –joka tapauksessa niin lyhyen ajan, ettei sitä voida verrata esim. akkuun. Kondensaattorin varauskykyä kutsutaan kapasitanssiksi. Sen symbolina käytetään isoa C –kirjainta. Kapasitanssin yksikkö on faradi ja symbolina käytetään isoa F –kirjainta. Faradi yksikkönä on niin suuri, että yleensä käytetään piko-, nano-, tai mikrofaradia.

$$\mu F = 0.000001F = 10^{-6}\,F$$

$$nF = 0.000000001F = 10^{-9}\,F$$

$$pF = 0.000000000001F = 10^{-12}$$

Kondensaattorin rakenne

Mitkä tahansa kaksi sähköistä pintaa muodostavat keskenään kondensaattorin: esim. kaksi hyvin lähellä toisiaan kulkevaa johdinta. Kondensaattorit on useimmiten rakennettu kahdesta metallisuikaleesta sekä niiden väliin sijoitetusta eristeliuskasta, jotka on kierretty pakaksi tai rullalle tilan säästämiseksi.

Ominaisuudet

Kondensaattori ei läpäise tasasähköä, mutta päästää lävitseen vaihtosähköä sitä paremmin mitä suurempi on vaihtosähkön taajuus tai käytetyn kondensaattorein kapasitanssi.

Kondensaattorin käyttö

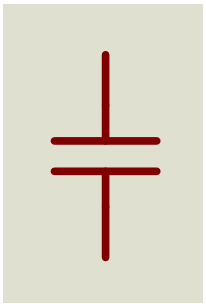
Kondensaattoria käytetään mm.:

1. sähkön lyhytaikaiseen varastointiin
2. jännitevaihteluiden tasaamiseen verkkolaitteissa
3. taajuuksien suodattamiseen esim. Kaiuttimien jakosuotimissa tai tasasähkön poistoon signaalista vahvistin laitteissa.

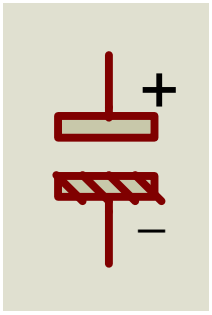
Kondensaattorityypit

Kondensaattoreita on kahta päätyyppiä:
1. Kuivat kondensaattorit, joilla ei ole napaisuutta
2. Ja elektrolyyttikondensaattorit, joilla on plus- ja miinusnapa

Kuivien kondensaattorien symboli



Elektrolyyttikondensaattorien symboli



Kondensaattorin värikoodin tulkitseminen

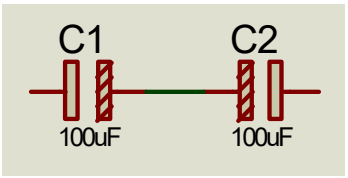
Koodi on hyvin samantapainen kuin vastuksilla. Kondensaattorin johtimien osoittaessa alas, luetaan koodi joko ylhäältä alas tai vasemmalta oikealle riippuen renkaiden suunnasta.

Kolme ensimmäistä rengasta luetaan kuten vastuksilla. Saatu luku on pikofaradeina. Neljäs värirengas on toleranssi. Viides rengas osoittaa lämpötilariippuvuutta.

Väri	Lämpötilaker.	1. N:o	2. N:o	Kerroin	Toleranssi	Jänite max.
Pun/viol	P100					
Musta	NP0	0	0	1	20 %	
Ruskea		1	1	10	1 %	
Punainen		2	2	100	2 %	250V
Oranssi	N150	3	3	1000		
Keltainen		4	4	10000		400V
Vihreä		5	5	100000	5 %	
Sininen		6	6	1000000		630V
Violetti	N750	7	7	10000000		
Harmaa		8	8	100000000		
Valkoinen		9	9	10000000000	10 %	

Kondensaattorien yhtyeenliittäminen

Sarjaan kytkentä



$$C_{kok} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} \Leftrightarrow C_{kok} \Leftrightarrow C_{kok} = \frac{1}{\frac{1}{100\mu F} + \frac{1}{100\mu F}} \Leftrightarrow$$

$$C_{kok} = \frac{1}{0.01\mu F + 0.01\mu F} \Leftrightarrow C_{kok} = \frac{1}{0.02\,\mu F} \Leftrightarrow C_{kok} = 50\mu F$$

Rinnan kytkentä

$$C_{kok} = C_1 + C_2 \Leftrightarrow C_{kok} = 100\mu F + 100\mu F \Leftrightarrow$$
$$C_{kok} = 200\mu F$$

Käytin esimerkeissä ELKOja, koska **sarjaan** liittämällä kaksi ELKOa miinuspäät vastakkain saadaan rakennettua kaiuttimen jakosuotimissa tarvittavia bibolaarisia ELKOja.

Kela

Kelan rakenne

Eristetty kuparilanka samansuuntaisesti vyyhdiksi kiedottuna muodostaa kelan. Kelan sydämenä käytetty rauta- tai ferriittisydän vahvistavat kelan ominaisuuksia.

Sähköinen induktio

Kun kelassa kulkee sähköä, muodostuu sen ympärille magneettikenttä. Jos toinen johdin viedään sen vaikutusalueelle, siirtyy siihen sähköä induktion vaikutuksesta.

Yksikkö

Induktanssin (L) yksikkö on Henry (H)

Ominaisuudet

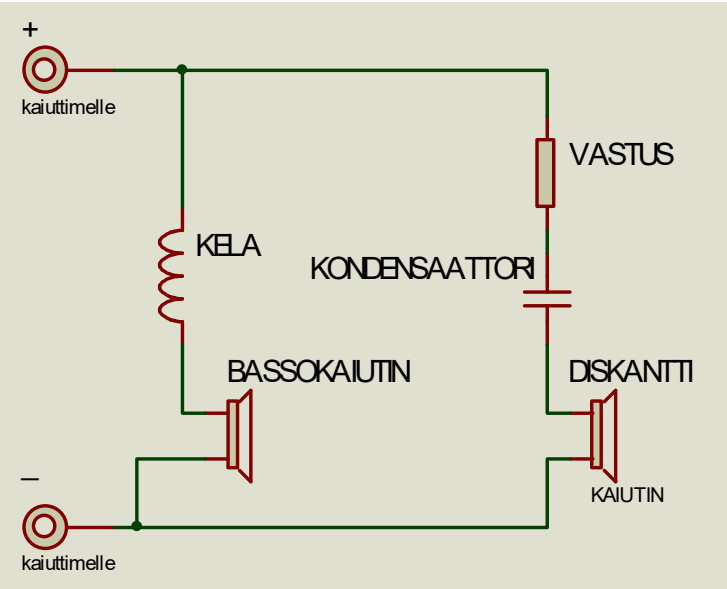
Kelan ominaisuudet ovat päinvastaiset kondensaattoriin verrattuna tasa- ja vaihtosähköllä: Kela läpäisee tasasähköä, mutta vaihtosähköä sitä heikommin mitä suurempi on taajuus.

Käyttö

Kelaa käytetään mm.:

1. Radion virityskomponentteina
2. Häiriönpoistokelana
3. Kaiuttimen jakosuotimessa

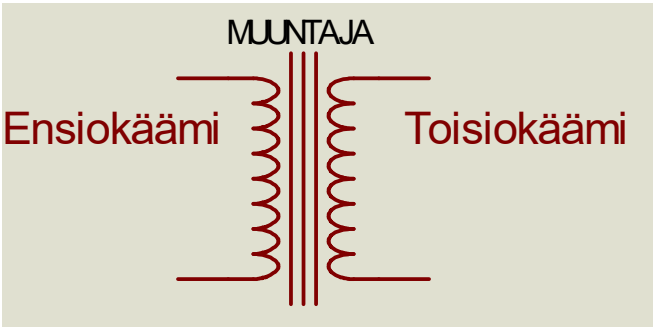
Kelan ja kondensaattorin käyttö kaiuttimen jakosuotimessa



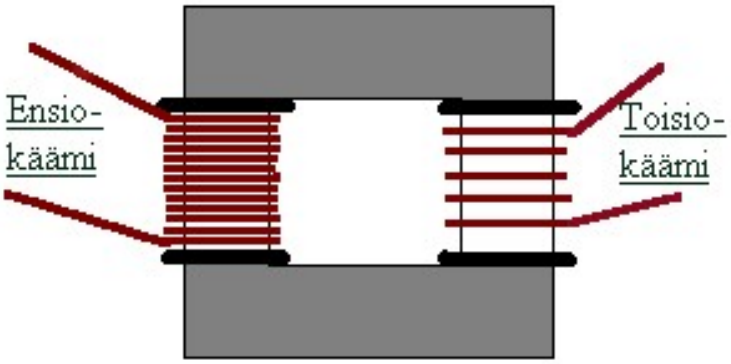
Basson kanssa sarjassa oleva kela suodattaa pois korkeat äänet bassokaiuttimelta. Diskantin kanssa sarjassa oleva kondensaattori suodattaa pois matalat äänet diskantti-

kaiuttimelta suojellen samalla elementtiä hajoamiselta. Diskantin yhteydessä olevalla vastuksella säädetään diskantin tasoa eli kuulumista.

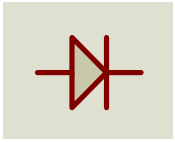
Muuntaja



Muuntajassa on 2 käämiä:
Ensio- ja toisiokäämi. Vaihtovirta johdetaan ensiökäämiin, johon muodostuu vaihteleva magneettikenttä. Magneettikenttä indusoi toisiokäämiin sähkövirran. Toisiokäämiin siirtyvän sähkövirran jännite riippuu ensiö- Ja toisiokäämien kierrosten suhteesta. Jos esim. toisiokäämissä on 1/10 osa toisiokäämin kierroksista, on myös toisiokäämiin indusoituva jännite 1/10 ensiökäämin jännitteestä.



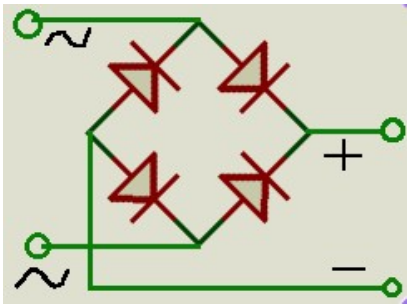
Diodi



Diodeja valmistetaan hyvin monenlaisia. Tavallinen diodi johtaa sähköä vain toiseen suuntaan. Kun diodi on kytketty myötäsuuntaan, se muuttuu johtavaksi n. 0.7V:n jännitteellä. Tätä jännitettä kutsutaan diodin kynnysjännitteeksi. Kun diodi kytketään virtapiiriin, se laskee jännitettä kynnysjännitteensä verran l. 0.7V:a. Jos esim. virtapii-

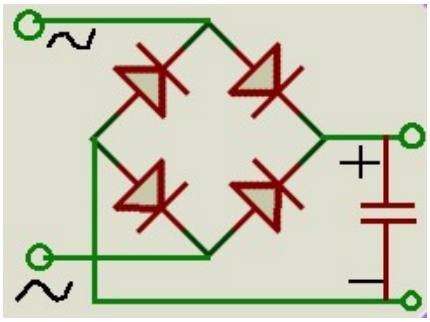
riin, jonka jännite on 9V:a kytketään peräkkäin 10 diodia, ne pudottavat jännitettä yhteensä 7V:a.

Kokoaaltotasosuuntaus



Kun vaihtosähkö halutaan muuttaa tasasähköksi, käytetään tasasuuntaukseen neljää diodia. Tätä neljän diodin muodostamaa laitetta kutsutaan tasasuuntaussillaksi. Tasasuuntaussillan jälkeen sähkö on vaihtovirran omaista tasasähköä eli plus- ja miinusnavat eivät vaihda paikkaansa, mutta jännite vaihtelee nollasta käyttöjännitteeseen.

Jännitettä saadaan tasoitettua sijoittamalla tasasuuntaussillan jälkeen plus- ja miinusjohtimen väliin suurehko kondensaattori.



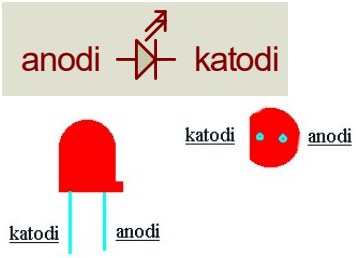
Jännitemittari näyttää vaihtosähköalueella tehollista jännitettä. Tasasuuntauksen ja kondensaattorilla jännitteen tasoituksen jälkeen jännite nousee huippujännitteeseen saakka. Tasasuunnattu jännite lasketaan seuraavasti:

Esim.
Tasasuuntaamme 12V:n vaihtojännitteen tasasähköksi.

$$V = V_{vaihtosähkö} \otimes \sqrt{2} - (2 \otimes 0.7V) \Leftrightarrow$$
$$V \approx 12V \otimes 1.4 - 1.4V \Leftrightarrow V = 15.4V$$

Jännite siis tavallaan ”nousi” kondensaattorin vuoksi 12V:sta 15.4V:iin. Tarkempi tutkiminen oskilloskoopilla paljastaa, että ilmiö johtuu vain mittarin volttimittarin aiheuttamasta harhasta.

Ledi



Ledi l. valodiodi hohtaa valoa kun sen yli vaikuttava jännite on ylittänyt ledin kynnysjännitteen. Ledejä on useita eri värejä. Väristä riippuen saattaa kynnysjännite vaihdella huomattavasti. Myös eri valmistajien samanväristen ledien kynnysjännite saattaa vaihdella jonkin verran. Jos valmistajien tietoja ei ole käytettävissä, voi turvautua seuraaviin arvoihin:

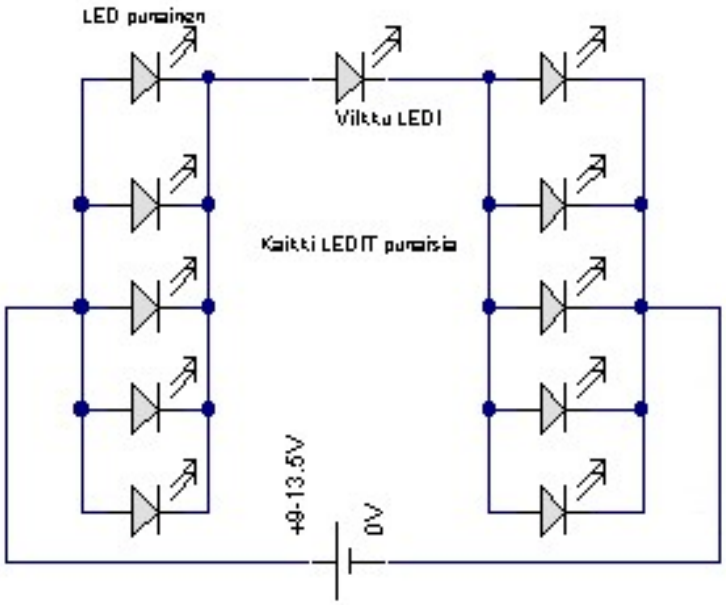
Punainen	1.6V
Oranssi	1.75V
Keltainen	2.0V
Vihreä	2.2V
Valkoinen	3.6V

Ledi vaatii aina sarjavastuksen rajoittamaan sen kautta kulkemaa virtaa. Ledin läpi kulkema virta on tavallisemmin välillä 0.005.....0.02A. Valkoista lediä lukuun ottamatta voidaan laskuissa käyttää jännitteenä 2V:a (valkoisella 3.6V:a) ja virtana 0.02A:a. Koska sarjavastuksen laskeminen on käsitelty Ohmin lain yhteydessä, sen uudelleenkäsittelyyn ei liene aihetta tässä yhteydessä.

Vilkkuledi

Vilkkuledi on ulkoisesti samanlainen kuin tavallinenkin ledi. Sen sisään on kuitenkin saatu sijoitettua värähtelypiiri sekä vakivirtageneraattori, joka pitää huolen siitä että ledin kautta kulkema virta on 20 mA. Vilkkuledin käyttöjännite saa vaihdella 4.5 ja 13.5V:n välillä, eikä se em. Vakiovirtageneraattorin vuoksi vaadi lainkaan sarjavastusta. Vilkkuledin kanssa sarjaan voidaan sijoittaa yksi tai useampia tavallisia ledejä, jolloin ne vilkkuvat samaan tahtiin vilkkuledin kanssa. Tavalliset ledit voivat olla myös eri väriä kuin vilkkuledit.

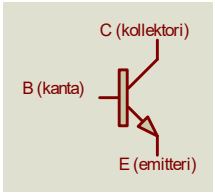
Esimerkki kytkennästä



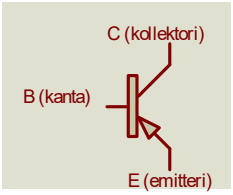
Transistori

Alla symbolit kahdesta transistorin päätyypistä. Ensimmäinen on yleisempi NPN -tyyppinen ja jälkimmäinen PNP –tyyppinen transistori.

NPN

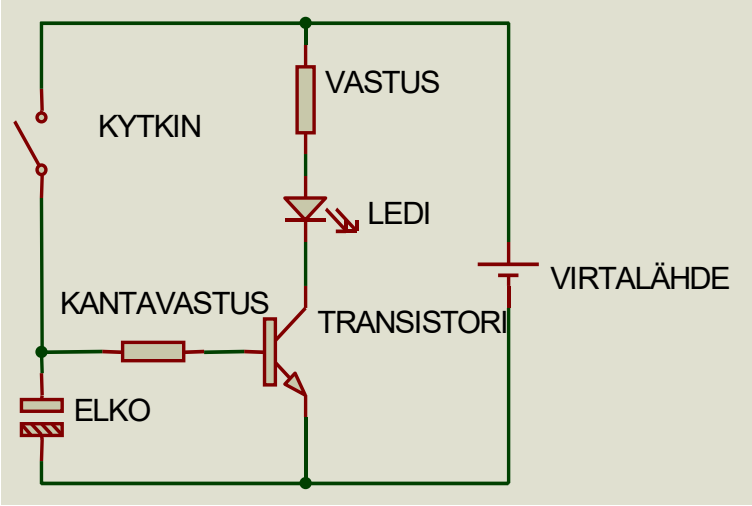


PNP



Transistori voi toimia sähköisenä kytkimenä kuten rele. Se voi myös toimia vahvistimena. Transistorin kannalle tuodaan pieni virta, joka sitten saadaan vahvistettua transistorissa jopa monisatakertaiseksi.

Oheisen kytkennän ELKO jaksaisi pitää lediä loistamassa vain joitakin sekunteja, mikäli ledi sarjavastuksineen olisi kytkettynä suoraan ELKO:on. Kun kytkentään lisätään transistori, saadaan ledi loistamaan kymmeniä sekunteja. Jos toinen transistori kytkettäisiin ohjaamaan laitteessa olevaa transistoria, venyisi ledin loistamisaika jo kymmeniin minuutteihin.



Yleismittari

Digitaalinen yleismittari sisältää yleensä seuraavat mitta-alueet:

- volttimittauksen tasavirralla (DC)
- volttimittauksen vaihtovirralla (AC)
- ampeerimittauksen tasavirralla
- ampeerimittauksen vaihtovirralla
- ohmimittauksen
- diodimittauksen (diodit, ledit)
- kondensaattorin testauksen (suppeahko)
- transistorin vahvistuskertoimen mittauksen sekä NPN- että PNP-transistoreilla. Valitettavasti darlington transistorien testaus ei onnistu niiden liian suuren vahvistuskertoimen vuoksi.
- lisäksi mittarissa saattaa olla esim. paristontestausmahdollisuus sekä paljon muitakin ominaisuuksia mallista riippuen.
-

Luotettavimmat hankintapaikat ovat vanhat tuttumme: Boreaselectronics OY, Kouluelektroniikka Oy.

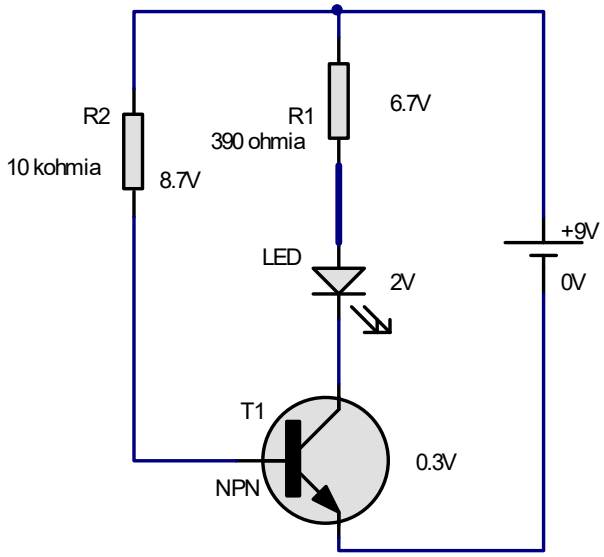
Mittareita saa tietysti monesta muustakin paikasta, mutta hintaluokassa 20–80€ kannattaa ostaa tutusta paikasta.

Volttimittaus DC

Tavallinen yleismittari on melko hidas. Jos jännitteessä tapahtuu vaihtelua, saattaa mittari "sekoilla" koska lukeman saavuttaminen kestää liian kauan.
Testattaessa jotain laitetta kannatta maajohto kiinnittää esim. mittaklipsillä "rehelliseen" miinusjohtoon (esim. virtalähteeltä tulevaan miinusjohtoon). Piirilevyllä olevia osia voi testata mittaamalla niiden yli vaikuttavan jännitteen: Ledi 1,6–2,2 V, diodi 0,5-0,8 V. Johtava transistori C-E -väli n. 0,3 V.

Kuva

Ohessa em. jännitteet kaavakuvaan piirrettynä.



Volttimittaus AC

On huomattavaa, että mittari näyttää ns. tehollisen jännitteen. Jos tarvitaan ns. huipusta huippuun jännitettä, on mittatulos laskettava seuraavasti: $\sqrt{2}$ x mittatulos x 2 = jännite huipusta huippuun. Oskilloskoopilla saman voi tehdä laskematta. Jotta digitaalimittarin lukemat pitäisivät paikkansa, saa mitattava taajuus olla korkeintaan 1 kHz. Lisäksi sähkön on oltava "puhdasta". Jos mitattavassa laitteessa on esim. c-mos -piirejä, saattaa mittatulos muuttua epäluotettavaksi sähkön "likaisuuden" vuoksi.

Ampeerimittaus DC- tai AC -asteikko

Älä mittaa koskaan akun napojen välistä eikä pistorasiasta. Molemmista lähtee niin paljon virtaa, että mittari tuhoutuu välittömästi, jos mittari on kytketty 10A:n asteikolle. Aloita mittaus suurimmalla asteikolla ja etene pienempään päin, ettet turhaan polta mittarin sulakkeita koko ajan. Jos mittaat vahvistimeen virrankulutusta, on vahvistimeen syötettävä tasaista signaalia, esim. 1 kHz, jotta mittari pysyisi mukana. Kuormittamaton TDA 7370 vahvistin kuluttaa virtaa n. 0,1 A. Täysillä ollessaan jopa 5 A jos virtalähteessä vain löytyy vääntöä ja ulostulossa on pieniohmiset kaiuttimet. **Testatessa kaiuttimen voi korvata kahdella rinnakkain kytketyllä 6.8Ω:n/11W:n tehovastuksella!**

Tällöin vahvistimen testaus ei rasita korvia, eikä hajota kaiuttimia. Huipputehoilla vastus käy todella kuumana (22W!), joten varovainen saa olla. Jos sinulla on oskilloskoopi käytössä, näet hienosti laitteitasi särkemättä, milloin vahvistimesi leikkaa l. alkaa särkemään ääntä. Yleismittarissa sama ilmenee äkillisenä virrankulutuksen nousuna ”pilviin”.

Ohmimittaus

Muista ettet pidä sormillasi kiinni mittarin mittapäistä, sillä silloin kytket oman vartalosi mitattavan vastuksen rinnalle. Mittaklipsit on kätevä ratkaisu pulmaan. Aloita pienellä asteikolla. Näytössä

näkyvä ykkönen pyytää sinua kääntämää asteikkoa suuremmalle. Suurilla vastusarvoilla lukemat tulevat epäluotettavaksi mittarin oman sisäisen vastuksen johdosta.
Piippiasento ohmiasteikolla on erinomainen apu piirilevyn , katkaisijoiden sekä johtojen testauksessa.

Diodimittaus

Kun mittaat ledejä tai muita diodeja, on mittari oltava diodimittausasennossa. Toisinpäin estosuuntaan mitatessa mittari näyttää ykköstä, toisinpäin diodin kynnysjännitettä l. ledillä n. 1 – 2V:a, piidiodilla n. 0.5 – 0.7V:a. Schottky diodeilla tulos voi olla millivoltteja.

Kondensaattorin mittaus (kapasitanssi)

Asteikko on suppeahko ja suosittelisin erillisen Kapasitanssi-, impedanssi-, induktanssimittarin hankkimista esim.
Kondensaattorit tulisi purkaa esim. 220 ohmin vastuksella, jos ne ovat olleet käytössä ennen mittausta. ***Kondensaattoria ei saa purkaa ilman em. vastusta.*** Esim. johdonpätkällä purkaminen saattaa tuhota kondensaattorin!

Transistorin vahvistuskertoimen mittaus

NPN- ja PNP-transistoreilla on mittarista riippuen omat mittareiät tai eri asento mittarissa. Tavallisesti käytetyissä esim. BC 237 tai BC 547 jne. vahvistuskertoimen tulisi olla vähintään n.200-400.

Pariston testaus

Jos mittarissa löytyy pariston testausasento, mittaus on helppoa. Esim. 1,5V:n pariston jännite on oltava vähintään 1,5 V.

Jos mittaus suoritetaan volttimittarin DC-asteikolla, 1,5V:n pariston jännite tulisi olla 1,6–1,65 V, 4,5 V:n pariston yli 4,7-4,8V ja 9V:n pariston jännite vähintään 9,5V.

veikkok.poyhonen@gmail.com