

RADIOAMATÖÖRIEN PERUSLUOKAN TEKNIIKAN T1-MODUULIN LUENTOKALVOT

**Kirkkonummen Radioharrastajat
Kissen Kipinä ry OH2ET**

Luennoijana Pekka Juvonen OH2BSC
oh2bsc@sral.fi



Tämä radioamatöörien perusluokan T1-moduulin tekniikan kalvosarjan pohjana on Hannu Kärkkäisen, OH3NOB, Kangasalalla käyttämä luentomateriaali. Materiaali löytyy sivulta <http://www.oh3abn.net>.

Hannun materiaali on suunniteltu kurssin opettajan ja oppilaan kannalta mahdollisimman tehokkaaksi – käsitellään vain asioita, joita T1-moduulin tutkinnossa tarvitaan. Lisätietoa ja laajempaa syventymistä löytyy toki kurssilta ja mm. ”Tiimissä hamssiksi”-kirjasta.

Luentomateriaalin on siirtänyt sekä *.pdf- että PowerPoint-pohjalle - joka on käytettävissä myös OpenOffice-ohjelmalla - perusluokan kursseja ja opiskelua varten Jari Jussila, OH2BU. Kerhon kotisivut löydät osoitteesta www.oh3ac.fi

Kunkin sivun alalaidassa on hyperlinkki www.ham.fi/tentti -sivulla olevaan T1-kysymyspankkiin. Linkit liittyvät kyseisen sivun aineistosta tuleviin käyttökelpoisiin tai voimassa oleviin tenttikysymyksiin. Linkityksen, alkuperäismateriaalin editoinnin ja muutokset on tehnyt Jari Jussila, OH2BU.

0. Sisältö

<u>Sivujen aiheet</u>	<u>Sivunumerot</u>
Sähkövirta, jännite ja resistanssi	4-7
Yksiköt ja lyhenteet	8
Ohmin laki	9-14
Sähköteho, PUIMURI	15-17
Virtalähteet ja niiden kytkennät	18-19
Vaihtovirta ja -jännite	20-21
Muuntajat	22-23
Mittaaminen	24-27
Vastukset ja niiden kytkennät	28-31
Muita komponentteja ja niiden kytkentöjä	32-41
Taajuus ja aallonpituus	42-45
Modulointi	45-47
Vastaanottimet	48-54
Lähettimet	55-58
Siirtojohdot	59-60
Antennit	61-64
Radioaaltojen eteneminen	65-71
Sähköturvallisuus	72-74
Häiriöt	75-78

1. Sähkötekniikan perusteet

1.1 Sähkövirta ja johteet

Kun avaat hanan, vesi alkaa virrata. Veden määrä voidaan ilmoittaa vaikkapa litroina minuutissa. Kun kytket valot, lamppu syttyy, koska sähkövirta kulkee johdoissa. Sähkövirran suuruus ilmoitetaan ampeereina (A) .



Sähkövirta on elektronien liikettä johdoissa. Jotkut aineet päästävät sähkövirran helposti lävitseen, koska niissä on paljon vapaita elektroneja. Tällaisia aineita kutsutaan johteiksi. Hyviä johteita ovat kaikki metallit, suolavesi, hiili, yms.

T1-moduulin kysymyksiä:

01003 01004 01005 01042 01043 01021 01061

1. Sähkötekniikan perusteet

1.2 Eristeet, tasa- ja vaihtovirta

Eristeitä taas ovat muovit, kumit, tislattu vesi, kiille, porsliini, jne.

Näiden aineiden välissä ovat puolijohteet, mm. pii ja germanium, joiden johtavuus riippuu olosuhteista.

Kaikki sähkövirrat eivät ole samanlaisia, sillä joissain tilanteissa on parempi, että sähkövirran suunta vaihtelee. Tällaista virtaa kutsutaan vaihtovirraksi ja se lyhennetään kirjaimilla "AC" tai merkillä 

Tasavirrassa virran suunta pysyy samana ja se lyhennetään kirjaimilla "DC" tai merkillä 

Tasavirtaa saadaan paristoista ja akuista, pistorasiasta saatava virta on vaihtovirtaa.

AC ⚡ DC

T1-moduulin kysymyksiä:

01006 01007 01026 01032 01040 01041 01048 01049 01055 10002 5

1. Sähkötekniikan perusteet

1.3 Jännite

Paine saa veden virtaamaan putkistossa. Sähkövirran saa kiertämään jännite. Jännitteen suuruus mitataan voltteina (V). Paristoista ja akuista saadaan tasajännitettä, pistorasiasta vaihtojännitettä. Jo muutaman kymmenen voltin suuruinen jännite voi olla hengenvaarallinen!



Pistorasiassa vaikuttaa 230 voltin suuruinen jännite, jota kutsutaan myös verkkojännitteeksi (verkkovirraksi).

T1-moduulin kysymyksiä:

10031

01060

01076

1. Sähkötekniikan perusteet

1.4 Resistanssi

Kapeampi kohta putkistossa vastustaa vesivirtaa. Samoin sähköjohdossa oleva laite, esim. lamppu vastustaa sähkövirtaa. Sähkövirran vastustusta kutsutaan resistanssiksi ja sen suuruus ilmoitetaan ohmeina (Ω).



Ohut lanka vastustaa sähkövirtaa enemmän kuin paksu, samoin pitempi johdin vastustaa virtaa enemmän kuin lyhyt. Tietysti resistanssin määrä riippuu myös aineesta.

T1-moduulin kysymyksiä:

01001 01062 01080 02063 01079 01081 01082

1. Sähkötekniikan perusteet

1.5 Yksiköt ja lyhenteet

Suure	Yksikkö	Lyhenne	Tunnus
Jännite	voltti	V	U
Virta	ampeeri	A	I
Vastus	ohmi	Ω	R
Teho	watti	W	P
Impedanssi	ohmi	Ω	Z
Induktanssi	henry	H	L
Kapasitanssi	faradi	F	C
Taajuus	hertsi	Hz	f

1. Sähkötekniikan perusteet

1.6 Ohmin laki

Jos lisäät vesiputkistoon vastustusta ohentamalla putkia, piirissä kiertävän veden määrä pienenee. Jos taas lisäät painetta, veden määrä kasvaa. Kiertävän veden määrä siis riippuu sekä vastustuksesta että paineesta. Samoin on sähkövirran kanssa: jos lisäät resistanssia sähkövirran määrä vähenee, jos lisäät jännitettä virta kasvaa. Virran suuruus riippuu siis sekä jännitteestä että resistanssista.

Jos jännitteen ja resistanssin suuruudet tunnetaan, sähkövirta voidaan laskea kaavasta

$$\text{virta (I, ampeeri)} = \text{jännite (U, voltti)} : \text{resistanssi (R, ohmi)}$$

Edellä olevasta kaavasta voidaan laskea myös jännite tai resistanssi, jos kaksi muuta suuretta tunnetaan:

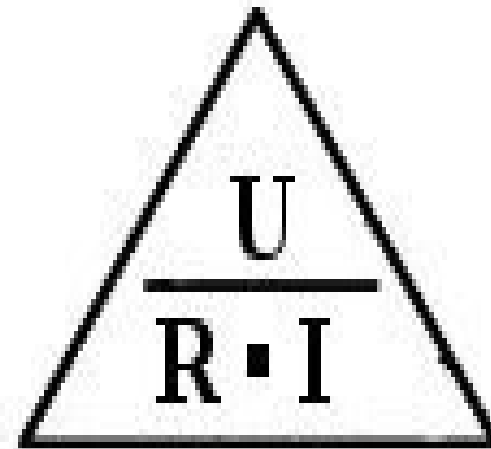
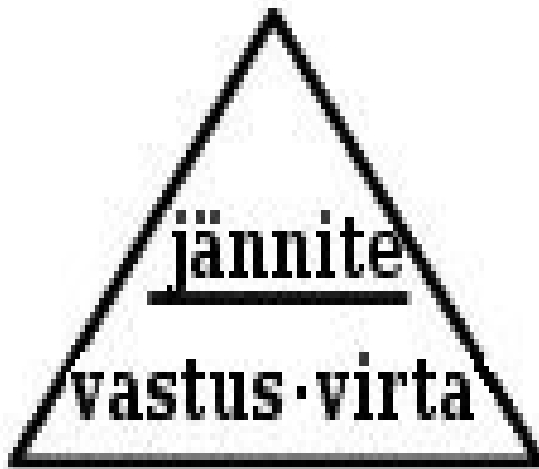
$$\text{jännite (U, voltti)} = \text{resistanssi (R, ohmi)} \times \text{virta (I, ampeeri)}$$

$$\text{resistanssi (R, ohmi)} = \text{jännite (U, voltti)} : \text{virta (I, ampeeri)}$$

1. Sähkötekniikan perusteet

1.6 Ohmin laki

Nämä kaavat esitetään usein seuraavan kolmion avulla



Kolmio toimii seuraavasti:

- **peitä sormella tuntematon asia, niin saat kaavan sen laskemiseksi!**

T1-moduulin kysymyksiä:

01068 01070 01073

1. Sähkötekniikan perusteet

1.6 Ohmin laki

Sähkövirran eri yksiköt on ”nimetty” kirjaimilla, jotta niiden käyttö olisi mahdollisimman helppoa mm. kaavoissa.

Seuraavat ovat tässä vaiheessa tärkeimmät lyhenteet:

U = jännite = mitataan voltteina (V)

R = resistanssi = mitataan ohmeina (Ω)

I = sähkövirta = mitataan ampeereina (A)

Salakielinen koodi:

U = 12 V tarkoittaa, että jännite on 12 volttia.

I = 3 A tarkoittaa, että sähkövirta on 3 ampeeria.

R = 800 Ω tarkoittaa, että resistanssi on 800 ohmia.

Niinpä virran, jännitteen ja resistanssin toisiinsa sitova kolmio saadaan lyhyeen muotoon

$$U = R \cdot I$$

$$\text{jännite} = \text{vastus} \cdot \text{virta}$$

T1-moduulin kysymyksiä:

01093 01092 02054 01069

1. Sähkötekniikan perusteet

1.6 Ohmin laki

Esimerkki: Kuinka suuri virta kiertää leivänpaahtimen langoissa, kun laite kytketään 230 V jännitteeseen ja laitteen lankojen resistanssi on 77 ohmia?

Ratkaisu: Tehtävänä on laskea sähkövirran suuruus. Peitetään se kolmiosta, jolloin saadaan kaava:

$$\text{virta (I)} = \text{jännite (U)} / \text{vastus (R)} \text{ eli}$$
$$\text{virta (I)} = 230 \text{ voltia} : 77 \text{ ohmia.}$$

Laskimen avulla tulokseksi saadaan:

$$\text{virta (I)} = 2,987... \text{ A} = 3 \text{ ampeeria}$$



1. Sähkötekniikan perusteet

1.6 Ohmin laki

Yksi ohmi on hyvin pieni vastus. Resistanssi voi olla 1000 ohmia tai 1 000 000 ohmia. Vastaavasti yksi ampeeri on melko suuri virta. Virrat voivat olla myös 0,001 ampeerin tai 0,000 001 ampeerin suuruisia.

Epämääräistä lukua nollia on vaikea hallita, joten otetaan käyttöön seuraavat merkinnät:

G = giga = miljardi	1 000 000 000
M = mega = miljoona	1 000 000
k = kilo = tuhat	1 000
	1
m = milli = tuhannesosa	0,001
μ = mikro = miljoonasosa	0,000 001
n = nano	0,000 000 001
p = pico	0,000 000 000 001

Merkinnät kulkevat siis kolmen nollan ”000” ryhmissä.

1. Sähkötekniikan perusteet

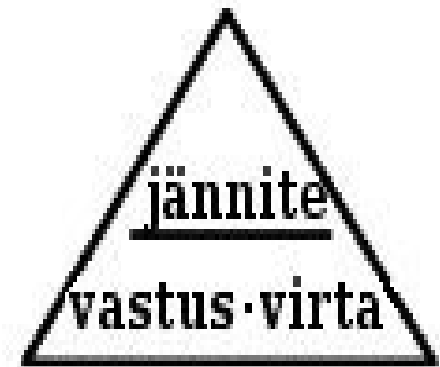
1.6 Ohmin laki

Esimerkki: Sähkövirran (I) suuruus on 20 mA ja resistanssi (R) on 40 k Ω . Laske jännitteen (U) suuruus.

Ratkaisu: Kysytään jännitettä.

Kolmiosta saadaan

$$\begin{aligned} \text{jännite (U)} &= \text{virta (I)} \times \text{resistanssi (R)} \text{ eli} \\ \text{jännite (U)} &= 20 \text{ mA} \times 40 \text{ k}\Omega \text{ eli} \\ \text{jännite (U)} &= 0,020\text{A} \times 40\,000 \Omega \end{aligned}$$



Laskin antaa tulokseksi jännite (U) = 800 voltia

1. Sähkötekniikan perusteet

1.8 Sähköteho

100 watin lamppu loistaa tehokkaammin kuin 60 watin lamppu. Lampun teho ilmoitetaan watteina (W). Sähköteho lasketaan kaavalla

$$\text{teho (P, wattia)} = \text{jännite (U, voltia)} \times \text{virta (I, ampeeria)}$$

Esimerkki: Pöytälamppu käyttää 230 voltin jännitettä ja siinä kiertää 0,26 ampeerin suuruinen virta. Laske lampun teho.

Ratkaisu: teho (P) = 230 V x 0,26 A = 60 W

Vaikea esimerkki: 100 ohmin vastuksen yli vaikuttaa 12 voltin jännite. Kuinka suuri tehohäviö vastuksessa syntyy?

Ratkaisu: Tehohäviö tarkoittaa vastuksessa lämmöksi muuttuvaa tehoa eli lasketaan normaalisti teho. Ongelmana on se, ettei tehtävässä anneta virran suuruutta. Niinpä joudumme laskemaan ensin virran: Muistikolmiosta saadaan:

$$\text{virta (I)} = \text{jännite (U)} / \text{vastus (R)} \text{ eli } \text{virta (I)} = 12\text{V} / 100 \Omega = 0,12 \text{ A}$$

$$\text{teho (P)} = 12\text{V} \times 0,12\text{A} = 1,44\text{W}.$$

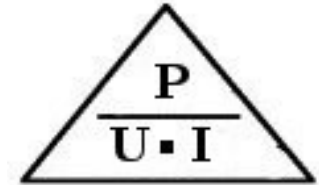
T1-moduulin kysymyksiä:

1. Sähkötekniikan perusteet

1.9 PUIMURI

Myös teholle on oma lyhenteensä:

P = teho

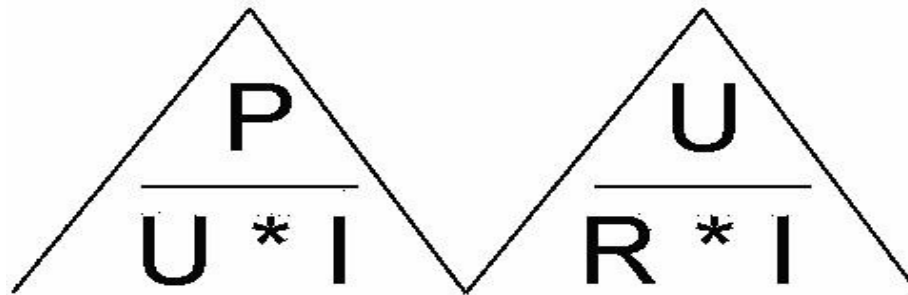


Edellisiä lyhenteitä käyttämällä saamme kaavan:

teho = jännite x virta lyhennettyä muotoon

$$P = U \times I$$

Yhdistettynä kaavat näyttävät tältä:



"Puumuri-kaava" ($P=U \cdot I$ ja $U=R \cdot I$) muodostaa kaksi muistikolmiota. Tehon, jännitteen ja virran suhteen toisiinsa sitovan kaavan, sekä Ohmin lain, joka sitoo toisiinsa jännitteen, resistanssin ja virran.

Peittämällä muistikolmiosta kysytyn suureen, saat kaavan. Esim. kuinka suuren virran ottaa 1200W silitysrauta 230V sähköverkosta? Peitetään vasemmasta kolmiosta kysytty suure eli I. Jäljelle jää kaava P/U . Eli $1200W/230V = 5.2A$

T1-moduulin kysymyksiä:

01085 01084 02038 01072 01083

1. Sähkötekniikan perusteet

1.9 PUIMURI

PUIMURI on hyvä muistisääntö. Mutta joissakin tapauksissa löytyy kysymyksestä kummastakin kaavasta vain yksi tunnettu arvo.

Jos et hallitse matematiikkaa, helpoin tapa on kokeilla erikseen jokainen neljästä vastausvaihtoehdosta ja löytää se oikea.

Mutta voit ratkaista seuraavan kysymyksen myös seuraavasti:

(01092) Vastuksen resistanssi on 10 ohmia ja siihen syötetään 4000 W sähköteho. Vastuksessa kulkeva virta on:

A) 4000 A B) 40 A C) 20 A D) 2 A

Tiedetään siis $(P) = 4000 \text{ W}$ ja $(R) 10 \text{ ohmia}$. Seuraavalla kaavalla saat laskettua virran (I) :

$$I^2 = P / R = 4000 \text{ W} / 10 \text{ ohmia} = 400 \text{ ja neliöjuuri } 400 = 20 \text{ A}$$

T1-moduulin kysymyksiä:

01085 01084 02038 01072 01083

1. Sähkötekniikan perusteet

1.10 Virtalähteiden kytkennät

Paristoja ja akkuja voidaan myös kytkeä sarjaan tai rinnan.



Jos paristoja kytketään sarjaan, kytkennästä saatava jännite nousee. Jos kolme 1,5 voltin paristoa kytketään sarjaan, kytkennästä saadaan 4,5 voltin jännite! Tätä käytetään hyväksi mm. taskulampuissa.



Jos taas paristoja kytketään rinnan, jännite ei nouse, mutta kuormitettavuus nousee eli kytkennästä voidaan ottaa enemmän virtaa kuin yhdestä yksittäisestä paristosta.

T1-moduulin kysymyksiä:

03026 03028 03029 03030 03031 03032 03033 03035 03036 03037 01019

1. Sähkötekniikan perusteet

1.11 Varauskyky

Akun varauskyky ilmoitetaan ampeeritunteina (Ah). Yksinkertaisesti ilmaistuna henkilöauton 64 Ah:n akusta voidaan ottaa 1 A:n virtaa 64 tuntia, 2 A:n virtaa 32 tuntia, jne.

Paristojen kokoisten sormiakkujen varauskyky voi olla luokkaa 2000 mAh eli 2 Ah.



Jos kytketään rinnan neljä kappaletta 1,2 voltin sormiakkuja, joiden varauskyky on 2 Ah, kytkennästä saatava jännite on edelleen 1,2 volttia, mutta varauskyky on 8 Ah!

Jos taas samat sormiakut kytketään sarjaan, kasvaa kytkennästä saatava jännite 4,8 volttiin, mutta varauskyky säilyy 2 Ah:ssa.

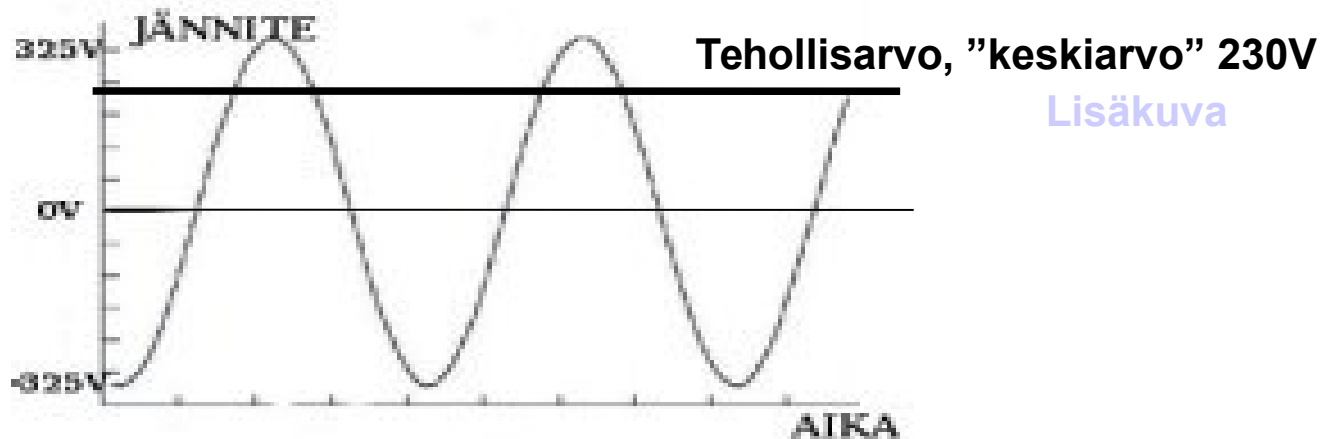
T1-moduulin kysymyksiä:

03039 03038 01033 01034 01035 01036 01030 01054 03053 03054 03055 10030
10030 03056

1. Sähkötekniikan perusteet

1.12 Vaihtovirta ja -jännite

Polkupyörän dynamo ja sähkövoimaloiden generaattorit tuottavat vaihtovirtaa (AC), jossa virran suunta vaihtelee. Tällaisen virran saa aikaan vaihtojännite. Pistorasiasta saatavan vaihtojännitteen suuruus vaihtelee ns. sinikäyrän mukaisesti:



Jännitteen suuruus vaihtelee 325 voltista -325 volttiin. Huippujen ero on 650 voltia! Tällaista jännitettä kutsutaan 230 voltin jännitteeksi, koska esim. lamppu loistaa yhtä kirkkaasti 230 voltin tasajännitteellä kuin tällaisella vaihtojännitteellä.

T1-moduulin kysymyksiä:

01056

01077 01078 01044

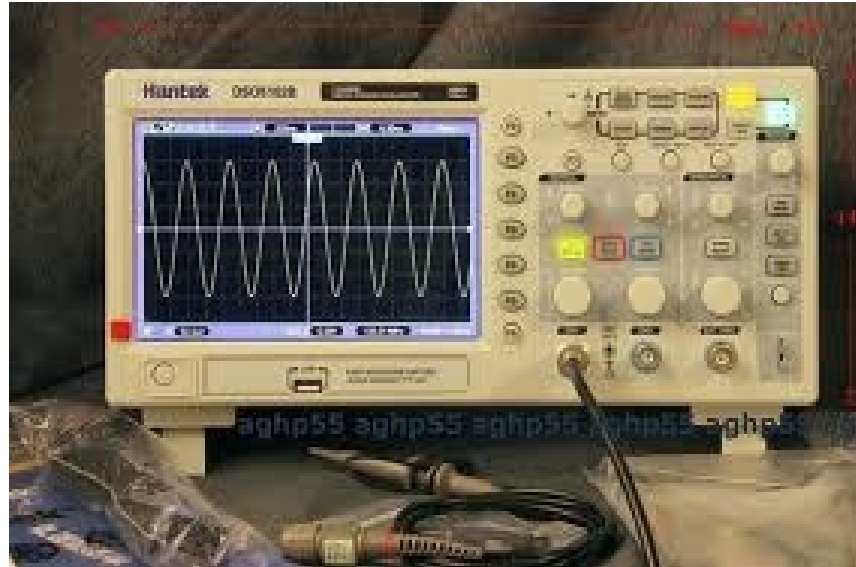
1. Sähkötekniikan perusteet

1.12 Vaihtovirta ja -jännite

Pistorasiassa vaikuttavan vaihtojännitteen tehollisarvo on 230 volttia.

Tehollisarvosta voidaan laskea huippujännite kertoimella 1,41. Jos siis tehollisarvo on vaikka 50V, huippujännite on $1,41 \times 50V = n. 70V$.
(Oikea kerroin on itseasiassa neliöjuuri 2 = 1,4142...)

Vaihtojännitteen sinikäyrää ja huippujännitteitä voi katsella esim. oskilloskoopilla.



T1-moduulin kysymyksiä:

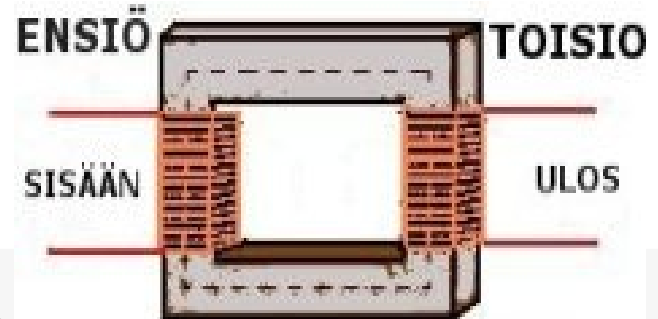
01027 01058 01075 08013 01057

1. Sähkötekniikan perusteet

1.13 Muuntaja

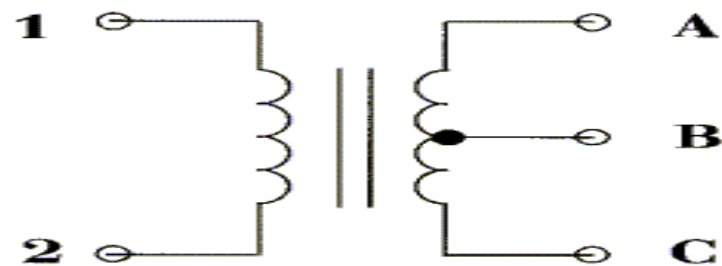
Vaihtojännitettä voidaan suurentaa tai pienentää muuntajalla. Se muodostuu rautasydäimestä ja siihen kierretyistä kuparilangoista eli käämeistä. Muuntaja toimii ainoastaan vaihtojännitteellä.

Muuntajan sisäänmenopuolta kutsutaan ensiöksi ja ulostulopuolta toisioksi. Ulostulevan jännitteen suuruuden määrää ensiö- ja toisiopuolten käämien kierrosten suhde.



Jos ensiöpuolen käämissä on 4000 kierrosta ja toisiopuolen käämissä 400 kierrosta, on kierrosten suhde = $4000:400 = 10$. Jännitteiden suhde on sama kuin kierrosten suhde. Jos muuntajan ensiössä vaikuttaa 230 voltin jännite, toisiojännite = $230 \text{ V}:10 = 23 \text{ V}$.

Muuntajan toisiossa voi olla myös keskiulosotto, jonka avulla toisiojännite saadaan puolitettua.



Muuntaja

T1-moduulin kysymyksiä:

02006 02007 02008

01095 01094

1. Sähkötekniikan perusteet

1.13 Muuntaja

Tehtävä: Muuntajan ensiöjännite on 230 voltia ja toisiojännite 24 voltia. Toisiokäämissä on 167 kierrosta. Laske ensiökäämin kierrosten lukumäärä.

Ratkaisu: Jännitteiden suhde on $230 \text{ V} : 24 \text{ V} = 9,6$. Niinpä kierrosmäärien suhteenkin täytyy olla 9,6. Ensiökäämissä on siis $9,6 \times 167 = n$. 1600 kierrosta.

Muuntajassa häviää hieman tehoa mm. lämmöksi, mutta käytännössä muuntaja oletetaan häviöttömäksi, joten tehot ensiö- ja toisiopuolella ovat yhtäsuuret.

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.

T1-moduulin kysymyksiä:

1. Sähkötekniikan perusteet

1.14 Mittaaminen

Yleismittarilla voidaan mitata mm. virtaa (A), jännitettä (V) ja resistanssia (O). Niinpä tätä mittaria kutsutaan myös AVO -mittariksi. Mittareita on kahta päätyyppiä:

- » **digitaaliset** eli numeronäytölliset ja
- » **analogiset** eli viisarinäytölliset.



Kumpikaan tyyppi ei ole toistaan parempi, digitaalista on nopeampi lukea, analoginen sopii ehkä paremmin nopeiden vaihteluiden (ääriarvojen) mittaamiseen.

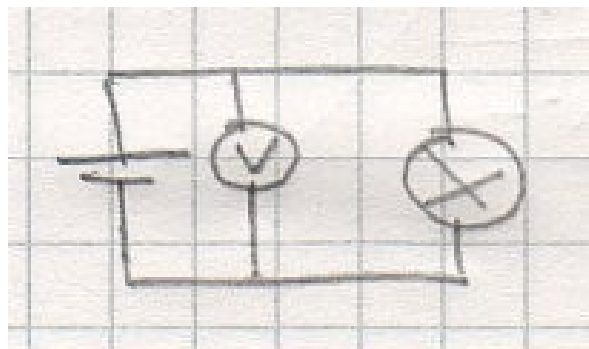
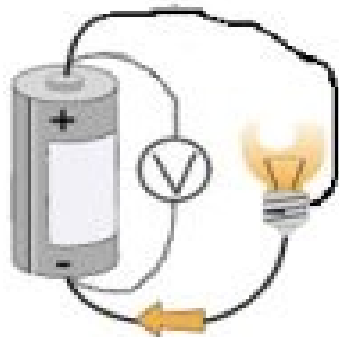
T1-moduulin kysymyksiä:

08008

1. Sähkötekniikan perusteet

1.14 Mittaaminen

Jännite mitataan kytkemällä mittari rinnan



Jännitealueella mittarin vastus on suuri, jotta itse mittari ei vaikuttaisi tulokseen.

1. Sähkötekniikan perusteet

1.14 Mittaaminen



Virta mitataan kytkemällä mittari **sarjaan**.

Virtamittari kytketään sarjaan tutkittavan piirin kanssa, laitteen läpi kulkeva virta kulkee samalla mittarin läpi. Virtamittari häiritsee mitattavaa piiriä aiheuttamalla piiriin jännitehäviön. Siksi on tärkeää, että mittarin sisäinen Resistanssi on mahdollisimman pieni.

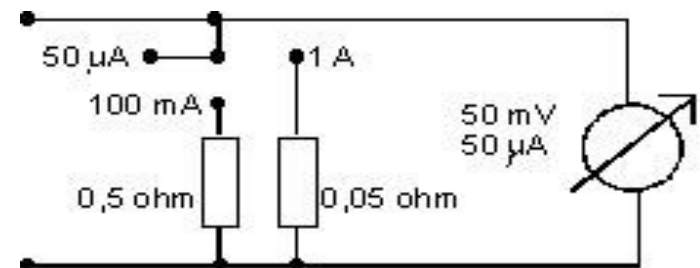
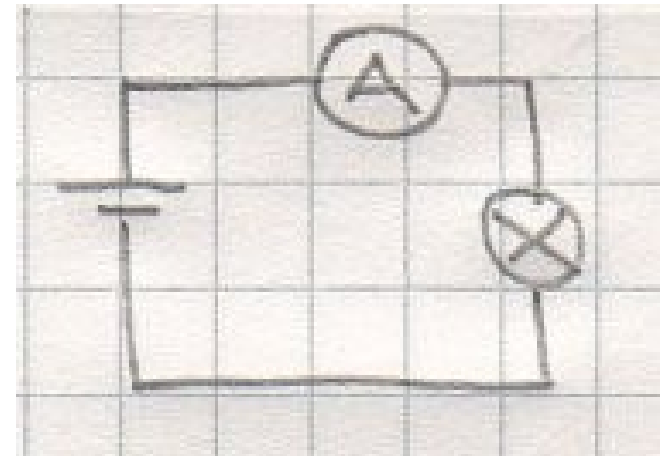
Jos virtamittarin asteikko ei riitä virtamittaus-alueella, asia voidaan kiertää ns sivu- eli **shunttivastuksella**: annetaan virran kulkea myös pienen vastuksen läpi ja mitataan vastuksessa vaikuttava jännite ja lasketaan virta.

Shunttivastus

Ennen piirilevyllä olevien vastusten yms. mittauksia täytyy sähköt tietysti katkaista laitteesta.

T1-moduulin kysymyksiä:

08006 08001 08002 08012 08018



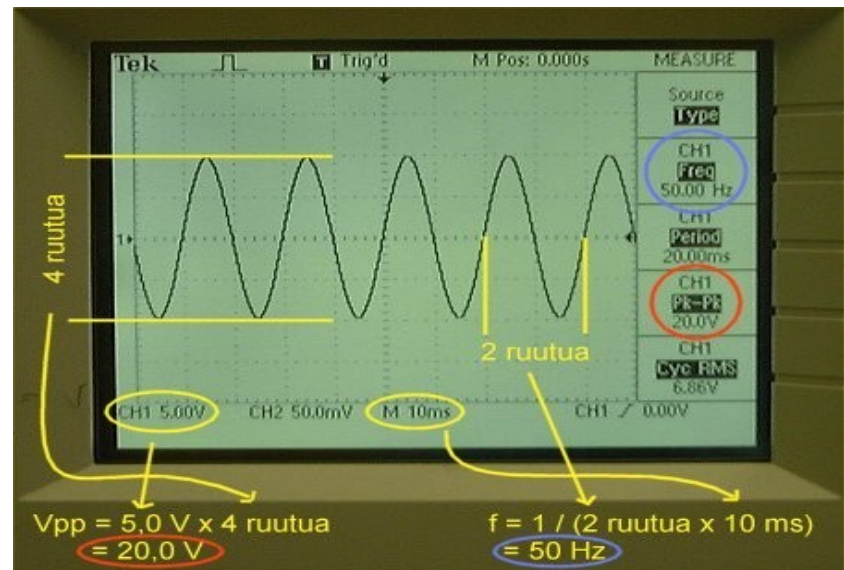
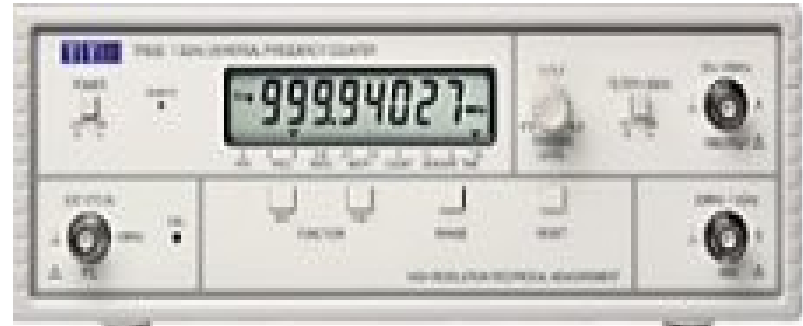
1. Sähkötekniikan perusteet

1.14 Mittaaminen

Taajuusmittarilla voidaan mitata moduloimattoman kanta-aallon taajuus tarkasti. Jos läheteessä on mukana ”puhe” (modulaatio), ei mittaaminen yleensä onnistu.

Lähetimestä lähtevän virran mitaus on hankalaa, mutta eräs keino on mitata lähetyksen aikaansaama lämpö lämpö- eli termoristimittarilla.

Oskilloskooppi näyttää kuvaruudullaan jännitteen muodon. Tästä käyrästä voidaan mitata jännitteen suuruus ja sen taajuus, mutta ei virtaa



T1-moduulin kysymyksiä:

08003 08009 08007 08010 08016 08014

2. Elektroniikan komponentteja

2.1 Vastus

Virtapiirissä oleva resistanssi eli vastus pienensi sähkövirtaa ja sen suuruus mitattiin ohmeissa. Voit siis kävellä elektroniikkaliikkeeseen ja ostaa vaikka 20 ohmin vastuksen!

Ohmi on kovin pieni resistanssin yksikkö, joten yleensä vastukset ovat kilo-ohmeja ($k\Omega$) tai megaohmeja ($M\Omega$).



Kun vastuksia kytketään rinnan, vastuksien tehonkesto on yksittäisten vastuksien tehonkeston summa.

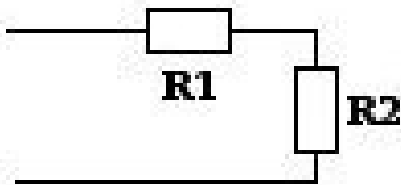
T1-moduulin kysymyksiä:

02046 03015 03017 03019 03021

2.1. Vastusten kytkennät

Resistansseja (R) eli vastuksia voidaan kytkeä peräkkäin eli **sarjaan**. Tällöin kokonaisvastus saadaan laskemalla vastukset yhteen. Jos esimerkiksi 150 ohmin ja 300 ohmin vastukset kytketään sarjaan, saadaan yhteensä 450 ohmin vastus.

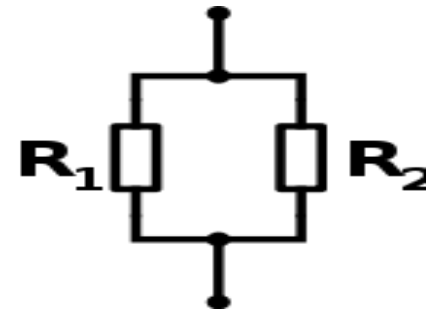
SARJAAN



$$\begin{aligned} R &= R_1 + R_2 \\ R &= 300 + 150 \\ R &= 450 \end{aligned}$$

Vastuksia voidaan kytkeä myös rinnakkain eli **rinnan**. Tällöin kokonaisvastus R saadaan laskettua hienolla kaavalla

RINNAN



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

T1-moduulin kysymyksiä:

02090 02091 02092 02093 02094 02095 02096 02097 03001 03002

2.1. Vastusten kytkennät

Jos esimerkiksi kytket 150 ohmin ja 300 ohmin vastukset rinnan, saadaan kokonaisvastus laskettua kaavalla

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{300} + \frac{1}{150}$$

Josta laskimen avulla saadaan

$$\frac{1}{R} = 0,01$$

Laskimen 1/x -näppäimen avulla saadaan

$$R = 100$$

Tulos on siis 100 ohmia. Rinnankytkennässä lopputulos on aina pienempi kuin yksittäiset vastukset.

T1-moduulin kysymyksiä:

03003 03007 03008

2.1. Vastusten kytkennät

Vaihtoehtoinen laskentatapa!

Jos edellä esitetty kaava tuntuu vaikealta, on olemassa ehkä helpompikin laskukaava kun pitää laskea kaksi rinnan olevaa vastusta. Jos kytket 150 ohmin ja 300 ohmin vastukset rinnan, saadaan kokonaisvastus laskettua kaavalla:

$$R = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2} \quad \text{eli}$$

$$\frac{150 \times 300}{150 + 300} = \frac{45000}{450} = 100 \text{ ohmia}$$

Tämä kaava on helppo muistaa ja helppo laskea. Mutta sitä voi käyttää vain kahden rinnan olevan vastuksen laskemiseen. Jos vastuksia on kuitenkin kolme (tai enemmän), voit tällä kaavalla laskea ensin mitkä tahansa kaksi vastusta ja sitten niiden tuloksella kolmannen vastuksen samalla kaavalla.

T1-moduulin kysymyksiä:

03003 03007 03008

2.2 Elektroniikan komponentteja

Kondensaattori

Kun kaksi metallilevyä asetetaan hyvin lähelle toisiaan ja niiden välille kytketään hetkeksi jännite, levyt varautuvat. Mitä suurempi on levyjen koko, sitä suurempi on varautumisen määrä. Tällaista laitetta kutsutaan kondensaattoriksi ja sen varauskyky (kapasitanssi) mitataan faradeina (F).

Faradi on erittäin suuri yksikkö, joten yleensä yksikkönä käytetään mikروفaradeja (μF), nanofaradeja (nF) ja picofaradeja (pF).

Kapasitanssi
Kapasitanssin arvo



T1-moduulin kysymyksiä:

02001 02003 01066 02064

2.2 Elektroniikan komponentteja

Kondensaattori

Kondensaattoreja on hyvin monenlaisia ja ne luokitellaan lähinnä käytetyn eristemateriaalin mukaan:

Keraamiset kondensaattorit (kerkot) ovat kapasitanssiltaan pieniä ja niitä käytetään lähinnä suurtaajuuspiireissä.

Elektrolyyttikondensaattorit (elkot) ovat puolestaan kapasitanssiltaan suuria ja niitä käytetään mm. tasaamaan jännitevaihteluita. Elkot on ehdottomasti kytkettävä oikein päin, sillä muuten ne voivat jopa räjähtää! Niinpä elkoihin on merkitty + ja - -navat ja suurin käyttöjännite. Elkoja ei voi käyttää suurtaajuuspiireissä.

Kondensaattori ei päästä tasavirtaa lävitseen, mutta vaihtovirralla se aiheuttaa vastuksen, jonka suuruus riippuu kondensaattorin suuruudesta ja vaihtovirran taajuudesta.

Kapasitanssidiodi – nimestään huolimatta – on itse asiassa sähköisesti säädettävä kondensaattori

T1-moduulin kysymyksiä:

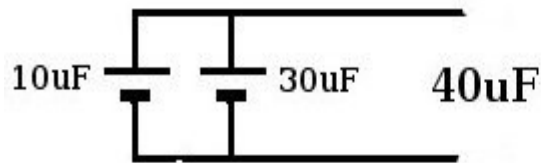
02002 02022 02049 03010 02021 02055

2.2 Elektroniikan komponentteja

2.4 Kondensaattori

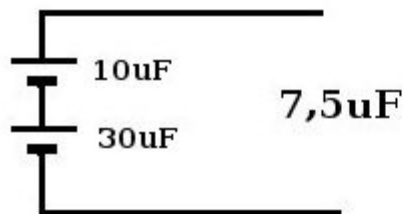
Kun kaksi kondensaattoria kytketään rinnan, varauskyky kasvaa:

Kondensaattorien sarjaankytkennässä varautuminen pienenee vastusten rinnankytkennän tavoin. (Rinnan tai sarjaan kytkettyjen kondensaattoreiden arvo lasketaan päinvastoin kuin vastuksilla!)



$$C = 10\mu\text{F} + 30\mu\text{F}$$

$$C = 40\mu\text{F}$$



$$\frac{1}{C} = \frac{1}{10} + \frac{1}{30}$$

$$\frac{1}{C} = 0,1333 \dots$$

1/x -näppäimellä

$$C = 7,5\mu\text{F}$$

T1-moduulin kysymyksiä:

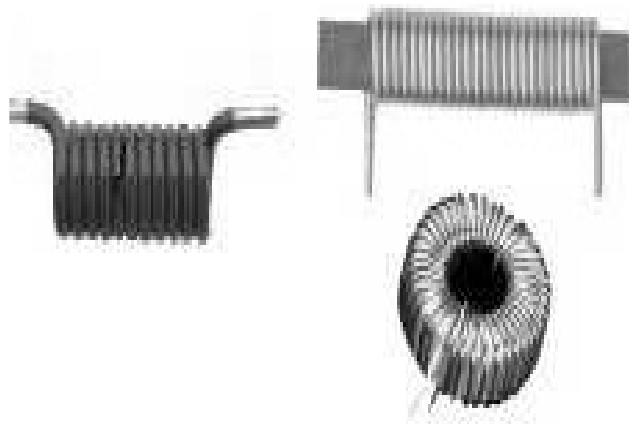
03006	03009	03018	03023	03041	03043	03045	03050	03048
	03016	03020	03040	03042	03044	03046	03049	03047

2. Elektroniikan komponentteja

2.4 Kela

Kela syntyy, kun lankaa käämitään rullalle vierekkäin (tai päällekkäin). Tasavirralla kela ei aiheuta vastusta, mutta vaihtovirtaa se vastustaa sitä enemmän mitä suurempi on värähtelyn taajuus ja kelan suuruus.

Kelan suuruus (induktanssi) mitataan henryinä (H). Yksi henry on hyvin suuri yksikkö, joten yleisesti käytössä ovat millihenryt (mH) tai mikrohenryt (μH).



T1-moduulin kysymyksiä:

02004 03013 02005

2. Elektroniikan komponentteja

2.4 Kela

Induktanssin suuruuteen vaikuttavat kierrosten määrä, kelan halkaisija ja sydänaineen materiaali.

Induktanssi

Niinpä keloja saa sekä ilmaeristeisinä että rautasydämisinä. Ilmaeristeisiä käytetään värähtelypiireissä, rautasydämisiä mm. äänisuotimissa.

Joskus jopa lankojen mutkittelu laitteen sisällä aiheuttaa tahatonta vastusta korkeataajuiselle värähtelylle!

Keloja kytketään harvoin sarjaan tai rinnan, mutta tällöin niiden laskukaava on sama kuin vastuksilla.

T1-moduulin kysymyksiä:

02039 02041 02043 02045 01067 02051 02065 03005 03011 02023

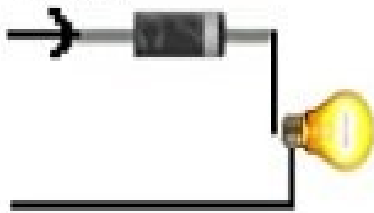
2. Elektroniikan komponentteja

2.4 Diodi

Diodi on puolijohteesta, piistä tai germaniumista tehty komponentti, joka päästää virtaa lävitseen vain toiseen suuntaan. Diodeissa on yleensä 0.6 V kynnyksjännite, ennen kuin se päästää virtaa lävitseen.

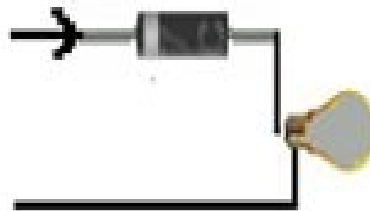
Diodin (diodien) avulla vaihtovirta saadaan muutetuksi tasavirraksi, koska diodi estää virran suunnan muuttumisen. Tätä kutsutaan tasasuuntaukseksi.

VIRTA



Diodi kytketty
päästösuuntaan.

VIRTA



Diodi kytketty
estosuuntaan.



T1-moduulin kysymyksiä:

02025 03014 01095 01094 02013

2. Elektroniikan komponentteja

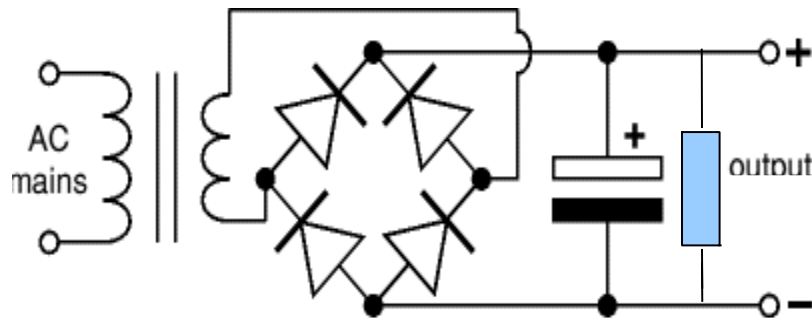
2.3 Virtalähde

Kokoaaltotasasuuntaaja

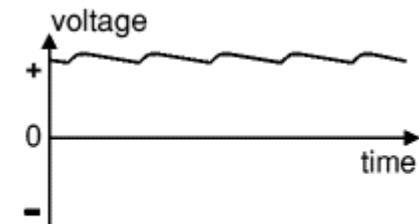
Puoliaaltotasasuuntaaja

Tähän asti oppimamme avulla voimme rakentaa virtalähteen, joka muuttaa pistorasiasta saatavan 230 voltin vaihtojännitteen pieneksi tasajännitteeksi.

Muuntaja muuttaa 230 voltin verkkojännitteen muuksi vaihtojännitteeksi. Neljästä diodista koostuva tasasuuntaussilta muuttaa vaihtojännitteen sykkiväksi tasajännitteeksi. Kondensaattori varautuu jokaisen huippujännitteen kohdalla maksimiinsa eikä ehdi purkautua ennen seuraavaa huippua, joten kondensaattori tasoittaa jännitettä.



Muuntaja Tasasuuntaus- Elektrolyytti- Purkaus- eli
silta kondensaattori bleedervastus



Output: smooth DC

Purkausvastus purkaa kondensaattorin varauksen käytön jälkeen

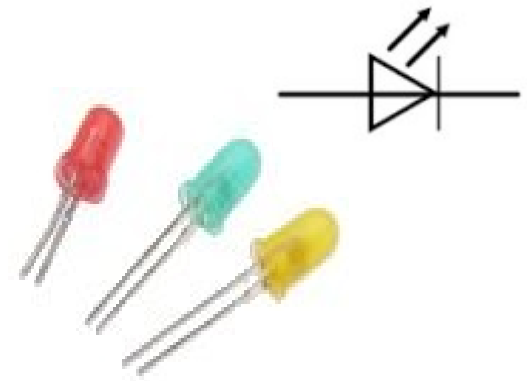
T1-moduulin kysymyksiä:

02026 02027 02020 10040 02015 10043 10038 10042

2. Elektroniikan komponentteja

2.4 LED ja zener

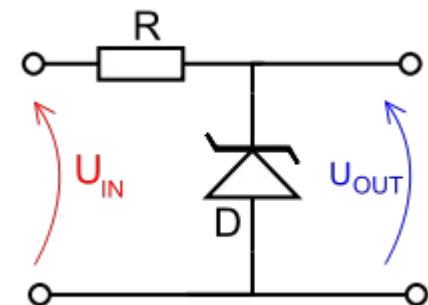
Valodiode eli LED tuottaa valoa hyvin pienellä virralla. Niinpä niitä käytetään merkkivaloina. Ledit tarvitsevat lähes aina etuvastuksen rajoittamaan niiden läpi kulkevaa virtaa.



Zenerdiodin yli vaikuttava jännite ei juurikaan muutu, vaikka sen läpi kulkeva virta muuttuisikin. Niinpä zenerdiodia käytetään jännitteen tasaajana eli stabiloijana.

Zenerdiodi kytketään estosuuntaan ja virtaa rajoitetaan etuvastuksella. Jos lisäämme edellä rakentamaamme virtalähteeseen zenerdiodin, saamme ulos kohtalaista tasajännitettä.

Tällaisesta virtalähteestä ei voi ottaa ulos suuria virtoja etuvastuksen vuoksi.



T1-moduulin kysymyksiä:

02031 02012 02014 02037 02047 02048 02059 02016

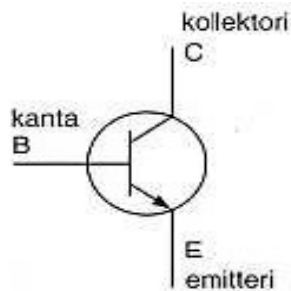
2. Elektroniikan komponentteja

2.5 Transistori

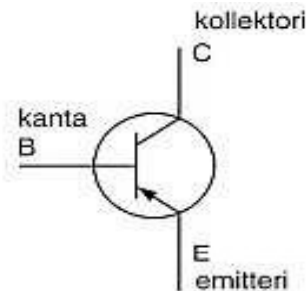
Transistori on myös puolijohteista valmistettu komponentti. Ns. bipolaaritransistorissa on kolme elektrodia: kanta B, kollektori C ja emitteri E. Transistoreja on kahta päätyyppiä

NPN-transistorit ja PNP -transistorit.

Nämä ns. bipolaaritransistorit ovat virtavahvistajia eli pieni virran muutos kannalla B saa aikaan suuremman virtamuutoksen kollektorin C ja emitterin E välillä.



NPN



PNP



T1-moduulin kysymyksiä:

02017 02018 02030 02056 02019 02052

2. Elektroniikan komponentteja

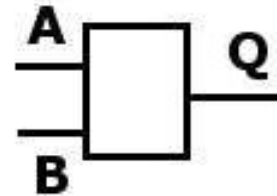
2.6 Loogiset piirit

Loogisissa piireissä on yleensä kaksi sisäänmenoa ja yksi ulostulo.

”AND” eli ”JA” -piirissä molemmissa sisäänmenoissa täytyy olla virtaa, ennenkuin ulostulossa on virtaa.

Logiikan ajatusmaailman avulla ilmaistuna A:n pitää olla ”TOSI” ja B:n pitää olla ”TOSI”, jotta ulostulo olisi ”TOSI.”

- (A) Sinulla on rahaa.
- (B) Kauppa on auki.
- (Q) Sinä ostat kaupasta karkkia.



Sekä A:n että B:n pitää olla tosia, jotta myös Q olisi tosi!

”OR” eli ”TAI” -piirissä joko A:n tai B:n pitää olla ”TOSI”, jotta ulostulo

- Q olisi ”TOSI”.: (A) Olet syntynyt 12. päivä helmikuuta.
 (B) Olet syntynyt 31. tammikuuta.
 (Q) Olet horoskoopiltasi Vesimies.

T1-moduulin kysymyksiä:

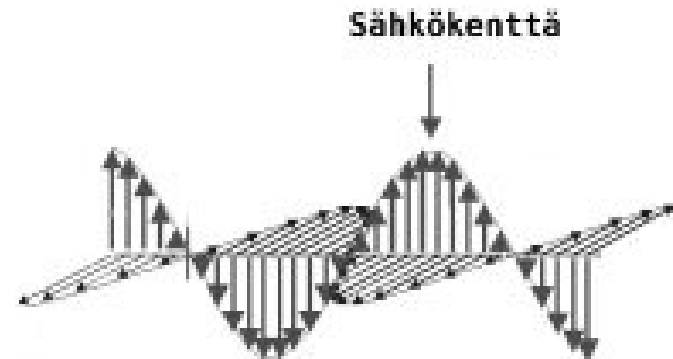
3 Taajuus ja aallonpituus

3.1 Sähkömagneettinen säteily

Radioaallot ovat **sähkömagneettista säteilyä**, jota ovat myös valo, röntgenaallot ja gammasäteily.

Sähkömagneettisessa säteilyssä ovat mukana sekä sähkökenttä että magneettikenttä jotka ovat kohtisuorassa toisiaan ja etenemissuuntaa vastaan. (Maxwell: Sähkövarausta ympäröi aina säteittäinen sähkökenttä, ja sähkövirtaa ympäröi pyörteinen magneettikenttä. Sähkö- ja magneettikenttä ovat samassa vaiheessa ja kohtisuorassa toisiaan ja myös aaltoliikkeen etenemissuuntaa vastaan.)

Tyhjiössä sähkömagneettisen säteilyn nopeus on 300 000 km/s (tarkasti ottaen 299 792,458 km/s), väliaineessa vähemmän.



T1-moduulin kysymyksiä:

01009 01010 01011 01008 01050 01051 01024 07001

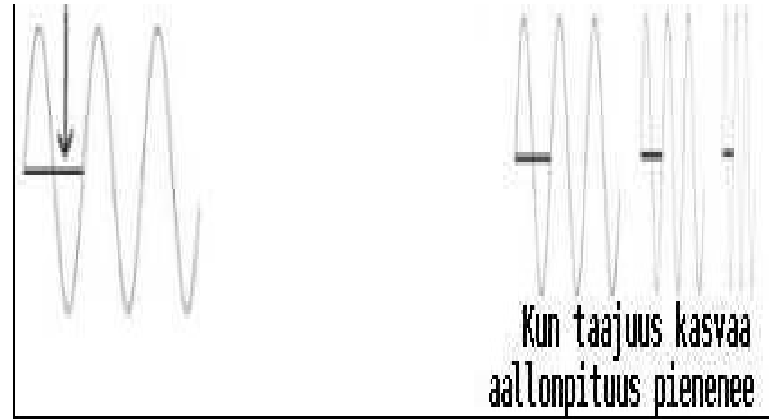
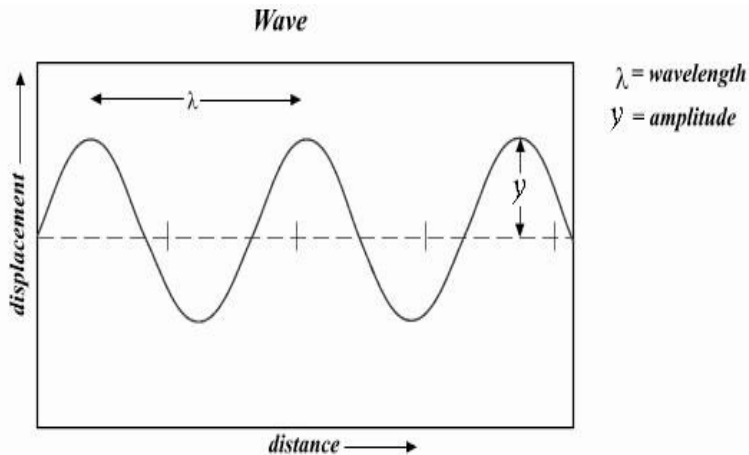
3 Taajuus ja aallonpituus

3.2 Aallonpituus vs. taajuus

Taajuus kertoo värähtelyjen lukumäärän sekunnissa ja sen yksikkö on Hertsi (Hz). Yksi hertsi on radiotaajuuksilla hyvin pieni yksikkö, paljon yleisempi on megahertsi, MHz eli miljoona värähdystä sekunnissa.

Aallonpituus tarkoittaa nimensä mukaisesti yhden värähdyksen eli aallon pituutta metreinä. Radioaallot kulkevat 300.000 km yhdessä sekunnissa.

Aallonpituus on erittäin tärkeä mitta esimerkiksi antennoja tehtäessä.



T1-moduulin kysymyksiä:

01063

3 Taajuus ja aallonpituus

3.2 Aallonpituus vs. taajuus

Aallonpituus saadaan laskettua taajuudesta - ja päinvastoin - hyvin yksinkertaisella kaavalla:

$$\frac{300}{\text{taajuus (MHz)}} = \text{aallonpituus metreinä} \quad \text{tai} \quad \frac{300}{\text{aallonpituus (m)}} = \text{taajuus (MHz)}$$

Jos taajuus on 103,3 MHz, sen aallonpituus on $300/103,3 = 2,9$ metriä.
 Jos taajuus on 3500 kHz, sen aallonpituus on $300/3.500 \text{ MHz} = 85$ metriä.

Usein radioamatööritaajuuksia kutsutaan myös niiden aallonpituutta vastaavalla nimellä, esimerkiksi 145 MHz:n aluetta kutsutaan myös 2 metrin alueeksi, koska aallonpituus on 2 metrin luokkaa.

Esim:

- 3,5 MHz = 80 metrin alue
- 7,0 MHz = 40 metrin alue
- 14 MHz = 20 metrin alue

T1-moduulin kysymyksiä:

06007 06012 06014 06016 06018 06020 06022 06024 06026 06028
 06008 06013 06015 06017 06019 06021 06023 06025 06027 06029 06030

4 Modulointi

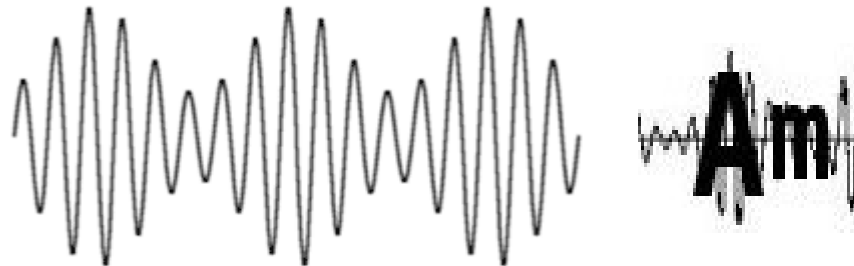
4.1 AM -modulaatio

Jos haluat rakentaa 3.5 MHz:n taajuudella toimivan lähettimen, tarvitset aluksi värähtelijän, joka tuottaa 3.5 MHz:n taajuuden eli 3.5 MHz:n kantaallon. Yksinkertaisin tapa moduloida kantaaltoa on laittaa se päälle tai pois. Tätä kutsutaan sähkötykseksi.

Jotenkin kantaaltoon pitää myös liittää esim. puheinformaatiota. Tätä kutsutaan kantaallon moduloinniksi.

AM-modulaatio

Amplitudimoduloitu signaali



Puhe voidaan liittää kantaaltoon monella eri tavalla. Jos kantaallon voimakkuus muuttuu puheen voimakkuuden tahdissa, puhutaan AM - eli amplitudimodulaatiosta.

T1-moduulin kysymyksiä:

01013 01014 01023 01037

4 Modulointi

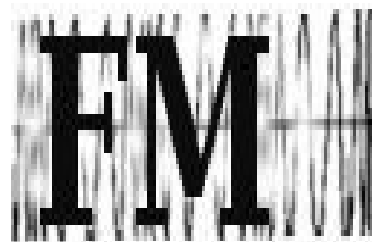
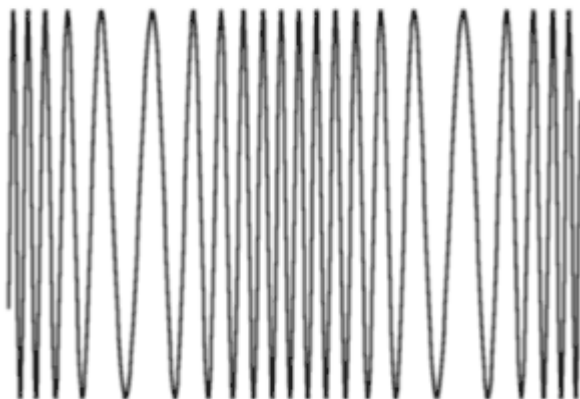
4.2 FM -modulaatio

Jos kantoaallon taajuuden annetaan vaihdella hieman puheen tahdissa, puhutaan

FM – eli taajuusmodulaatiosta

FM-modulaatio

Taajuusmoduloitu signaali



T1-moduulin kysymyksiä:

01022 01039

4 Modulointi

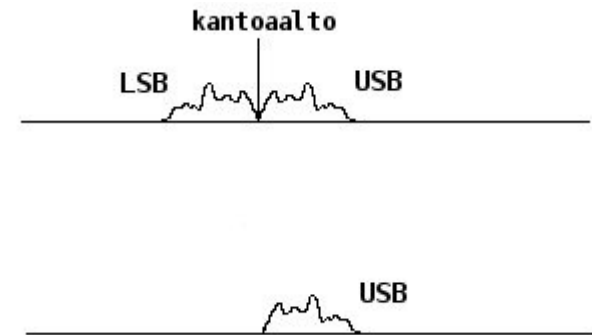
4.3 SSB, Single Side Band

Stereot toistavat musiikkia aina 20 kHz:iin saakka. Puheen ymmärrettävyyteen riittää, kun kuulet siitä 3 kHz:n leveän alueen. Tämä puhetaajuus leviää AM -modulaatiossa lähetystaajuuden ympärille eli jos puhut 3600 kHz:n taajuudella, puheesi leviää 3597 - 3600 ja 3600 - 3603 kHz:n alueille eli 6 kHz leveydelle.

Lähetystaajuuden alapuolella oleva kaista on nimeltään alempi sivunauha, LSB eli lower sideband, yläpuolinen nauha ylempi sivunauha, USB eli upper sideband.

Kaistanleveys eli lähetteen leveys on AM -modulaatiossa turhan suuri käytettäväksi amatööriryhteyksiin, eikä yhteyteen tarvita kaikkia lähetteen osia. Niinpä amatöörilähettimet vaimentavat sekä kanta-aallon että toisen sivunauhan pois, jolloin puhutaan SSB -lähettestä. 3,5 ja 7 MHz:n alueilla käytetään LSB-lähetettä, muilla USB -lähetettä.

SSB-modulaatio



T1-moduulin kysymyksiä:

01015 01016 01038 01045 01046 01047

5 Vastaanottimet

5.1 Oskillaattori

Jos haluat vastaanottaa AM -lähetettä, tarvitset värähtelijän eli oskillaattorin, joka värähtelee halutulla taajuudella.

Kide alkaa värähdellä sille ominaisella taajuudella, kun siihen kytketään jännite (ns. pietsosähköinen ilmiö). Kiteitä käytetään tietokoneessa, televisiossa yms, kun halutaan saada aikaan yksi, tietty taajuus.

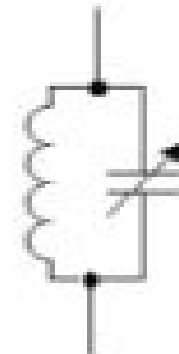


5 Vastaanottimet

5.1 Oskillaattori

Oskillaattorin voi valmistaa myös kelan ja kondensaattorin yhdistelmällä. Piirin värähtelytaajuus riippuu kelan ja kondensaattorin arvoista, joten värähtelytaajuuden voi tehdä säädettäväksi.

Värähtelypiirin hyvyys ilmoitetaan ns. Q -ker-toimena. 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.



Jos vastaanottimen värähtelypiirin Q -arvo on korkea, vastaanottimen valinta-tarkkuus eli selektiivisyys on hyvä ja lähekkäin olevat radioasemat voidaan erottaa toisistaan.

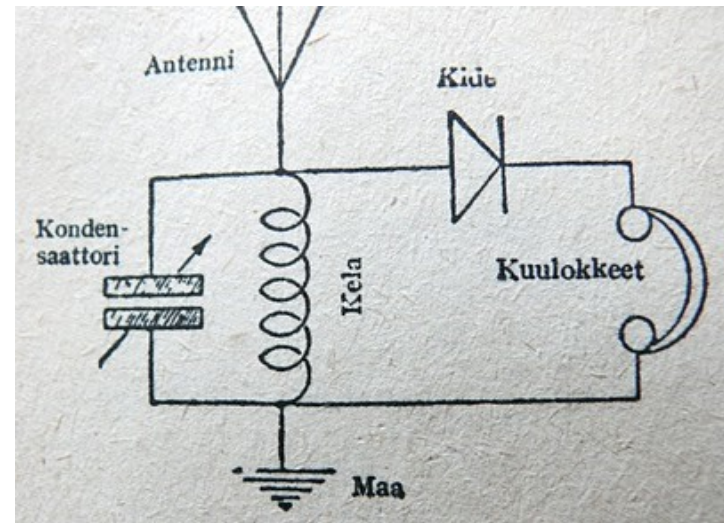
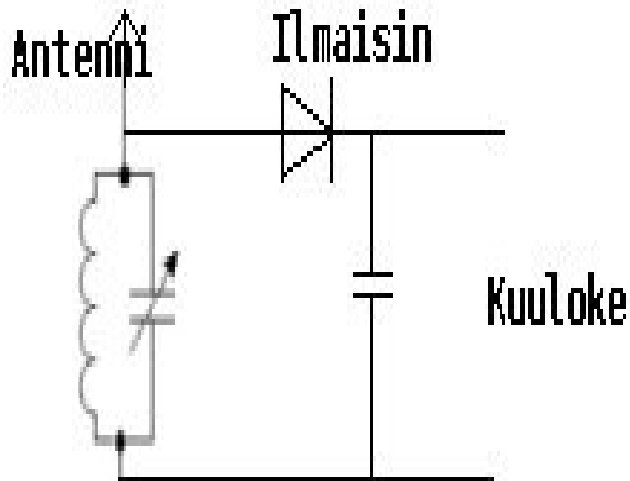
T1-moduulin kysymyksiä:

02087 02088 02089 03025 02024 03004

5 Vastaanottimet

5.2 Suora vastaanotin

Kaikkein yksinkertaisin AM -vastaanotin on ns. suora vastaanotin, jossa on ainoastaan oskillaattori ja ilmaisins, jossa ääni erotetaan kantaaallost.



Tällaista vastaanotinta kutsutaan myös nimellä kidevastaanotin. Suoran vastaanottimen etuna ovat laitteiston yksinkertaisuus ja herkkyys eli heikotkin asemat saadaan kuuluviin.

Huono puoli on huono selektiivisyys eli pari asemaa kuuluu kerralla ;)

T1-moduulin kysymyksiä:

04005 04010 04019 04020 04023 04024 04025 04033 04031

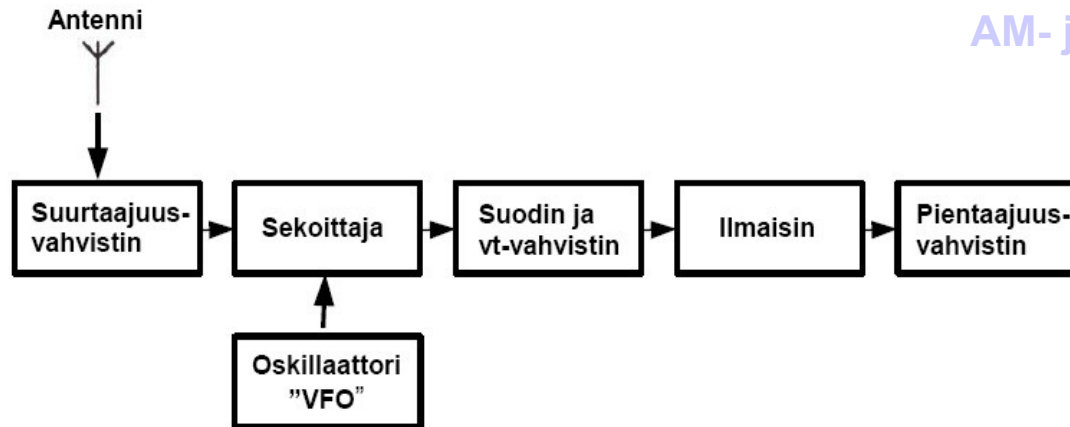
04013⁵⁰

5 Vastaanottimet

5.3 Supervastaanotin

Nykyään lähes kaikki vastaanottimet ovat ns. supervastaanottimia.

AM- ja FM-vastaanotin



Suurtaajuusvahvistimessa vahvistetaan antennista tuleva värähtely ja ohjataan se sekoittajaan. Oskillaattorissa luodaan halutusta kuuntelutaajuudesta hieman eroava taajuus ja ohjataan sekoittajaan. Sekoittajassa syntyy molempien taajuuksien summa ja erotus. Yleensä summataajuus poistetaan suotimessa. Näin syntyy välitaajuus, jota on helpompi käsitellä kuin pelkkää suurtaajuutta. Välitaajuus etenee vahvistimeen ja ilmaisiin, jonka jälkeen jäljelle jäänyt ääni vahvistetaan ennen kaiuttimia.

T1-moduulin kysymyksiä:

04017 04004 04006 09017 04002 04026 04032 04038 03024 04041 04011
04003 04005 04010 04016 04022 04027 04037 01059 04040 04021

5 Vastaanottimet

5.3 Supervastaanotin

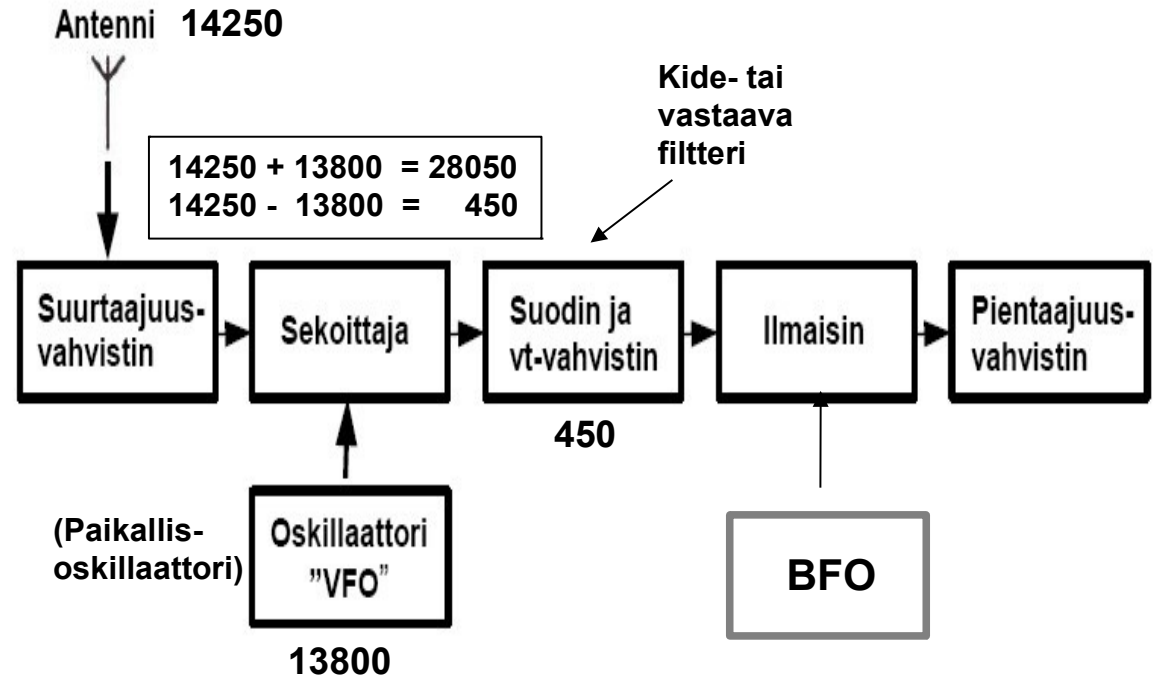
Haluat kuunnella taajuudella 14250 kHz olevaa asemaa. Käännät asemavalitsimen eli paikallisoskillaattorin (VFO) taajuudelle 13800 kHz. Sekoittajassa syntyy molempien taajuuksien summa ja erotus:

$$14250 \text{ kHz} + 13800 \text{ kHz} = 28050 \text{ kHz}$$

$$14250 \text{ kHz} - 13800 \text{ kHz} = 450 \text{ kHz}$$

Näistä suodatetaan korkeampi taajuus pois, jolloin jäljelle jää 450 kHz:n välitaajuus.

Supervastaanotin



T1-moduulin kysymyksiä:

04014 04043 04029 04015 04034 04035 04036 04039 04044 04045 04042 04046

5 Vastaanottimet

5.3 Supervastaanotin

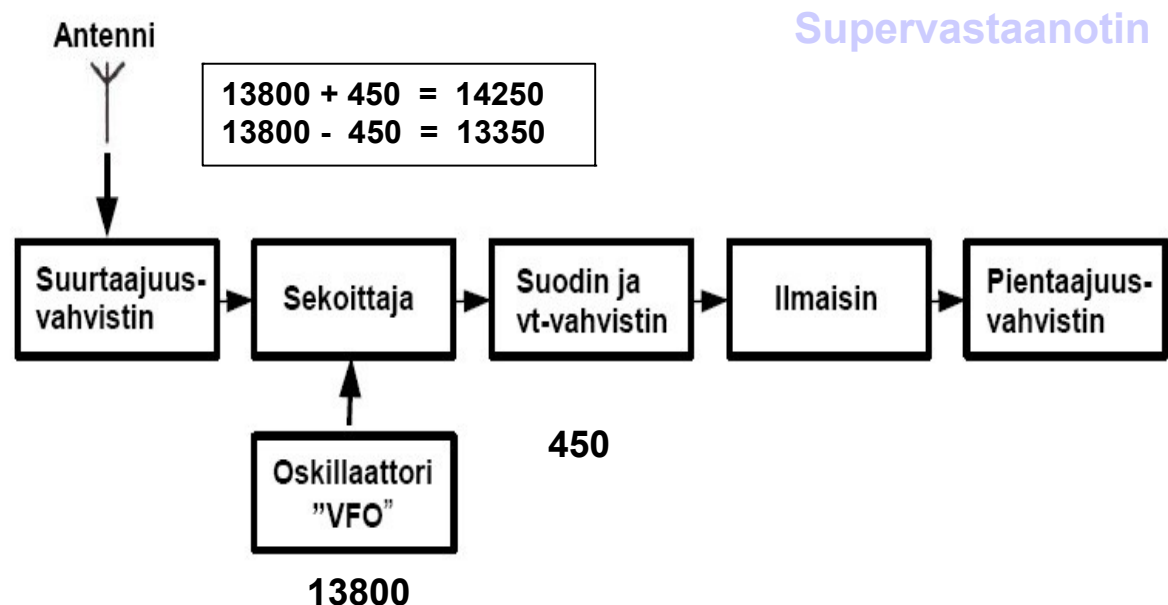
Supervastaanottimen ongelmana ovat ns. peilitaajuudet. Peilitaajuudella tarkoitetaan taajuutta, joka on välitaajuuden (tässä esimerkissä 450 kHz) päässä paikallisoskillaattorin (VFO) taajuudesta.

$$13800 \text{ kHz} + 450 \text{ kHz} = 14250 \text{ kHz (kuuntelutaajuus)}$$

$$13800 \text{ kHz} - 450 \text{ kHz} = 13350 \text{ kHz (peilitaajuus)}$$

eli myös 13350 kHz:n kohdalla oleva asema kuuluu vastaanottimesta!

Peilitaajuuksien vaimentamiseksi on kehitetty kaksois- ja kolmoissupereita, joissa nimensä mukaisesti on kaksi tai kolme välitaajuutta.



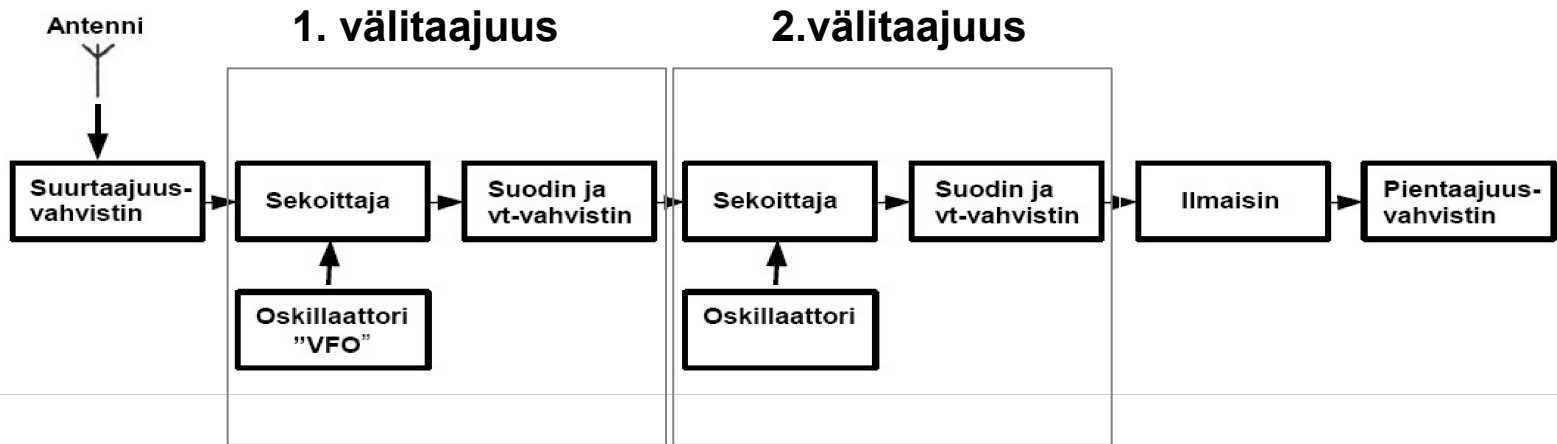
T1-moduulin kysymyksiä:

04007 04001 04008 04028 04018 04047 04030 04009

5 Vastaanottimet

5.3 Supervastaanotin

Kaksoissupervastaanottimen lohkokaavio



Kaksoissuperin ensimmäinen välitaajuus on usein 8200 kHz ja toinen 450 kHz. Jos kuunneltava taajuus on 14250 kHz pitää ensimmäisen paikallisoskillaattorin (VFO:n) taajuuden olla $14250 - 8200 = 6050$ kHz. Peilitaajuus on välitaajuuden etäisyydellä paikallisoskillaattorin taajuudesta, eli 2150 kHz. Koska kuuntelutaajuuden ja peilitaajuuden taajuusero on kaksoissuperissa paljon suurempi kuin tavallisessa superissa, on peilitaajuus huomattavasti helpompi suodattaa pois kuin tavallisessa superissa.

Kaksois-/kolmoissuperin toinen merkittävä etu on se, että vahvistus voidaan toteuttaa useammassa välitaajuusasteessa, jolloin vastaanotin on vakaampi ja sisäisten häiriöiden (esim. värähtely) riski on vähäisempi.

6 Lähettimet

6.1 Sähkötyslähetin

Yksinkertainen lähetin saadaan yhdellä taajuudella värähtelevästä kiteestä ja pääteasteesta eli vahvistimesta. Katkomalla kiteen antamaa kantoaaltoa saadaan antenniin sähkötystä!



Kide värähtelee vain yhdellä taajuudella, mutta lisäämällä lähettimeen **kertoja** kiteen antama taajuus saadaan esim. kolminkertaiseksi, jolloin päästään lähettämään korkeammallakin taajuudella.

T1-moduulin kysymyksiä:

05003 05004 05005 05006 05008 05019 05023 05025 02057 01053 05009

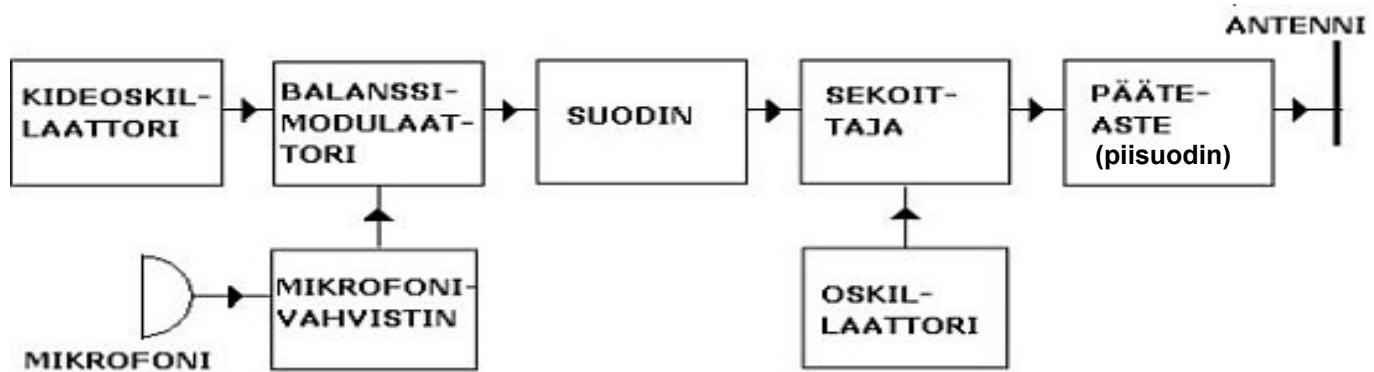
05011

05012

6 Lähettimet

6.2 SSB -lähetin

SSB-lähettimen rakenne on huomattavasti monimutkaisempi kuin sähkötyslähettimen, sillä kantaalto ja toinen sivunauha vaimennetaan



Balansoituun modulaattoriin (balanssimodulaattoriin) tuodaan kiinteä taajuus ja mikrofonista tuleva äänitaajuus.

Balansoitu modulaattori vaimentaa kantaallon, mutta jättää jäljelle molemmat sivukaistat. Suodin poistaa toisen sivunauhan, jonka jälkeisessä sekoittajassa synnytetään lopullinen lähetystaajuus.

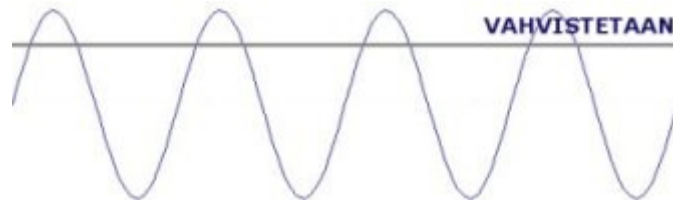
T1-moduulin kysymyksiä:

6 Lähettimet

6.3 Vahvistinluokat

Pääteaste vahvistaa lähetteen halutun suuruiseksi. Vahvistimet jaetaan kolmeen eri luokkaan: A-, B- ja C- luokan vahvistimiin.

C -luokan vahvistin toimii vain siniaallon huipun aikana.



Tällaista vahvistinta käytetään mm. sähkötyslähettimissä ja sen hyötysuhde on erittäin hyvä, jopa 90 %. C- luokan vahvistin vahvistaa epälineaaraisesti eikä sitä voi käyttää puheen vahvistamiseen. Tämän vuoksi puhevahvistimet ovat AB- tai joskus B-luokassa.

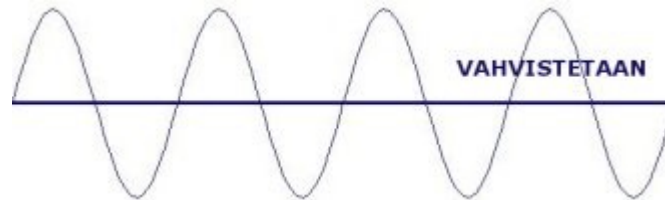
T1-moduulin kysymyksiä:

05013 05020 05016 02035

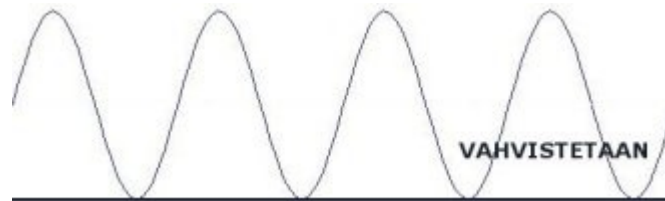
6 Lähettimet

6.3 Vahvistinluokat

B-luokan vahvistimessa virta kulkee vain siniaallon toisen puoliskon aikana, hyötysuhde parhaimmillaan n. 75 %.



A-luokan vahvistimessa virta kulkee koko ajan, jopa ilman tulevaa aaltoa. Vahvistimen hyötysuhde on erittäin huono, n. 25 %, mutta sitä käytetään mm. äänivahvistimissa, joissa halutaan korkealaatuista, säröytymätöntä vahvistusta.



Jokaisella vahvistimella on sen vahvistusta kuvaava ominaiskäyrä. Vahvistin saadaan toimimaan halutussa luokassa asettamalla vahvistimen toimintapiste sopivaan kohtaan ominaiskäyrällä.

T1-moduulin kysymyksiä:

05021 05022 02032 02033 02034 02036 08004

7 Siirtojohdot

7.1 Koaksiaalikaapeli

Koska antenni on ulkona ja lähetin sisällä, ne on jotenkin yhdistettävä toisiinsa. Tähän käytetään yleisesti koaksiaalikaapelia, jonka pääosat ovat keskijohto ja sitä ympäröivä vaippa.



Koaksiaalikaapeleita

Koaksiaalikaapeleita on monenlaisia ja monenhintaisia, paksuja ja ohuita. Mitä ohuempi käytetty koaksiaalikaapeli on, sitä enemmän lähetystehosta häviää kaapeliin eikä pääse anteeniin.

Alle 30 MHz:n taajuuksilla häviöt ovat melko pienet, mutta korkeammilla taajuuksilla asiaan on ehdottomasti kiinnitettävä huomiota. Jo 145 MHz:n taajuudella on käytettävä korkealaatuista, paksua kaapelia.

T1-moduulin kysymyksiä:

06005

7 Siirtojohdot

7.1 Liittimet

Kaapelin toiseen päähän tinataan liitin. Yleisesti käytetty liitin on ns. UHF- eli PL259-liitin. Tämä liitin soveltuukin alle 300 MHz:n taajuuksille, mutta korkeammilla taajuuksilla suositellaan käytettäväksi ns. N-liitintä.



PL259



N-liitin

Koaksiaalikaapelia vähähäviöisempi kaapeli on ns. avosyöttöjohto, jossa kaksi johdinta on eristetty toisistaan muovipaloilla.

Avosyöttöjohto soveltuu hyvin alle 30 MHz:n taajuuksille, mutta syöttöjohdon ja lähettimen välille tarvitaan sovitin, koska lähettimessä on yleisesti PL259-liittimeen sopiva SO-239-naarasliitin.



ITSETEHTY



LÄHETTIMESSÄ

T1-moduulin kysymyksiä:

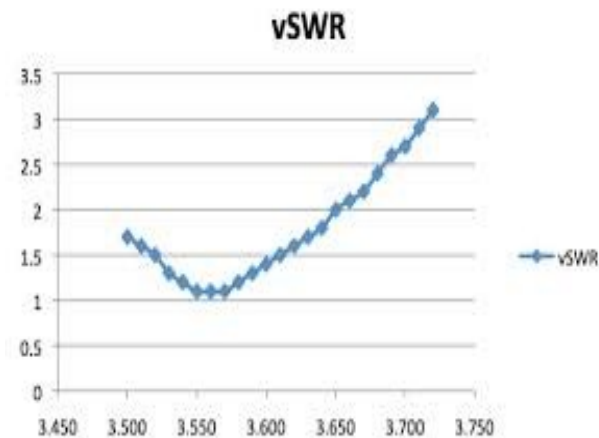
8 Antennit

8.0 Impedanssi ja sovitus

Nykyajan lähettimet olettavat, että antennipistokkeessa on 50Ω vastus lähtevälle radioaalolle. Suurtaajuista vastusta kutsutaan **impedanssiksi** ja se mitataan myös ohmeissa. Sekä käytettävän kaapelin että antennin tulisi olla 50Ω . Koaksiaalikaapelit täyttävät tämän ehdon, mutta avosyöttöjohdon kohdalla tarvitaan erikoisjärjestelyjä.

Jos antennin vastus ei ole 50Ω , osa radioaallosta heijastuu takaisin kaapeliin ja summautuu vastaantulevaan radioaaltoon. Näin kaapeliin syntyy ”seisova aalto” eikä lähetin näe kaapelia ja antenna 50Ω .

Seisovan aallon suhde SWR kertoo kuinka hyvin antenni on sovitettu kaapeliin ja lukema voidaan mitata ns. SWR -mittarilla. Paras lukema on 1:1, mutta jos lukema on yli 2:1 lähetin voi rikkoutua väärän sovituksen vuoksi.



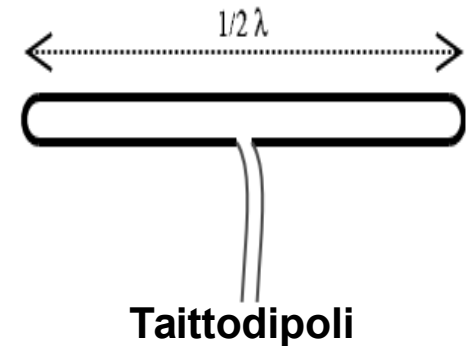
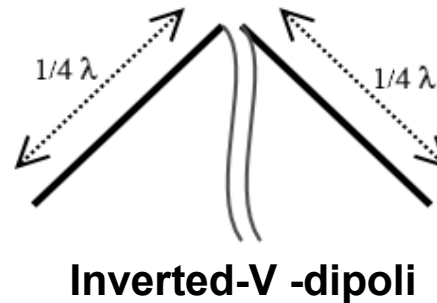
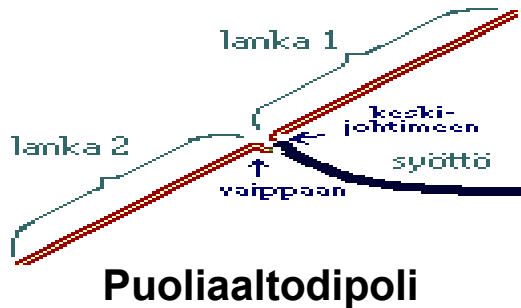
T1-moduulin kysymyksiä:

06006 06010 06032 06033 06051 08011 08015 08020 06011 08011 01064

8 Antennit

8.1 Dipoli

Radioamatöörin perusantenni on (puoliaalto)dipoli, jonka molemmat puoliskot ovat neljäsosa aallonpituudesta.



Jos siis rakennamme dipolin 7.0 MHz:in taajuudelle, aallonpituus on $300/7.0 = 42.85$ metriä. Neljäsosa tästä on siis $42.85 \text{ m}/4 = 10,7$ metriä! Antennin kokonaispituudeksi siis tulee yli 20 metriä.

Dipolin säteilyvastus on teoriassa 73 ohmia, mutta lähellä maata, alle 20 metrin korkeuksissa vastus on lähempänä 50 ohmia. Dipoli toimii kohtalaisesti myös parittomilla kerrannaisilla eli 7.0 MHz:n dipoli toimii myös $3 \cdot 7 \text{ MHz} = 21 \text{ MHz}$:in taajuudella.

T1-moduulin kysymyksiä:

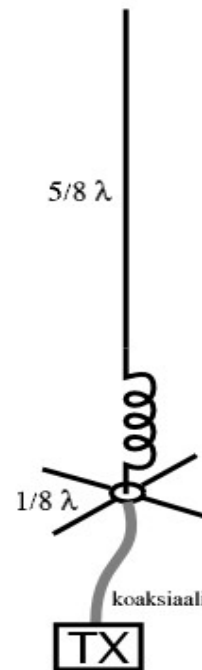
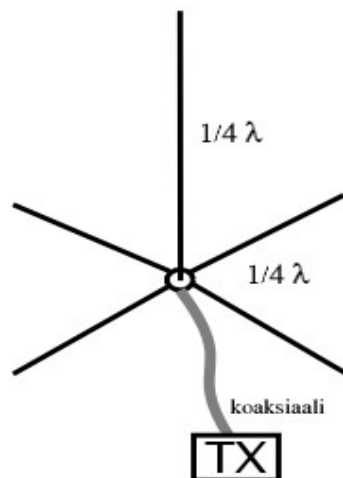
06035 06031 06034 06041

8 Antennit

8.2 Ground Plane eli "vertikaali"

Pitkät dipoliantennit eivät aina mahdu pienelle tontille. GP - eli Ground Plane eli "vertikaali" on pystyantenni, jonka osien pituus on myös neljäsosa aallonpituudesta.

Teoriassa GP:n säteilyvastus on 36 ohmia, mutta taivuttamalla "jalkoja" alaspäin päästään lähelle 50 ohmia.



Jos GP:n pituus $5/8$ aallonpituudesta, antennin vahvistus on suurimmillaan, mutta säteilyvastus ei ole 50 ohmia, joten sovitusta tarvitaan.

T1-moduulin kysymyksiä:

06001 06043 06040 06046

8 Antennit

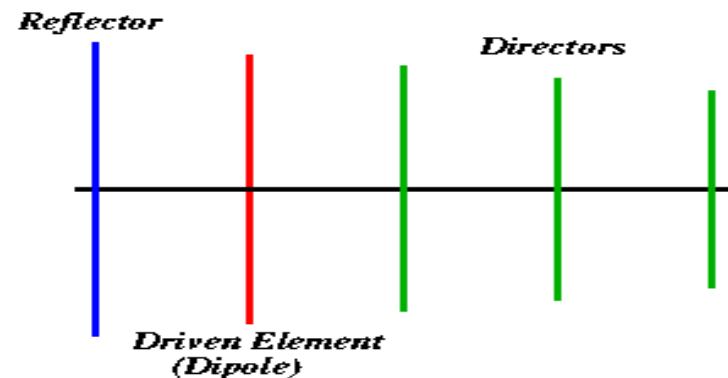
8.3 Muita antennoja

Antennit ovat mielenkiintoinen kokeilukenttä, koska antennoja on lukemattomia erilaisia.

Kaikkein yksinkertaisin antenni on **pitkälanka eli long-wire** ("vieteri"), joka nimensä mukaisesti on pitkä lanka vedettynä lähimpään puuhun. Pitkälangan säteilyvastus on epämääräinen, joten lähettimen ja antennin välissä tarvitaan sovitin.

Kokoaaltoantenni on nimensä mukaisesti yhden aallonpituuden mittainen lanka, joka voidaan asettaa suorakulmion muotoon. Tällaisen loopin säteilyvastus on 100 ohmin luokkaa.

Suunta-antennit lähettävät nimensä mukaisesti säteilyä tiettyyn suuntaan. Tunnetuin suunta-antenni on **yagi- eli beam-antenni** ("biimi"), jollainen mm. TV-antenni on.



T1-moduulin kysymyksiä:

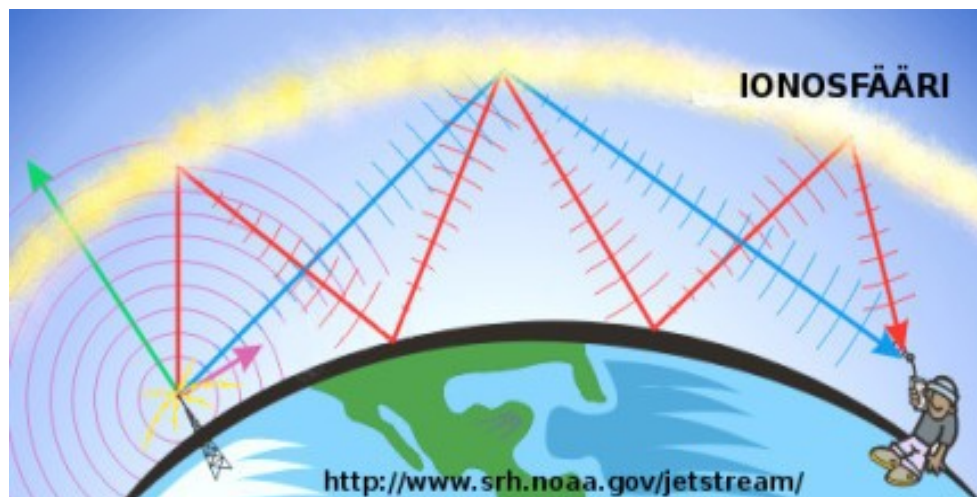
06003 06004 06036 06037 06039 06038 06042 06044 06045 06047 06049
06048 06050

9 Radioaaltojen eteneminen

9.0 Yleistä

Radioaalto, kuten valokin, etenee suoraan. Kuitenkin ilmakerrosten lämpötilaerot yms. saavat aallon taipumaan hieman kohti maanpintaa. Taipuminen on kuitenkin niin pientä, että ilman muita tekijöitä radioyhteydet rajoittuisivat kotimaahan tai horisonttinäkymään.

Heijastuminen



T1-moduulin kysymyksiä:

9 Radioaaltojen eteneminen

9.1 HF -taajuudet

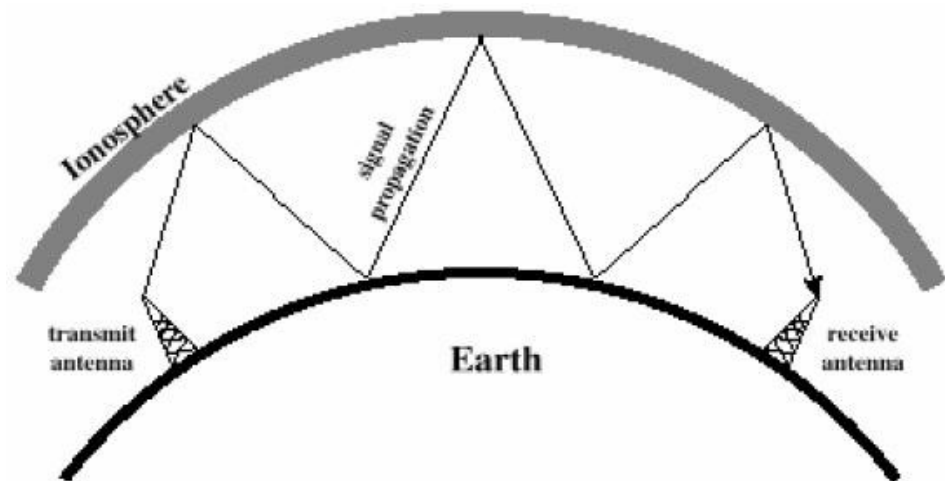
Alle 30 MHz:in taajuuksilla radioaallot heijastuvat ilmakehän yläosassa olevasta **ionosfääristä**, jolloin pitkät, kansainväliset yhteydet onnistuvat helposti.

Lyhytaallolla radioaaltojen eteneminen tapahtuu etupäässä ionosfääristä heijastumalla. Ionosfääriksi sanotaan vyöhykettä noin 65 kilometristä lähes 1000 kilometriin saakka maanpinnan yläpuolella.

Skippi ja katve

Ionosfääri muodostuu nimensä mukaisesti ionisoituneista kaasumolekyyleistä, joissa on yksi tai useampi atomiydin.

Ionosfäärin "kunto" vaihtelee vuorokauden ja vuodenaikojen mukaan ja eniten auringonpilkkujen määrän mukaan.



T1-moduulin kysymyksiä:

07019 07007

9 Radioaaltojen eteneminen

9.1 HF -taajuudet

Ionosfääri jakautuu kolmeen kerrokseen (D,E ja F), joista ylin F-kerros heijastaa aaltoja.

F-kerros on yöllä yhtenäinen 250...350 km korkeudella. Se jakautuu päivällä kahdeksi eri kerrokseksi: F1-kerros on 140...250 km ja F2-kerros 250...350 km.

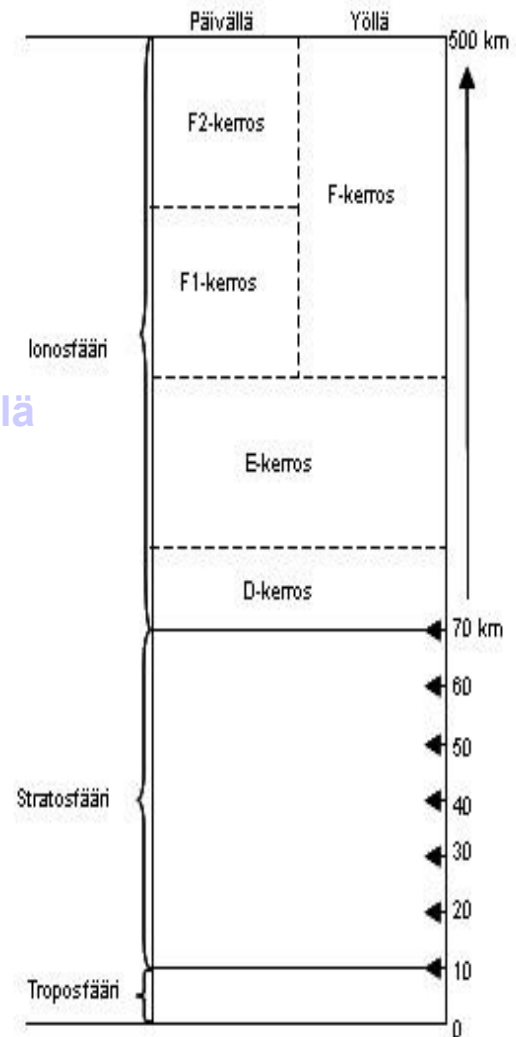
F-kerros yöllä ja päivällä

E-kerros esiintyy 80...100(-140) km korkeudella.

Eräissä tapauksissa kesäaikaan VHF-aallot saattavat heijastua tilapäisesti ionisoituneesta E-kerroksesta ns. Es-etenemisenä.

D-kerros on 50...90 km korkeudella. D-kerroksessa tapahtuu suurin vaimeneminen. Erityisesti keskiaallot (mm 160m) imeytyvät kerrokseen pääsemättä takaisin maan pinnalle. Syynä on voimakas absorptio.

Talvi-iltaisoin yhteydet Keski-Eurooppaan onnistuvat mainiosti esim. 3,5 MHz:in tai 7 MHz:in taajuuksilla.



T1-moduulin kysymyksiä:

07006 07029 07011 07015 07017 07018 07028 07022 07024 07027

9 Radioaaltojen eteneminen

9.2 VHF- ja UHF -taajuudet

Radiohorisontti

Ionosfääri päästää yli 30 MHz:n taajuudet lävitseen, joten mikäli näillä taajuuksilla halutaan pitkiä yhteyksiä on turvauduttava erikoiskeinoihin

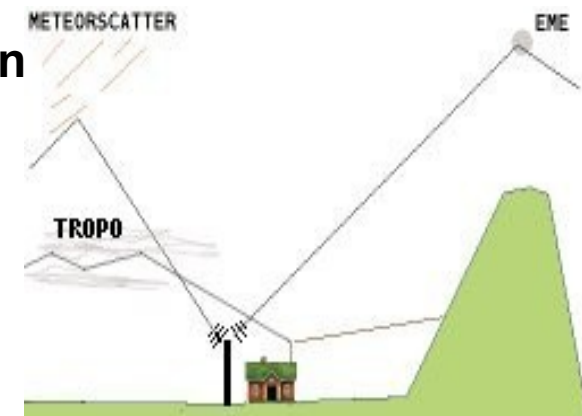
EME, Earth-Moon-Earth -yhteyksissä radioaalto suunnataan Kuuhun, josta pieni osa heijastuu takaisin. Tähän tarvitaan suuria antennejä ja tehoja.

Meteorisirona eli Meteor Scatter -yhteyksissä radioaalto suunnataan pienten meteorien ilmakehään jättämiin palojälkiin, jotka heijastavat hetken radioaaltoja. **Revontuliyhteydet** perustuvat samantapaiseen ilmiöön, jossa revontulet toimivat ”peilinä.” **Meteorivana**

Troposfäärissä etenemisessä kylmän ja lämpimän ilmassan väliin syntyy radioaaltoja kuljettava kerros, jolloin pitkätkin yhteydet ovat mahdollisia.

Tropo-eteneminen

Sporadisessa Es -etenemisessä ilmakehässä on E-kerroksessa radioaaltoja voimakkaasti heijastava keskus, joka syntymekanismi on epäselvä.



T1-moduulin kysymyksiä:

07002 07003 07004 07008 07009 07010 07012 07013 07014 07016 07020

9 Radioaaltojen eteneminen

9.3 Polarisaatio

Vaakasuoraan asennettu antenni, esim. vaakadipoli lähettää vaakapolaroitua radioaaltoa, kun taas pystysuorassa oleva antenni, esim. Ground Plane lähettää pystypolaroitua eli vertikaalista säteilyä. Polarisaatio määrittää radioaallon sähkökentän voimaviivojen suuntaiseksi.

Polarisaatio ei vaikuta radioaaltojen etenemiseen, mutta vaakatasossa oleva antenni vastaanottaa parhaiten vaakapolaroitua aaltoa.

HF-taajuuksilla polarisaatio kiertyy ionosfäärissä, joten asemien polarisaatioeroa ei tavallisesti huomaa. Sen sijaan VHF-taajuuksilla vaaka- ja pystyantennin vastaanotossa on selvä ero riippuen vastaanaseaman käyttämästä polarisaatiosta.

9 Radioaaltojen eteneminen

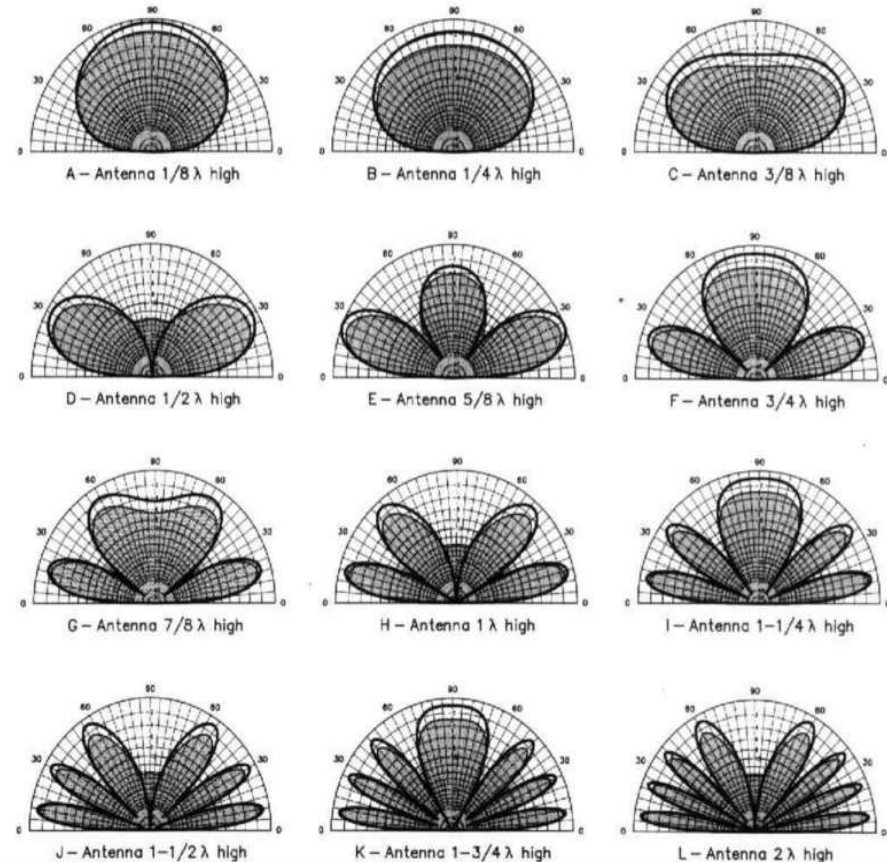
9.4 Lähtökulma

Jos HF-taajuuksilla halutaan DX-yhteyksiä kauas, antennin säteilyn pitää lähteä mahdollisimman pienessä kulmassa kohti horisonttia.

Vaaka-antennien lähtökulmaan vaikuttaa antennin korkeus: mitä korkeammalla, sitä matalampi lähtökulma.

Antennin korkeus maasta pitää kuitenkin suhteuttaa aallonpituuteen. 3,5 MHz:n aallonpituus on 80 metriä, joten 20 metrin korkeus on vain yksi neljäsosa aallonpituudesta kun taas 28 MHz:llä vastaava korkeus on kaksi aallonpituutta!

Kuvassa on dipolin lähtökulmat eri aallonpituuden korkeuksissa. Mata-lalla olevan dipolin säteilykuvio on lähes suoraan ylös.



T1-moduulin kysymyksiä:

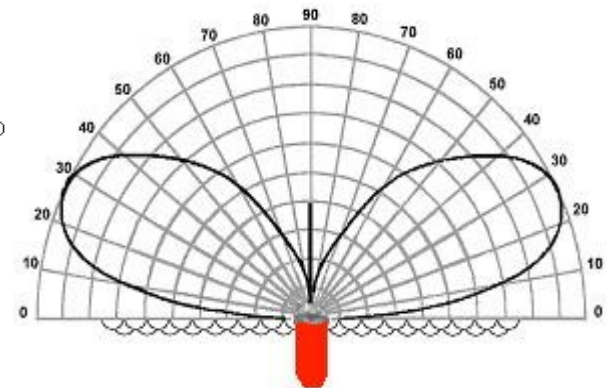
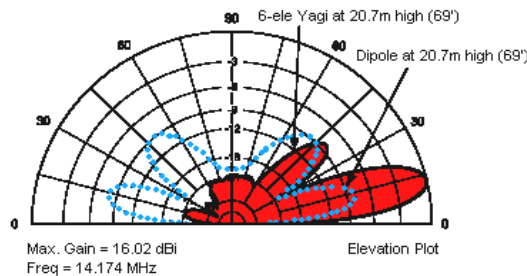
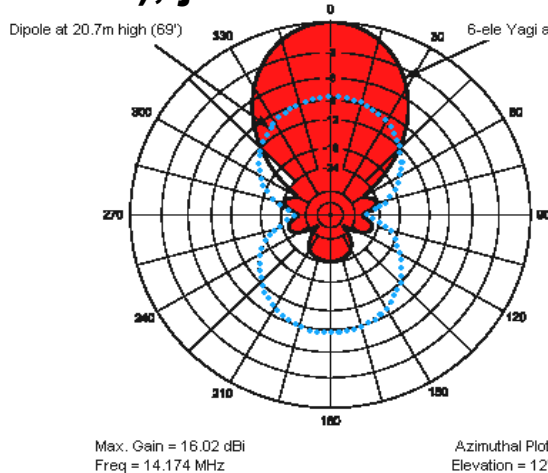
07005

9 Radioaaltojen eteneminen

9.5 Säteilykuvio

Vertikaaliantenni on ympärisäteilevä eli se lähettää säteilyä joka suuntaan. Korkealla olevalla dipolilla on suuntakuviot: säteily on pienintä lankojen päiden suuntaan.

Yagiantennin yhteydessä puhutaan etu-takasuhteesta (front-to-back, ”FB”), joka kertoo eteen- ja taaksepäin suuntauvan säteilyn suhteen.



Yagi-antennin (punainen) ja dipolin (sininen) säteilykuviot sekä lähtökulmat

Vertikaalin lähtökulma on matala eikä korkeus vaikuta niin voimakkaasti kuin vaaka-antenneissa.

T1-moduulin kysymyksiä:

06009 06002

10 Sähköturvallisuus

10.1 Suojausluokat

Radioamatöörit saavat rakentaa itse omat lähettimensä ja vastaanottimensa ja käyttää niitä ilman tarkastusta. Rakennettaessa on tietysti noudatettava normaaleja sähköturvallisuusmääräyksiä.

Radioamatöörien rakentamat laitteet kuuluvat **I -suojausluokkaan** eli laite käyttää maadoitettua pistoketta (**SU**oja**KO**sketinpistotulppa). Tässä pistokkeessa on kolme johtoa: **sininen**, **ruskea** ja **-keltavihreä** (kevi).

Keltavihreä (kevi) johto on sovittu maadoitusjohtimeksi eli se on kytkettävä metallikuorisen laitteen runkoon koneruuvilla. Mikäli laitteen runkoon tulee vikatilanteessa vaarallinen jännite, maadoitusjohdin yhdistää jännitteen maahan. Jos johtimet irtoavat, keltavihreän maadoitusjohtimen tulee irrota viimeisenä, joten se jätetään hieman muita pidemmäksi.

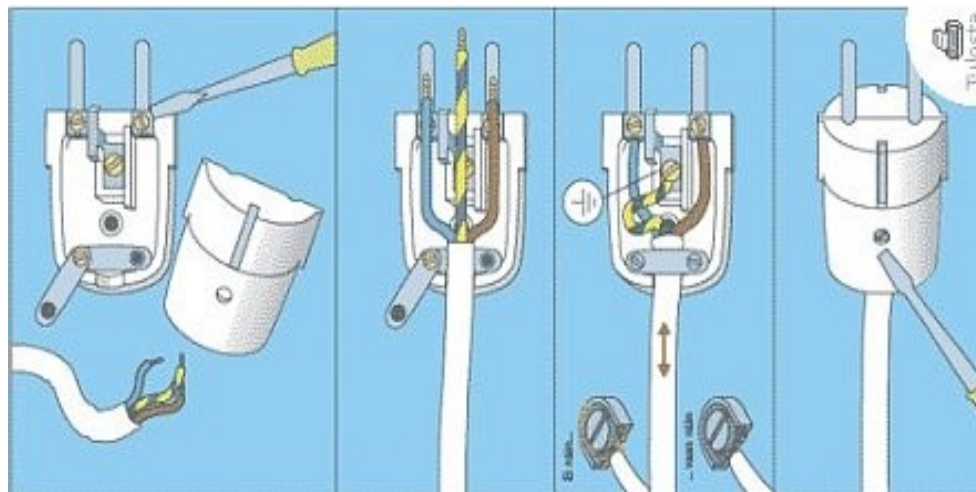
Omarakenteisen sähkölaitteen verkkokytkimen tulee olla kaksinapainen eli sen tulee katkaista molemmat sähköjohdot. Kytkimeen tulee merkitä **1** ja **0** kuvaamaan päällä/poissa -tilannetta.

T1-moduulin kysymyksiä:

10001 10007 10009 10034 10048 10033 10035 10041 10051 10050 10052 10053
10003 10008 10013 10036

10 Sähköturvallisuus

10.1 Suojausluokat



II -suojausluokan laitteessa on muovikuoret ja sen sähköisiin osiin ei pysty vahingossa koskettamaan suojakotelon vuoksi.

III -suojausluokan laitteet toimivat pienellä jännitteellä, ns suojajännitteellä, joka on tyypillisesti 24 voltia. Suojajännite tehdään erillisellä suojajännitemuuntajalla. Tällaisia laitteita ovat esim. lelut (junarata).

0 -suojausluokan sähköpistoke on pyöreä.



T1-moduulin kysymyksiä:

10014 10015 10017 10019 10022 10024 10026 10055 10056 10057 10058 10004
10010 10011

10 Sähköturvallisuus

10.2 Käyttömaadoitus

Normaalin SUKO -pistokkeen kautta saatavan maadoituksen **lisäksi** radioasemalla tulee olla ns. käyttömaadoitus, mikä tarkoittaa kaikkien aseman (metalli-)laitteiden mahdollisimman suoraa kytkemistä maahan. Maadoitusjohtimeksi käy 10 metrin pituinen 0,7 metrin syvyyteen kaivettu 16 neliömillimetrin paksuinen kuparijohto, johon laitteet yhdistetään.

Laiteet tulee yhdistää tähän suojamaadoitukseen rinnankytkentäperiaatteella, ei peräkkäin!

Käytännössä seinään yleensä kiinnitetään kuparinen kisko, josta vedetään maadoitusjohto maahan, ja kiskoon yhdistetään kaikki aseman laitteet johtimella.

Koska edellä mainitun käyttömaadoituksen rakentaminen esim. kerrostaloissa on mahdotonta, käyttömaadoitukseen käy esimerkiksi johtavin liitoksin tehty vesijohto.

T1-moduulin kysymyksiä:

09008 10002 10016 10018 10025 10045 10046 10006 10005 10027 10047
10023

11 Eräitä kurssilla käsittelemättömiä tutkintokysymyksiä

Eräitä kurssilla käsittelemättömiä tutkintokysymyksiä:

10021 Suurtaajuinen sähkö on vaarallista

10020 Kosketusjännite

10028 On syytä muistaa, että

10029 On tärkeää tietää, että

10039 Vaarallisten tasajännitteiden pääsy antenniin estetään

10037 Kun lataat 600 mAh nikkeli-kadmiumakkua

10032 Verkkokäyttöisen laitteen käyttöolosuhteet ovat

Reaktanssi (tunnus X) tarkoittaa vaihtovirtapiirissä sähköisen 'vaihtovirta vastuksen' eli impedanssin imaginaarista osaa. Impedanssi Z on piirin resistanssin R ja reaktanssin X summa, $Z = R + jX$,

Reaktanssia aiheuttavia komponentteja ovat kela, jonka reaktiivisuutta kuvaa sen induktanssi, ja kondensaattori, jonka reaktanssia aiheuttava ominaisuus on sen kapasitanssi.

T1-moduulin kysymyksiä:

02058 02060

11 Häiriöt

11.1 Häiriöiden syntyminen

Radiolähetin voi aiheuttaa häiriöitä omaan tai naapurin radioon tai TV-kuvaan.

Mahdollisia syitä ovat esim.:

- huono lähettimen käyttömaadoitus
- korkea SWR antennissa
- huonot tai hapettuneet liitokset joko omassa tai naapurin antennissa
- naapurisi huonolaatuinen vastaanotin
- ylimodulaatio (mikrofonivahvistus on liian suurella)
- käytät suurta tehoa (pienentämällä lähetystehoa pienennät myös häiriöitä).

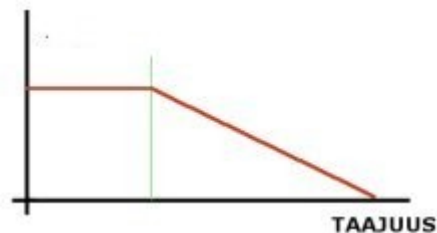
T1-moduulin kysymyksiä:

09003 09007 09009 09010 09015 09020 09012 09013 09018 09016

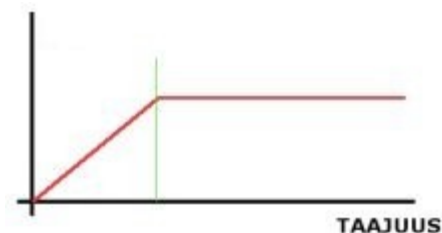
11 Häiriöt

11.2 Häiriöiden poistaminen

Alipäästösuodin päästää lävitseen tietyn taajuuden alla olevat taajuudet, mutta vaimentaa voimakkaasti korkeampia taajuuksia.



Alipäästösuodin



Ylipäästösuodin

Alipäästösuodin

Kaistanpäästösuodin

Ylipäästösuodin

Ylipäästösuodin päästää korkeat taajuudet lävitseen, mutta vaimentaa voimakkaasti matalampia taajuuksia.

Kaistan**esto**- ja kaistan**päästö**suotimet ovat suotimia, joissa on sekä ali- että ylipäästösuodin eli ne päästävät tai estävät lävitseen vain kaistan radioaaltoja.

Suotimia voi ostaa kaupasta tai tehdä itse.

T1-moduulin kysymyksiä:

05014 05007 09001 09004 09005 09011 09019 09021 09006

11 Häiriöt

11.2 Häiriöiden poistaminen

Esimerkki: Puhuessasi 7 MHz:n taajuudella naapurisi TV:n kuva muistuttaa järven aaltoja. TV-lähetykset ovat yleisesti UHF-taajuuksilla, joten lähettimesi lähettää korkeita taajuuksia.

Häiriön poistamiseksi voit kokeilla asentaa omaan antenniisi vaikkapa 30 MHz:n alipäästösuotimen (jolloin UHF-taajuuksia ei mene antenniisi) tai asentaa naapurisi TV-johtoon 100 MHz:n ylipäästösuotimen (jolloin antennista ei tule sinun taajuuttasi vastaanottimeen saakka)

Häiriö voi levitä myös sähköverkon kautta.

Sähköverkkoon ei saa mennä minkäänlaisia suurtaajuuksia. Verkkokuristin estää radiotaajuisen värähtelyn pääsyn sähköverkkoon/verkosta. Verkkokuristin tehdään kiertämällä laitteen sähköjohtoa ferriittisauvan ympärille useita kierroksia.