

1.1.3. PUTOAMISLIIKKEEN TUTKIMINEN

a) VAPAA PUTOAMISLIIKE TYHJIÖSSÄ

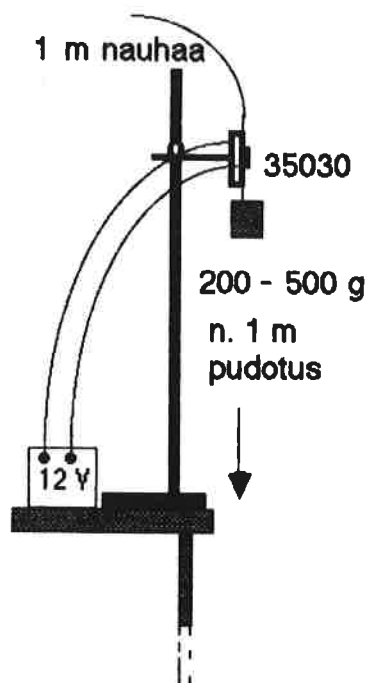
Tyhjiökammioista 32012 (tai tyhjiöputkesta 35020) imetään ilma pois.
Kokeillaan, kuinka raha ja höyhen putoavat tyhjiössä.

Vastaava koe voidaan suorittaa pudottamalla lantti, jonka päälle on asetettu lantin kokoinen paperipala.



b) VAPAAN PUTOAMISLIIKKEEN KIIHTYVYYS

Jaksotin on yksinkertainen ja kätevä laite putoamisliikkeen tutkimiseen. Sen käyttöjännite on 12 V (AC). Taajuus on 50 Hz, joten jaksotin lyö 50 merkkiä sekunissa. Kahden peräkkäisen merkin välinen aika on siis $1/50 \text{ s} = 0,02 \text{ s}$. Useissa kokeissa on kätevää käyttää aikayksikkönä 0,1 s eli ottaa 5 aikaväliä. Kun jaksotinnauhasta mitattu matka jaetaan ajalla, saadaan keskinopeus. Keskimääräinen kiihtyvyys voidaan laskea jakamalla loppu- ja alkunopeuden erotus ajalla tai määrittämällä keskinopeuksien graafisesta esityksestä nopeuden muutokset aikayksikköä kohden ja laskemalla niistä keskiarvo.



Kiinnitetään jaksotin statiiviin pöydän reunalle. Jaksotinnauhan päähän teipataan punnus, joka pääsee vapaasti putoamaan lattialle. Varataan jotakin pehmikettä alle, ettei lattia vaurioidu. Pidetään nauhasta kiinni ja käynnistetään jaksotin. Irrotetaan ote nopeasti. Ajetaan useampia nauhoja, jotta saadaan luotettavuutta tuloksiin.

Merkitään nauhoista peräkkäiset 0,1 sekunnin aikavälit. Mitataan matkat ja lasketaan nopeudet. Tulokset voidaan esittää graafisesti, jolloin kuviosta saadaan keskikihtyvyys. Varsin näppärä tapa on leikata nauhasta 0,1 s:n aikavälejä vastaavat pätkät. Ne vastaavat keskinopeuksia, joten niistä saadaan pylväskuvio aika-nopeus -koordinaatistoon. Kuviosta nähdään nopeuden kasvavan tasaisesti eli kiihtyvyys on vakio.

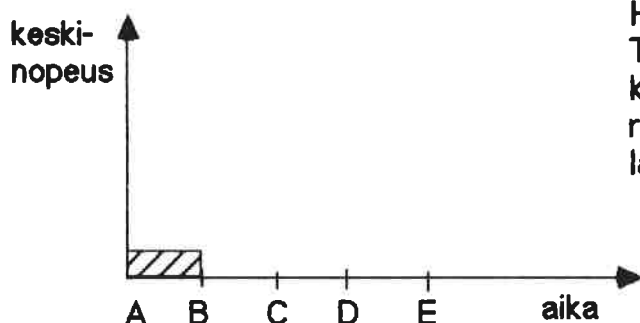
Jos nauhaan ei tule selviä merkkejä, on syytä vaihtaa hiilipaperikiekko ja tarkistaa säädöt. Tulokset ovat kitkan takia oikeaa g-arvoa pienempiä.
(Huom. Jaksotin ottaa noin 250 mA virran 12 V:n kytkennällä.)

JAKSOTINNAUHOJEN ANALYSOINTI

Merkittään kynällä jaksottimella ajettuun nauhaan joka viides piste kirjaimin A, B, C, D, Piste B voidaan merkitä 5,0 cm päähän alkupisteestä, jos pisteitä ei pystytä alusta laskemaan. Punnus on pudonnut matkat AB, BC, CD jne. 0,1 sekunnissa. Mitataan nämä matkat ja lasketaan keskinopeudet jakamalla 0,1 sekunnilla.

Aikaväli	Putoamismatka (cm)	Putoamisaika (s)	Keskinopeus (cm/s)
AB 0-0,1	5,0	0,1	50
BC 0,1-0,2			
CD 0,2-0,3			

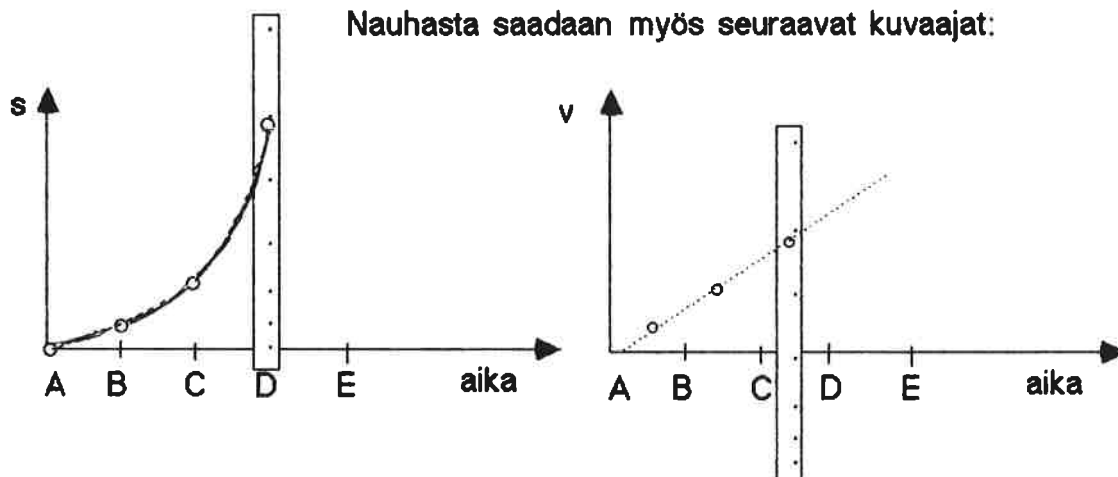
Laaditaan keskinopeuksista pylväsdiagrammi koordinaatistoon. Piirretään viiva, joka kulkee jokaisen pylvään huipun keskipisteen kautta (aikavälin keskinopeus!).



HUOM.

Taulupiirrokset saadaan kätevästi heijastamalla ruutukalvo piirtoheittimellä luokan liitutauluun.

Nauhasta saadaan myös seuraavat kuvaajat:



Edellisestä nähdään matkan riippuvan ajasta paraabelin muotoisesti *. Jälkimmäisestä kuvaajasta saadaan keskimääräinen nopeuden muutos (cm/s) 0,1 s kohden, eli siitä saadaan g-arvo jakamalla 10:llä.

$$* s = \frac{1}{2} g t^2$$

STROBOSKOOPPI 32022

OMINAISUUDET

Ksenontäyteinen salamavalon tyyppinen lamppu. Käyttöjännite 220 V.

Välähdysaika säädettävissä portaattomasti 1 - 250 Hz.

Alue 1: 1 - 10 välähdystä sekunnissa

Alue 2: 10 - 100 - " -

Alue 3: 100 - 250 - " -

Välähdyksen kesto noin 12 μ s.

Laitteen massa 1,45 kg.

KÄYTTÖESIMERKKEJÄ

1. SEISOVA AALTOLIIKE

Tutkitaan kuminauhassa värähtelevää seisovaa aaltoliikettä pimennetyssä luokassa stroboskoopilla. Säädetään välähdysaikaa niin, että saadaan lanka "pysähtymään". Käyttämällä sopivaa taajuutta saadaan näkyviin myös kuvun eri vaiheet.

2. PYÖRIMISLIIKKEEN PYSÄYTTÄMINEN JA SUUNNAN VAIHTO

Tutkitaan sähkömoottoriin kytkettyä spektrivärikielä stroboskoopin valossa. Taajuutta säätämällä nähdään erilaisia väriyhdistelmiä. Jos välähdystaajuus on sama (tai monikerta) kuin kierrosluku (RPS), näyttää pyörimisliike pysähtyvän. Taajuutta vielä hiukan muuttamalla saadaan kiekko pyörimään takaperin (vrt. vankkurin pyörät lännen filmeissä).

Tässä yhteydessä on tärkeää viitata työturvallisuusasioihin. Loisteputkien valossa (50 Hz taajuudessa) käynnissä olevat hiomalaikat tai sirkelin terät voivat näyttää pysähtyneiltä.

3. STROBOSKOOPPIKUVAAUS

Periaate: Kamera laukaistaan aikavalotukselle (B-asento) täysin pimeässä tilassa. Koe ja stroboskooppi käynnistetään yhtä aikaa. Ilmiö kuvautuu filmille jokaisen välähdyksen aikana. Kuvasta voidaan mitata tutkittavan kappaleen paikka, jos koelaitteistossa on ollut mitta-asteikko tai sopiva koordinaatisto. Peräkkäisten havaintopisteiden välinen aika saadaan laske-malla stroboskoopin välähdystaajuuden käänteisluku.

Käytettäessä polaroidkameraa saadaan kuvat nopeasti analysoitavaksi. Diakuvat ovat myös käteviä, koska kuva voidaan suurentaa luonnolliseen kokoon.

Käyttökohteita: Liikkeen tutkiminen ilmatyynyradalla, törmäyskokeet ja heittoliike.

Varoitus: Vältettävä 10 - 25 Hz taajuuksia, koska ne voivat aiheuttaa päänsärkyä tai jopa epileptisiä oireita.

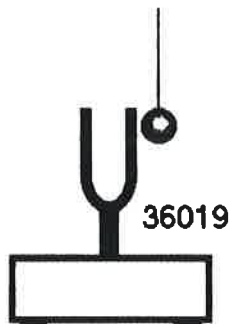
4.3. ÄÄNIOPPI

4.3.1. ÄÄNEN SYNTY

Ääni etenee väliaineessa pitkittäisenä aaltoliikkeenä. Sen synnyttämiseen tarvitaan jokin värähdyslähde.

Äänen syntyä voi demonstroida esim. teräslevykielellä 13010 tai ääniraudoil-la 36019, 32004 ja 32003.

Ääniraudan värähtely tulee näyttävästi esiin, kun soivan ääniraudan viereen vie ohueen lankaan ripustetun pingispallon tai kun kärjellä varustettua ääni-rautaa vetää noettua lasilevyä pitkin.



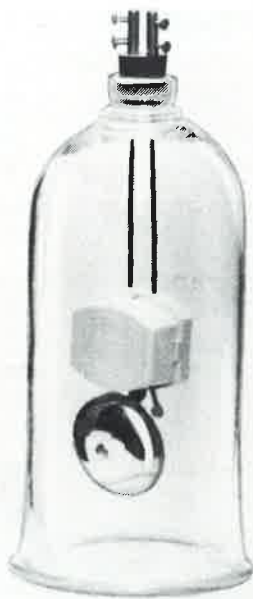
4.3.2. ÄÄNEN ETENEMINEN

a) SÄHKÖSOITTOKELLO TYHJIÖSSÄ

Kokeessa voi käyttää joko tyhjiökammiota 32012 ja soittokelloa 13014 tai tyhjiökupua 35023, johon kuu-luu tyhjiökuvun alusta 35022 ja soittokello 34008. Lisäksi tarvitaan vesisuihkupumppu 50009 paine-letkuineen 5007.

Kokeella voidaan osoittaa, että ääni ei etene tyhjiössä.

Tyhjiökupu



Tyhjiö-kammio



4.4. MIKROAALLOT

LAITTEISTO

33017 MIKROAALTOLÄHETIN (transmitter)

Gunn-diodi tyyppinen värähtelijä lähettää 10,7 GHz eli 2,8 cm aaltoja.
Käyttöjännite on 10 - 12 V (DC) ja maksimivirta noin 0,3 A.

33018 ja 33019 MIKROAALTOVASTAANOTIN (receiver)

33022 MIKROAMPEERIMITTARI 100 μ A

Ilmaisimena toimii piidiodi, jonka läpi kulkeva virta havaitaan μ A-mittarilla.
33019 on pistemäinen vastaanotin.

33012 ja 33011 MIKROAALTOHEIJASTIMET

2 kpl 200 x 300 mm alumiinilevyjä ja 1 kpl 60 x 300 mm levy

33013 MIKROAALTOHILA

Hila on rakennettu 20 metallilangasta, jotka ovat 1 cm välein.

33014 ja 33016 MIKROAALTOPRISMAT

Suorakulmainen ja tasasivuinen prismamalli. Täytetään parafiiniöljyllä.

33020 ja 33021 MIKROAALTOLINSSIT

Parafiinilla täytettävät linssimallit, toinen tasokupera ja toinen tasosylinteri.

33015 MODULAATTORI

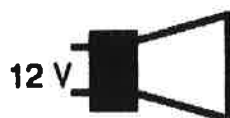
Pulssimoduloi lähettimen kantaallon 1000 Hz taajuiseksi. Tarvitaan esim. demonstraatioon, jossa kasetilla oleva tietokoneohjelma lähettään langattomasti mikroaaltovastaanottoon kytkettyyn tietokoneeseen.

KÄYTTÖTARKOITUS

Laitteistolla voidaan demonstroida sähkömagneettisten aaltojen etenemistä erilaisissa väliaineissa, heijastumista, taittumista, taipumista ja polarisatiota.

4.4.2 KOKEITA MIKROAALTOLAITTEISTOLLA

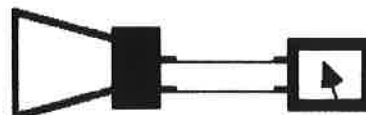
1. VÄLIAINEEN VAIKUTUS



Lähetin

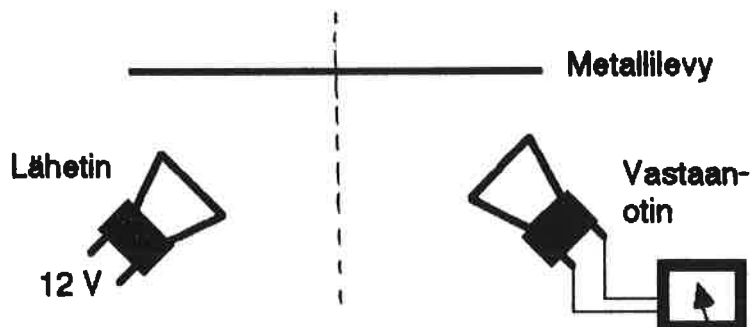


Väliaine
-lasia
-muovia
-metallia
-käsi, ym



Vastaanotin

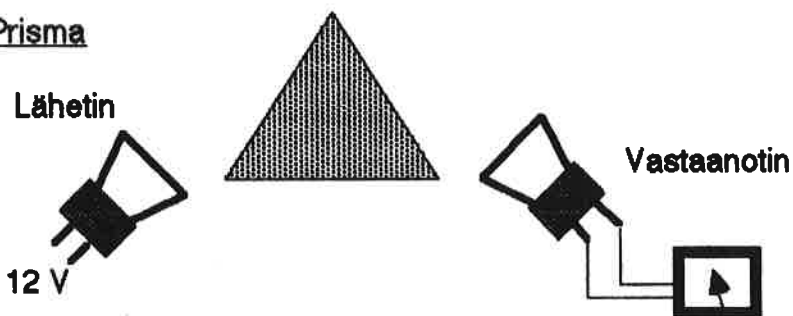
2. HEIJASTUMINEN



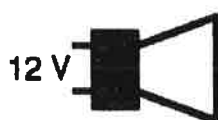
Etsitään vastaanottimelle sellainen suunta, että virta on maksimissaan.
Mitataan tulokulma ja heijastuskulma.

3. TAITTUMINEN

a) Prisma



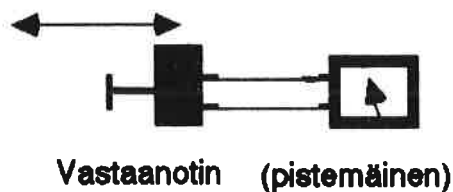
b) Linssin polttopiste



Lähetin

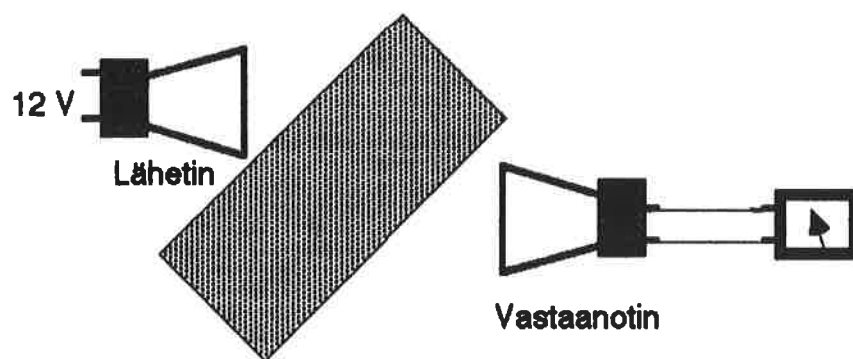


Linssi

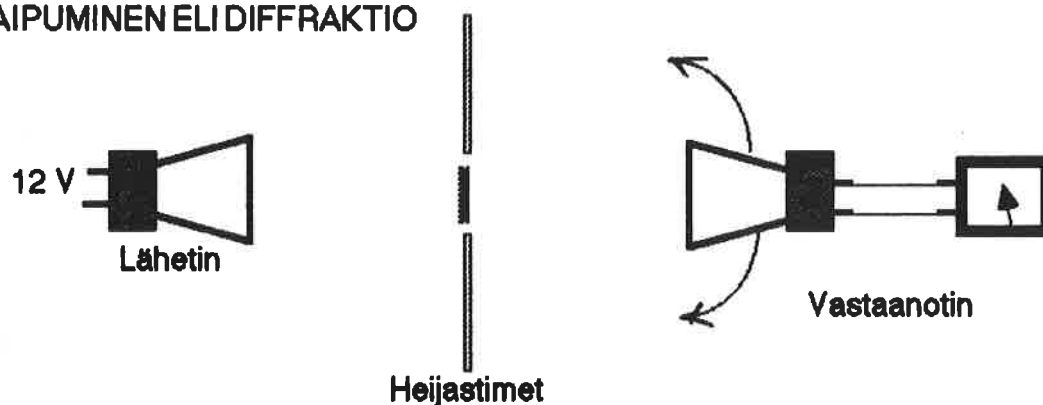


c) Yhdensuuntaissiirtymä

Kokeeseen tarvitaan lisävälineeksi 0,5 m pölky, esim. 5x5 tuuman parrua.

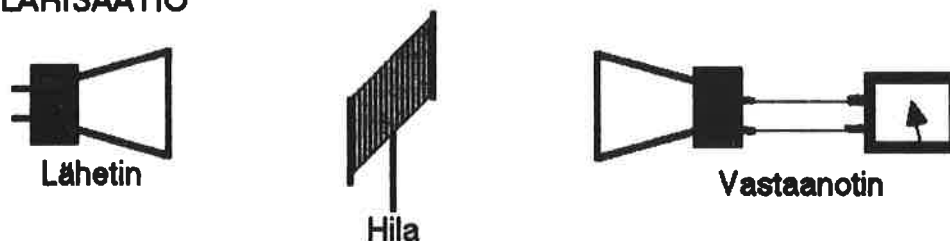


4. TAIPUMINEN ELI DIFFRAKTIO



Siirrellään vastaanotinta hitaasti keskikohdan molemmille puolille. Havaitaan maksimi- ja minimikohtia.

5. POLARISAATIO



Lähetimestä tulevat mikroaallot ovat tasopolarisoituneita, joten kiertämällä hilaa 90° havaitaan aaltoliikkeen sammuvan.

6. AALLONPITUUDEN MÄÄRITYS

Astetaan heijastinlevy 50 cm päähän lähetimestä ja etsitään pistemäisellä vastaanottimella lähetimen ja heijastimen väliltä peräkkäisiä maksimeja. Kahden peräkkäisen maksimin väli on puoli aallonpituutta seisovassa aaltoliikkeessä. Tarkempiin tuloksiin päästään, jos määritetään esim. 11 peräkkäistä maksimia vastaava matka eli 5 aallonpituutta.

4.5. RADIOAALLOT

4.5.1. VÄRÄHTELYPIIRI, DIPOLIANTENNI

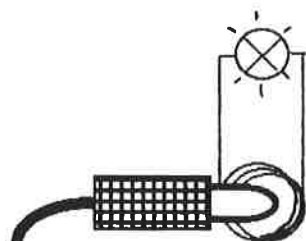
Välineet: 116 MHz värähtelijä, virtalähde (6,3 V ac, 250 V dc), dipoliantennit, hohtolamppu ja 6 V/50 mA lamppu alustoineen.

a) SULJETTU VÄRÄHTELYPIIRI

Värähtelijän sisällä on mm. elektroniputki, joka syöttää energiaa kondensaattorin ja käämin muodostamaan värähtelypiiriin. Kääminä on laitteen päässä näkyvä silmukka.

Oikosuljetaan 50 mA lamppu 50 . . . 75 cm johtimella. Tehdään johtimesta silmukka, joka viedään värähtelijän viereen. Lamppu syttyy, kun silmukat ovat yhdensuuntaiset mutta sammuu, kun silmukat ovat kohtisuorassa.

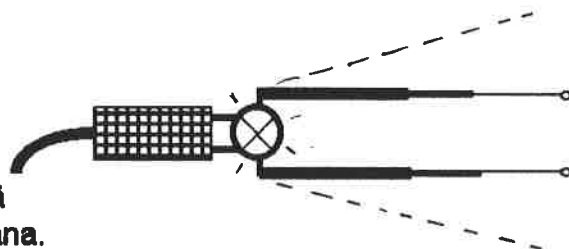
Koe osoittaa, että värähtelijän ympärillä on muuttuva magneettikenttä, joka indusoi lampun virtapiiriin jännitteen.



b) AVOIN VÄRÄHTELYPIIRI

Asetetaan antenni, jossa on lamppu keskellä, aivan värähtelijän viereen. Antennin johtimet muodostavat kondensaattorin, johon värähtelijästä siirtyvä energia varastoituu sähkökentän energiana.

Etäännytetään kondensaattorin levyjä toisistaan. Lampun kirkkaus heikkenee, koska ympäristöön leviävän energian määrä kasvaa. Se saavuttaa suurimman arvonsa, kun levyt on käännetty toistensa jatkeiksi. Näin on muodostunut avoin värähtelypiiri, ns. dipoliantenni.

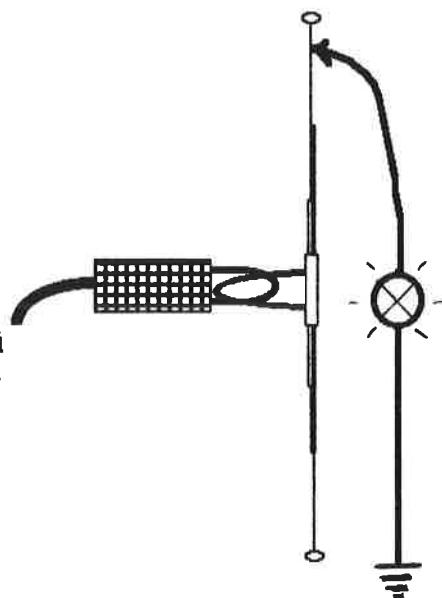


c) DIPOLIANTENNI

Kytetään lenkillä varustettu dipoliantenni induktiivisesti värähtelijään. Tutkitaan dipolia vetämällä hohtolamppua antennia pitkin ylhäältä alas. Todetaan, että antennin päissä on jännitemaksimit. Koska hohtolamppu palaa molemmista päistään, kyseessä on vaihtojännite.

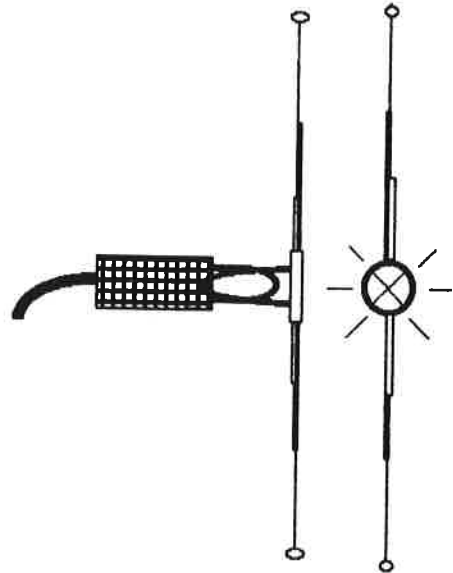
Huom! Kokeen suorittajan pitää maadoittaa itsensä joka kokeilukerran jälkeen pysyäkseen nollapotentiaalissa.

Dipolin päissä olevat potentiaalimaksimit voidaan osoittaa myös kytkemällä dipolin ja maan väliin 50 mA lamppu. Keskellä dipolia jännite on nolla.



d) ENERGIAN SIIRTYMINEN LANGATTOMASTI

Asetetaan dipoliantenni lähettimeksi ja lampulla varustettu antenni vastaanottimeksi. Vastaanottimen lampun hehkuminen osoittaa energian siirtyvän langattomasti lähetinantennista vastaanottimeen. Muutetaan vastaanottimen pituutta. Todetaan, että vastaanottimen pitää olla resonanssissa lähettimen kanssa.

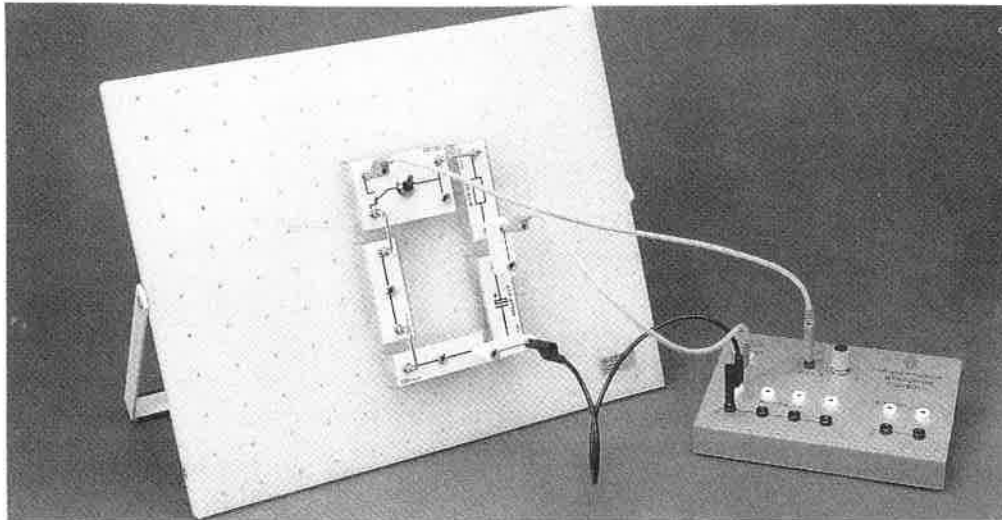


e) SÄHKÖMAGNEETTISTEN AALTOJEN POLARISAATIO

Kun kierretään vastaanotinantennia kohtisuoraan akselinsa ympäri, todetaan lampun kirkkauden vaihtelevan. Kirkkaus on suurimmillaan, kun dipolit ovat yhdensuuntaiset. Lamppu ei hehku lainkaan, jos dipolit ovat kohtisuorassa toistensa suuntiin nähden. Sähkömagneettiset aallot ovat siis lineaarisesti polarisoituneita.

HUOMI Kokeissa pitäisi olla eristevartiset statiivirakennelmat, koska metalliset tangot toimivat sähkömagneettisessa kentässä antennina.

8.5.1.1 RC-piirin aikavakio



Välineet

89200 UIA-mittausjärjestelmä

11061 KytKentäalusta

12062 Vastus $1\text{ k}\Omega$ 0,5 W

16038 Elektrolyyttikond. 470 μF 40 V 2 kpl

11047B Vaihtokytkin

11065 KytKentäkappale 2 kpl

Asettelut

ASETTELU

Selaa

Aseta Mittaus

Aseta Aikaväli: 5 s

Palve

Kanava 1:	On
Kanava 2:	Off
Kanava 3:	Off
Kanava 4:	Off
Liipaisukanava:	1
Esiliipaisuaika:	0.0 s
Liipaisureuna:	"Down"
Liipaisukorkeus:	95 %

ASETTELU

Selaa

Aseta Mittaus

Aseta Mittarit

Palve

Suure:	KAN. 1
Suure:	Jännite
Yksikkö:	V
Maksimi:	5.0000
Minimi:	0.0000
Hae kalibraatio	
Standardikalibraatio	

Työn suoritus

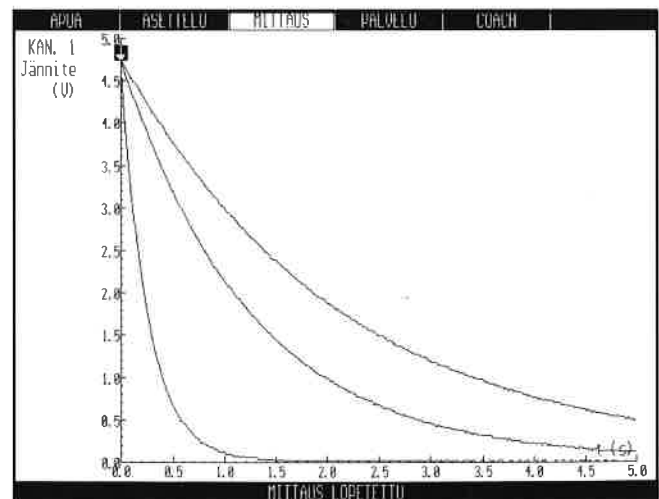
Tee kuvan mukainen kytkentä. Kytke kondensaattori kanavalle 1. Kytke kytkentäyksiköstä saatava jännite 5 V siten, että plusnapa tulee pisteeseen B. (Miinusnapa on tällöin automaattisesti kytketty kanavien miinusnapaan.) Käynnistä muistimittari ja aseta mittaus oheisten mallien mukaisesti.

Sulje väli AB, jolloin kondensaattori varautuu. Kun se on täysin varautunut, avaa väli AB ja sulje väli AC, jolloin kondensaattori purkautuu ja purkauksikäyrä piirtyy kuvaruudulle alkaen jännitteestä 4,75 V. Talleta mittaus. Näin voit tutkia ilmiötä muuttamalla piirin resistanssia, kytkemällä kondensaattoreita eri tavoin jne. Mikäli annat käyrien tulla samaan kuvaan, muista aina tallettaa välillä, koska kone muistaa vain viimeisen mittauksen!

Siirry prosessointiin. Sen menetelmillä selvität seuraavat asiat työselostukseen:

- Selauksella tai taulukkoa tutkimalla saat selville piirin aikavakion: Aikavakion osoittamassa ajassa jännite laskee osaan 1/e alkupe-räisestä arvosta. Graafisesti ajateltuna käyrän alkupisteeseen asetettu tangentti kohtaa aika-akselin aikavakion kohdalla.
- Pinta-alan määrittämisellä selvität kondensaattorin varauksen. (Käyrän ja vaak-akselin välinen pinta-ala esittää suuretta $R \cdot Q$.)
- Tarkistat funktion sovituksella, onko saatu käyrä eksponentti-funktion kuvaaja.

Samaan kuvaan on mahdollista saada sekä purkaus- että varautumiskäyrät, mutta silloin on käytettävä käsiliipaisua. Huomaa, että kytkentäyksikön sisäinen resistanssi 100 k on osa piirin resistanssia purkautumistilanteessa!



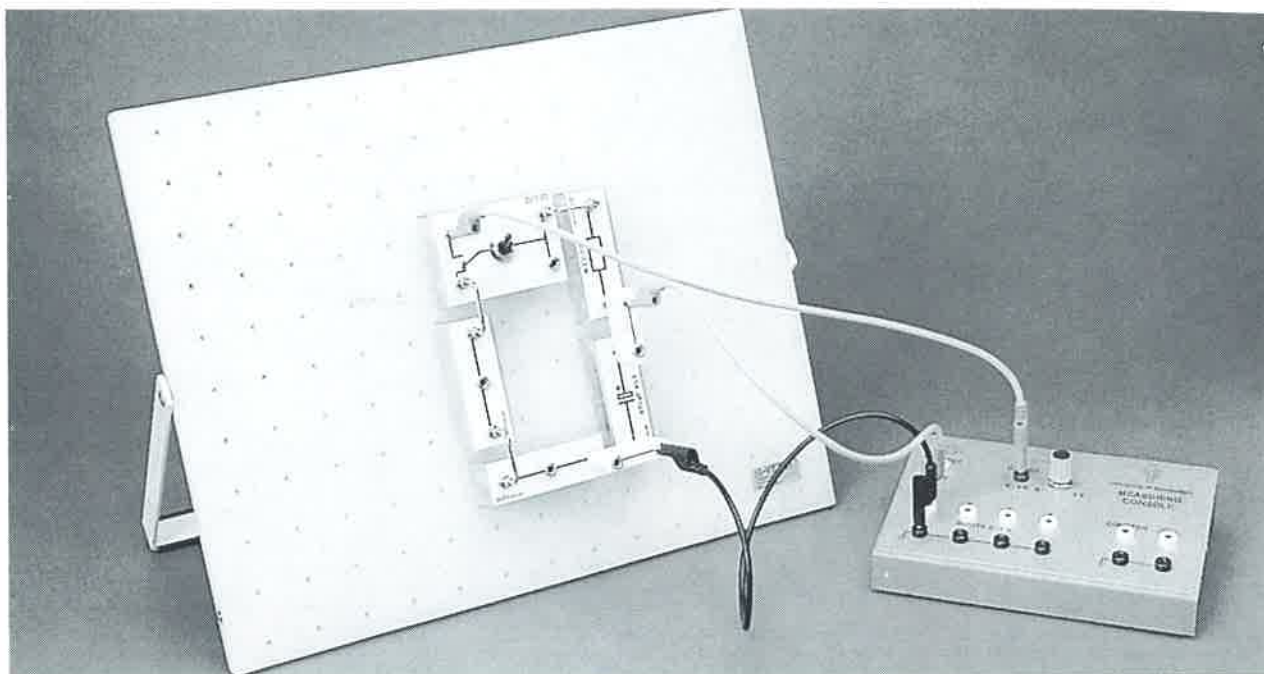
IS-VETO OY

Tuotantokuja
74120 Iisalmi

puh. 977-13 789
fax 977-13 025

- kalusteet ● välineet
- laboratoriosuunnitelmat
- koulutus

8.5.1.2. Kondensaattorin purkautuminen



Välineet

11047B Vaihtokytkin

11058 Virtakiskopari

11061 Kytkenäälusta

11064 Jakokappale

11065 Kytkenäkappale 2 kpl

11068 Kytkenälenkki 5 kpl

12062 Vastus 1 kOhm o.5W

16038 Elektrolyyttikondensaattori 470 uF
40V 2 kpl

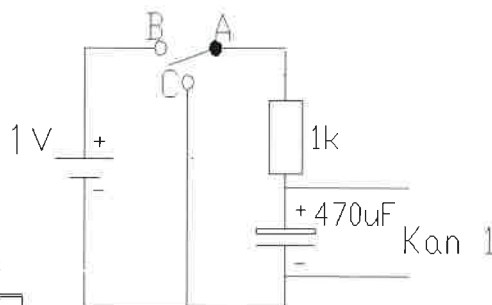
89200 UIA-mittausjärjestelmä

Työn suoritus

Tee kuvan mukainen kytkentä. Käynnistä mittausohjelma ja valitse muistimittari. Tee oheiset asettelut. Käynnistä mittaus. Sulje väli AB, jolloin kondensaattori varautuu. Kun se on täysin varautunut, avaa väli AB ja sulje väli AC, jolloin kondensaattori purkautuu. Tee mittaus uudelleen, kun piirissä olevan kondensaattorin rinnalle kytketään toinen samanlainen.

Tutkikaa mikä matemaattinen funktio kuvaa parhaiten kondensaattorin purkautumista. Määrittäkää RC-piirin aikavakio.

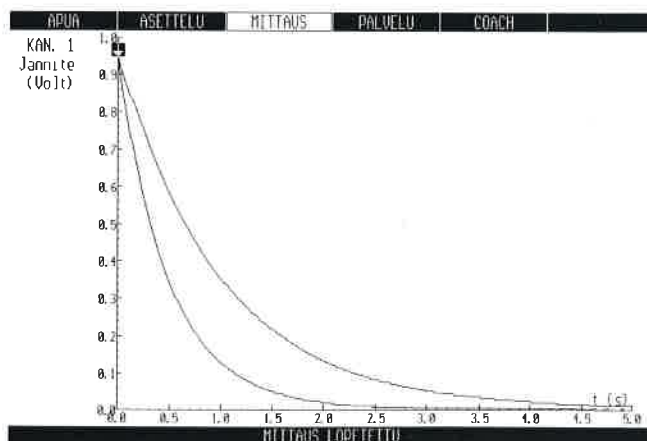
HUOM! Elektrolyyttikondensaattori on kytkettävä ehdottomasti oikein päin. Väärin päin kytkettynä se vahingoittuu ja voi räjähtää.



Asettelut

ASETTELU	
Selaa	
Aseta Mittaus	
As Aikaväli:	5 s
Pa Kanava 1:	On
Kanava 2:	Off
Kanava 3:	Off
Kanava 4:	Off
Liipaisukanava:	1
Esiliipaisuaika:	0.0 s
Liipaisureuna:	"Down"
Liipaisukorkeus:	95 %

Selaa	
Aseta Mittaus	
Aseta Mittarit	
Pa Suhte:	KAN. 1
Suure:	Jännite
Yksikkö:	Volt
Maksimi:	1.0000
Minimi:	0.0000
Hae kalibraatio	
Standardikalibraatio	



IS-VETOY

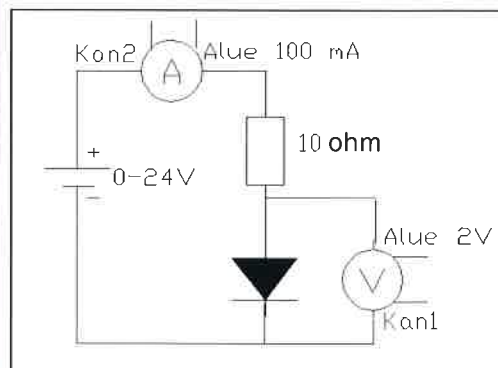
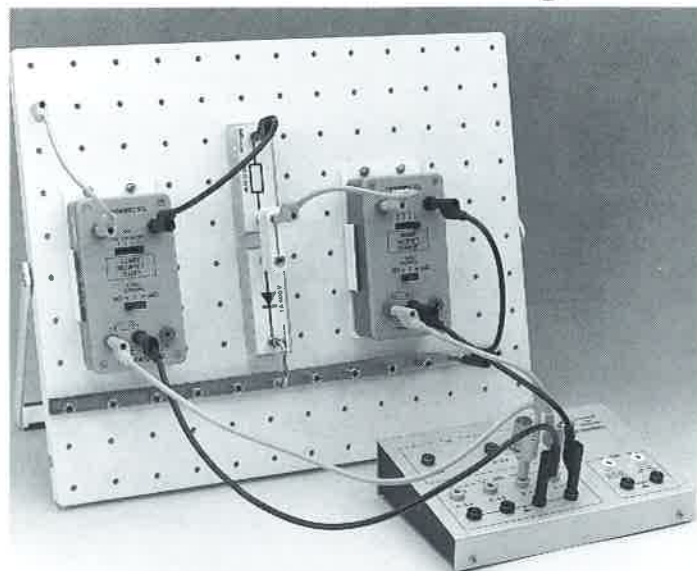
Tuotantokuja
74120 Iisalmi

puh.
fax

977-13 789
977-13 025

- kalusteet ● välineet
- laboratoriosuunnitelmat
- koulutus

8.6.3.1. Diodin jännite/virta-ominaiskäyrä



Kyt Kentäkavio

Asettelut

ASETTELU	
Selaa	
Aseta	Mittaus
Aseta	Aikaväli: 20 s
Palve	Kanava 1: On
	Kanava 2: On
	Kanava 3: Off
	Kanava 4: Off
	Liipaisukanava: 1
	Esiliipaisuaika: 0 s
	Liipaisureuna: "Up"
	Liipaisukorkeus: MAN.

ASETTELU	
Selaa	
Aseta	Mittaus
Aseta	Mittarit
Palve	Syöte: KAN. 1
	Suure: Jännite
	Yksikkö: V
	Maksimi: 2.0000
	Minimi: 0.0000
	Hae kalibraatio
	Standardikalibraatio

Syöte:	KAN. 2
Suure:	Virta
Yksikkö:	mA
Maksimi:	100.000
Minimi:	0.0000
Hae kalibraatio	
Standardikalibraatio	

Syöte:	KAN. 2
Suure:	Virta
Yksikkö:	A
Maksimi:	1.0000
Minimi:	0.0000
Hae kalibraatio	
Standardikalibraatio	

Välineet

89200 UIA-mittausjärjestelmä

89660 Jännitelähetin

89671 Virtalähetin (mA-alue)

15020 Virtalähde

15061 Vastus 10 ohm 9 W

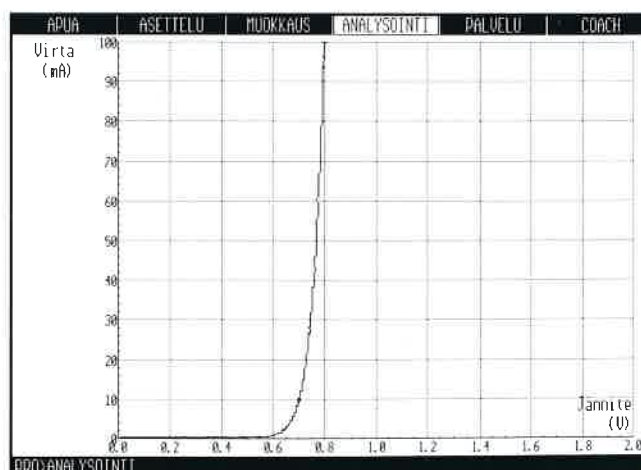
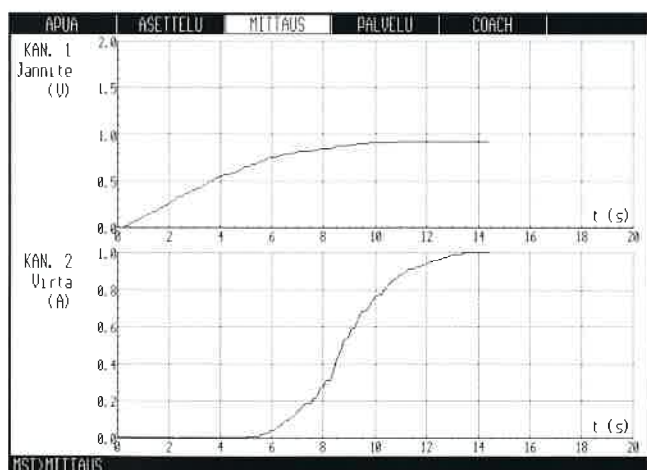
16037 Piidiodi 1 A 200 V

muuta diodeja

Työn suoritus

Tee kuvan mukainen kytkentä. Mene muistimittariin ja aseta mittaus oheisten mallien mukaisesti. Käynnistä mittaus ja nosta jännitettä tasaisesti 20 sekunnin aikana seuraten virtamittarin näyttöä. Kun virta on sovitussa maksimiarvossa, keskeytä mittaus painamalla Esc-näppäintä ja kierrä virtalähteen jännite takaisin nollaan. Talleta tulokset. Käännä diodi estosuuntaan ja toista mittaus. Suorita mittaukset kaikilla sovituilla diodeilla.

Siirry prosessointiin ja tulosta virta jännitteen funktiona kaikilla diodeilla sekä päästö- että estosuunnassa sekä päättelee kuvaajista diodien kynnsjännitteet.



Tulostusesimerkki: piidiodin ominaiskäyrä

IS-VETOY

Tuotantokuja
74120 Iisalmi

puh. 977-13 789
fax 977-13 025

- kalusteet ● välineet
- laboratoriosuunnitelmat
- koulutus