

FYSP110/K2 OSKILLOSKOOPIN SYVENTÄVÄ KÄYTTÖ

1 Johdanto

Työn tarkoituksena on tutustua oskilloskoopin käyttöön perusteellisemmin ja soveltaa työssä ”Oskilloskoopin peruskäyttö” hankittuja taitoja. Ko. työn tulee olla hyväksytty ennen tämän työn tekemistä.

Työn tavoitteet

- Syventää oskilloskoopin tuntemusta
- Tutustua oskilloskoopin AUTO- ja NORMAL-liipaisumodeihin
- Oppia valitsemaan itsenäisesti oikeat asetukset erilaisia mittauksia varten
- Perehtyä syvemmin oskilloskoopin kaksikanavatoimintoon ja tutustua XY-moodin toimintaan.

Työ voidaan tehdä parityönä, mutta jokainen työskentelee ehdottomasti oman oskilloskooppinsa kanssa!

Ennen työn tekemistä on hyödyksi tutustua alan kirjallisuuteen, esim.:

- Young & Freedman: *University Physics*, 10. painos, kappale 24-7: The Cathode-Ray Tube, s. 751 – 754 (uudemmissa painoksissa asiaa ei käsitellä)
- Ian Hickman; *Oscilloscopes*
- J. Terentjeff, P. Toivanen; *Oskilloskooppi* (työosastolla)
- B+K Precisions's guidebook to oscilloscopes, Second edition (työosastolla)
- Laitteiden ohjekirjat (työosastolla)

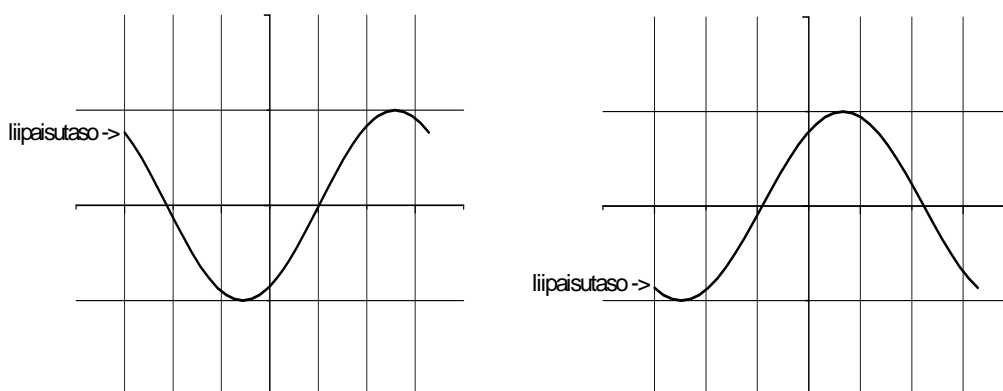
2 Oskilloskoopin toiminnasta

Liipaisu eli triggau

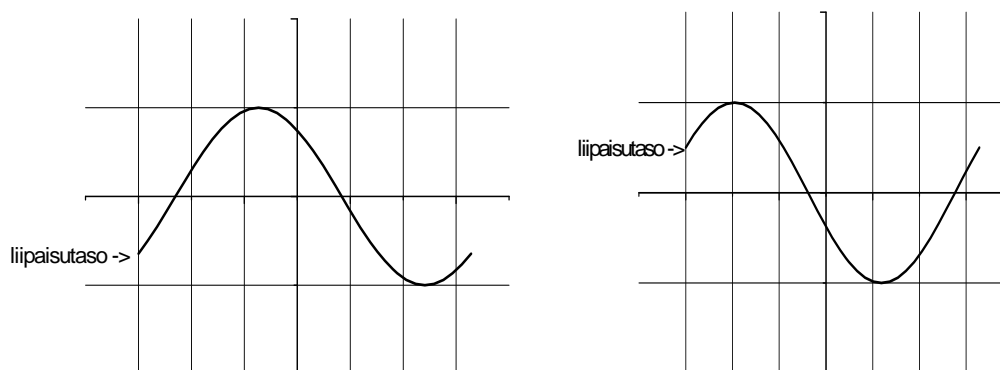
Oskilloskoopin liipaisun (tahdistus, ”triggau”) merkitys on siinä, että sen avulla näytölle eri pyyhkäisykerroilla saatavat kuvat saadaan osumaan päällekkäin eikä tu-

loksena ole vain koko näytön peittävä sotku. Liipaisu voi tapahtua eri tavoin (liipaisun käyttöä ja merkitystä havainnollistetaan tarkemmin tehtävässä 2).

Normaalimoodissa (MODE "NM") oskilloskoopin liipaisu on kytketty kanavan sisäänmenojännitteeseen. Kaksoisädeoskilloskoopissa on kaksi sisäänmenoa, jolloin TRIG.I/II -valitsimella päätetään, kumpaa sisäänmenoa käytetään liipaisuun ja seurataan näytöllä. Jos halutaan toinenkin sisäänmeno näytölle, se saadaan aikaan painamalla DUAL-valitsin pohjaan. Liipaisu tapahtuu, kun sisäänmenojännite saa tietyn arvon. Tätä arvoa, liipaisutasoa tai 'triggaustasoa', voidaan säätää LEVEL-säätimestä. Muuttuva sisäänmenojännite voi saavuttaa tietyn liipaisutason kahdella tavalla. Joko jännite pienenee, kunnes saavuttaa liipaisutason, tai sitten se kasvaa, kunnes taso saavutetaan. Ensimmäisessä tapauksessa sanotaan liipaisun tapahtuvan laskevasta reunasta, jälkimmäisessä taas nousevasta reunasta. Oskilloskoopilla tämä valinta tehdään SLOPE-katkaisimesta, joka tavallisimmin merkitään +/- tai signaalin nousemista ja laskemista kuvaavilla piirrossymboleilla. Jos signaalin jännite ei leikkaa liipaisutasoa, normaalimoodissa liipaisua ei tapahdu ja oskilloskoopin näyttö pysyy pimeänä. Oskilloskoopissa on ledi (TR), joka palaa jos jännite leikkaa liipaisutasoa.



Kuva 1. Liipaisu on asetettu tapahtumaan SLOPE-kytkimellä laskevasta aallosta.



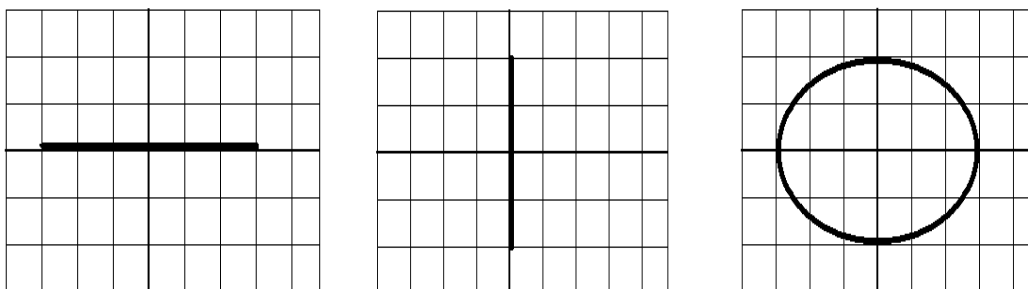
Kuva 2. Liipaisu on asetettu tapahtumaan SLOPE-kytkimellä nousevasta aallosta.

Automaattimoodissa (MODE ”AT”) oskilloskooppi tutkii ensin signaalin huipusta huippuun ja skaalaa sitten liipaisutason säädön rajat (LEVEL-nupin asteikon) jännitteen huipusta-huippuun-arvon mukaisesti. Liipaisu tapahtuu tämän jälkeen automaattisesti LEVEL-säätimellä valittavasta kohdasta signaalia.

Automaattimoodi on käyttökelpoinen sellaisten yksinkertaisten signaalien tutkimiseen, joiden taajuus on yli 20 Hz. Signaalista näytölle saatavan kuvan stabiilius edellyttää seuraavan liipaisun alkavan samalta tasolta kuin edellinen. Hyvin alhaisilla, muutaman hertzin luokkaa olevilla taajuuksilla tämän tason saavuttaminen viivästyy, jolloin AT-moodissa liipaisu alkaa automaattisesti jo ennen tämän tason saavuttamista ja siis eri tasolta kuin edellisellä kierroksella. Tästä johtuen näytölle saatava signaali vaelttaa kuvaruudulla.

XY-moodi

Oskilloskooppia voidaan käyttää myös XY-piirturina, jolloin pyyhkäisygeneraattori on kytketty pois päältä, ja toinen tutkittava signaali poikkeuttaa sädetä vaakasuunnassa, toinen pystysuunnassa. XY-toimintoa käytetään yleisesti vaihe-eron mittaamisessa.



Kuva 3. XY-moodin toimintaperiaate: ensimmäisessä kuvassa y-akselille kuvautuva toisen kanavan signaali on maadoitettu (GD-kytkin pohjassa) ja oskilloskoopin näytöllä näkyy toisen kanavan signaali värähtelemässä x-tasossa. Toisessa kuvassa tilanne on päinvastoin. Kolmannessa molemmat signaalit näkyvät yhtä aikaa ja kanavien signaalit kullakin ajanhetkellä t kuvautuvat yhdeksi xy-tason pisteeksi.

3 Lyhyesti sähköisistä komponenteista

Ominaiskäyrä on kuvaaja, joka esittää sähköisen komponentin läpi kulkevan virran I riippuvuutta komponentin päiden välille kytkettyyn jännitteeseen U .

Diodi on komponentti, joka päästää virran kulkemaan vain yhteen suuntaan. Estosuuntaan kytketyn diodin läpi ei siis kulje virtaa. Päästösuuntaan kytketyn diodinkin läpi alkaa kulkea virtaa vasta, kun jännite saavuttaa tietyn arvon, ns. kynnysjännitteen. Tämän jännitteen yläpuolella diodi käyttäytyy samaan tapaan kuin vastus, ts. sen ominaiskäyrä on lineaarinen.

Vaihtovirtapiirissä vastus käyttäytyy samaan tapaan kuin tasavirtapiirissä. Vastus vaikuttaa ainoastaan piirissä kulkevan virran amplitudiin, ei sen vaiheeseen. Kela ja kondensaattori sen sijaan aiheuttavat vaihe-eron virran ja jännitteen välille. Kelassa jännite saavuttaa huippunsa ennen virtaa ja jännitteen ja virran välille syntyy 90° vaihe-ero. Kondensaattorissa syntyvä vaihe-ero on -90° eli jännitteen huippuarvo on virtaa jäljessä. Kelan ja kondensaattorin aiheuttama kokonaisvaihe-ero riippuu komponenttien reaktansseista.

4 Mittaukset

Työ suoritetaan tekemällä seuraavat tehtävät. Kysy assistentilta valmista kaavaketta mittausten avuksi. Lisäohjeita voit etsiä lähdekirjallisuudesta. Erityisesti laitteiden ohjekirjat voivat olla hyödyllisiä. **HUOM!** Työ suoritetaan ensisijaisesti Hameg HM303-6 -oskilloskoopilla, jota silmälläpitäen työohje on muokattu. Joissakin tehtävissä saatat tarvita myös yleismittareita.

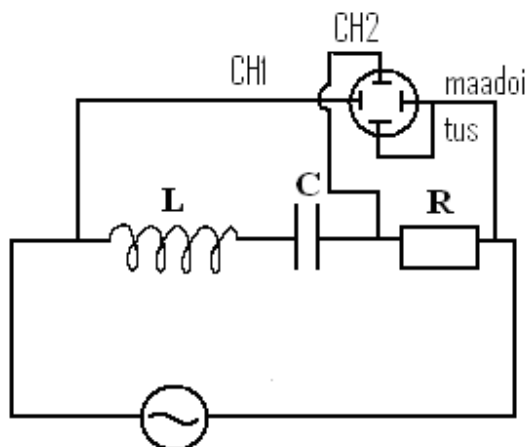
1. Oskilloskoopin kalibraation tarkastus kalibroituja ulostuloa käyttäen.

Mittaa kalibroidusta ulostulosta saatavan pulssin amplitudi ja ko. värähtelyn jakso sekä laske signaalin taajuus. Onko oskilloskoopin a) vaakapyyhkäisyssä b) pystypoikkeutuksessa tällä perusteella systemaattista virhettä? Kuinka paljon?

2. Liipaisumoodit. Kokeile liipaisuun liittyviä AUTO- ja NORMAL-moodeja sinimuotoisella signaalilla, jonka tuot oskilloskoopin sisäänmenoon. Signaalin saat joko signaaligeneraattorista tai muuntajasta (keltainen muovikotelo, jossa lukee "muuntosähkö"). Aseta oskilloskooppi NORMAL-moodiin (MODE NM), ja säädä liipaisu LEVEL-säätimestä niin, että saat oskilloskoopin näytölle kuvan siniaallosta. Voit joutua säätämään myös oskilloskoopin jännitealuetta ja pyyhkäisynopeutta. Piirrä kaavakkeessa olevaan ruudukkoon kuva näytöllä näkyvästä signaalista ja merkitse liipaisutaso piirtämääsi kuvaan. Tapahtuuko liipaisu aallon nousevasta vai laskevasta osasta? Vaihda SLOPE-kytkimen asentoa, piirrä tilanteesta uusi kuva ja merkitse siihenkin liipaisutaso. Saatuasi siniaallon näkymään näytöllä nosta liipaisutasoa, kunnes se on tasolla, jota sisäänmenosignaali ei koskaan saavuta. Mitä tapahtuu, kun liipaisutaso käännetään näin ylös? Miksi? Piirrä kuva signaalista juuri ennen tämän tason saavuttamista. Suorita sitten seuraava koe: Kun kuva häviää näkyvistä NORMAL-moodissa, vaihda oskilloskoopiksi AUTO-moodiin muuttamatta liipaisutasoa. Mitä tapahtuu? Kokeile vielä, mitä tapahtuu, kun käännet AUTO-moodissa LEVEL-kytkintä ääriasennosta toiseen molemmilla SLOPE-kytkimen asennoilla. Millaisia seikkoja huomaat?

3. LRC-piirin vaihe-ero XY-moodilla. Määritä vaihe-ero työn "Oskilloskoopin peruskäyttö" tehtävässä 5 kuvatussa piirissä käyttämällä oskilloskoopin XY-

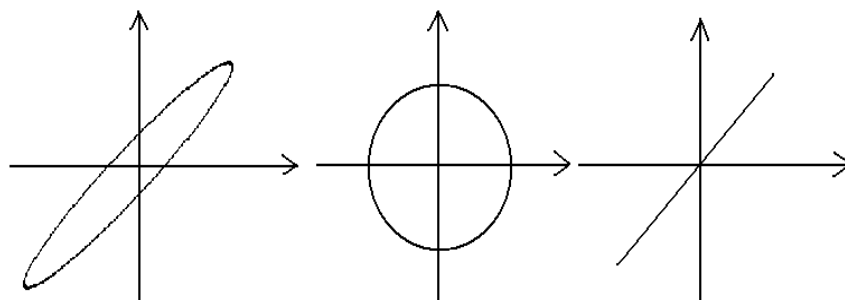
moodia. Käytä komponentteina $C = 1 \mu\text{F}$, $R = 220 \Omega$ ja L väliltä 170 - 350 mH, ja ota signaaligeneraattorista vaihtojännite, jonka taajuus on $f = 180 \text{ Hz}$.



Työssä ”Oskilloskoopin peruskäyttö” vaihe-ero määritettiin käyttämällä kaksikanavatoimintoa, joka näyttää yhtä aikaa molempien kanavien signaalit ajan funktiona ($x(t)$ ja $y(t)$). XY-moodissa toisen kanavan signaali näkyy toisen funktiona, ts. näytölle saadaan käyrä $y = f(x)$, joka on parametrimuodossa ajan t suhteen:

$$\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \end{cases}$$

Tämän LRC-piirin tapauksessa XY-moodissa näytölle muodostuva kuva on vino ellipsi. Hamegin ohjekirjassa on selitetty, miten ellipsistä voidaan määrittää vaihe-eroja, jotka ovat korkeintaan 90 astetta.



Kuva 4. Vaihesiirtoja kuvaavat kuvat oskilloskoopilla.

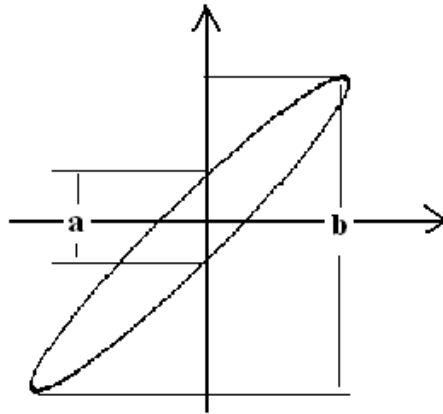
Ensimmäisessä kuvassa vaihesiirto on 45° , toisessa 90° ja kolmannessa 0° .

Ellipsistä mitataan alla olevan kuvan mukaisesti pituudet a ja b . Näiden pituuksien ja vaihe-eron välillä on yhtälö

$$\sin \varphi = \frac{a}{b} \quad (2)$$

eli

$$\varphi = \arcsin \frac{a}{b} \quad (3)$$

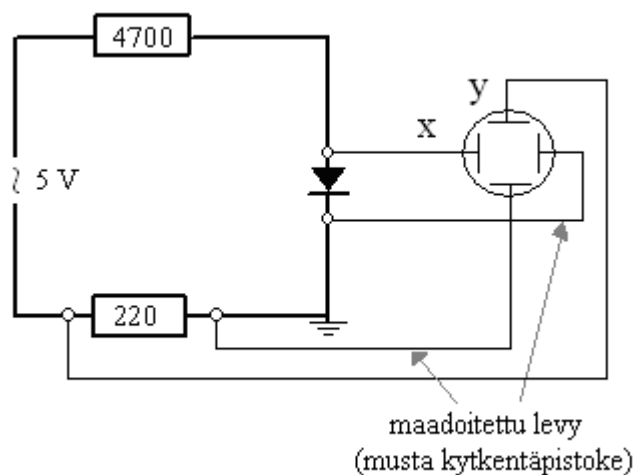


Määritä näytöllä näkyvästä kuvasta pituudet a ja b ja laske käyttämäsi LRC-piirin vaihe-ero käyttämällä yhtälöä (3).

- 4. Diodin koestaminen ja ominaiskäyrä.** Havainnollistetaan diodin ominaiskäyrää oskilloskoopilla käyttämällä oskilloskooppia xy-piirturina. Mitattavana diodina on Si-diodi. Muita mittauksessa tarvittavia komponentteja ovat $4,7 \text{ k}\Omega$ ja $220 \text{ }\Omega$ vastukset sekä noin 5 V vaihtojännitelähde (signaaligeneraattori (ei Trio) tai muuntaja). Tee alla olevan kuvan mukainen kytkentä. Oskilloskoopin x-sisäänmenolla seurataan diodin päiden välille syötettyä jännitettä ja y-sisäänmenolla diodin läpi kulkevaa virtaa. Koska oskilloskoopilla mitataan vain jännitettä, muutetaan virtamittaus jännitemittaukseksi tarkastelemalla $220 \text{ }\Omega$ vastuksen päiden välistä jännitettä. Tarkista kummankin sisäänmenon nollakohta oskilloskoopin GD-asennolla ja määritä tämän jälkeen Si-diodin kynnyksjännite virheineen oskilloskoopin piirtämän kuvan avulla. Kynnyksjännite luetaan kuvaajan lineaarisen osan jatkeen ja x- akselin leikkauspisteestä. Huomaa, että oskilloskoopin sisäänmenojen on tässä mittauksessa oltava **DC-asennossa**. Miksi? (Jos et

tiedä syytä, niin kokeile AC-toiminnon vaikutusta saatavaan ominaiskäyräkuvaan.)

Huom. Oskilloskoopin x- ja y-kanavilla on yhteinen maa. Tämän vuoksi kytkentä täytyy tehdä juuri kuvassa esitetyllä tavalla. Jos oskilloskoopin x- ja y-kanavien maat kytketään piirissä eri kohtiin, mittaus ei onnistu. Miksi? (Jos et tiedä syytä, niin kokeile tehdä mittaus siten, että x- ja y-kanavien maat ovat eri kohdassa piiriä. Mitä havaitset? Pyydä assistentilta apua, jos et kokeilujen ja omien pohdintojesi pohjalta tiedä vastausta kysymykseen.) Käytetystä mittaustavasta johtuen $220\ \Omega$ vastuksen yli mitatun jännitteen napaisuus on väärä, mutta sen voi korjata painamalla oskilloskoopin y-kanavan INV(ert) napin sisään.



5. Tulosten käsittely

Työstä ei tehdä työselostusta, vaan palautetaan mittauskaavake kaikki tehtävät tehtyinä. Virhearviot määritetään vain pyydetyille suureille.