# Harjoitus 6 – Oskilloskooppi ja pietsosähköiset värähtelijät

## Tehtävä 1. Oskilloskoopin perusteisiin tutustuminen (n. 30 min)

**1a)** Mistä englanninkielisistä sanoista tulevat esitteessä usein ilmenevät lyhenteet AWG, MSO, MS/s ja Vpp? Kerro lisäksi lyhyesti mitä näillä tarkoitetaan tai miten ne liittyvät oskilloskoopin toimintaan.

**1b)** Onko työpisteellänne oleva oskilloskooppia tyyppiä ”MSO”? Perustele.

**1c)** Mitä kaistanleveys (*bandwidth*) tarkoittaa käytännössä? Kannattaako oskilloskoopilla yrittää mitata oskilloskoopin kaistanleveyttä merkittävästi suuritaajuisempia signaaleja? Miksi/miksei?

**1d)** Valmistaja kertoo verkkosivullaan, että signaalin vaimeneminen tasolle 70.7% (*u*lin=0.707) alkuperäisen tason suhteen vastaa -3 dB vahvistusta (eli 3 dB vaimennusta, udB=-3). Käyttäen tietoa, että nämä suureet ovat yhteydessä toisiinsa kaavalla udB = *A* log(*u*lin), määritä *A* ja kerro monenko desibelin (dB) muutosta vastaa signaalin 90% vaimeneminen (eli putoaminen tasolle 10% suhteessa alkuperäiseen tasoon).

**1e)** Mitä tarkoittaa nousuaika (*rise time*)?

**1f)** Valmistajan esitteestä löytyy useita oskilloskooppimalleja, joilla on erilaiset kaistanleveydet ja nousuajat. Piirrä nousuaika kaistanleveyden funktiona ja keksi millä kaavalla nousuaika lasketaan kaistanleveydestä.

**1g)** Tulkitse oskilloskoopin suojakuoren merkintöjä ja kerro mitä ympyrät, nuolet ja nuolten suunnat mielestäsi yrittävät viestiä.

## Tehtävä 2. Oskilloskooppiin tutustuminen käytännössä (n. 90 min)

**2a)** Piirrä kuvaajat 1 kHz 2 Vpp kanttiaallosta, kun oskilloskoopin mittapää on oikein kompensoitu ja kun sen kompensaatio on huonoin mahdollinen minkä saavutitte. Kuvankaappaukset ohjelmistosta riittävät.

**2b)** Piirrä tarkasti mittaamasi 1 kHz 2 Vpp kanttiaallon nousevan reunan (*rising edge*) jännite *U*(*t*) ja siihen sovittamasi matemaattinen malli. Kuvankaappaus MATLABin cftool-ikkunasta riittää. Mikä on karakteristinen aika (aikavakio) jolla jännite nousee uudelle tasolle?

**2c)** Vertaa edellisessä kohdassa mitattua aikavakiota oskilloskoopin nousuaikaan. Kumpi väittämistä pätee mielestäsi paremmin: kanttiaallon reuna on pyöristynyt koska signaaligeneraattori ei kykene nostamaan jännitettä riittävän nopeasti, vai kanttiaallon reuna on pyöristynyt koska oskilloskooppi ei pysy nopeasti nousevan signaalin mukana?

**2d)** Toista 2b-kohdan mittaus korvaamalla signaaligeneraattori laboratorioteholähteelle ja syöttämällä sillä ”kanttiaallon reuna” oskilloskoopille laittamalla 1 V jännite yhtäkkiä päälle. Mikä on arvioimasi karakteristinen aika, jolla jännite nousee uudelle tasolle? Kuvankaappaus oskilloskoopin ohjelmistosta riittää eikä tarvitse tehdä sovitusta. Vertaa karakteristista aikaa kohdassa 2b mitattuun.

## Tehtävä 3. Pietsosähköisten värähtelijöiden tutkiminen (n. 60 min)

**3a)** Mitä tarkoitetaan pietsosähköisyydellä?

**3b)** Mihin esitteessä lukeva ”EU RoHS” viittaa ja mistä se on lyhenne? Anna esimerkkejä materiaaleista, jotka kuuluvat tämän konseptin piiriin.

**3c)** Kuvaile suunnittelemasi koejärjestely ja näytä valokuva siitä – miten sait resonaattorin resonoimaan parhaiten?

**3d)** Mikä ehdotetuista liipaisuasetuksista (*none, repeat,* vai *single*) oli mielestä paras resonaattorien mittaamiseen? Perustele.

**3e)** Piirrä tyypillinen resonoivan oskillaattorin *U*(*t*) molemmille resonaattoreille. Kuvankaappaukset oskilloskoopin ohjelmistosta riittävät. Määritä kuvaajista resonanssitaajuudet ja kerro miten määritit taajuudet.

**3f)** Mitkä oli kahden resonaattorin mallinumerot? Miten päättelit ne?

## Tehtävä 4. Itsearviointi ja pohdinnat

**4a)** Millainen harjoitus oli mielestäsi vaikeustasoltaan?

**4b)** Riittikö harjoitukseen varattu aika (3 tuntia) harjoituksen suorittamiseen?