

Spektrin analysointi

Esiselostus

Vastaa alla oleviin kysymyksiin, ja tuo vastauksesi tarkastettavaksi, kun tulet labraan työtä suorittamaan. Labratyötä et voi aloittaa, ennen kuin esiselostus on tehty.

Kysymykset

1. Mitä tarkoitetaan spektrillä.
2. Miten fourier–muunnos liittyy spektriin?
3. Hahmottele paperille seuraavien signaalien spektrit, kun näytteistystaajuus $F_s = 1000\text{Hz}$:
 - (a) $s_1(t) = \sin(2\pi \cdot 50t)$
 - (b) $s_2(t) = \sin(2\pi \cdot 50t) + 2\cos(2\pi \cdot 100t)$
 - (c) Sakara-aalto, jonka taajuus on 50Hz ja amplitudi 1.
4. Oletetaan että signaalia näytteistetään 44100Hz taajuudella kahden sekunnin ajan. Näytteet tallennetaan 16-bittisinä kovalevyille.
 - (a) Mikä on suurin mahdollinen kvantisointikohinan suhde signaalin tasoon desibeleinä?
 - (b) Mikä on suurin taajuus joka voidaan esittää tällä näytteistystaajuudella digitaalisessa muodossa?
 - (c) Miten voidaan estää suurempitaajuisten signaalien laskostuminen?
 - (d) Kuinka paljon pakkaamattoman signaalin tallentamiseen tarvitaan tilaa?
 - (e) Mikä on signaalista lasketun diskreetin fourier-muunnoksen (DFT) erottelukyky (resoluutio) taajuuden suhteen (montako pistettä hertsiä kohti DFT sisältää)?

USB-äänikortin käyttäminen signaalin näytteistämiseen

USB-äänikortilla voidaan sopivan tasoisia jännitesignaaleja näytteistää tietokoneelle. USB-äänikortin hyviä puolia ovat edullinen hinta, se on helppoa vaihtaa toiseen jos se menee rikki, näytteet saadaan suhteellisen hyvällä resoluutiolla (16 bit). Huonoja puolia ovat suppea jännitealue (40 - 400 mV), suppea kaistanleveys (40 - 20 000 Hz). Äänikortti voi myös rikkoutua jos sinne syöttää liian korkean jännitteen! Lisäksi äänikortilla näytteistettäessä ei tiedetä mikä signaalin alkupe-
räinen jännitetaso oli. Siksi kannattaa näytteistää samoilla asetuksilla myös tunnettu referenssijännite.

Myös USB-äänikorttia käytettäessä pitää muistaa säätää tietokoneesta äänikortin mikrofoniiliitännän vahvistus (gain) sopivaksi, että jännitealue saadaan optimaalisen hyödynnettyä ilman että tulee kuitenkaan ylivuotoja.

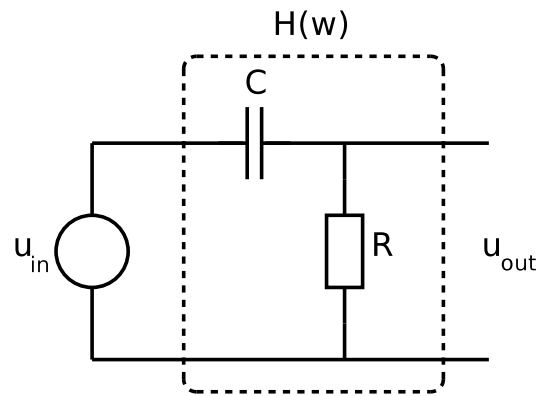
Varsinainen työ

Syötetään funktiogeneraattorilla kanttiaaltoa ja siniaaltoa erilaisiin kytkentöihin, ja näytteistetään sekä sisäänmeno että ulostulo USB-tikulle. Jälkiselostuksessa analysoidaan näytteistetyn datan spektriä ja aaltomuotoa. Datan näytteistykseen käytetään tällä kertaa USB-väylään kytkettyä äänikorttia ja octavea.

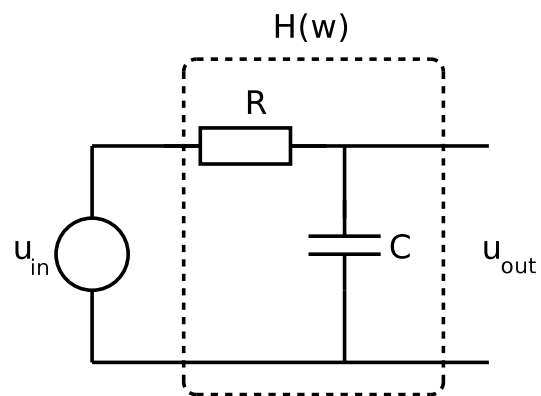
1. Rakenna kuvan 1 mukainen kytkentä. Käytä 1000Ω vastusta ja $100 nF$:n kondensaattoria. Syötä kytkentää funktiogeneraattorilla kanttiaallolla, jonka taajuus on $1 kHz$, DC Offset = $0 V$ ja amplitudi on $0.2 V$. Tarkista sisäänmeno ja ulostulo oskilloskoopilla. Kytke USB-äänikortti PC:hen ja näytteistä sekä sisäänmenosta että ulostulosta noin parin sekunnin mittainen pätkä USB-tikulle, näytteistystaajuudella $F_S = 44100 Hz$. Säädä USB-äänikortin vahvistus sopivaksi, niin että näytteistettävä signaali hyödyntää koko dynamiikka-alueen, mutta ei ylivuoda lukualueen yli. Käytä samoja asetuksia mitatessasi sekä tutkittavan järjestelmän sisäänmenosignaalia että ulostulosignaalia.

Jälkiselostukseen: Laske sekä sisäänmenon että ulostulon spektrit esim MATLAB:illa ja tulosta ne kuvaajaan, jossa x-akselilla on signaalin spektri välillä $f \in [0Hz - F_N]$, missä $F_N = F_S/2$ on signaalin Nyquistin taajuus. Tulosta Y-akselille signaalin teho desibeleinä. Tulosta myös sekä sisäänmenon että ulostulon aaltomuoto. Selitä spektrin kuvaajia käyttäen mistä erot aaltomuodoissa johtuvat.

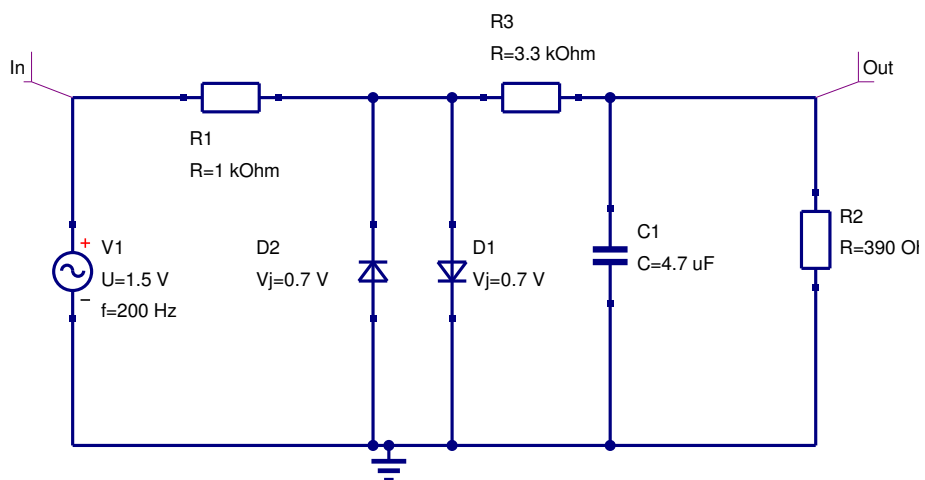
2. Toista edellisen tehtävän mittaukset ja jälkiselostuksen analyysit kuvan (2) kytkennälle.



Kuva 1: KytKentä 1



Kuva 2: KytKentä 2



Kuva 3: Signaalin leikkaus

3. (a) Rakenna kuvan 3 mukainen kytkentä, aluksi ilman diodeja D_1 ja D_2 sekä kondensaattoria C_1 . Syötä kytkentään funktiogeneraattorilla siniaalto. Näytteistä taas edellä kuvatulla tavalla, mutta nyt pelkästään ulostulo V_{Out} . Tarkista oskilloskoopilla, että jännitetaso on välillä $V_{Out} \in [40 - 400] mV$.
- (b) Lisää kytketään diodit D_1 ja D_2 ja toista mittaukset.
- (c) Lisää kytkentään kondensaattori C_1 ja toista mittaukset.

Jälkiselostukseen: Laske ulostulon spektrit esim MATLAB:illa kaikissa kolmessa eri tilanteessa. Tulosta spektrit kuvaajaan, jossa x -akselilla on signaalin spektri välillä $f \in [0Hz - F_N]$, missä $F_N = F_S/2$ on signaalin Nyquistin taajuus. Tulosta Y -akselille signaalin teho desibeleinä. Tulosta myös ulostulojen aaltomuodot kaikissa kolmessa eri tilanteessa. Laske ulostulon harmoninen kokonaissarö (THD) kaikissa kolmessa eri tilanteessa, kaavan (1) mukaisesti. Kaavassa V_{in} tarkoittaa syötetyn sinisignaalin amplitudia, V_{hn} tarkoittaa n :nnen harmonisen ylitaajuuden amplitudia. Selitä mistä spektrin ja THD:n erot johtuvat. Lue lisää wikipediasta: http://en.wikipedia.org/wiki/Total_harmonic_distortion.

$$THD = \frac{V_{h1}^2 + V_{h2}^2 + V_{h3}^2 + \dots}{V_{in}^2} \quad (1)$$