



TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Tietoliikennelaboratorio
Communications Laboratory

S-72.1110 Signaalit ja järjestelmät

Työ 2

Esiselostus

Ryhmä 123:

Tiina Teekkari EST 12345A

Teemu Teekkari TLT 56789B

Selostus laadittu 1.1.2007

Laboratoriotyön suoritusaika

31.12.2007 klo 08:15 – 11:00



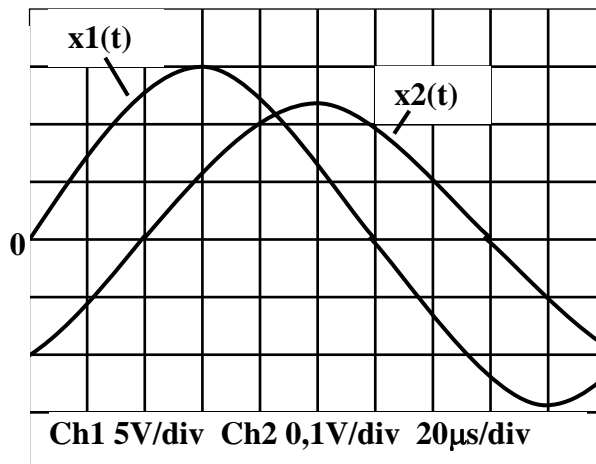
Esiselostuksen laadintaohje

Täytä kansilehden tiedot eli ryhmänumero, nimet ja opintonumerot, selostuksen laadintapäivämäärä sekä päivä ja kellonaika, jolloin teet laboratoriotyön 2. Jos täytät tiedot Wordillä tms., muuta fontin väri mustaksi. Voit kirjoittaa tiedot myös käsin harmaina näkyvinä kohtiin (niiden päälle).

Voit vastata seuraaviin kohtiin käsin ja/tai koneella. Voit koneella lisätä rivejä tai poistaa tyhjiä rivejä. Pääasia on se, ettei esiselostuksen muoto paljon muutu. Voit myös liittää kuvia toisesta ohjelmasta sopiviin kohtiin.

Palauta tämä esiselustus kurssin ilmoitustaulun vastapäätä olevaan lokeroon viimeistään laboratoriotyötä edeltävänä arkipäivänä kello 16 mennessä. Kurssin ilmoitustaulu on osaston 3. kerroksessa käytävällä E-siiven lähellä.

1. Erästä suodatinta tutkittiin signaaligeneraattorin (tuottaa siniaaltoja) ja oskilloskoopin avulla. Suodattimen tulosignaali $x_1(t)$ mitattiin oskilloskoopin kanavalla 1 (Ch1) ja lähtösignaali $x_2(t)$ kanavalla 2 (Ch2). Mittauskanavien jännitejaotukset ja käytetty aika-asteikko näkyvät kuvan alaosassa. div = jakoväli (division). Tuloksena oli seuraava esitys:



- a) Laske kaavat esittäen signaaligeneraattorin (mitatun signaalin) taajuus f_0 .

- b) Laske kaavat osoittaen suodattimen vaimennus A desibeleinä.

- c) Mikä on lähtö- ja tulosignaalin välinen vaihevääristymä (vaihe-ero) Φ asteina?



d) Kun mittaustaajuutta muutettiin yksi prosentti ($df = 1 \% \cdot f_0$), muuttui signaaleiden välinen vaihevääristymä 0,2 astetta ($d\phi(f)$). Approksimoi näiden tietojen perusteella ryhmäkulkuajan arvo kaavat esittäen. Huomaa, että ryhmäkulkuajan kaavassa $d\phi(f)$:n yksikkö on radiaaneina. Vinkki: Luentomoniste-erä 2, sivu 170.

2. Luentomoniste-erässä 2 on sivulla 160 esitetty RC-alipäästösuodatin. Oletetaan, että vastuksen suuruus $R = 1 \text{ k}\Omega$ ja taajuudella 500 Hz on suodattimen jännitevaimennus 3 dB.

a) Laske kaavat esittäen tarvittava kapasitanssiarvo kondensaattorille C. Aikavakio $\tau = RC$. Vinkki: Muodosta siirtofunktiolle itseisarvo eli amplitudifunktio. Huomaa, että kyseessä on jännitefunktio eli lasketaan $20 \cdot \lg(|H(f)|)$ desibelien suhteen. Ja logaritmisääntöjen mukaan $20 \cdot \lg(x) = 10 \cdot \lg(x^2)$.

b) Esitä sekä RC-suodattimen siirtofunktio $H(f)$ että sitä vastaava impulssivaste $h(t)$ symbolisessa eli kaavamuodossa.

c) Hahmottele (piirrä) tähän tilaan impulssivasteen korkeus (numeroarvona) ja muoto aika-alueelle $0 \dots 1,5 \text{ ms}$ ja esitä aika-alueessa aikavakion τ kohta ja sen arvo. Laske myös impulssivasteen suuruus ajanhetkellä $t = \tau$. Excel-ohjelmasta tms. voi olla apua laskemisessa ja piirtämisessä!



- d) Oletetaan, että tähän RC-suodattimeen kytkeytyy ajanhetkellä $t = 0$ suorakaidepulssi $x(t)$, jonka korkeus on 1 voltti ja kesto $T = 1,59$ ms. Esitä suorakaidepulssin kaava ja laske konvoluution avulla (esitä sen vaiheet graafisesti alla olevassa tilassa) suodattimen lähtösignaali $y(t)$ symbolisessa eli kaavamuodossa ja piirrä/hahmottele lähtösignaali kohdassa c piirrettyyn kuvaan - tee oma $y(t)$:lle. Vinkki: Laske suhde T/τ ja tutki luentomoniste-erän 2 sivua 166.



3. Epälineaarinen järjestelmä

Signaali $x(t) = 2 \cdot \cos(2\pi f_1 t) + 3 \cdot \cos(2\pi f_2 t)$, jossa $f_1 = 1200 \text{ Hz}$ ja $f_2 = 1500 \text{ Hz}$. Signaali syötetään epälineaariseen laitteeseen, jonka lähdöstä saadaan ulos signaali $y(t) = x(t) + 0,1 \cdot x^2(t)$. Mistä taajuuksista amplitudeineen $y(t)$ koostuu? Tee merkinnät alla olevaan taulukkoon, jossa näkyvät (kosiniaaltojen) taajuudet (7 kappaletta) hertseinä ja kaavat, joista taajuudet syntyvät. Esitä taajuudet suuruusjärjestyksessä pienimmästä suurimpaan! Esitä myös taajuuksien huippuamplitudit ja tehollisarvot voltteina ja jännitteiden tehollisarvot dBV:na (desibelivoltteina). Vinkit: Paljas luku ilman kosinia = 0 Hz eli DC-komponentti ja negatiivisia taajuuksia ei ole, koska $\cos(-x) = \cos(x)$.

Taajuus f/Hz	Kaava (esim. $2 \cdot \cos(2\pi(f_1 + f_2)t)$)	Huippuarvo u_p/V	Tehollisarvo U_{RMS}/V	Tehollisarvo dBV