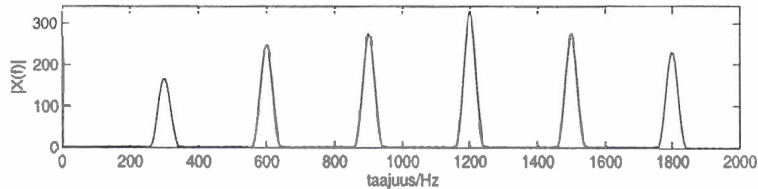


I.

- a) Alla olevassa kuvassa on esitetty erään harmonisen äänen spektri. Mikä on äänen perustaajuus? Perustele. (2 p.)
Alla on esitetty neljä väittämää äänisynteesiin liittyen. Ilmoita kustakin väittämästä pitääkö se paikkansa, ja perustele vastauksesi. (1 p. kukin)
- b) FM-synteesillä ei voida tuottaa harmonisia ääniä.
- c) Näytteistykseen perustuva äänisynteesi vaatii enemmän muistia kuin fysikaaliseen mallinnukseen perustuva.
- d) Näytteistykseen perustuva synteesi vaatii enemmän laskentatehoa kuin fysikaaliseen mallinnukseen perustuva.
- e) Spektrimalleihin perustuva äänisynteesi mahdollistaa äänen keston muuttamisen helposti.

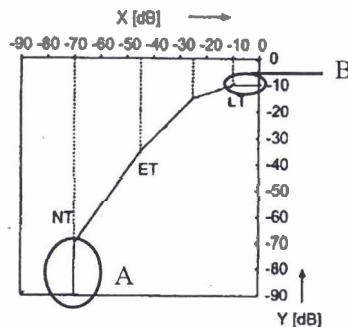


II. (6 p.) Eräässä äänen arkistointijärjestelmässä käytetään 44100 Hz näytteenottotaajuutta, 16 bitin sananpituutta ja lineaarista kvantisointia. Äänen tason ollessa matala järjestelmän tallentaman äänen laatu on huono kvantisointisärön takia. Valitse seuraavista vaihtoehdoista 3 ratkaisua joilla kvantisointisärön kuultavaa vaikutusta voisi pienentää:

- i) sananpituuden pidentäminen, ii) ditheröinti, iii) kvantisointikohinan spektrin muokkaus, iv) epätasavälinen kvantisointi, v) redundanssin lisääminen. Selitä jokaisesta valitsemistasi kolmesta vaihtoehdosta miten
- a) kyseinen ratkaisu vaikuttaa kvantisointikohinaan,
b) miten tämä vaikuttaa kuultavaan äänen laatuun, ja
c) mitä huonoja puolia ratkaisussa on.

III.

- a) Mitä on dynamiikan hallintajärjestelmän staattinen käyrä kuvaa? (1 p.)
- b) Alla olevassa kuvassa on esitetty erään dynamiikan hallintajärjestelmän staattinen käyrä. Selitä miten järjestelmä toimii ympyröidyillä alueilla A ja B. (3 p.)
- Selosta lyhyesti (1-2 lausetta) seuraavat kolme audiokoodauksessa käytettävää työkalua. (1 p. kukin)
- c) adaptiivinen suodatinpankki
d) lyhytaikainen bufferointi
e) M/S-stereokoodaus.



IV.

Käytössäsi on matala-asteinen alipäästösuodatin H_{LP} jonka rajataajuus on 200 Hz.

- a) Suunnittele H_{LP} :ta hyväksi käyttäen hyllysuodatin joka korostaa 10 dB:llä taajuuskaistaa 0..200 Hz. Voit suunnitella joko jatkuva-aikaisen tai diskreettiaikaisen suodattimen. Esitä suunnittelemasi suodattimen siirtofunktio $H(s)$ tai $H(z)$ ja laske sen puuttuvat parametrit. (4 p.)
- b) Piirrä hyllysuodattimen amplitudivaste taajuuden funktiona. (1 p.)
- c) Esitä miten siirtofunktiota muokkaamalla saat suodattimen joka leikkaa 10 dB:llä taajuuskaistaa 0..200 Hz. (1 p.)

V.

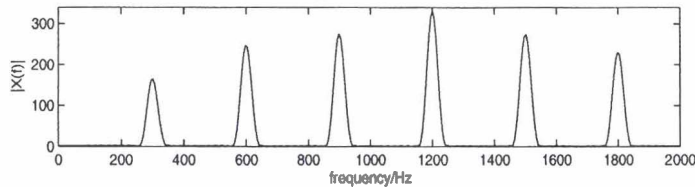
- a) Mitä tarkoitetaan ihmiskuulon peittoilmiöllä? Missä tilanteissa sitä esiintyy? (3 p.)
- b) Miten peittoilmiötä hyödynnetään kuulon malleihin perustuvassa audiokoodauksessa? (2 p.)
- c) Miten peittoilmiö vaikuttaa ko. audiokoodausteissa käytettävään signaalin esitysmuotoon? (1 p.)

I.

a) The figure below illustrates the spectrum of a harmonic sound. What is the fundamental frequency of the sound? Justify your answer. (2 p.)

Below are four statements related to sound synthesis. Express whether each statement is true or false and justify your answer. (1 p. each)

- b) FM-synthesis cannot be used to synthesize harmonic sounds.
- c) Memory storage required by sampling synthesis is large.
- d) Sampling synthesis is computationally efficient.
- e) Spectrum model synthesis allows easy manipulation of the playback speed.



II. (6 p.) An audio archiving system uses 44100 Hz sampling frequency, 16 bit word length, and linear quantization. When the level of the sound is low, the resulting sound quality is poor because of quantization distortion. From the options below, select three options which could be used to reduce the audibility of the quantization noise:

- i) increasing the word length, ii) dither, iii) spectrum shaping of quantization, iv) non-linear quantization, v) increasing redundancy.
- For each of the selected options explain how
- a) the option affects the quantization noise,
 - b) how this affects the audible sound quality
 - c) what are the disadvantages of the option.

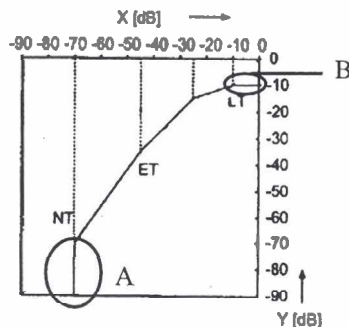
III.

a) What does the static curve of a dynamic range control system describe? (1 p.)

b) The figure below illustrates the static curve of a dynamic range control system. Explain how the system functions in the ringed areas A and B. (3 p.)

Explain shortly (1-2 sentences) the following three tools used in audio coding. (1 p. each)

- c) adaptive filter bank
- d) short time buffering
- e) M/S-stereo coding.



IV. Available is a low-order low-pass filter H_{LP} having cut-off frequency 200 Hz.

- a) Using H_{LP} design a shelving filter which boosts frequency band 0..200 Hz by 10 dB. You can design either a continuous-time or discrete-time filter. Express the transfer function $H(s)$ or $H(z)$ of the designed filter and calculate the missing parameters. (4 p.)
- b) Draw the amplitude response of the shelving filter as a function of frequency. (1 p.)
- c) Express how the transfer function has to be modified in order to get a shelving filter which cuts the frequency band 0..200 Hz by 10 dB. (1 p.)

V.

- a) What is meant by the masking phenomenon in the human auditory system? (3 p.)
- b) How the masking is exploited in perceptual audio coding? (2 p.)
- c) Why tonality estimation is used in perceptual audio coding? (1 p.)