

## YLIOPISTOTENTTI - UNIVERSITY EXAM

<b>Opiskelijan nimi / Student name:</b>	<b>Opiskelijanumero / Student number:</b>
---	---

Opettaja täyttää / Lecturer fills in:

<b>Opintojakson koodi and nimi / The code and the name of the course:</b> <b>Koodi / Code 521273S-01</b> <b>Tentin nimi / Exam name Biosignaalien käsittely I, tentti / Biosignal Processing I, Exam</b>							
<b>Tiedekunta / Faculty:</b> Tieto- ja sähkötekniikan tiedekunta / Faculty of Information Technology and Electrical Engineering							
<b>Tentin pvm / Date of exam: 15.3.2017</b>	<b>Tentin kesto tunteina / Exam in hours: 3</b>						
<b>Tentin nro / No. of the exam: 2. uusinta / 2. retake</b> (esim. Tentti, 1. uusinta, 2. uusinta / e.g. Exam, 1. retake, 2. retake)	<b>Opintopistemäärä / Credit units: 0</b>						
<b>Tentaattori(t) / Examiner(s): Tapio Seppänen</b>	<b>Sisäinen postios. / Internal address: 9CSE</b>						
<b>Sallitut apuvälineet / The devices allowed in the exam:</b> <table><tr><td><input type="checkbox"/> Nelilaskin / Standard calculator</td><td><input type="checkbox"/> Funktiolaskin / Scientific calculator</td><td><input type="checkbox"/> Ohjelmoitava laskin / Programmable calculator</td></tr><tr><td colspan="3"><input type="checkbox"/> Muu materiaali, tarkennettu alla / Other material, specified below:</td></tr></table>		<input type="checkbox"/> Nelilaskin / Standard calculator	<input type="checkbox"/> Funktiolaskin / Scientific calculator	<input type="checkbox"/> Ohjelmoitava laskin / Programmable calculator	<input type="checkbox"/> Muu materiaali, tarkennettu alla / Other material, specified below:		
<input type="checkbox"/> Nelilaskin / Standard calculator	<input type="checkbox"/> Funktiolaskin / Scientific calculator	<input type="checkbox"/> Ohjelmoitava laskin / Programmable calculator					
<input type="checkbox"/> Muu materiaali, tarkennettu alla / Other material, specified below:							
<b>Tenttiin vastaaminen / Please answer the questions:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Suomeksi / in Finnish <input checked="" type="checkbox"/> Englanniksi / in English <p>Suomenkielisessä tutkinto-ohjelmassa olevalla opiskelijalla on oikeus käyttää arvioitavassa opintosuorituksessa suomen kieltä, vaikka opintojakson opetuskieli olisi englanti. Tämä ei koske vieraan kielen opintoja. (Kts. <a href="#">Koulutuksen johtosääntö</a> 18 §)</p> <p>In a Finnish degree programme a student has a right to use Finnish language for their study attainment, even though the language of instruction is English, (excluding language studies) even when the language of instruction is other than Finnish. (See <a href="#">the Education Regulations</a> 18 §)</p>							
<b>Kysymyspaperi on palautettava / Paper with exam questions must be returned:</b> <input type="checkbox"/> Kyllä / Yes <input checked="" type="checkbox"/> Ei / No							

*Vastaa kaikkiin kolmeen kysymykseen.*

1. Selitä lyhyesti seuraavat suodattimet. Minkälaisissa tapauksissa kunkin suodattimen käyttäminen on perusteltua? Anna yksityiskohtainen esimerkki kunkin suodattimen soveltamisesta biosignaalien käsittelyyn. Havainnollista vastauksia piirroksin.
  - a. Adaptiivinen suodatin (Adaptive filtering) (2p)
  - b. Synkronoitu keskiarvoistus (Synchronized averaging) (2p)
  - c. Liukuvan keskiarvon suodatin (Moving average filtering) (2p)
  
2. Hengitysvyöitä käytetään laajalti mittaamaan hengitystä kajoamattomasti ja jatkuva-aikaisesti esim. unitutkimuksissa. Hengitysvyöt antavat laadullista (qualitative) tietoa rinnan ja vatsan liikkeistä. Kalibroimalla ne (esim. spirometrisignaalin) kanssa niitä voidaan käyttää kvantitatiivisesti mittaamaan jatkuva-aikaista hengitysvolyymiä ja -ilmavirtaa. Rinnan ja vatsan tilavuusmuutosten summa vastaa tilavuutta mitattuna suusta. Hengitysil mavirtasignaalin ennuste (prediction) voidaan laskea hengitysvyösignaaleista käyttäen monen muuttujan lineaarista regressiota.
  - a. Muodosta ja selitä tämä lineaarinen malli, joka ennustaa hengitysil mavirran aikasykronoiduista rinnan ja vatsan hengitysvyösignaaleista. (3p)
  - b. Miten lineaarista mallia voidaan laajentaa useammilla regressiomuuttujilla (regressor variables)? (1p)
  - c. Selitä vähintään kaksi metodia, joilla voidaan arvioida ennustetun hengitysil mavirtasignaalin hyvyyttä. (2p)
  
3. Biosignaalien perustaso voi vaihdella monista syistä esim. elektrodien huonosta kiinnityksestä johtuen. Tämä on usein epätoivottu ilmiö ja sen poistaminen voi parantaa signaalin jatkoprosessoinnin laatua (esim. huippujen löytymistä). Selitä yksityiskohtaisesti kaksi metodia, joita käytetään biosignaalien trendin poistoon (baseline wandering removal). Havainnollista trendin poistoa signaalista esimerkein ja piirroksin. (6p)

*Answer all three questions.*

1. Describe in details following filters. In what kind of situations is the use of the following filters reasonable? Give a detailed example of how each of them can be applied to biosignal processing. Demonstrate your answers with drawings.
  - a. Adaptive filtering (2p)
  - b. Synchronized averaging (2p)
  - c. Moving average filtering (2p)
  
2. Respiratory effort belts are widely used to monitor respiration noninvasively and continuously e.g. in sleep studies. Respiratory effort belts give qualitative information about the movement of the chest and abdomen, and with calibration (e.g. to spirometer signal) they can be used quantitatively to measure continuous respiratory volume and airflow. The sum of the volume change of the chest and abdomen is equivalent to the volume measured at the mouth. A prediction of the respiratory airflow can be calculated from the respiratory effort belt signals by using multiple linear regression.
  - a. Formulate and explain this linear model, which estimates the respiratory airflow from the time-synchronized chest and abdomen respiratory effort belt signals. (3p)
  - b. How can the linear model be extended with more regressor variables? (1p)
  - c. Describe at least two methods/measures which evaluate the adequacy of the predicted respiratory airflow signals. (2p)
  
3. In biosignals the baseline may vary for numerous reasons, e.g. due to non-perfect electrode attachment. This is often undesired, and its removal may improve quality of further processing (e.g. peak detection). Present in details two methods which are used in biosignal processing for trend removal (i.e. baseline wandering removal). Illustrate the trend removal on a signal with drawings in your answer. (6p)