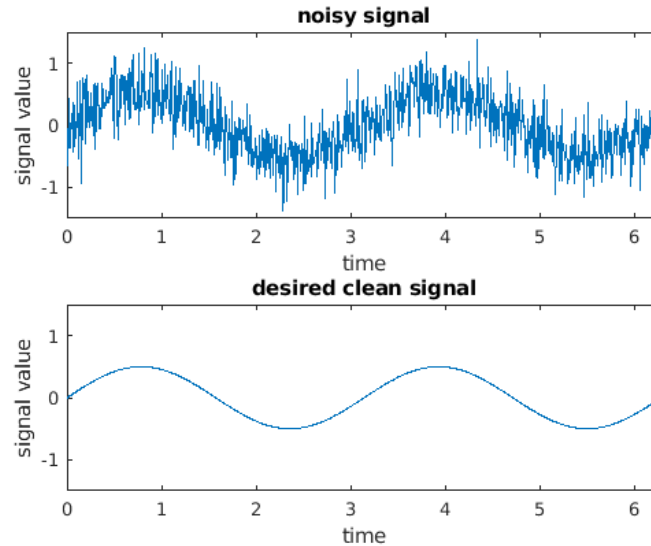
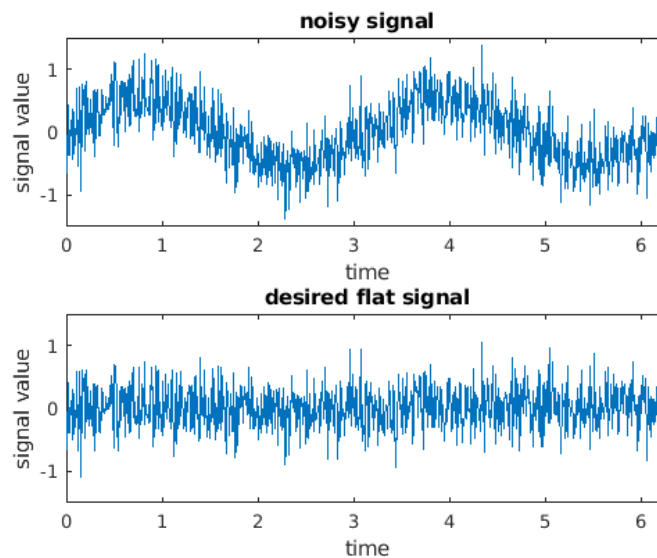


## 1. Filtering

- a. Noisy and desired clean time signals are plotted in the following figure. Describe a signal processing method in detail that results in the desired clean signal with the presented noisy signal as input. (2 p)



- b. Noisy and desired flat time signals are plotted in the following figure. Describe a signal processing method in detail that results in the desired flat signal with the presented noisy signal as input. (2 p)



- c. Describe an example **in detail** and with **illustrations** where the methods above are used on a physiological signal. (2 p)

## 2. Segmentation

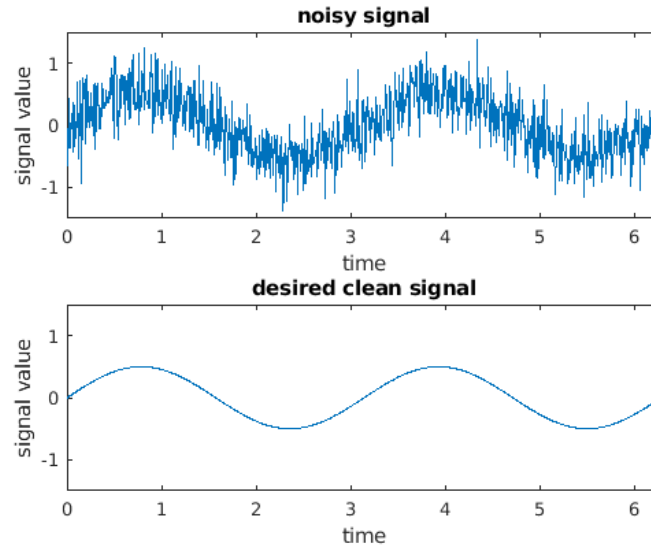
- a. What does fixed segmentation mean? When it is used? Provide a concrete usage example with an illustrating drawing. (2 p)
- b. What does adaptive segmentation mean? When it is used? Provide a concrete usage example with an illustrating drawing. (4 p)

## 3. Removing respiration component from heart rate signal

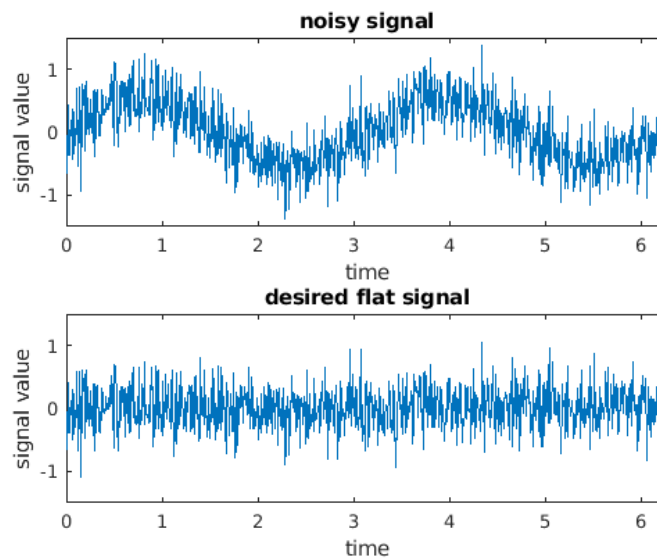
- a. What is a tachogram of the ECG signal? Describe the signal processing steps from the physiological source, through the tachogram to a temporally equally quantized heart rate signal, and define the terms used during your explanation. Illustrate your answers with block diagram and relevant drawings. (2 p)
- b. In addition to ECG, also the respiration signal is measured. It is known, that with low respiration rate, respiratory sinus arrhythmia (RSA, the oscillatory component in cardiovascular signals which changes synchronously with respiration) overlaps the low frequency (LF) range of the heart rate signal. The LF part of heart rate signal is used as a diagnostic or prognostic tool, therefore it is important to separate heart rate signal into two parts: the part induced by respiration, and the rest. Design a system capable of subtracting the RSA component from the tachogram with the use of the respiration signal. Explain your solution in details. Draw block diagram. Note, that the input data is nonstationary, therefore the designed system should be able to update its parameters according to the input. (4 p)

## 1. Suodatus

- a. Häiriöinen (noisy signal) ja haluttu puhdas signaali (desired clean signal) on kuvattu alla olevissa kuvissa. Kuvaille yksityiskohtaisesti signaalinkäsittelymenetelmä, jonka tuloksena häiriöisestä signaalista saadaan haluttu puhdas signaali. (2 p)



- b. Alla olevissa kuvissa on häiriöinen (noisy signal) ja haluttu tasainen signaali (desired flat signal). Kuvaille yksityiskohtaisesti signaalinkäsittelymenetelmä, jonka tuloksena häiriöisestä signaalista saadaan alla esitetty tasainen signaali. (2 p)



- c. Selitä yksityiskohtaisesti esimerkki, jossa yllä käytettyjä menetelmiä käytetään fysiologisiin signaaleihin. Havainnollista vastaustasi kuvin. (2 p)

## 2. Segmentointi

- a. Mitä tarkoittaa kiinteä segmentointi (fixed segmentation)? Milloin sitä käytetään?  
Anna konkreettinen käyttöesimerkki piirroksen kera? (2 p)
- b. Mitä tarkoittaa adaptiivinen segmentointi? Milloin sitä käytetään? Anna konkreettinen käyttöesimerkki piirroksen kera. (4 p)

## 3. Hengityskomponentin poistaminen sykesignaalista

- a. Mikä on EKG-signaalin takogrammi? Selitä signaalinkäsittelyvaiheet fysiologisesta lähteestä, takogrammiin ja ajallisesti tasavälistettyyn sykesignaaliin. Selitä käyttämäsi termit. Havainnollista vastaustasi lohkokaaviolla ja piirroksin. (2 p)
- b. EKG-signaalin lisäksi on mitattu myös hengityssignaali. Tiedetään, että matalilla hengitysnopeuksilla, RSA (Respiratory Sinus Arrhythmia, kardiovaskulaarisen signaalin oskilloiva komponentti, joka muuttuu synkronisesti hengityksen mukana) osuu päällekkäin sykesignaalin matalataajuisen (LF, low frequency) osan kanssa. Sykesignaalin LF osaa käytetään ennustavana ja diagnostisena suureena. Tämän vuoksi on tärkeää erottaa sykesignaalista kaksi osaa: hengityksen aiheuttama osa ja loput. Suunnittele systeemi, joka pystyy, käyttäen hengityssignaalia, erottamaan RSA-komponentin takogrammistä. Selitä ratkaisusi yksityiskohtaisesti. Piirrä lohkokaavio. Huomaa, että sisääntuleva data on epästationaarista. Tämän vuoksi suunnittelemasi systeemin pitää pystyä päivittämään parametreja sisääntulevan datan mukaisesti. (4 p)