

# **SIGNAAL**

**LOTI.05.064 DIGITAALNE SIGNAALITÖÖTLUS**  
**TARTU|2021 (6 EAP)**

Janno Jõgeva

# TÄNASED TEEMAD

# TÄNASED TEEMAD

- Eelmisel nädalal

# TÄNASED TEEMAD

- Eelmisel nädalal
- Organisatoorne info

# TÄNASED TEEMAD

- Eelmisel nädalal
- Organisatoorne info
- Funktsioonid ja hulgad

# TÄNASED TEEMAD

- Eelmisel nädalal
- Organisatoorne info
- Funktsioonid ja hulgad
- Aeg ja signaal

# TÄNASED TEEMAD

- Eelmisel nädalal
- Organisatoorne info
- Funktsioonid ja hulgad
- Aeg ja signaal
- Signaali kujutamine

# TÄNASED TEEMAD

- Eelmisel nädalal
  - Organisatoorne info
  - Funktsioonid ja hulgad
  - Aeg ja signaal
  - Signaali kujutamine
- Signaali muundamine



# TÄNASED TEEMAD

- Eelmisel nädalal
- Organisatoorne info
- Funktsioonid ja hulgad
- Aeg ja signaal
- Signaali kujutamine
- Signaali muundamine
- ADC ja DAC

# TÄNASED TEEMAD

- Eelmisel nädalal
- Organisatoorne info
- Funktsioonid ja hulgad
- Aeg ja signaal
- Signaali kujutamine
- Signaali muundamine
- ADC ja DAC
- Töö Vikipeedias

# TÄNASED TEEMAD

- Eelmisel nädalal
- Organisatoorne info
- Funktsioonid ja hulgad
- Aeg ja signaal
- Signaali kujutamine
- Signaali muundamine
- ADC ja DAC
- Töö Vikipeedias
- Kokkuvõte

# ORGANISATOORNE INFO

# ESIMENE PRAKTIINE TÖÖ

- Tähtaeg selle nädala N3
- Kodutöö tähtaeg 22.02 kell 12:15
- Tähtaja ületamisel on saada ainult pooled punktid

# KODUTÖÖ VORMISTAMINE

- Töö tuleb esitada ühe PDF formaadis dokumendina
- Pildid lisada otse faili
  - Suuremad failid võib lisada oma repositooriumi otselingina
- Töö tuleb vormistada viisakalt

# KODUTÖÖ ESITAMINE

Moodles

# SIGNAAL



# MIS ON SIGNAAL?

Proovige endale sõnastada

# MIS ON SIGNAAL?

Nähtuse mõõtmisel saadud tulemus või tulemuste voog

# MIS ON MÜRA?

Signaal mis meid antud rakenduses ei huvita

**KAS OLETE LOENGUSSE KIRJA PANDUD?**

# MATEMAATILISED TÖÖVAHENDID

# FUNKTSIOONID

# ALLIKAS

Kursuse Kõrgem Matemaatika I (MTMM.00.340) loengukonspekt  
<https://courses.ms.ut.ee/2020/KM1/fall/Main/Links>

2019 aasta konspektiga võrreldes on toimunud muutusi.

# MÄÄRAMISPIIRKOND

Kõigi lubatud sisendite hulk



# MUUTUMISPIIRKOND

Kõigi võimalike väljundite hulk

# FUNKTSIOON

Paneb igale määramispiirkonna hulga elemendile vastavusse ühe ja ainult ühe muutumispiirkonna hulga elemendi

# PIDEVUS

Kõrgema matemaatika kursusest on tuttav järgmine definitsioon.  
Funktsiooni  $f$  nimetatakse pidevaks punktis  $a$  kui

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(a)$$

# KATKEVUS

- Hüpeline  $f(x) = \frac{x}{|x|}$
- Lõpmatu  $f(x) = \frac{1}{x^2}$
- Ostsilleeruv  $f(x) = \sin\left(\frac{1}{x}\right)$

# HULGAD

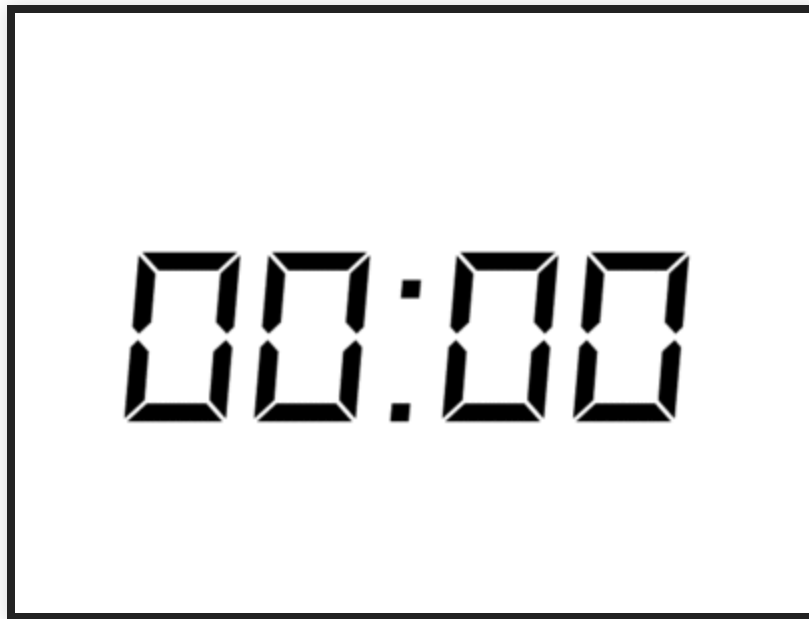
# ELEMENTIDE ARV

- Lõplik
- Lõpmatu
  - Loenduv
  - Mitteloenduv

# AEG

# DISKREETNE AEG

Väärtused on defineeritud mingitel konkreetsetel hetkedel





# PIDEV AEG

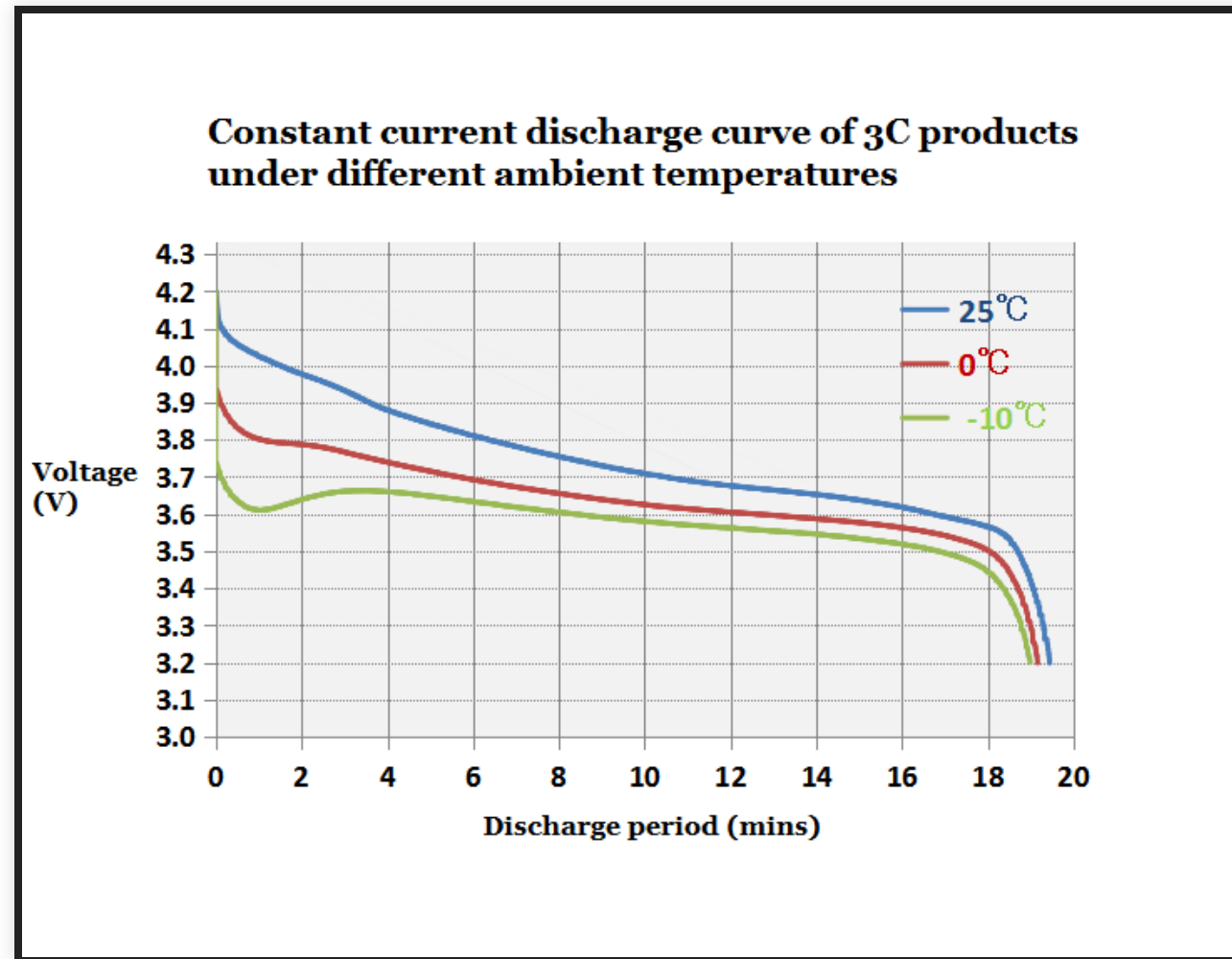
Iga kahe punkti vahel ajas on veel lõpmatul hulgal ajahetki

# SIGNAAL

# ANALOOGSIGNAAL

- Igas punktis signaali väärtus määratud
- Tavaliselt räägime ajas kulgevatest protsessidest

# ANALOOGSIGNAAL (JÄTK)



# DISKREETSIGNAAL

- Diskreetsetel ajahetkedel signaali väärtus määratud
- Tavaliselt räägime ajas kulgevatest protsessidest

# DIGITAALSIGNAAL

- Diskreetsetel ajahetkedel signaali väärtus määratud kindlate väärtuste hulgast
- Tihti joonistatakse eeldades, et määratud punktide vahel signaal ei muutu
- Tavaliselt räägime ajas kulgevatest protsessidest

# **DIGITAALSIGNAALI KUJUTAMINE**

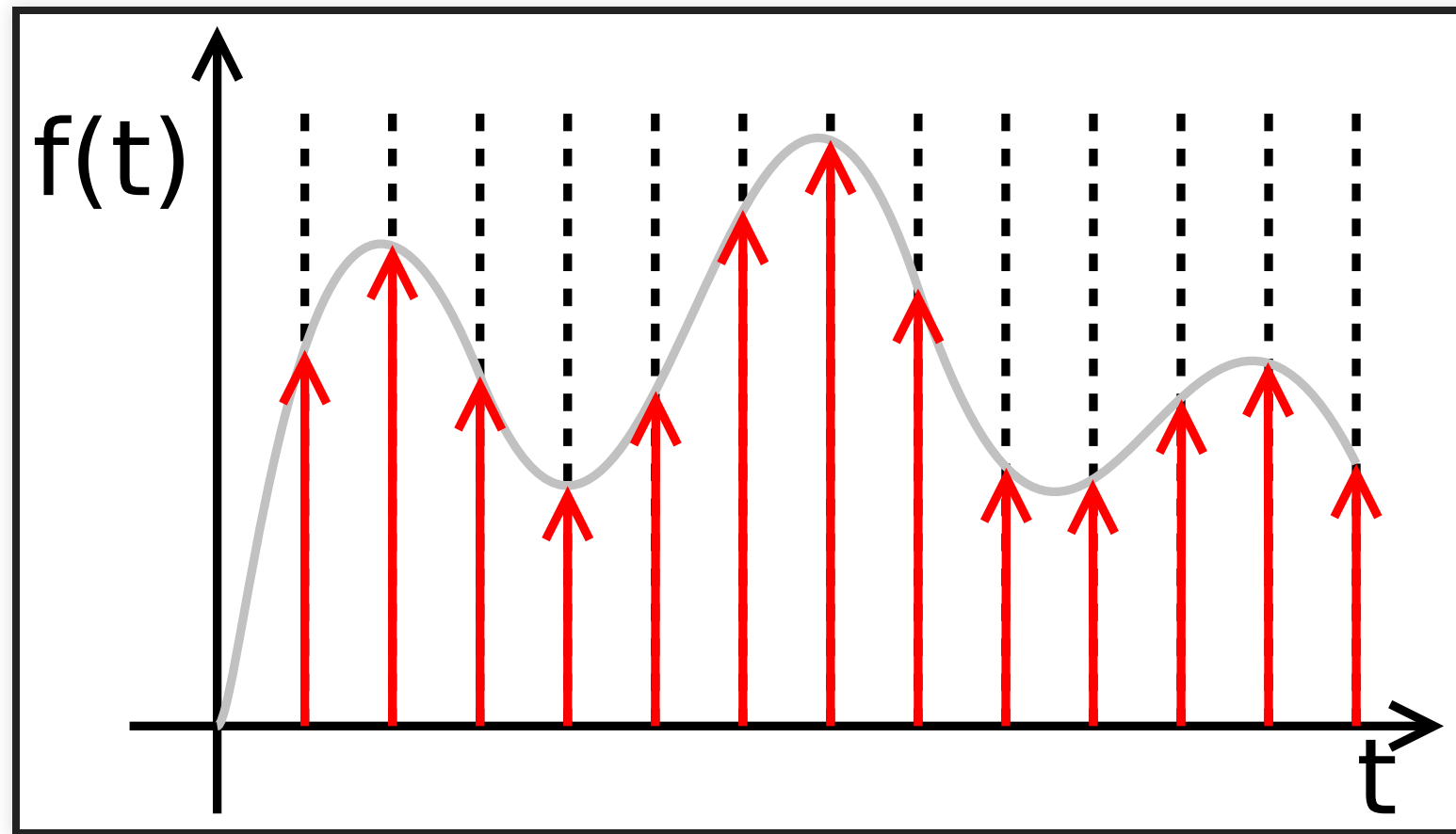
(Näide tahvlil)

# SIGNAALI MUUNDAMINE



# DISKREETIMINE

Kitsendame määramispiirkonda väiksemale loenduvale hulgale



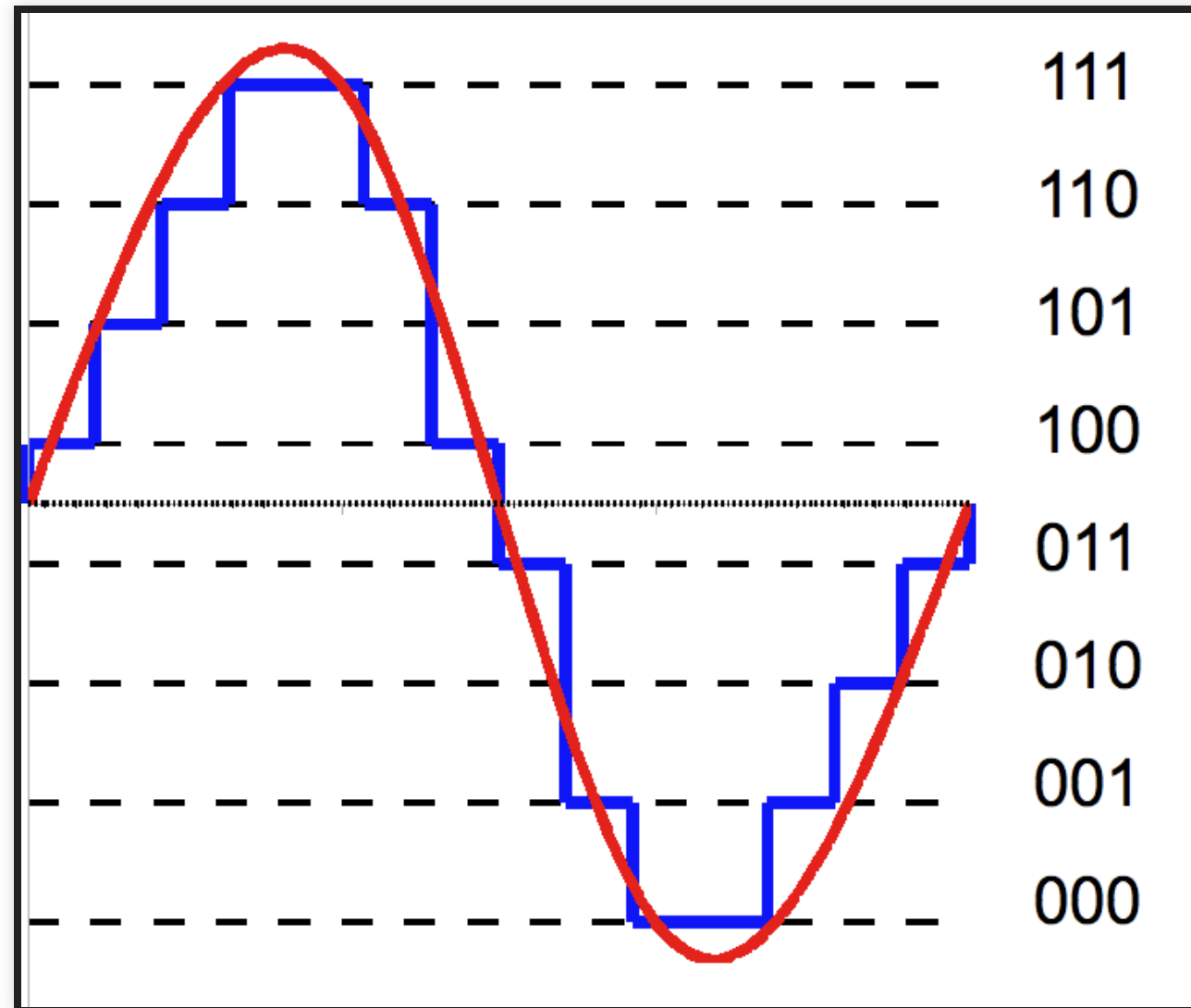
# KVANTIMINE

Kitsendame muutumispäirkonda väiksemale loenduvale hulgale

Milliseid muutumispäirkonna väärtused on üldse eristatavad?

(Näide tahvlil)

# KVANTIMINE (JÄTK)



# SÄMPLIMINE

Üldtermin, mis enamasti viitab sellele, et sisendsignaali on mingi kindla ajavahemiku tagant kvanditud

*Sämpel* võib viidata nii üksikule mõõtmisele kui ka mõõtmiste kogumile

# ANALOOG-DIGITAALMUUNDUR

# ADC FUNKTSIOON

Seade, mis esitab analoogsignaali digitaalsel kujul

Teostab kvantimist ja diskreetimist

Väga palju eri implementatsioone [Wikipedia](#)

# ARDUINO NANO AD-MUUNDUR

- 10 bitti sügavust kvantimistasemete esitamiseks
- Maksimaalselt 10-15 kilo-sämplit/s (kSPS)
- Iteratiivse lähendiga AD-muundur\* (*successive-approximation ADC*)

# ARDUINO NANO AD-MUUNDUR (JÄTK)

- Referentspinge vaikimisi 5V
- Saab kasutada teist väärtust `analogReference()`



# **DIGITAAL-ANALOOGMUUNDUR**

# DAC FUNKTSIOON

Seade, mis väljastab kvantimistasemetele vastava analoogsignaali

Enamasti ei ole võimalik protsessi ilma kaduteta läbi viia

# ARDUINO NANO DA-MUUNDUR

- $490\text{Hz} / 980\text{Hz}$  PWM
- Osadel Arduino mudelitel on eraldiseisvad DA-muundurid
- Vahepealsed väärtused
  - Elektromehaaniline süsteem
  - Eraldiseisev filter interpoleerimise parandamiseks

# TÖÖ VIKIPEEDIAS

# ESIMENE VERSTAPOST

- Leida 3 ingliskeelset signaalitöötluste alase termini artiklit, mis puuduvad eestikeelses Vikipeedias
- Pakkuda esialgne eestikeelne tõlge artiklite pealkirjadele
- Esitada saab ainult neid artikleid, mida ei ole teised tudengid veel esitanud
- Esitamise koht asub Moodles

# ESIMENE VERSTAPOST (JÄTK)

Tähtaeg 1. märts, 12:15 (enne loengut)

$\leq 2$  punkti

# KOKKUVÕTVALT

# MIS ON VAJA TEIL ÄRA TEHA?

- Lõpetada praktikumis kõik esimese praktilise töö ülesanded
- Esitada esimese praktilise töö kodutöö lahendus
- Tähtajad Moodle



# **SIGNAAL: LOTI.05.064 DIGITAALNE SIGNAALITÖÖTLUS TARTU|2021 (6 EAP)**

Janno Jõgeva