

# **FOURIER' RIDA JA PÖÖRE**

## **LOTI.05.064 DIGITAALNE SIGNAALITÖÖTLUS**

### **TARTU|2021 (6 EAP)**

Janno Jõgeva

# TÄNASED TEEMAD

# TÄNASED TEEMAD

- Organisatoorne info

# TÄNASED TEEMAD

- Organisatoorne info
- Kompleksarvud

# TÄNASED TEEMAD

- Organisatoorne info
- Kompleksarvud
- Fourier' esitus

# KORRALDUSLIK INFO

# 6. PRAKTIINE TÖÖ

Juhend avalikustatakse homme

# VAHEARVESTUS

8. aprill

- Vahearvestuseks peavad olema sooritatud praktikumid P01-P06 ja kodutööd
  - P06 kodutöö osa tähtaeg on 12. aprill
- Kui vahearvestuse ajaks ei ole P01-P06 sooritatud siis ei arvestata kõigi nende praktikumide ja kodutööde punkte lõpphinde arvutamisel
  - Kõik praktikumid ja kodutööd tuleb eksamile pääsuks siiski sooritada



# VABAD TÖÖKOHAD

Selle nädala vabadele töökohtadele registreerumine on avatud

# PUNKTID

Esimesed punktid on Moodlesse kantud

See nädal tuleb lisa

# IMAGINAARÜHIK JA KOMPLEKSARVUD

# ALLIKAS

Kursuse Kõrgem Matemaatika I (MTMM.00.340) loengukonspekt pt. 15-16

<https://courses.ms.ut.ee/2019/KM1/fall/Main/Links>

# IMAGINAARÜHIKU TÄHIS

Kõrgema matemaatika konspektis kasutatakse imaginaarühiku tähisena  $i$ , see on levinud pigem matemaatikas. Rohkem füüsikaga kokku puutuvates valdkondades kasutatakse tähisena tihti  $j$ .  
**Imaginaarühiku sisu on mõlemal juhul täpselt sama.**

# IMAGINAARÜHIK

Siin kursuses kasutame  $j^2 = -1$

# KOMPLEKSTASAND

Tasandi punktid on esitatavad algrbralisel kujul  $a1 + bj$

Kus  $a, b \in \mathbb{R}$  ja  $j = \sqrt{-1}$

Enamast tähistatakse  $c \in \mathbb{C}$

# IMAGINAARTELG

Kasutame kordajat  $b \in \mathbb{R}$

Tihti tähistatakse  $Im$



# REAALTELG

Kasutame kordajad  $a \in \mathbb{R}$

Tihti tähistatakse  $Re$

# KAS OLETE LOENGUSSE KIRJA PANDUD?

Kohalolu märkimiseks looge oma pilt kasutades kompleksarve

# FUNKTSIOON SINUSOIDIDE SUMMANA

# NÄIDISFUNKTSIOON

$$\sum_{n=1}^N \sin(n \cdot x)$$

$$x \in [-2\pi, 2\pi]$$

Vaata graafikut, kui  $N = 10$

# **SELGITUS**

(Selgitus videoülekanne vahendusel)

# VEEL ÜKS NÄIDE

Mis funktsiooniga on tegu?

# VEEL ÜKS NÄIDE

Mis funktsiooniga on tegu?

$$\frac{2}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{\sin(nx)}{n}$$

# VEEL ÜKS NÄIDE

Mis funktsiooniga on tegu?

$$\frac{2}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{\sin(nx)}{n}$$

Vaata graafikut, suurenda muutujat  $N$



# FOURIER' PÖÖRE

# PIDEVAS AJAS

# PIDEVAS AJAS

$$X(k) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j2\pi kt} dt$$

# PIDEVAS AJAS

$$X(k) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j2\pi kt} dt$$

Uuritav signaal:  $x(t)$

# PIDEVAS AJAS

$$X(k) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j2\pi kt} dt$$

Uuritav signaal:  $x(t)$

Etalonsignaal:  $e^{-j2\pi kt}$

# DISKRETISEERINGU JÄRGSELT

# DISKRETISEERINGU JÄRGSELT

$$X[k] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{\frac{-j2\pi kn}{N}}$$

# DISKRETISEERINGU JÄRGSELT

$$X[k] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{\frac{-j2\pi kn}{N}}$$

Signaali pikkus:  $N$



# DISKRETISEERINGU JÄRGSELT

$$X[k] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{\frac{-j2\pi kn}{N}}$$

Signaali pikkus:  $N$

$k$  on nüüd sagedusvahemik

# ETALONSIGNAAL

# ETALONSIGNAAL

Etalonsignaal:  $e^{\frac{-j2\pi kn}{N}}$

# ETALONSIGNAAL

Etalonsignaali:  $e^{\frac{-j2\pi kn}{N}}$

Selle saab lahti kirjutada valemiga millega tutvusite kõrgema matemaatika kursuses.

# ETALONSIGNAAL (JÄTK)

# ETALONSIGNAAL (JÄTK)

Euler'i valem:  $e^{j\varphi} = \cos(\varphi) + j\sin(\varphi)$

# ETALONSIGNAAL (JÄTK)

Euler'i valem:  $e^{j\varphi} = \cos(\varphi) + j\sin(\varphi)$

↓ ↓

# ETALONSIGNAAL (JÄTK)

Euler'i valem:  $e^{j\varphi} = \cos(\varphi) + j\sin(\varphi)$

↓ ↓

Etalonsignaali:  $e^{\frac{-j2\pi kn}{N}} = \cos\left(\frac{2\pi kn}{N}\right) - j\sin\left(\frac{2\pi kn}{N}\right)$



# EULER'I VALEMI ALLIKAS

Kursuse Kõrgem Matemaatika I (MTMM.00.340) loengukonspekt pt. 16.2

<https://courses.ms.ut.ee/2019/KM1/fall/Main/Links>

# FOURIER' PÖÖRDE VISUALISEERING

# 3 BLUE 1 BROWN (VAATA KODUS)

But what is the Fourier Transform? A visual introduction.



# KOKKUVÕTVALT

# MIS ON VAJA TEIL ÄRA TEHA?

- Lahendada 5. praktilist tööd
- Värskendada teadmisi kompleksarvude osas

# **FOURIER' RIDA JA PÖÖRE: LOTI.05.064**

# **DIGITAALNE SIGNAALITÖÖTLUS TARTU|2021**

## **(6 EAP)**

Janno Jõgeva