

Reaalajas töötavate digitaalsete treeningseadmete loomine tööstusprotsesside modelleerimiseks ja jälgimiseks

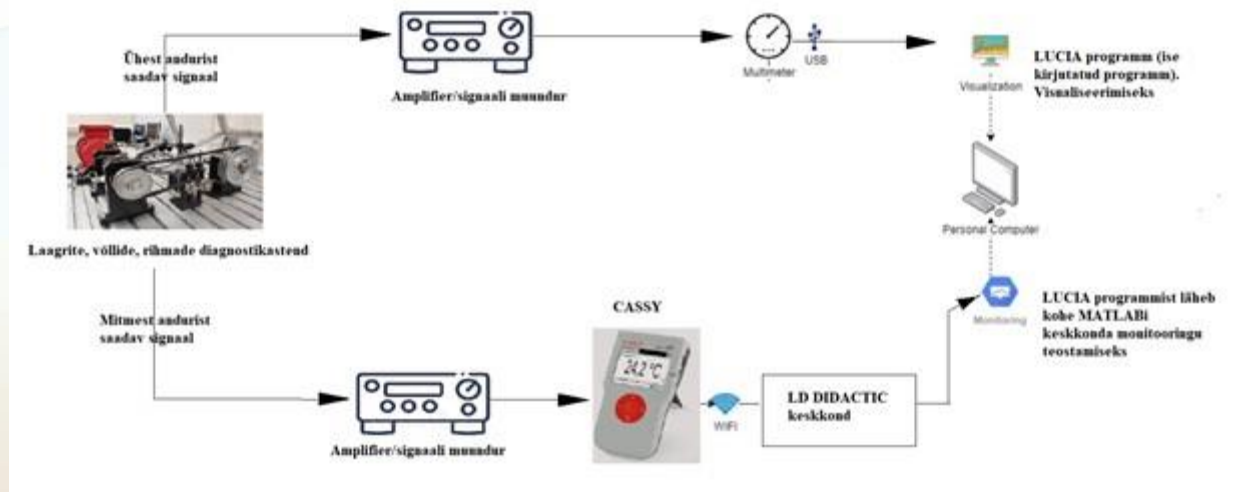
IT Akadeemia e-õppe arendusprojekt

10/7/2022

Jooksvad tulemused

- *Projekti raames luuakse digitaalsed treeningseadmed, et modelleerida tööstuses toimuvaid protsesse, neid jälgida ja rikkeid ennustada*
- On toodud kahe stendi jaoks illustratiivsed skeemid kuidas planeerime teostada protsessi jälgimist reaajas, andmete kogumist ja visualiseerimist ning analüüsimist.

Masinaelementide diagnostikastend



V1

V2

MASINAELEMENTIDE DIAGNOSTIKASTEND

Laagrite diagnoostika

PT500.12E - V1.0.PDF

..\MatLab\bt.mlx

PROGRAMM

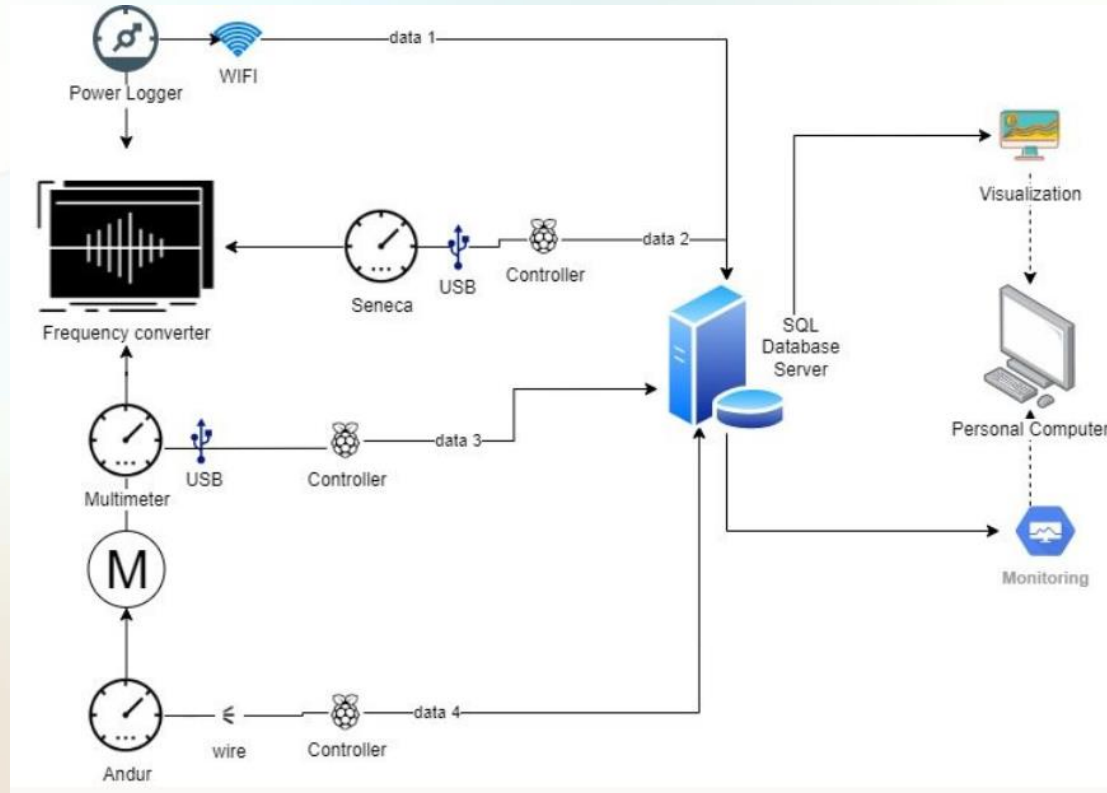


Microsoft Word
Document

Article

TULEMUSED

Ajami treeningseade



V3

V4

AJAMI TREENINGSEADE OLUKORD

Probleemid

- Mõõteriistade Kalibreerimine
- Praktilisi ülesannete kogumine
- Lõputöö Sujuvkäivituse süsteem

Energeetika stendi elektriseadmed

- Fluke 1736
- Keysight 3446
- Seneka Test4

ANNOTATSIOON

- **Seadme töökindluse Diagnostika protsessi võib jagada kolmeks:**
- **1. seadme tehnoseisundi näitajate arendus**
- **2. seadme tehnoseisundi hindamine. Masinaelementide vibratsiooni mõju määramine toodete kvaliteedile**
- **3. Tekkivate võnkumiste analüüs**

Integraalsed näitajad ja algoritm

- **töödelda üksikute masinaelementides olevate vigade tunnused, et ilmutada need vibratsioonispektril kas kiirendustena või selle reaalarvuliste integraalidena, vajadusel ka diferentsiaalidena**
- **selgitada vigade koosmõju ja koostada algoritm vibrogrammide töötlemiseks ja vigade eristamiseks nende üheaegse esinemise korral**

Integraalsed näitajad ja algoritm

- **töötada välja masinate tehnoseisundi hindamise integraalsed näitajad, mis arendaksid edasi ISO 2372 ja muude analoogiliste normide võimalusi**
- **Töö selle osaga loodi alus Eesti tööstuses valitseva olukorra parandamiseks masinate ja seadmete kaasaegse korrashoiu rakendamise teel**

Tehnoseisundi hindamine

- **Masina vea (näiteks montaaživiga, rootori liiga suur disbalanss jne aga ka ekspluatatsioonil käigus tekkinud liidete lahtitulek, detailides tekkinud pinna- ja mahuline väsimus, kulumine jne), mis jätkuva ekspluateerimise käigus kutsub esile masina tõrke, varajaseks avastamiseks, aga ka masinate üldise tehno seisundi hindamiseks, kasutatavad moodused leiavad pidevat edasiarendamist.**

Vibratsiooni mõõtmine

- **Vigade avastamine veatunnuste kaudu enne tõrke tekkimist või tõrke algstaadiumis ongi masinate tehnilise diagnostika üks põhiprobleeme**
- **Vibrodiagnostikat võimaldab hinnata masina kui terviku, tema üksikute osade ja sõlmede tehnoseisundit. Käesoleval ajal iseloomustatakse vibratsiooni kõige sagedamini vibratsioonil tekkiva paigutuse, -kiiruse ja –kiirenduse kaudu**

Vibratsiooni mõõtmine

- $x \equiv x(0)$, $dx/dt \equiv x(1)$ and $d^2x/dt^2 \equiv x(2)$
- Nendel vibratsiooni iseloomustavatel parameetritel on kõrvuti eelistega ka rida puudusi:
- Kui puudub löögiline koormus või kui vibratsioon on väga kõrge sagedusega
- On kasutusel kiirenduse muutumise intensiivsust ja selle tuletisi $x(\alpha)$, kus tuletise aste α võib olla suvaline reaalarv

Vibratsiooni mõõtmine

- **Murdarvulise tuletise kasutamine annab real juhtudel häid tulemusi, eriti kui toimiv vibratsioonisagedus ei ole konstantne**
- **Ülesande lahendamiseks on vibratsioonide matemaatilisel kirjeldamisel kasutatud kompleksmuutuja funktsiooni eksponentkujul**

Kiirenduse muutumise intensiivsus

$\chi^{(3)}$ $\chi^{(4)}$

$\chi^{(5)}$ $\chi^{(6)}$



Tuletisi $x(\alpha)$,
kus tuletise aste
 α võib olla
suvaline
reaalarv

Murdarvulise tuletise kasutamine annab
real juhtudel häid tulemusi, eriti kui toimiv
vibratsioonisagedus ei ole konstantne

Murdarvulised tuletised

$$x(t) = X e^{i\omega t}$$

$$x^{(\alpha)} = \omega^{(\alpha)} X e^{i(\omega t + \alpha\pi/2)}$$

$$e^{i\frac{\alpha\pi}{2}} = \left(e^{i\frac{\pi}{2}}\right)^\alpha = \left(\cos \frac{\pi}{2} + i \sin \frac{\pi}{2}\right)^\alpha = i^\alpha$$

$$x^{(\alpha)} = e^{i\frac{\alpha\pi}{2}} \omega^\alpha X e^{i\omega t} = i^{(\alpha)} X(\alpha) e^{i\omega t} =$$

$$= (i\omega)^\alpha x(t) = x(\alpha) e^{i\omega t}$$

$$X(\alpha) = \omega^\alpha X$$

$$x(\alpha) = (i\omega)^\alpha X$$

parametrid α
(on suvaline
reaalarv),
 ω ja X on
konstandid

e on naturaalogaritmi
alus (Napieri arv),
 $i = \sqrt{-1}$ on imaginaararv,
 t on tegelik muutuja

Negatiivne diferentseerimine

$$x^{(\alpha)} = \frac{1}{\omega^{|\alpha|}} X e^{i(\omega t - |\alpha| \frac{\pi}{2})} = \quad \alpha \leq 0$$

$$= \frac{1}{i^{|\alpha|}} X (|\alpha|) e^{i\omega t} = x(|\alpha|) e^{i\omega t}$$

.Kui $\alpha \leq 0$, järgneb seosest

$$X(|\alpha|) = \frac{1}{\omega^{|\alpha|}} X$$

$$x(|\alpha|) = \frac{1}{(i\omega)^{|\alpha|}} X$$