

Jelfeldolgozási algoritmusok implementálása python nyelven

MSc, Önálló labor 2

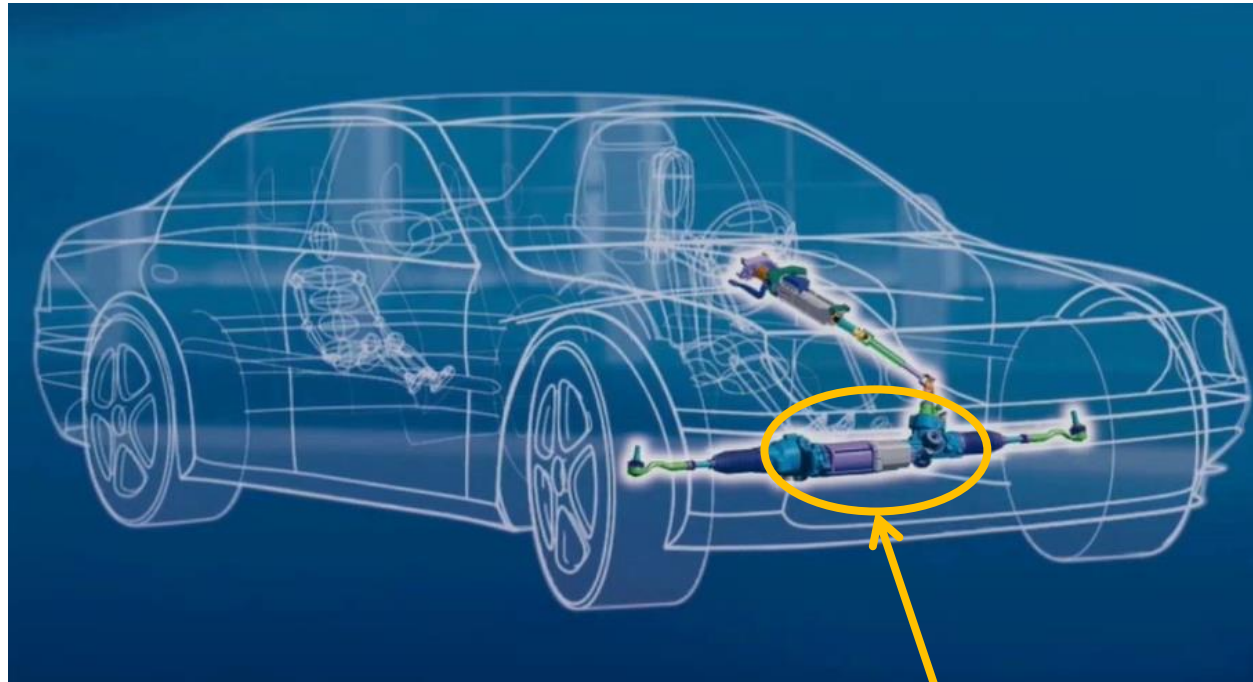
Készítette: Molnár Eszter

Tanszéki konzulens: Dr. Orosz György

Külső konzulens: Gungl Szilárd (thyssenkrupp Components Technology Hungary Kft.)

Motiváció

Thyssenkrupp
elektromos szervokormányok zaj vizsgálata

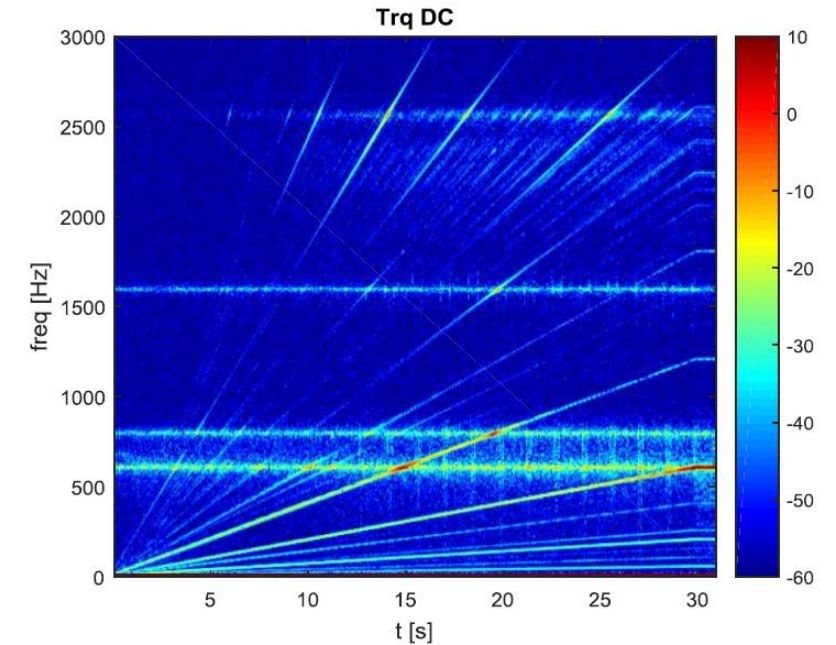


PMSM

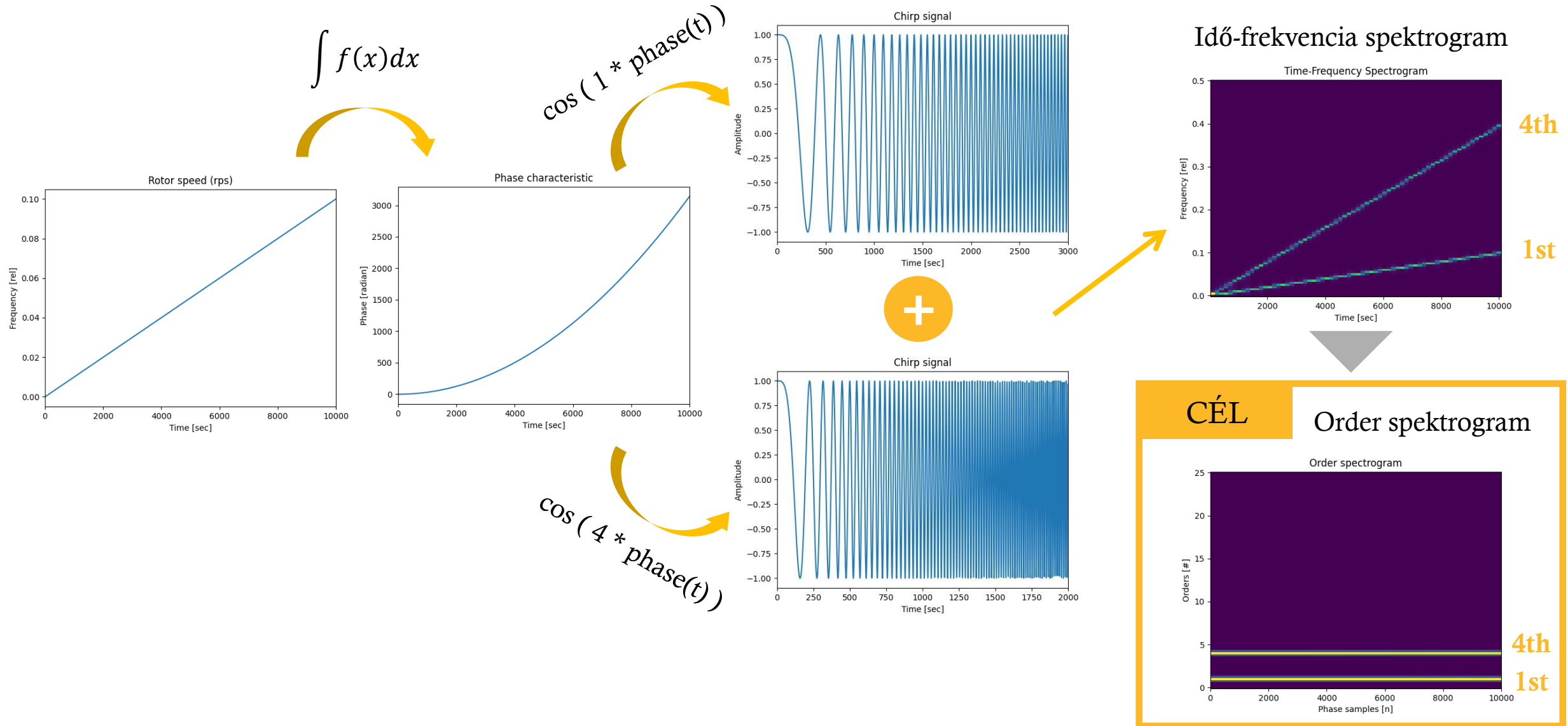
Rendszám (order)

Szervomotor minden fordulatanál bizonyos elfordulási szög mellett ismétlődő hangkibocsátások

FFT VS Time Spektrogram

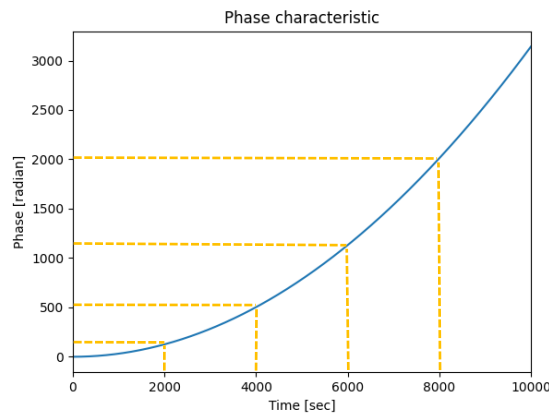


Analitikusan előállított referencia jelek

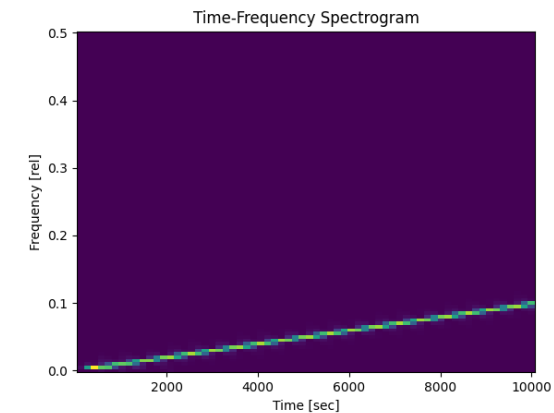
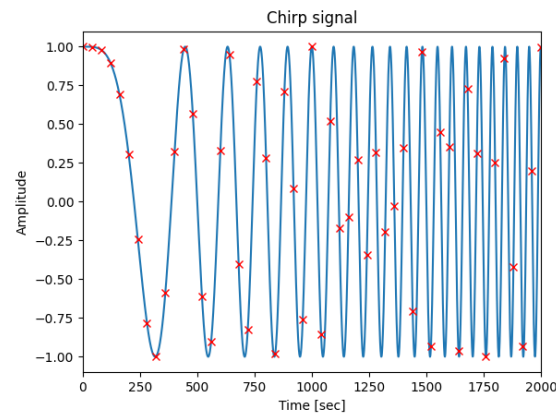


RPM-Synch algoritmus elmélete

Uneq.
Phase

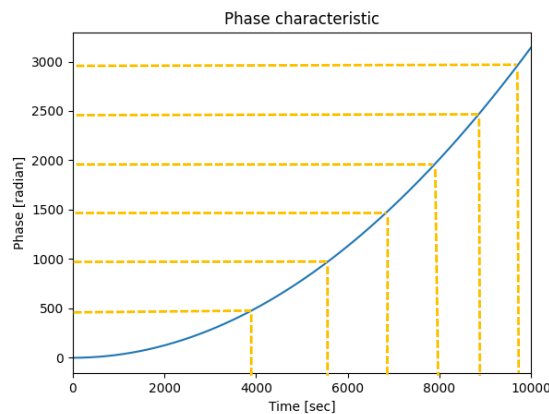


Eq. Time

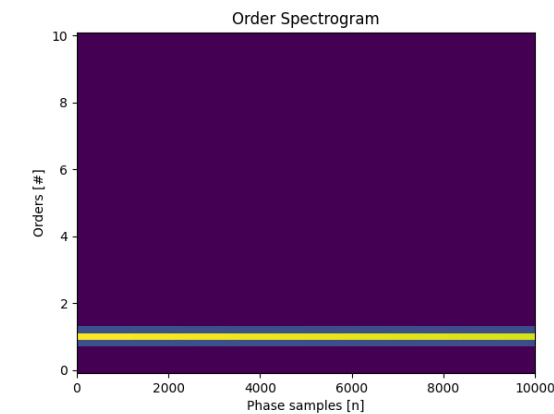
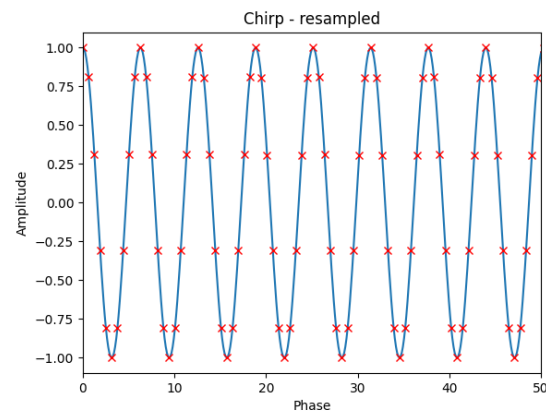


1st

Eq.
Phase



Uneq. Time



1st

RPM-Synch algoritmus módosítása

Chirp jel generálás



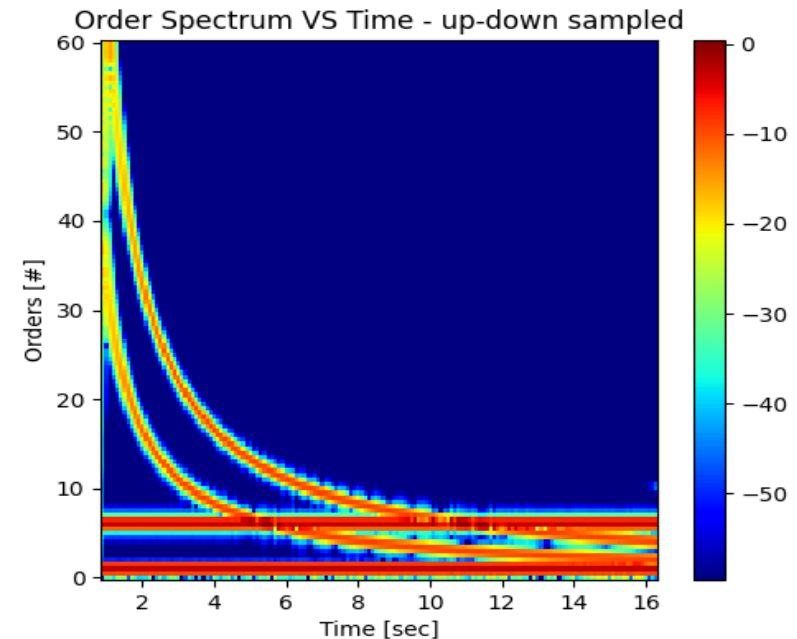
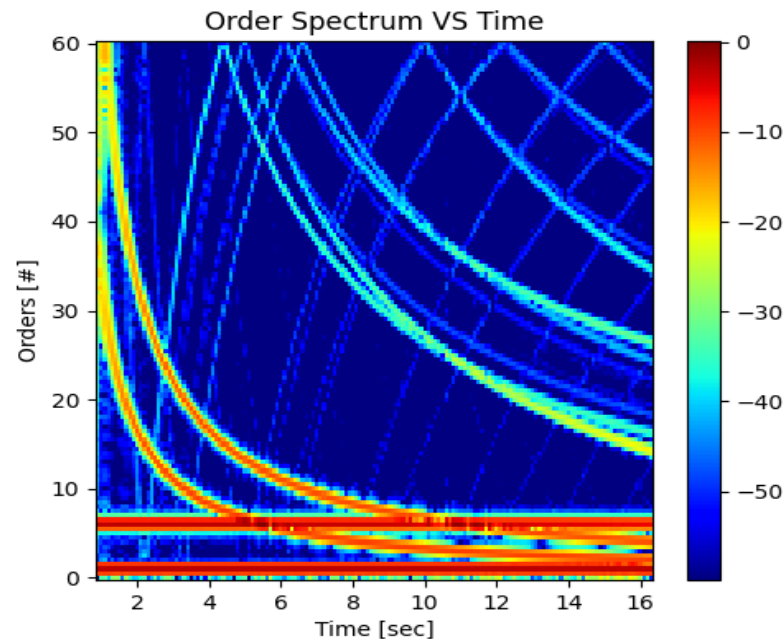
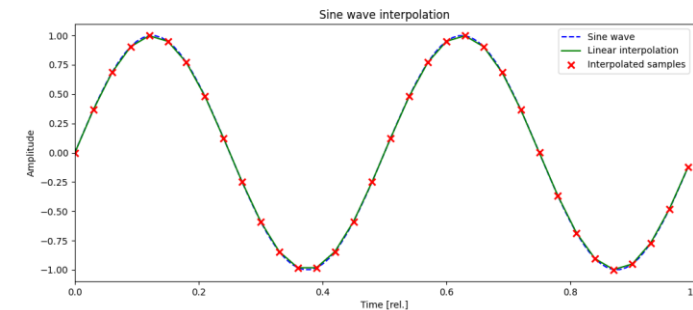
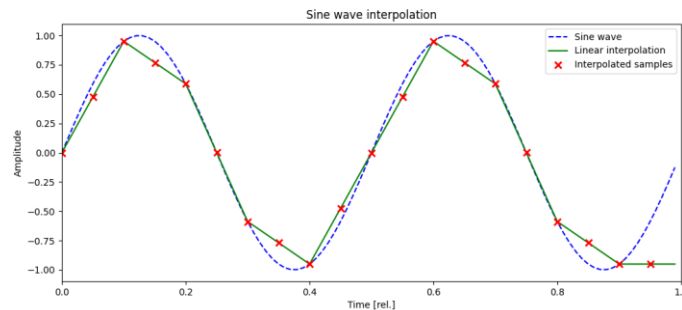
Felmintavételezés



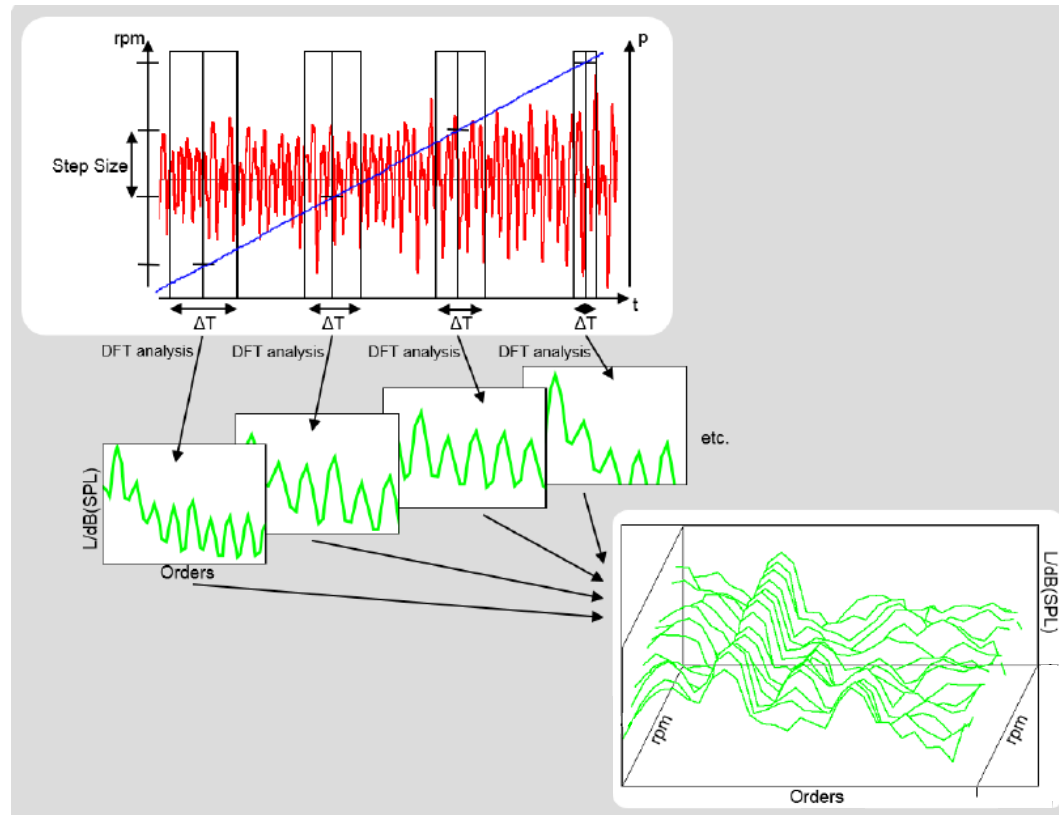
Nem ekvidisztáns
újrarmintavételezés



Decimálás

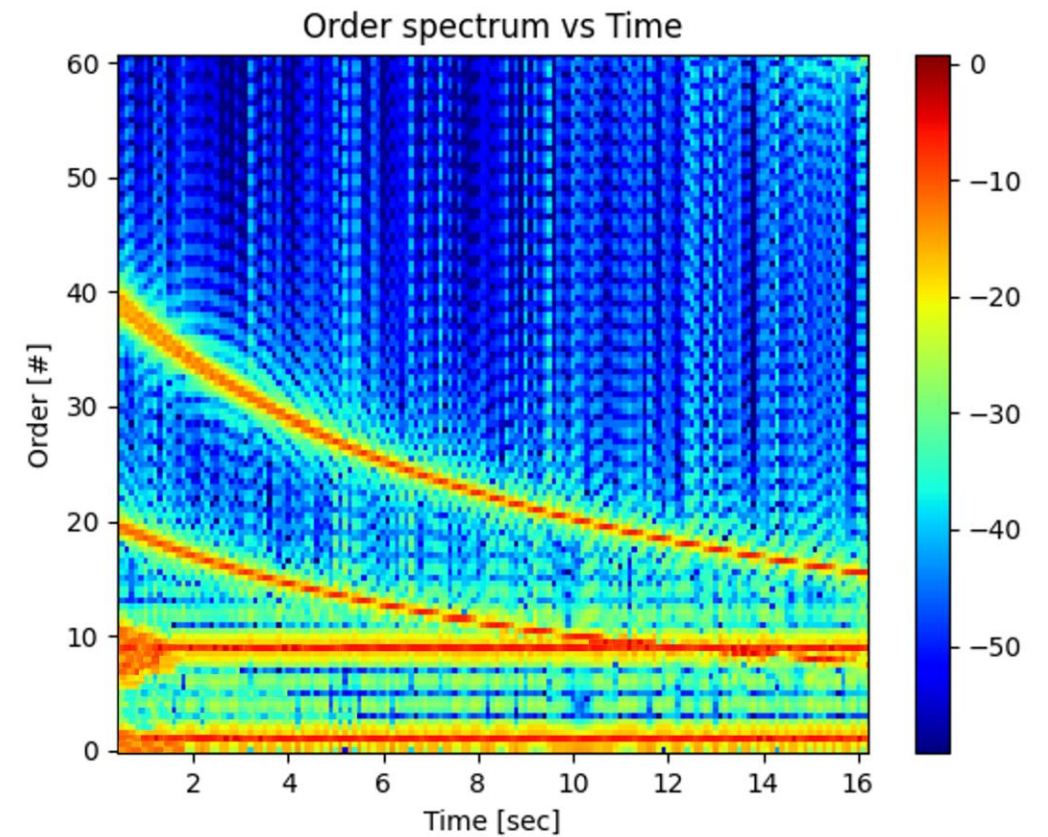


Változó ablakméretű DFT



Forrás: HEAD acoustics: Order analysis in ArtemiS SUITE, Application Note – 08/16]

Ablakok mérete:
$$\Delta T = \frac{60}{rpm * o_r}$$



Sebességfüggő DFT elmélete

Order spektrum (szög tartományban)

$$X(\Omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(\theta) e^{-j \Omega \theta} d\theta$$

$$X(\Omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(\theta(t)) e^{-j \Omega \theta(t)} \boxed{\frac{d\theta}{dt}} dt$$

$$X(\Omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(\theta(t)) e^{-j \Omega \theta(t)} \boxed{\omega(t)} dt$$

Diszkretizálás

$$VSDFT[k] = \frac{\Delta t}{\theta} \sum_{n=0}^{N-1} x[n\Delta t] \omega[n\Delta t] e^{-j \Omega [k \Delta \Omega] \theta[n\Delta t]}$$

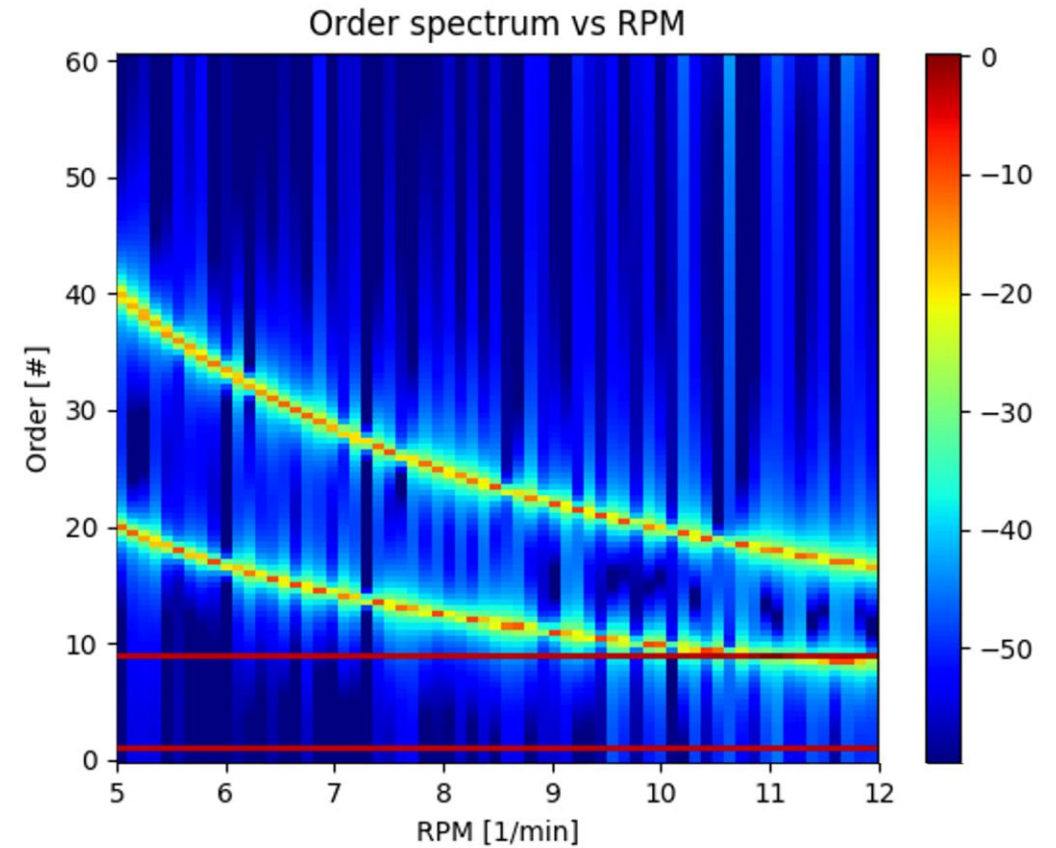
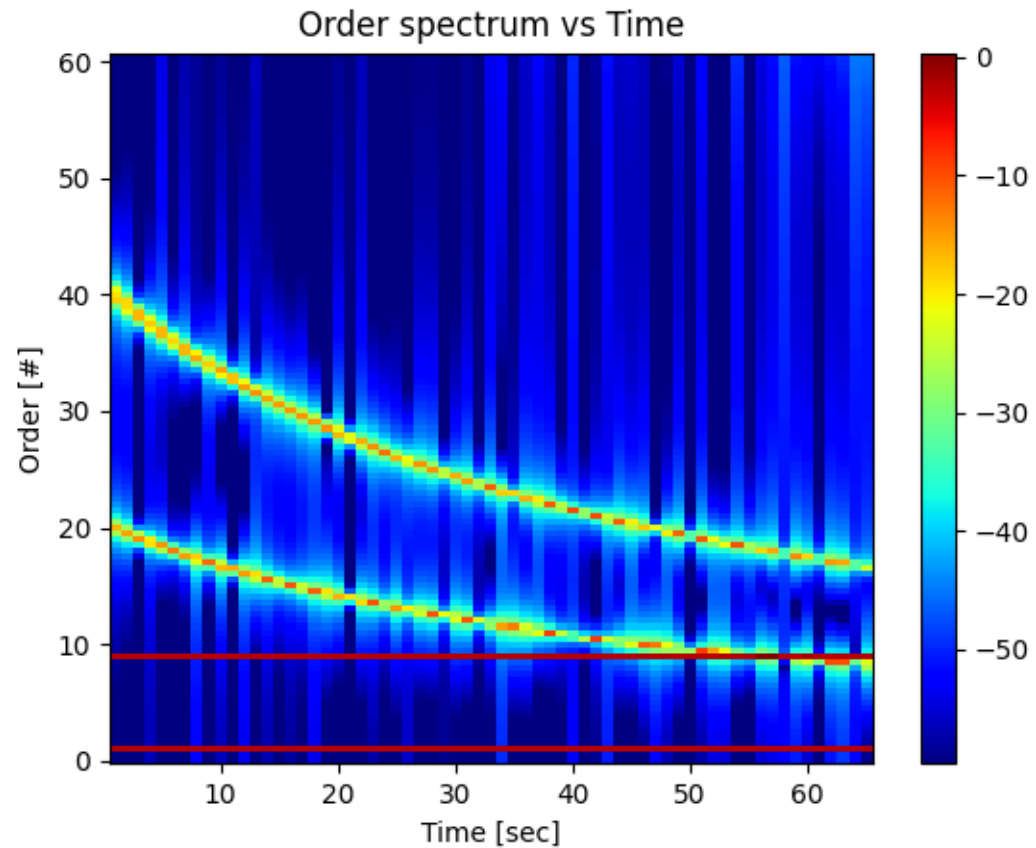
Frekvencia spektrum (idő tartományban)

$$X(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) e^{-j \Omega t} dt$$

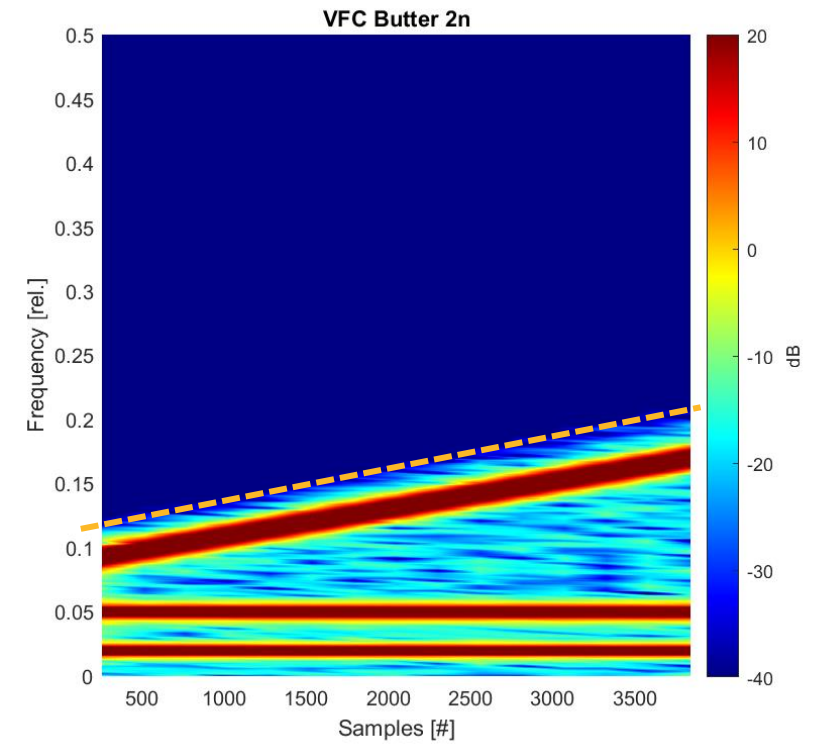
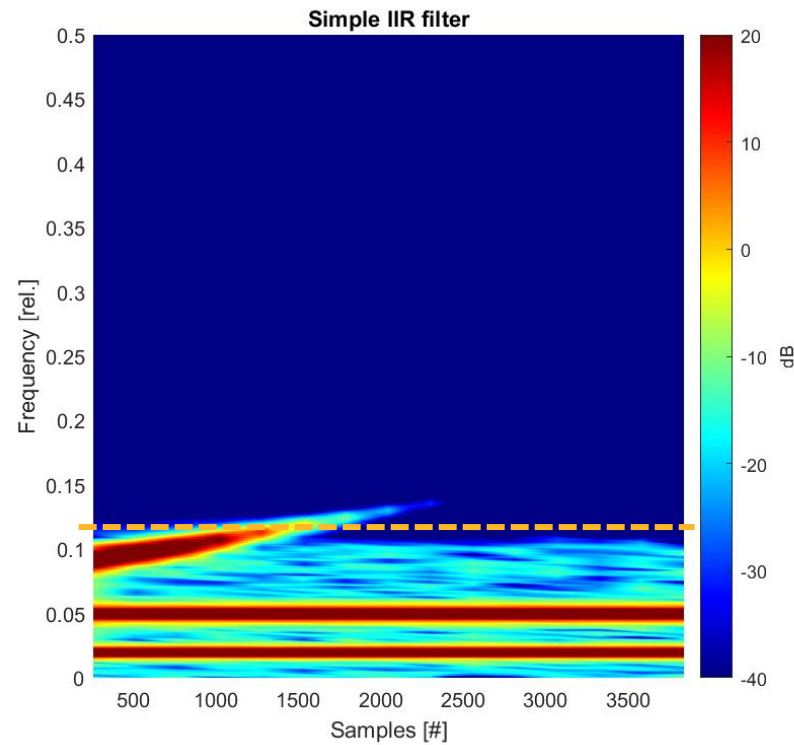
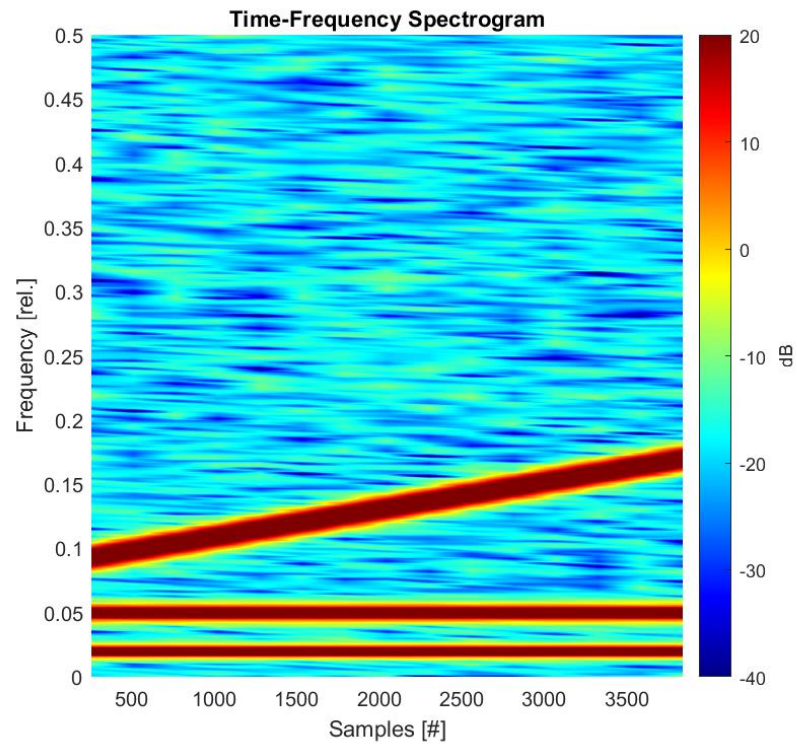
Paraméterek:

- x : vizsgálandó jel
- t : idő tartomány
- ω : szögsebesség
- Ω : rendszám tartomány
- θ : szög tartomány
- Θ : normalizálási változó (maximális szögfelbontás)

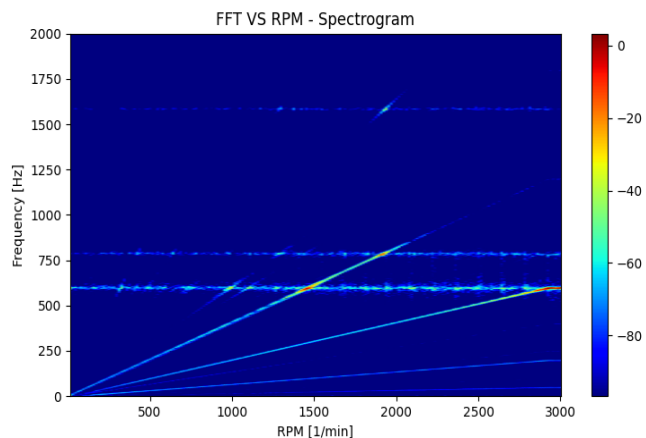
Sebességfüggő DFT



Változó töréspontú szűrő tervezése

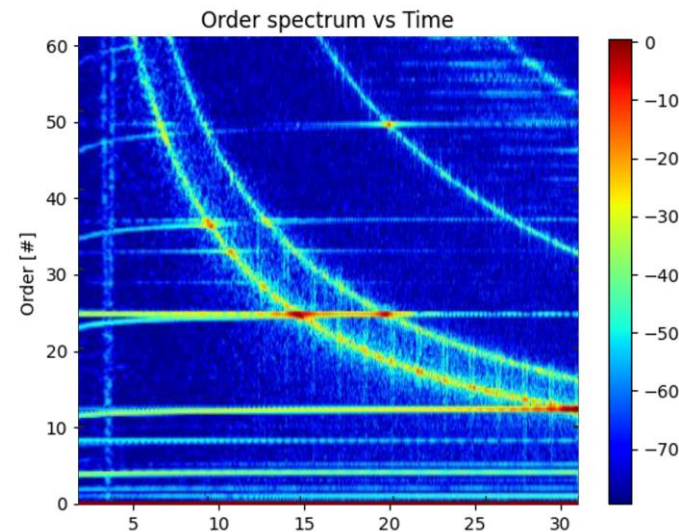


Összefoglalás



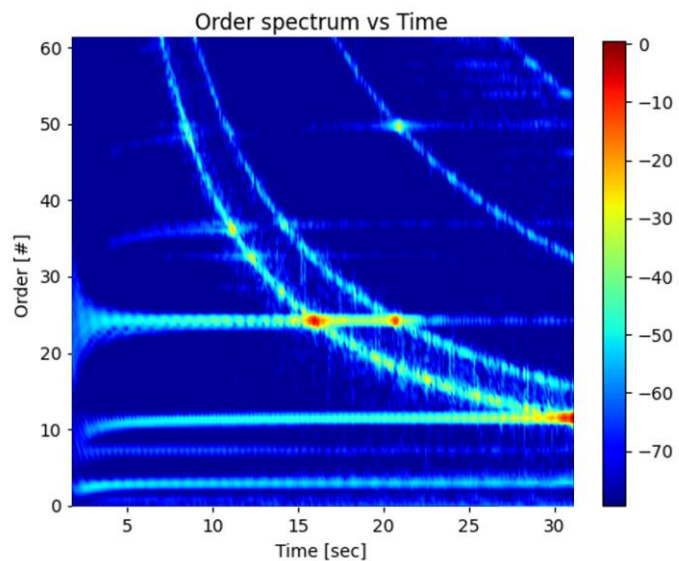
Idő-rpm
spektrogram

- ✓ Gyors
- ✗ Orderek kiértékelésére kevésbé alkalmas



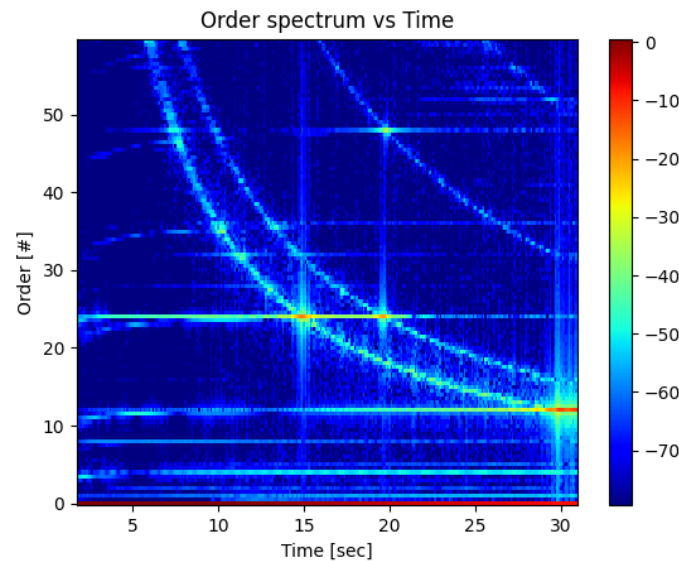
RPM-Synch

- ✓ Pontos eredmény
- ✗ Lassú
- ✗ Interpoláció
- ✗ Felminta vételezés



Változó ablakméretű
DFT

- ✓ Gyors
- ✗ Interpoláció
- ✗ Alacsony fordulatszámon spektrogram elkenődik



Sebességfüggő DFT

- ✓ Gyors
- ✓ Pontos eredmény
- ✗ Iparban kevésbé elterjedt