

Merkblatt Fouriertransformation

Fouriertransformation:
$$\underline{X}(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} x(k) e^{-j2\pi \frac{kn}{N}}$$

MATLAB-Funktionen enthalten kein $1/N$!

$$f_{max} = \frac{N}{2} \Delta f$$

$$f_s = N \cdot \Delta f$$

$$T = N \cdot \Delta t$$

$$T \cdot \Delta f = 1$$

praktische Herangehensweise:

f_s aus f_{max} und Aufgabenstellung ableiten

Δf aus Aufgabenstellung ableiten

Parsevalsches Theorem
$$P = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} [x(k)]^2 = \sum_{n=0}^{N-1} |\underline{X}(n)|^2$$

MATLAB-Funktion: `[s,f,t,p] = spectrogram(Daten, w, Overlap, N, fs)`
s -> einseitiges nicht normiertes Spektrum
f -> Frequenzvektor
t -> Zeitvektor
p -> PSD

einseitiges normiertes Spektrum:

$$sNorm = s/N$$

Window:

w=hann(N)
w=rectwin(N)
w=flattop(N)
...

Amplitudenkorrektur:
$$FM = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} w(k)$$

Leistungskorrektur:
$$PM = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} w^2(k)$$

Merkblatt Fouriertransformation

effektive Bandbreite: $B_{eff} = \frac{PM}{T \cdot FM^2}$

Amplitudenspektrum: $MAG = 2 \cdot \text{abs}(sNorm)/FM$

linear gemittelttes Amplitudenspektrum:
 $MAG = \text{mean}(2 \cdot \text{abs}(sNorm)/FM, 2)$

Darstellung als Pegel in dBV (zur Basis 1 V) bei Messwerten in mV
 $MAG = 20 \cdot \log_{10}(\text{mean}(2 \cdot \text{abs}(sNorm)/FM, 2)/1000)$

Leistungsspektrum: $MAG = 2 \cdot \text{abs}(sNorm)/FM$
 $MAG_{eff} = MAG/\text{sqrt}(2)$
 $PWR = MAG_{eff}.^2$

Spektrale Energiedichte ESD:
Auto-Power-Spektrum APS:
 $MAG = 2 \cdot \text{abs}(sNorm)/FM$
 $ESD = MAG.^2$
 $APS = MAG.^2$

Spektrale Lesitungsichte
Autoleistungsspektrum
Autospektrum
Autospektraldichte
Power Spectral Density
PSD
 $[s, f, t, p] = \text{spectrogram}(\text{Daten}, w, \text{Overlap}, N, fs)$
 $G_{xx} = p$

alternativ
 $sNorm = s/N$
 $PWR = (2 \cdot \text{abs}(sNorm)/FM).^2$
 $G_{xx} = PWR/B_{eff}$

Phasenspektrum: $PHASE = \text{angle}(sNorm) \cdot 180/\pi$

Darstellung:
 $\text{plot}(f, MAG)$
 $\text{surf}(t, f, MAG)$

Merkblatt Fouriertransformation

MATLAB-Funktionen für die Aufbereitung von Spektren

| Funktionalität | Funktion | Beschreibung |
|--------------------------|----------------|---|
| linearer Mittelwert | mean(s,dim) | berechnet den linearen Mittelwert der Matrix <i>s</i> entlang der in <i>dim</i> vorgegebenen Berechnungsrichtung gemäß $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{\xi=1}^n x(\xi)$ |
| quadratischer Mittelwert | rms(s,dim) | berechnet den quadratischen Mittelwert der Matrix <i>s</i> entlang der in <i>dim</i> vorgegebenen Berechnungsrichtung gemäß $x_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{\xi=1}^n x(\xi)^2}$ |
| Summe | sum(s,dim) | berechnet die Summe der Matrix <i>s</i> entlang der in <i>dim</i> vorgegebenen Berechnungsrichtung |
| Standardabweichung | std(s,[],dim) | berechnet die Standardabweichung der Matrix <i>s</i> entlang der in <i>dim</i> vorgegebenen Berechnungsrichtung |
| Maximalwert | max(s,[],dim) | bestimmt den Maximalwert aus der Matrix <i>s</i> entlang der in <i>dim</i> vorgegebenen Berechnungsrichtung |
| häufigster Wert | mode(s,dim) | bestimmt den am häufigsten vorkommenden Wert der Matrix <i>s</i> entlang der in <i>dim</i> vorgegebenen Berechnungsrichtung |