

Messtechnik

Inhalt der Vorlesung im WS 2012/13*

- 1 Messsysteme und Messfehler (Seiten 3–22)**
 - 1.1 Messskalen
 - 1.2 Metrische Größen
 - 1.2.1 Einheitensystem
 - 1.2.2 Anpassung der Definitionen der Einheiten
 - 1.3 Messsysteme
 - 1.3.1 Struktur von Messsystemen
 - 1.3.2 Beschreibung von Messsystemen im Zustandsraum
 - 1.3.3 Physikalische Messkennlinie
 - 1.3.4 Messsignale als Informationsträger
 - 1.4 Messfehler
 - 1.4.1 Absoluter und relativer Fehler
 - 1.4.2 Fehlerursachen
 - 1.4.3 Spezifizierte Normalbedingungen

- 2 Kurvenanpassung (Seiten 25–51)**
 - 2.1 Approximation
 - 2.1.1 Approximation mit orthonormalen Funktionensystemen
 - 2.1.2 Least-Squares-Schätzer
 - 2.1.3 Regressionsanalyse
 - 2.2 Interpolation
 - 2.2.1 Polynominterpolation
 - 2.2.2 Interpolation durch Lagrange-Polynome
 - 2.2.3 Interpolation durch Newton-Polynome
 - 2.2.4 Spline-Interpolation
 - 2.2.5 Systemtheoretische Deutung der Interpolation
 - 2.3 Kennfeldinterpolation

- 3 Stationäres Verhalten von Messsystemen (Seiten 55–106)**
 - 3.1 Stationäre Messkennlinie und deren Fehler
 - 3.1.1 Ideale und reale Messkennlinie
 - 3.1.2 Abgleich der Messkennlinie

*Die Seitenzahlen beziehen sich auf die 9. Auflage des Buches „Messtechnik“

- 3.1.3 Kennlinienfehler bei realer Kennlinie
 - 3.1.4 Abschätzung des Kennlinienfehlers
 - 3.2 Kennlinienfehler unter Normalbedingungen
 - 3.2.1 Herabsetzen des Messbereichs
 - 3.2.2 Reihenschaltung zweier nichtlinearer Glieder
 - 3.2.3 Wahl des günstigsten Messbereichs
 - 3.2.4 Differenzmethode
 - 3.2.5 Gegenkopplung
 - 3.3 Kennlinienfehler bei Abweichungen von den Normalbedingungen
 - 3.3.1 Superponierende Störgrößen
 - 3.3.2 Unterdrückung superponierender Störgrößen mit der Differenzmethode
 - 3.3.3 Deformierende Störgrößen
 - 3.3.4 Deformierende Störgrößen bei Gegenkopplung
 - 3.3.5 Superponierende Störgrößen bei Gegenkopplung
 - 3.3.6 Kompensation systematischer Störeinflüsse
 - 3.3.7 Abschirmung
 - 3.3.8 Superponierende Störgrößen in Messketten
 - 3.3.9 Zerhackerverstärker
 - 3.4 Rückwirkung des Messsystems
- 4 Zufällige Messfehler (Seiten 109–177)**
- 4.1 Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie
 - 4.1.1 Wahrscheinlichkeitsdichte
 - 4.1.2 Wahrscheinlichkeitsdichten abgebildeter Größen
 - 4.1.3 Momente der Statistik 1. Ordnung
 - 4.1.4 Momente der Statistik 2. Ordnung
 - 4.1.5 Korrelationskoeffizient
 - 4.1.6 Charakteristische Funktion
 - 4.2 Stichproben
 - 4.2.1 Häufigkeitsverteilung und Histogramm
 - 4.2.2 Stichprobenmittelwert
 - 4.2.3 Stichprobenvarianz
 - 4.2.4 Gesetz der großen Zahlen
 - 4.2.5 Mittelung zur Störungsunterdrückung
 - 4.3 Normalverteilte Zufallsvariable
 - 4.3.1 Normalverteilung
 - 4.3.2 Zentraler Grenzwertsatz
 - 4.3.3 χ^2 -Verteilung
 - 4.3.4 Student'sche t-Verteilung
 - 4.4 Statistische Testverfahren
 - 4.4.1 Konfidenzintervall und statistische Sicherheit

- 4.4.2 Hypothesen und statistische Tests
- 4.4.3 Signifikanztest für den Stichprobenmittelwert
- 4.4.4 χ^2 -Anpassungstest
- 4.5 Qualitätssicherung
 - 4.5.1 Beurteilung von Fertigungsprozessen
 - 4.5.2 Bestimmung der Ausfallrate
 - 4.5.3 Statistische Prozessüberwachung
- 4.6 Fehlerfortpflanzung

6 Messung stochastischer Signale (Seiten 245–314)

- 6.1 Stochastische Prozesse
 - 6.1.1 Einführung
 - 6.1.2 Wahrscheinlichkeitsverteilung und Wahrscheinlichkeitsdichte
 - 6.1.3 Schar- und Zeitmittelwerte
 - 6.1.4 Momente der Statistik 1. Ordnung
 - 6.1.5 Momente der Statistik 2. Ordnung
 - 6.1.6 Stationäre Prozesse
 - 6.1.7 Ergodische Prozesse
- 6.2 Korrelationsfunktionen
 - 6.2.1 Signalklassen
 - 6.2.2 Korrelation von Leistungssignalen
 - 6.2.3 Korrelation von Energiesignalen
 - 6.2.4 Eigenschaften von Auto- und Kreuzkorrelationsfunktion
- 6.3 Korrelationsmesstechnik
 - 6.3.1 Messung von Korrelationsfunktionen
 - 6.3.2 Ähnlichkeit von Signalen, Laufzeitmessung
 - 6.3.3 Closed-loop-Korrelation
 - 6.3.4 Polaritätskorrelation
 - 6.3.5 Ähnlichkeit von Spektren, Dopplerfrequenzmessung
 - 6.3.6 Selbstähnlichkeit
- 6.4 Spektrale Darstellung stochastischer Signale
 - 6.4.1 Leistungsdichtespektrum
 - 6.4.2 Rauschen
 - 6.4.3 Überlagerung zufälliger Störsignale
 - 6.4.4 Übertragung stochastischer Signale durch LTI-Systeme
- 6.5 Systemidentifikation
 - 6.5.1 Schätzung des Leistungsdichtespektrums
 - 6.5.2 Systemidentifikation bei geschätzter Leistungsdichte
 - 6.5.3 Dynamische Systemidentifikation
- 6.6 Wiener-Filter
 - 6.6.1 Signalmodell

- 6.6.2 Herleitung des Wiener-Filters
- 6.6.3 Wiener-Filter bei linearer Verzerrung und additivem Rauschen

7 Erfassung analoger Signale (Seiten 317–375)

- 7.1 Abtastung
 - 7.1.1 Abtasttheorem
 - 7.1.2 Bandüberlappungsfehler (*Aliasing*)
 - 7.1.3 Anti-Aliasing-Filter
 - 7.1.4 Mittelwertbildung bei endlicher Abtastdauer
 - 7.1.5 Zeitliche Abtastfehler
- 7.2 Quantisierung
 - 7.2.1 Wahrscheinlichkeitsdichte der Signalwerte
 - 7.2.2 Amplitudendichte der Fourier-Reihe
 - 7.2.3 Quantisierungstheorem
 - 7.2.4 Wahrscheinlichkeitsdichte des Quantisierungsfehlers
 - 7.2.5 Signal-Rausch-Verhältnis infolge der Quantisierung
 - 7.2.6 Optimale Quantisierung
 - 7.2.7 Minimierung des relativen Quantisierungsfehlers
 - 7.2.8 Dithering
- 7.3 Analog-Digital-Umsetzer
 - 7.3.1 A/D-Nachlaufumsetzer
 - 7.3.2 A/D-Umsetzer mit sukzessiver Approximation
 - 7.3.3 Integrierende A/D-Umsetzer
 - 7.3.4 Delta-Sigma-Umsetzer
 - 7.3.5 Ratiometrische Messung
- 7.4 Digital-Analog-Umsetzer
 - 7.4.1 Parallele D/A-Umsetzer

8 Erfassung frequenzanaloger Signale (Seiten 381–402, 418–422)

- 8.1 Allgemeiner Frequenzbegriff
- 8.2 Digitale Drehzahlmessung
 - 8.2.1 Periodendauermessung
 - 8.2.2 Frequenzmessung
 - 8.2.3 Maximaler Quantisierungsfehler für einen Zählvorgang
 - 8.2.4 Mittelwertbildung bei der Drehzahlmessung
 - 8.2.5 Abtastung bei der Drehzahlmessung
 - 8.2.6 Quantisierung bei fortlaufenden Periodendauermessungen
- 8.4 Positions- und Richtungserkennung
 - 8.4.1 Drehrichtungserkennung
 - 8.4.2 Positionsbestimmung