

## 1. BASE Signalformen und Systemtypen (Gys, Hph)

- 1.1 Lernziele 1
- 1.2 Voraussetzungen 2
- 1.3 Einstieg 2
  - Beispiel Aufbereitung alter Schallplatten 2
- 1.4 Kontinuierliche Signale und Systeme 4
- 1.5 Diskrete Signale und Systeme 6
  - Beispiel einer Altersvorsorgekapitalberechnung 6
- 1.6 Signalklassifizierung 8
  - Analoge Signale 14
  - Abgetastete Signale 15
  - Quantisierte Signale 16
  - Digitale Signale 17
  - Zusammenfassung zur Quantisierung und Abtastung 18
  - Einteilung der Signale nach Verwendung, Art und Energiegehalt 19
- 1.7 Spezielle kontinuierliche Signale 20
  - Sprungfunktion 20
  - Signum 21
  - Diracstoss 21
- 1.8 Zusammenfassung 23

## 2. FR Darstellung und Analyse periodischer Signale (Hph)

- 2.1 Einleitung
- 2.2 Trigonometrische Reihen
- 2.3 Reelle Fourierreihen
  - Hauptsatz, Bestimmung der Fourierkoeffizienten, Konvergenzverhalten.

- 2.4 Symmetrieeigenschaften der FR
- 2.5 Amplituden- und Phasenspektrum
- 2.6 Satz von Parseval
  - Mit der Leistung oder der Energie (Energie- und Leistungssignale)
- 2.7 Komplexe Fourierreihen
  - Komplexe FR reellwertiger periodischer Funktionen, Zusammenhang zwischen reellen und komplexen FR, Amplituden- und Phasenspektrum.
- 2.8 Übungen
  - Aufgaben mit Musterlösung, Aufgabensammlung mit Lösungen, Prüfungsaufgaben.

### 3. FT Fouriertransformation (Sni)

- 3.1 Einleitung 3
- 3.2 Fourierreihen von nichtperiodischen Signalen 4
- 3.3 Das komplexe Amplituden-Dichtespektrum 7
- 3.4 Praktische Hinweise zur Fouriertransformation 11
  - wichtige Rechenregeln: 12
  - grafische Interpretation der Faltung: 13
  - Energiedichtespektrum: 14
  - Einsatz von Fourierreihen resp. der Fouriertransformation: 14
- 3.5 Symmetriebeziehungen zwischen Zeit- und Frequenzbereich 17
- 3.6 Übungslösungen 26
- 3.7 Zusammenfassung 27

## **4. ABT Darstellung und Analyse abgetasteter Systeme (Hph)**

- 4.1 Einstieg
- 4.2 Abtastung zeitkontinuierlicher Signale
- 4.3 Diskrete Fouriertransformation
- 4.4 Frequenzanalyse abgetasteter periodischer Signale
- 4.5 Frequenzanalyse abgetasteter aperiodischer Signale
- 4.6 Signaltrennung im Frequenzbereich
- 4.7 Zusammenfassung

## **5. MODL Darstellung und Modellbildung einfacher kontinuierlicher Systeme (Wil)**

- 5.1 Einstieg
- 5.2 Zweck eines Modells
- 5.3 Wie kommt man zu einer Modellbeschreibung?
- 5.4 Systemdarstellungen für Systeme 1. Ordnung
  - Differentialgleichung
  - Schrittantwort
- 5.5 Systemdarstellungen für Systeme 2. Ordnung
- 5.6 Numerische Beispiele einfacher Systeme
- 5.7 Zusammenfassung

## **6. TDOM Impulsantwort und Faltung (Sni)**

- 6.1 Einstieg 2
- 6.2 Die Stossantwort 4
- Stossantwort und Stabilität 6

|  |    |
|--|----|
| 6.3 Die Ausblendeigenschaften des Diracstosses | 7  |
| 6.4 Die Faltung                                | 9  |
| 6.5 Praktische Berechnung der Faltung          | 12 |
| Numerische Berechnung der Faltung              | 14 |
| 6.6 Zusammenfassung                            | 18 |
| 6.7 Aufgaben                                   | 18 |

## **7. SIN Das Verhalten dynamischer Systeme bei stationärer sinusförmiger Anregung - Frequenzgang (Lks)**

|  |    |
|--|----|
| 7.1 1. Einstieg  | 2  |
| 7.2 2. Lösung der Differentialgleichung bei stationärer sinusförmiger Anregung | 6  |
| 7.3 3. Zusammenhang zwischen Impulsantwort und Frequenzgangfunktion            | 8  |
| 7.4 4. Darstellungsarten des Frequenzgangs                                     | 9  |
| 7.5 5. Das Bodediagramm  | 13 |
| 7.6 6. Das Bodediagramm für Systeme 2. Ordnung                                 | 20 |
| 7.7 7. Das Nyquistdiagramm (Ortskurve)   | 27 |

## **8. TDFD Vergleich von Zeit- und Frequenzverhalten dynamischer Systeme (Dom)**

|  |  |
|--|--|
| 8.1 Zeit- und Frequenzverhalten eines RC-Tiefpasses                        |  |
| 8.2 Impuls- und Schrittantwort sowie Frequenzgang eines Schwingkreises     |  |
| 8.3 Zusammenhang von Anstiegszeit und Bandbreite eines Übertragungssystems |  |

## **9. BSB Blockschaltbilder (Wil)**

9.1 Einstieg, Definitionen

9.2 Mathematische BSB

9.3 Physikalische BSB

9.4 Normalformen von BSB (Normalblockschaltbilder)

9.5 Zusammenfassung

## **10. LAP Laplace-Transformation (Wil)**

10.1 Einstieg, Definitionen

10.2 Rechenregeln der Laplace-Transformation

10.3 Lösung von linearen Differentialgleichungen mittels Laplace-Transformation

10.4 Rücktransformation mittels Faltung

10.5 Zusammenfassung

## **11. ZVD Zustandsraumdarstellung (Lks)**

11.1 Einführung, Beispiele

11.2 Übergang von einem Blockschaltbild zur Zustandsraumdarstellung

11.3 Übergang von einer DGI n-ter Ordnung zur Zustandsraumdarstellung

11.4 Übergang von einer Übertragungsfunktion zur Zustandsraumdarstellung

## **12. STAB Stabilität linearer dynamischer Systeme(Lks)**

12.1 Einführung und Definition der Stabilität

12.2 Verfahren der Stabilitätsanalyse

- die zwei Klassen (Definition?) von Systemen (nicht in den Titel)

12.3 Beurteilung der Stabilität eines Systems anhand seiner DGI

12.4 Rückgekoppelte Systeme: Systeme der Klasse II

12.5 Beurteilung der Stabilität eines rückgekoppelten Systems anhand der Übertragungsfunktion seines offenen Kreises

- Das vereinfachte Nyquistkriterium
- Das Bode-Kriterium

## **13. FB Prinzip der Rückkopplung und seine Mächtigkeit (Lks)**

13.1 Einführung, Geschichtliches

13.2 Eigenschaften, die die Rückkopplung einem dynamischen System verleiht

- Die Bandbreiterhöhung
- Die Störunterdrückung
- Der Stabilisierungseffekt
- Die Linearisierung nichtlinearer Schaltungen
- Die Invarianz von Verstärkerschaltungen gegenüber Streuung der Parameter aktiver Bauelemente

## **14. ZSYS Die Beschreibung von diskreten Systemen (Sni)**

14.1 Einstieg

14.2 Die Zeitbeschreibung

- Die Stossantwort eines diskreten Vierpols
- Die diskrete Faltung

14.3 Die Frequenzbeschreibung

- Die Impulsübertragungsfunktion
- Transversale Systeme
- Rekursive Systeme

14.4 Systeme mit linearem Phasengang

- Nullphasensysteme
- Realisation von phasenlinearen Systemen

- 14.5 Die z-Substitution
- 14.6 Weitere Übungen
- 14.7 Zusammenfassung

## **15. ZT Die z-Transformation und ihre Anwendung (Sni)**

- 15.1 Einstieg      4
  - Problem: Frequenzgangausgleich bei Erschütterungsmessgeräten 4
- 15.2 Die Diskretisierung eines analogen Systems      5
- 15.3 Die impulsinvariante z-Transformation      6
  - Summenwert der konvergenten Reihe suchen:      6
  - die wichtigsten impulsinvarianten Baublöcke:      7
  - der impulsinvariante Hochpass:      8
- 15.4 Die bilineare z-Transformation      11
  - Periodisierung einer analogen Uebertragungsfunktion:      11
  - Die ideale Periodisierung      11
  - Der mathematische Kompromiss      12
  - Die bilineare z-Transformation      13
  - die s-z-Substitution      13
  - Beziehung zwischen der s-Ebene und der  $z$ -Ebene 14
  - Unterschiede zur impulsinvarianten z-Ebene (vergl. Kap. 13.5): 14
  - Unterschiede bei der Impuls-Uebertragungsfunktion:      15
  - die wichtigsten bilinearen Baublöcke:      17
- 15.5 Impulsinvariante oder bilineare Lösung? 18
  - Problem: Sensorsignale vom Netzbrumm "reinigen"      18
  - Impulsinvariante Realisation      19
  - Bilineare Realisation      20
  - Vergleich der Frequenzgänge      21
  - Frequenzgangverzerrungen beim bilinearen Entwurf:      22
  - Vorverzerren beim bilinearen Entwurf:      23
  - bilineare Bandsperre mit Vorverzerren;      24

|      |                 |    |
|------|-----------------|----|
| 15.6 | Uebungen        | 25 |
| 15.7 | Zusammenfassung | 25 |

## 16. ADA Abtastung und Rekonstruktion (Sni)

|      |  |    |
|------|--|----|
| 16.1 | Abtastung und Rekonstruktion                           | 3  |
| 16.2 | Einstieg   | 4  |
|      | Problem: Die Verständlichkeit bei Hörhilfen verbessern | 4  |
| 16.3 | Der ideale Abtastvorgang                               | 6  |
| -    | Auswirkung auf Signale im Zeitbereich                  | 6  |
| -    | Das Abtasttheorem                                      | 7  |
| -    | Auswirkung auf Systeme                                 | 8  |
| -    | Abtasttheorem und idealer Tiefpass:                    | 9  |
| -    | Abtasttheorem und realer Tiefpass:                     | 10 |
| -    | Abtasttheorem und idealer Hochpass:                    | 11 |
| -    | Abtasttheorem-Verletzung und idealer Tiefpass:         | 13 |
| -    | Abtasttheorem-Verletzung bei Audiosignalen:            | 14 |
| -    | Zusammenfassung der Merksätze:                         | 15 |
| 16.4 | Die Baublöcke der realen Abtastung                     | 18 |
| -    | Abtast-Halte-Schaltung                                 | 18 |
| -    | Analog-Digital-Wandler                                 | 19 |
| -    | Digital-Analog-Wandler                                 | 20 |
| 16.5 | Die Signalverformung durch die reale Abtastung         | 21 |
| -    | Quantisierungsrauschen                                 | 21 |
| -    | Transferkennlinie eines ADC                            | 21 |
| -    | Der Quantisierungsfehler                               | 22 |
| -    | Die Berechnung des Quantisierungsstörabstandes         | 23 |
| -    | Die Messung des Störabstandes                          | 24 |
| -    | Quantisierungsrauschen bei Audiosignalen:              | 25 |
| -    | Glitchverhalten von DA-Wandlern                        | 26 |
| -    | Sinc-Verzerrungen                                      | 27 |
| 16.6 | Zusammenfassung  | 31 |



## 17. MOD Modulation (Gys, Mar)

- 17.1 Einführung (warum braucht man Modulationen)
- 17.2 Was geschieht, wenn man den Träger der AM wegnimmt?
- 17.3 Die einfachste Modulation: AM (Demodulation)
- 17.4 Quadraturamplitudenmodulation: Die Übertragungskapazität verdoppeln
- 17.5 Winkelmodulation, das Grundprinzip
- 17.6 Digitale modulierte Träger: Dasselbe nochmals
  - Was ändert sich, wenn das Modulationssignal digital statt analog ist?

## 18. CORR Korrelationsverfahren (Gys)

- 18.1 Einführendes, anschauliches Beispiel
- 18.2 Die Auto- und Kreuzkorrelationsfunktion für kontinuierliche Signale
- 18.3 Auto- und Kreuzkorrelationsfunktion bei zeitdiskreten Signalen
- 18.4 Praktische Anwendungen (z.B. GPS)
- 18.5 Zusammenhang mit der Faltung

---

### Schlussbemerkungen für die Autoren

- Es muss noch ein einheitlicher Stil für die Titel gefunden werden, zum Beispiel in der Form: (Fakultatives) beschreibendes Adjektiv, das Thema in einem Stichwort, Doppelpunkt, Leitsatz. Zur Illustration: Zeitmultiplex: Nacheinander statt gleichzeitig
- Der Titel sollte nach Möglichkeit nicht mehr als eine Zeile in Anspruch nehmen.
- Für die Navigation der Web-Version, könnte man den Leitsatz weglassen, auf der entsprechenden Webseite findet man ihn dagegen wieder.