



**ing**  
elektrotechnik

Harald Hartl  
Edwin Krasser  
Wolfgang Pribyl  
Peter Söser  
Gunter Winkler

# Elektronische Schaltungstechnik

Mit Beispielen in PSpice

**Harald Hartl  
Edwin Krasser  
Wolfgang Pribyl  
Peter Söser  
Gunter Winkler**

# **Elektronische Schaltungstechnik**

**Mit Beispielen in PSpice**

**PEARSON**  
Studium

---

ein Imprint von Pearson Education  
München • Boston • San Francisco • Harlow, England  
Don Mills, Ontario • Sydney • Mexico City  
Madrid • Amsterdam

# Elektronische Schaltungstechnik - PDF

## Inhaltsverzeichnis

Elektronische Schaltungstechnik - Mit Beispielen in PSpice

### Inhaltsverzeichnis

Gastvorwort

Vorwort

Einleitung

Kapitel 1 Grundlagen

Kapitel 2 Halbleiter

Kapitel 3 Halbleiterdioden

Kapitel 4 Transistoren

Kapitel 5 Operationsverstärker

Kapitel 6 Spannungsversorgung

Kapitel 7 Allgemeine Digitaltechnik

Kapitel 8 Kombinatorische Logik

Kapitel 9 Logische Funktionen mit MOS-Transistoren: CMOS

Kapitel 10 Logische Funktionen mit bipolaren Elementen

Kapitel 11 Kippstufen

Kapitel 12 Oszillatorschaltungen

Kapitel 13 Digitale Schnittstellen

Kapitel 14 Analog/Digital- und Digital/Analog-Umsetzung

Kapitel 15 Digital/Analog-Umsetzer

Kapitel 16 Analog/Digital-Umsetzer

Kapitel 17 Beschaltung von A/D- und D/A-Umsetzern

Kapitel 18 Anwendungsspezifische mikroelektronische Schaltungen

Kapitel 19 Elektromagnetische Verträglichkeit elektronischer Systeme

Kapitel 20 Thermometer

Literatur

Index

Gastvorwort

Vorwort

Einleitung

1 Grundlagen

Einführung

Elektrostatiches Feld

Elektrisches Strömungsfeld

Definition der Einheiten

# Inhaltsverzeichnis

- Rechnen mit Gleichgrößen
- Rechnen mit Wechselgrößen
- Betrachtung von Vierpolen

## Passive Netzwerke

- Tiefpass
- Hochpass
- Bandpass
- Bandsperre
- Schwingkreise
- Computerunterstützte Betrachtung passiver Netzwerke

## Zusammenfassung

## 2 Halbleiter

### Einführung

### Aufbau von Halbleitermaterialien

- Atommodell -- Bändermodell
- Undotierte Halbleiter -- Eigenleitung
- Dotierte Halbleiter -- Störstellenleitung

### pn-Übergang

- pn-Übergang ohne äußere Spannung
- pn-Übergang mit äußerer Spannung
- Durchbruchmechanismen

## Zusammenfassung

## 3 Halbleiterdioden

### Siliziumdiode

### Arten von Halbleiterdioden

- Schaltdioden
- Z-Dioden
- Kapazitätsdioden
- Leuchtdioden und Fotodioden

### Schaltungsbeispiele mit Halbleiterdioden

- Gleichrichterschaltungen
- Kleinstnetzgeräte für 230V
- Spannungsverdoppler

## Zusammenfassung

## 4 Transistoren

### Einführung

### Bipolartransistor

- Aufbau und Funktion
- Betriebszustände des bipolaren Transistors
- Modell und Kennlinien

# Inhaltsverzeichnis

Temperaturverhalten

## Sperrschicht-Feldeffekttransistor

Kennlinien

Temperaturverhalten

## MOS-Feldeffekttransistoren

### Einstufige Transistorverstärker

Einstellung und Stabilisierung des Arbeitspunktes

Transistorgrundsaltungen im Vergleich

### Stromquellen und Stromsenken

Stromsenke mit Bipolartransistor

Stromsenke mit MOSFET

### Stromspiegel

Einfacher Stromspiegel

Stromspiegel mit Kaskode

Wilson-Stromspiegel

### Differenzverstärker

Gleichtaktaussteuerung

Gegentaktaussteuerung

Gleichtaktunterdrückung

Weitere Kennwerte

### Zusammenfassung

## 5 Operationsverstärker

### Idealer Operationsverstärker

Prinzip der Gegenkopplung

### Realer Operationsverstärker

Aufbau

Frequenzgang

Frequenzgangkorrektur

Spezifikationen

### Grundsaltungen mit Operationsverstärkern

Nicht invertierender Verstärker

Invertierender Verstärker

Subtrahierverstärker

Instrumentierungsverstärker

Stabilität von Operationsverstärkerschaltungen

Differenzierer

Integrator

Differenzintegrator

Stromsenke

### Komparatoren

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung

## 6 Spannungsversorgung

Einführung

Referenzspannungsquellen

Spannungsstabilisierung mit Dioden

Bandgap-Referenz

Buried-Zener-Referenz

Lineare Spannungsregler

Festspannungsregler

Festspannungsregler mit geringer Drop Out Voltage

Spannungsregler mit einstellbarer Ausgangsspannung

Schaltregler

Abwärtswandler

Aufwärtswandler

Invertierender Wandler

Zusammenfassung

## 7 Allgemeine Digitaltechnik

Einführung

Kontinuierliche und diskrete Signale

Elektrische Darstellung von zweiwertigen Variablen

Signalpegel, Schwellspannung und Störabstände

Störbeeinflussung der Signalpegel

Schalter

Dynamisches Verhalten von zweiwertigen Signalen

Zusammenfassung

## 8 Kombinatorische Logik

Einführung

Logische Grundfunktionen

Abgeleitete Funktionen

Schaltalgebra und Rechenregeln

NAND-NOR-Technik

Logische Grundfunktionen mit NAND bzw. NOR

Umwandlung einer logischen Funktion in NAND-bzw. NOR-Verknüpfungen

Zusammenfassung

## 9 Logische Funktionen mit MOS-Transistoren: CMOS

Einführung

CMOS

Inverter

Logische Funktionen

# Inhaltsverzeichnis

Leistungsaufnahme

Physikalischer Aufbau von CMOS-Schaltungen

Latch-Up

Schutzstruktur

Transmissionsgatter

Logikschaltungen mit Transmissionsgattern

Zusammenfassung

## 10 Logische Funktionen mit bipolaren Elementen

Logik mit Dioden und Bipolartransistoren

Transistor Transistor Logic (TTL)

Andere Logikfamilien mit bipolaren Elementen

Zusammenfassung

## 11 Kippstufen

Bistabile Kippstufen

Flip-Flops

Schmitt-Trigger

Monostabile Kippstufen

Monoflops mit sehr kurzer Eigenzeit

Monoflops mit langer Eigenzeit

Astabile Kippstufen

Ringoszillator

Relaxationsoszillator

Zusammenfassung

## 12 Oszillatorschaltungen

Einführung

Amplituden- und Phasenbedingung

RC-Oszillatoren

Wien-Robinson-Oszillator

LC-Oszillatoren

CMOS-Inverter als Oszillator

Emittergekoppelter Oszillator

Quarzoszillatoren

Schwingquarz

Pierce-Oszillator

Phase Locked Loop (PLL)

Zusammenfassung

## 13 Digitale Schnittstellen

Einführung

Kommunikation zwischen Geräten

# Inhaltsverzeichnis

RS-232 oder EIA/TIA-232

Standards bei Schnittstellen (Hardware)

CAN

Ethernet

USB

## Kommunikation zwischen Modulen

Synchrone Serielle Schnittstelle

Inter Integrated Circuit Bus (I2C-Bus)

UART und CAN-Bus

## Potentialtrennung

Optokoppler

Magnetkoppler

## Zusammenfassung

## 14 Analog/Digital- und Digital/Analog-Umsetzung

### Einführung

### Kennlinien

Der ideale ADC

Der ideale DAC

### Statische Fehler

Offset-Fehler

Verstärkungsfehler

Differentielle Nichtlinearität

Integrale Nichtlinearität

### Eigenschaften und Fehler bei dynamischen Signalen

Aperturfehler

Aliasing

Spurious Free Dynamic Range

### Lineares Modell der Quantisierung

Signal-Rausch-Verhältnis

### Zusammenfassung

## 15 Digital/Analog-Umsetzer

### Einführung

### Addition gleicher Größen

Addition gleicher Ströme

Addition gleicher Spannungen

Digitales Potenziometer

### Addition dual gewichteter Größen

Spannungssummierung

Stromsummierung

### R-2R-Leiternetzwerk



# Inhaltsverzeichnis

R-2R-Leiternetzwerk als Stromteiler

R-2R-Leiternetzwerk als Spannungsteiler

## Tastverhältnisumsetzung

Digitale Pulsweitenmodulation

Tiefpassfilter

## Multiplizierender DAC

Auswahl von DACs

Zusammenfassung

## 16 Analog/Digital-Umsetzer

Einführung

### Parallelverfahren und Kaskadenumsetzer

Parallelumsetzer

Kaskadenumsetzer

Kaskadenumsetzer mit Fehlerkorrektur

Pipelined ADC

### Wägeverfahren

Prinzip des Wägeverfahrens

Wägeverfahren mit SC-Prinzip

### Integrierende Verfahren und Zählverfahren

Eigenschaften der Mittelwertbildung bei integrierenden Verfahren

Zweirampenverfahren

Spannungs/Frequenz-Umsetzer

Ladungsausgleichsintegrator

-ADCs (Sigma-Delta-ADCs)

Auswahl von ADCs

Zusammenfassung

## 17 Beschaltung von A/D- und D/A-Umsetzern

### Analoge Pegelumsetzung

Ausgänge von DACs

Eingänge von ADCs

### Tiefpassfilter

Übertragungsfunktion eines Tiefpassfilters

Passive RC-Filter

Filter mit Einfachmitkopplung (Sallen-Key)

Filter mit Mehrfachgegenkopplung

Filtercharakteristika

Filterkoeffizienten

### Sample&Hold-Eingänge

### Differentielle ADC-Eingänge

Erweiterung zu einem Tiefpassfilter

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung

## 18 Anwendungsspezifische mikroelektronische Schaltungen

Einführung

Grundlagen der Mikroelektronik

Herstellungstechnologien

Integrierte passive Bauelemente

Integrierte aktive Bauelemente

Matching von Bauelementen

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems)

Chipfertigung und Chipgehäuse

ASIC-Topologien

Entwurfsablauf

Entwurfsschritte

Entwurfswerkzeuge

Schaltplaneingabe

Hardware-Beschreibungssprachen

Simulation

Schaltungssynthese

Layout-Erstellung

Backannotation, Fertigungsüberleitung

Test und Design for Test

Thermometerdesign unter Verwendung von ASICs

Zusammenfassung

## 19 Elektromagnetische Verträglichkeit elektronischer Systeme

Einführung

Begriffsdefinitionen

Störquellen

Betrachtung der Störgrößen im Frequenz- und Zeitbereich

Störkopplung

Prüf- und Messtechnik

Prüfung der Störfestigkeit

Messung der Störaussendung

EMV-gerechtes Gerätedesign

Filter-Maßnahmen

Schaltungstechnische Maßnahmen

Layout-Maßnahmen

CE-Kennzeichnung und relevante Normen

Grundlagen der CE-Kennzeichnung

Zusammenfassung

## 20 Thermometer

# Inhaltsverzeichnis

## Sensor

Sensorauswahl

Signalgröße und benötigte Auflösung

## Sensorinterface

Zweileiter-Anschluss

Vierleiter-Anschluss

Dreileiter-Anschluss

Realisierung des Sensorinterfaces

## Analog/Digital-Umsetzung

Realisierung des A/D-Umsetzers

Überlegungen zur Dimensionierung

Berechnung der Temperatur

## Zusammenfassung

## Literatur

## Index

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

## Inhaltsverzeichnis

X

Y

Z

Ins Internet: Weitere Infos zum Buch, Downloads, etc.

© Copyright

# Copyright

Daten, Texte, Design und Grafiken dieses eBooks, sowie die eventuell angebotenen eBook-Zusatzdaten sind urheberrechtlich geschützt. Dieses eBook stellen wir lediglich als **persönliche Einzelplatz-Lizenz** zur Verfügung!

Jede andere Verwendung dieses eBooks oder zugehöriger Materialien und Informationen, einschließlich

- der Reproduktion,
- der Weitergabe,
- des Weitervertriebs,
- der Platzierung im Internet, in Intranets, in Extranets,
- der Veränderung,
- des Weiterverkaufs und
- der Veröffentlichung

bedarf der **schriftlichen Genehmigung** des Verlags. Insbesondere ist die Entfernung oder Änderung des vom Verlag vergebenen Passwort- und DRM-Schutzes ausdrücklich untersagt!

Bei Fragen zu diesem Thema wenden Sie sich bitte an: **info@pearson.de**

## Zusatzdaten

Möglicherweise liegt dem gedruckten Buch eine CD-ROM mit Zusatzdaten oder ein Zugangscode zu einer eLearning Plattform bei. Die Zurverfügungstellung dieser Daten auf unseren Websites ist eine freiwillige Leistung des Verlags. **Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.** Zugangscodes können Sie darüberhinaus auf unserer Website käuflich erwerben.

## Hinweis

Dieses und viele weitere eBooks können Sie rund um die Uhr und legal auf unserer Website herunterladen:

**<https://www.pearson-studium.de>**