

Vorwort zur 13. Auflage

Seit dem Erscheinen der 12. Auflage im Jahre 2002 hat die Kommunikationselektronik weiter an Bedeutung gewonnen. Mit *UMTS*, *WLAN* und *WiMAX* hat sich das *Internet* von der Telefonleitung emanzipiert und ist *mobil* geworden. Gleichzeitig ist der integrierte MOS-Transistor, der bisher nur in digitalen und hochohmigen analogen Schaltungen eingesetzt wurde, zum preisgünstigen Hochfrequenz-Transistor mutiert und dominiert gemeinsam mit dem Silizium-Germanium-Bipolartransistor (SiGe) die integrierte Schaltungstechnik des *drahtlosen Zeitalters*.

Mit der 13. Auflage trägt das Standardwerk der Halbleiter-Schaltungstechnik dieser Entwicklung an vielen Stellen Rechnung:

- *Hochfrequenz-Oszillatoren* als Schlüsselkomponenten drahtloser Übertragungssysteme werden in einem eigenen Kapitel ausführlich behandelt. Wir lösen uns dabei von der in der Literatur propagierten Dimensionierung mit Hilfe einer näherungsweise Kleinsignalrechnung und beschreiben, wie man die Schleifenverstärkung eines Oszillators mit Hilfe einer Schaltungssimulation korrekt einstellt.
- In den Basisstationen der Mobilkommunikation haben *passive Fet-Mischer* die bisher dominierenden Diodenmischer nahezu vollständig abgelöst. Wir beschreiben diese Mischer und ihre im Vergleich zu Diodenmischemern wesentlich komplexere Dimensionierung in einem ausführlichen Abschnitt.
- Rauscharme Vorverstärker (*low noise amplifier, LNA*) als weitere Schlüsselkomponenten werden ebenfalls in einem eigenen Abschnitt behandelt. Dazu haben wir auch die Beschreibung des Rauschens des Bipolar- und des Feldeffekttransistors – speziell des Mosfets – in den entsprechenden Grundlagenkapiteln erweitert.
- Die Themenbereiche Rauschen, Intermodulation und Dynamikbereich haben wir an allen relevanten Stellen deutlich erweitert. Dazu gehört auch die Beschreibung des für Basisstationen wichtigen *Inband-Dynamikbereichs*.

Das sogenannte *Frontend* eines Empfängers endet definitionsgemäß am *A/D-Umsetzer*, der heute in den meisten Fällen als *Pipeline-* oder als *Delta-Sigma-Umsetzer* arbeitet. Wir gehen auf beide Verfahren ein.

Auf den A/D-Umsetzer folgt die *digitale Welt* mit ihren Schaltnetzen, Schaltwerken und Speichern. Die entsprechenden Kapitel haben wir völlig neu bearbeitet und gehen dabei auch auf stromgesteuerte Logikschaltungen (*current mode logic, CML*) und neue Speichertechnologien ein.

Natürlich benötigen alle Komponenten eine passende Stromversorgung. Auch in diesem Bereich hat sich die Schaltungstechnik in den letzten Jahren verändert, z.B. durch die vorgeschriebene *Leistungsfaktorkorrektur*. Die Forderung nach einem hohen Wirkungsgrad hat durch die zahlreichen Akku-betriebenen Geräte weiter an Bedeutung gewonnen und kann nur mit modernen Schaltreglern erfüllt werden. Wir haben deshalb auch das Kapitel über Stromversorgungen in großen Teilen neu bearbeitet.

Die PSpice-Simulationsbeispiele auf der CD-ROM haben wir entsprechend ergänzt. Sie können nun über ein übersichtliches Inhaltsverzeichnis aufgerufen werden. Zusätzlich haben wir das MATLAB-kompatible numerische Mathematikprogramm *Octave* und zahl-

reiche Beispiel-Skripten zur Nachverarbeitung von Ergebnissen aus PSpice und zur Analyse und Dimensionierung von Schaltungen aufgenommen. Wir folgen damit dem Trend, die Dimensionierung von Schaltungen mit einem Mathematikprogramm durchzuführen und den Schaltungssimulator nur noch zur Verifikation zu verwenden. In kommerziellen Softwarepaketen zur System- und Schaltungssimulation zeigt sich diese Entwicklung in einer starken Zunahme der Optimierer (*optimizer*), mit denen Komponenten wie Verstärker, Mischer oder Filter nach Eingabe einer Spezifikation automatisch dimensioniert werden können. Ergänzungen oder Erweiterungen der Beispiele werden wir auch in Zukunft auf unserer Homepage www.tietze-schenk.de zur Verfügung stellen.

Für diese Auflage haben wir auch das Sachverzeichnis stark erweitert, um unseren Lesern einen schnelleren Zugriff auf das umfangreiche Material zu ermöglichen. Zusätzlich planen wir die Bereitstellung eines Programms zur Volltextsuche nach dem Vorbild der Internet-Suchmaschinen. Wir werden dieses Programm zu gegebener Zeit auf unserer Homepage www.tietze-schenk.de bereitstellen.

Wir danken dem Springer-Verlag, insbesondere Frau Hestermann-Beyerle und Herrn Dr. Merkle, für die gute Zusammenarbeit. Unseren Lesern danken wir für die Hinweise auf Fehler und die Verbesserungsvorschläge, die wir gerne aufnehmen.

Erlangen und München, im August 2009

U. Tietze, Ch. Schenk, E. Gamm

Aus früheren Auflagen

Aus dem Vorwort der 12. Auflage

Innerhalb der Elektronikanwendungen nimmt die Kommunikationselektronik einen immer größeren Raum ein; dies gilt vor allem für drahtlose Übertragungssysteme. In der Vergangenheit waren Sender und Empfänger für diese Systeme analog aufgebaut und an das jeweilige Modulationsverfahren angepasst. Im Gegensatz dazu bestehen moderne Sender und Empfänger aus einem analogen Hochfrequenzteil („Frontend“), der weitgehend unabhängig vom Modulationsverfahren ist, und einem digitalen Basisbandteil, bestehend aus einem digitalen Signalprozessor und der zugehörigen Software, in dem die Modulation bzw. Demodulation mit Methoden der digitalen Signalverarbeitung erfolgt.

Der Hochfrequenzteil besteht aus Verstärkern, Mischern und Filtern. Das Hochfrequenzverhalten dieser Komponenten wird mit speziellen Größen beschrieben: Reflexionsfaktoren treten an die Stelle von Impedanzen, Vierpole werden durch S-Parameter beschrieben. Die einzelnen Komponenten müssen an den Wellenwiderstand der Verbindungsleitungen angepasst werden, um unerwünschte Reflexionen bei hohen Frequenzen zu vermeiden. Im neu hinzugekommenen Teil über Schaltungen der Nachrichtentechnik werden diese Aspekte schwerpunktmäßig behandelt. Bezüglich des Basisbandteils geben wir eine Einführung in die analogen Modulationsverfahren herkömmlicher Systeme (z.B. FM-Rundfunk) und die digitalen Modulationsverfahren moderner Systeme (z.B. Mobilkommunikation).

Aus dem Vorwort der 11. Auflage

Der Schaltungsentwurf teilt sich heute in zwei Teilbereiche: Schaltungsentwurf mit handelsüblichen integrierten Schaltungen („board level design“) und Entwurf integrierter Schaltungen („IC design“ bzw. „transistor level design“). Der Anwender handelsüblicher integrierter Schaltungen muss Kenntnisse über den inneren Aufbau der Schaltungen haben, um sie richtig einsetzen zu können; Schaltungsdetails auf Transistorebene sind für ihn jedoch nicht relevant. Im Gegensatz dazu arbeitet ein IC-Entwickler ausschließlich auf Transistorebene. Deshalb ist Schaltungsentwicklung auf Transistorebene heute gleichbedeutend mit IC-Entwicklung. Die IC-Schaltungstechnik unterscheidet sich jedoch erheblich von der Schaltungstechnik mit Einzeltransistoren. Typische Merkmale sind die Skalierbarkeit der Transistoren, die Arbeitspunkteinstellung mit Stromspiegeln, der Einsatz aktiver Lasten anstelle von Widerständen und die direkte Kopplung der einzelnen Stufen. Auf diese Techniken wird in den neuen Grundlagenkapiteln eingegangen.

Im Zuge dieser Entwicklung hat die Schaltungssimulation an Bedeutung gewonnen. Sie ist zwingend für die IC-Entwicklung, wird aber auch in der Anwendungsentwicklung zunehmend unverzichtbar. Eine Schaltung wird heute erst dann aufgebaut, wenn ihre Funktion mit Hilfe einer Schaltungssimulation nachgewiesen wurde. Bei der Schaltungssimulation spielen die Modelle eine zentrale Rolle. In der Anwendungsentwicklung werden Makromodelle für handelsübliche integrierte Schaltungen eingesetzt, die von den Herstellern bereitgestellt werden. Sie bilden das äußere Verhalten einer integrierten Schaltung möglichst gut nach, enthalten aber nicht die vollständige innere Schaltung.

In der IC-Entwicklung werden standardisierte Modelle für Dioden, Bipolar- und Feldeffekt-Transistoren verwendet; die einzelnen Herstellungsprozesse unterscheiden sich nur in den Modellparametern. Sie ersetzen damit die aus Datenblättern von Einzel-Transistoren gewohnten Kennlinien. Die Modelle für Dioden und Transistoren sowie die zugehörigen Parameter werden in den Grundlagenkapiteln beschrieben. Wir beschränken uns dabei auf eine phänomenologische Betrachtung und verzichten auf eine Behandlung der Halbleiter-physikalischen Grundlagen.