

Buchvorstellung

Einstieg in die Welt der Dioden, Transistoren und Grundsaltungen

Viele Bauteile und Möglichkeiten erschlagen Einsteiger beinahe: Wo beginnen? Was muss ich wissen und wie, wo und womit fange ich an? Dieses Buch nimmt den Leser an die Hand und führt in die Funktionsweise und die Schaltungstechnik elektronischer Bauteile ein. Das ELV PAD-System unterstützt dabei den schnellen Einstieg.



Unter dem Titel „Einführung in die elektronische Schaltungstechnik – Dioden, Transistoren und Grundsaltungen“ ist im Verlag Springer Vieweg ein neues Lehrbuch von Prof. Dr. Martin Alles erschienen. Ziel des Buchs ist es, eine anschauliche Einführung in die elektronische Schaltungstechnik zu geben – mit dem Fokus auf die wesentlichen Kernpunkte. Es setzt auf praxisorientierte Darstellungen, Beispiele und die zugehörigen Messungen.

Dieses Fachbuch ermöglicht den schnellen Einstieg in die Welt der Elektronik auf 321 Seiten. Der Autor beschreibt umfänglich einfache elektronische Grundsaltungen. Zu Beginn erhält der Leser eine kurze Einführung in die Berechnung elektrischer Schaltkreise. Nach einer Vorstellung der passiven Bauteile, die in elektronischen Schaltungen regelmäßig im Einsatz sind, geht Martin Alles auf Dioden und Transistoren ein. Zwei Kapitel widmen sich intensiv den elektronischen Eigenschaften von Bipolar- und Feldeffekttransistoren und schließen mit einem umfassenden Vergleich ab. Dabei werden Simulationsdaten einer umfangreichen messtechnischen Charakterisierung gegenübergestellt. Ein weiteres Kapitel stellt Grundsaltungen vor, die sowohl in der Hobbyelektronik als auch im professionellen Bereich oft eingesetzt werden.

Der Autor beginnt mit einfachen Gleichrichterschaltungen und führt den Leser zu verschiedenen Transistor-Grundsaltungen. Dabei beschreibt Martin Alles einen neuartigen dreistufigen Ansatz: Im ersten Schritt werden die Schaltungen theoretisch beschrieben. Dabei wird besonderer Wert auf eine anschauliche Darstellung der Funktionsweise gelegt.

Aus dem Schaltplan werden im zweiten Schritt Formeln für verschiedene Parameter abgeleitet, z. B. Verstärkungswerte oder Ein- und Ausgangswiderstände. Dieser Teil wird an einigen Punkten durch Simulationen ergänzt.

Im dritten Schritt werden viele Schaltungen auf dem Steckbrett aufgebaut und die verschiedenen Parameter direkt oder indirekt gemessen. Auf diese Weise ergibt sich eine anschauliche Einführung in die Messtechnik.

Hilfreich für den Leser: Die Schaltungen wurden mit dem [ELV PAD-System](#) aufgebaut. Hier passen alle Bauteile zusammen und es ist auf einen Blick erkennbar, welche Bauteile im Beispiel eingesetzt wurden. Auch die Verdrahtung ist gut erkenn- und nachvollziehbar und lädt geradezu zu einem Nachbau auf dem eigenen Steckbrett ein.

102

4 Dioden

Abb. 4.39 Simulation der Schaltung aus Abb. 4.38, s. Text

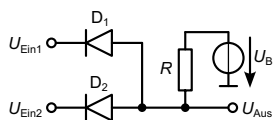
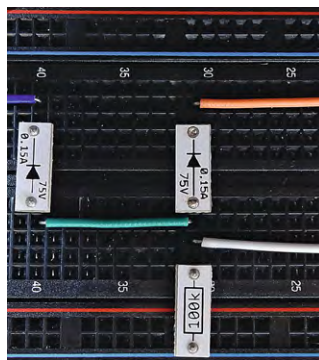
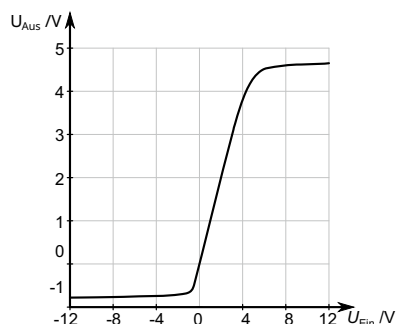


Abb. 4.40 Einfache Diodenschaltung für eine Und-Logik. Dargestellt ist das Schaltbild (links) und der Aufbau auf dem Steckbrett (rechts)

Ähnlich ist die Oder-Schaltung aufgebaut, s. Abb. 4.42. Bei dieser Schaltung sind die Dioden über den gemeinsamen Verbindungspunkt und über einen Widerstand an Masse angeschlossen. Sobald ein Eingangssignal High-Pegel hat, schaltet die zugehörige Diode durch und liefert ein High-Signal von etwa 2,5 V am Ausgang. Nur wenn alle Eingangssignale auf Low (0 V) sind, ergibt sich eine Ausgangsspannung von 0 V. Auch diese Schaltung wurde mit einem Patterngenerator angesteuert. Der Verlauf der Spannungen ist in Abb. 4.43 gezeigt. Deutlich ist erkennbar, dass das Highsignal von ca. 3 V eines Eingangs ausreicht, um eine Ausgangsspannung von etwa 2,5 V zu erzielen.

4.8 Einfache Diodenlogik

103

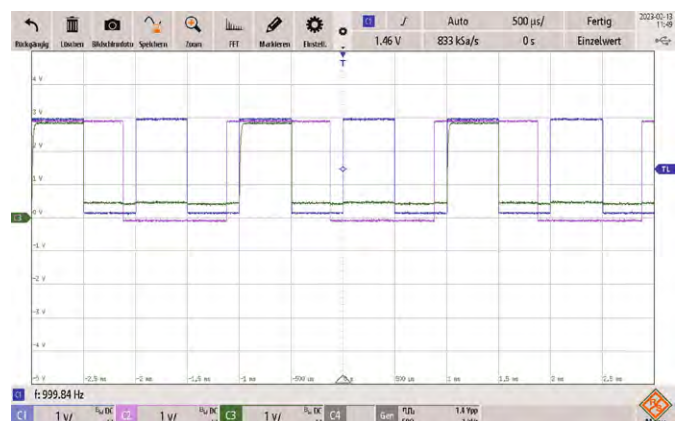


Abb. 4.41 Messung der Diodenschaltung für eine Und-Logik. Die Schaltung entspricht dem Foto in Abb. 4.40 rechts. Die beiden Eingangssignale sind durch die blaue und die pinkfarbene Kurve dargestellt. Das Ausgangssignal entspricht der grünen Kurve

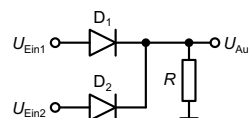


Abb. 4.42 Einfache Diodenlogik für eine Oder-Verknüpfung als Schaltbild (links) und als Aufbau auf dem Steckbrett (rechts). Die zugehörige Messung ist in der folgenden Abb. 4.43 gezeigt

Diese beiden Schaltungen sind für einfache Anwendungen sehr gut geeignet. Im Gegensatz zu TTL- oder CMOS-Schaltungen ist eine Reihenschaltung bzw. Kaskadierung der Und- bzw. Oder-Verknüpfung nur sehr begrenzt möglich. Hier wirkt sich aus, dass immer eine Diodenspannung vom Eingang zum Ausgang „verloren geht“.

Der Autor hat dieses Buch anschaulich und verständlich geschrieben. Dabei geht er dennoch intensiv in Details. Begleitet wird das Buch von einem ausführlichen Formelverzeichnis und zahlreichen Verständnisfragen, die eine eigenständige Kontrolle des Lernstoffs ermöglichen.

Eine weitere Besonderheit: Das Buch enthält zahlreiche Übungsaufgaben mit Lösungswerten und stellt zusätzlich Links zu ausführlichen Lösungswegen als Download bereit.

Bild 1 zeigt eine typische Doppelseite aus dem Buch: Auf der linken Seite ist im unteren Bereich der Schaltplan und daneben der Aufbau auf dem Steckbrett mit dem PAD-System dargestellt. Hier ist gut zu erkennen, dass die kleinen PAD-Module für einen übersichtlichen Aufbau sorgen. Die zugehörige Messung ist auf der rechten Seite abgebildet. Eine Diskussion der Schaltung und auch der Messdaten findet der Leser im Fließtext.

In **Bild 2** erfährt der Leser, wie sich mit dem PAD-System eine sogenannte Kaskode-Stufe aufbauen lässt. Dabei wird das Eingangssignal an einem Transistor von einem Spannungssignal in einen Kollektorstrom umgewandelt. Der zweite Transistor übernimmt dann die Rückwandlung in eine Aus-

gangsspannung. Auch hier wird der Schaltplan auf der linken Seite gezeigt, darunter die Schaltung auf dem Steckbrett. Die PAD-Elemente wurden hier nahezu identisch zum Schaltplan angeordnet, sodass sich Schaltplan und Aufbau gut vergleichen lassen.

Die Messung der Schaltung ist wieder auf der rechten Seite oben gezeigt. Auch hier ist im Fließtext eine umfangreiche Beschreibung der Schaltung enthalten. Das Messergebnis wird dargestellt und diskutiert, sodass die Kaskode-Stufe problemlos nachvollzogen werden kann.

Wenn die beiden Seiten aus dem Buch Sie direkt zu einem Nachbau mit dem PAD-System einladen und Sie Lust auf weiter gehende Experimente haben: Das Buch ist 2024 im Verlag SpringerVieweg erschienen und erhältlich als

eBook (ISBN: 978-3-662-69278-3) und
gedrucktes Buch (ISBN: 978-3-662-69277-6).

Das ELV PAD-System ist umfangreich und für unterschiedliche Experimentierfelder entwickelt. Für Nachbauten aus dem Buch ist der ELV Bausatz „Prototypenadapter für Steckboards **PAD2**, linear“ sowie die „Aufbewahrungsbox mit optischen und linearen Bauteilen **PAD-PRO-L01**“ empfehlenswert. **ELV**

104

4 Dioden

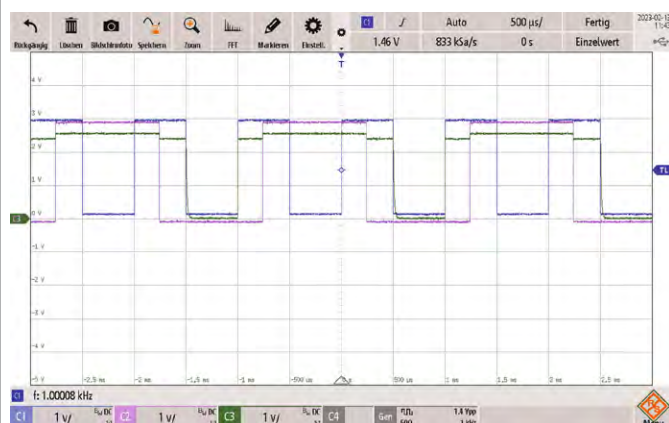


Abb. 4.43 Messung der Oder-Schaltung aus Abb. 4.42. Die beiden Eingangssignale sind blau und pink dargestellt, das Ausgangssignal grün

Zur Oder-Schaltung in Abb. 4.42 soll ergänzt werden, dass diese Schaltung auch ideal für eine Stromversorgung verwendet werden kann, wenn mehrere Spannungsquellen möglich sind. In diesem Fall stehen dann die Eingänge U_{Ein1} und U_{Ein2} beispielsweise für eine Batterie und ein Netzteil. Am Ausgang U_{Aus} wird dann die Schaltung angeschlossen. Auf diese Weise wird ein Verpolungsschutz realisiert, s. Abschn. 7.12. Außerdem werden die Spannungsquellen entkoppelt.

4.9 Kapazitätsdioden

Neben den bisher vorgestellten „einfachen“ Dioden aus diesem Kapitel soll hier kurz ein weiterer Diodentyp vorgestellt werden.

Die Kapazitätsdiode ist als diskretes Bauteil schon fast verschwunden. Als Bestandteil integrierter Schaltungen wird die Kapazitätsdiode in analog gesteuerten Oszillatoren oder VCOs (VCO: voltage controlled oscillator) jedoch sehr häufig verwendet.

Bei jeder Diode ist es so, dass für das Umschalten von Fluss- in Sperrrichtung interne Kapazitäten umgeladen werden müssen, s. auch Ersatzschaltbilder in Abschn. 4.2. Dadurch wird der Umschaltvorgang mehr oder weniger verzögert, s. Abb. 4.44 und 4.45. Für eine gute Erklärung sind Kenntnisse über den internen Aufbau der Diode erforderlich. Grundsätzlich ist es so, dass die Kapazität der Diode mit wachsender Sperrspannung

4.9 Kapazitätsdioden

105

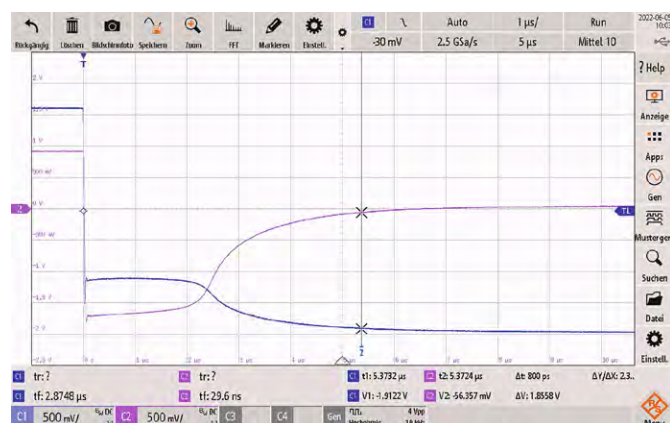


Abb. 4.44 Messung eines Umschaltvorgangs von Fluss- zu Sperrbetrieb einer Diode 1N4001. Die blaue Kurve ist die gemessene Spannung an der Diode. Der Verlauf der pinkfarbenen Kurve ist proportional zum Stromfluss durch die Diode. Deutlich ist zu erkennen, dass nach dem Umschalten von Fluss- in Sperrrichtung die Spannung erst mit einer Verzögerung von etwa 5 ns erreicht wird. Innerhalb der ersten 2,5 ns nach dem Umschalten fließt ein relativ hoher Strom in Sperrrichtung. Die Skalierung für die Zeitachse reicht von -12 bis +12 ns, die Spannungsachse hat als Maximalwert +2,5 V und als Minimalwert -2,5 V

sinkt. Dieser Effekt kann sehr gering sein, wie beispielsweise bei Schottkydioden. Bei Kapazitätsdioden wird dieser Effekt durch einen speziellen Aufbau verstärkt.

Das Schaltbild einer Kapazitätsdiode ist in Abb. 4.46 dargestellt. Der Verlauf der Kapazität über die Sperrspannung ist für eine Kapazitätsdiode vom Typ BBY66 in Abb. 4.47 dargestellt. Die meisten Kapazitätsdioden arbeiten mit relativ hoher Sperrspannung. Die Kapazitätsdiode BBY66 erreicht schon bei einer Spannungsänderung von -1 V auf -4,5 V eine Kapazitätsänderung von 68,7 pF auf 12,7 pF [10] und ist damit gut für Anwendungen mit geringer Betriebsspannung geeignet. Die Messung einer Kapazitätsdiode BB222 ist in Abb. 4.47 und 4.48 dargestellt.

Kapazitätsdioden werden in der Regel in Sperrrichtung betrieben. Über die Höhe der Sperrspannung kann die Kapazität eingestellt werden. Dieser Effekt kann beispielsweise für die Abstimmung eines Schwingkreises als Filter benutzt werden. Mit dieser Schaltung können sehr hochwertige Funkempfänger realisiert werden, die eine ausgezeichnete Störunterdrückung aufweisen. Die prinzipielle Schaltung ist in Abb. 4.49 gezeigt. Diese Schaltung wird als abstimmbares oder auch mitlaufendes Filter bezeichnet. In der Regel befindet sich dieses Filter nach der ersten Verstärkerstufe am Anfang der Emp-