

Elektronik: Schalten & Schutz

Vom Spannungsteiler über den Transistor bis zur Lernampel.

Das kannst du danach

- Du berechnest einen einfachen LED-Zweig und Spannungsteiler.
- Du erklärst, wie Transistor, Relais und Freilaufdiode zusammenwirken.
- Du unterscheidest stationäre Werte und zeitabhängige Vorgänge.

Dein Weg durch das Heft

01 Eine LED braucht Strombegrenzung · S. 2

02 Der belastete Spannungsteiler · S. 3

03 Der Transistor als Schalter · S. 4

04 Relais und Freilaufdiode · S. 5

05 Kondensator: Änderung braucht Zeit · S. 6

06 Eine Lernampel im Plan verfolgen · S. 7

SO LERNST DU DAMIT

Lies ein Kapitel und rechne das Beispiel nach. Löse danach die Aufgaben zuerst selbst. Auf den Hilfeseiten findest du Denkanstöße; die Lösungen erklären den Weg und typische Stolperstellen.

Die Beispiele dienen dem Lernen. Konkrete Arbeit, Prüfung und Freigabe richten sich nach Aufgabe, Zeichnung, Herstellerangaben und betrieblichen Vorgaben. Dieses Heft ersetzt keine Unterweisung.

KAPITEL 01 | VERSTEHEN

Eine LED braucht Strombegrenzung

Eine LED wandelt elektrische Energie in Licht um. Ihre Strom-Spannungs-Kennlinie ist nicht die eines ohmschen Widerstands. Schon eine kleine Spannungsänderung kann den Strom stark verändern. Im einfachen Lernkreis begrenzt deshalb ein Vorwiderstand den Strom.

Die Versorgungsspannung verteilt sich auf LED und Widerstand. Rechne mit der im Beispiel vorgegebenen LED-Spannung. In echten Schaltungen müssen ihre Streuung, Temperatur, zulässiger Strom und die Versorgungstoleranz berücksichtigt werden. Wir verwenden hier ausschließlich kleine, idealisierte Gleichspannungs-Lernkreise.



Funktionsbild des Reihenstromkreises, kein Anschlussplan.

BEISPIEL / LERNZIEL

Vorgabe: 5 V, LED-Spannung 2 V, Widerstand 330 Ω . Am Widerstand liegen 3 V. $I = 3 / 330 \text{ A} = 9,09 \text{ mA}$. Seine Verlustleistung beträgt $P = 3^2 / 330 \text{ W} \approx 0,027 \text{ W}$.

Praxistipp

Rechne zuerst die Spannung am Widerstand aus. Die volle Versorgungsspannung gehört nur dann in die Rechnung, wenn sie auch am Widerstand anliegt.

Typischer Fehler

Eine LED direkt an eine ideale Spannungsquelle zu legen ist kein zulässiger Ersatz für Strombegrenzung.

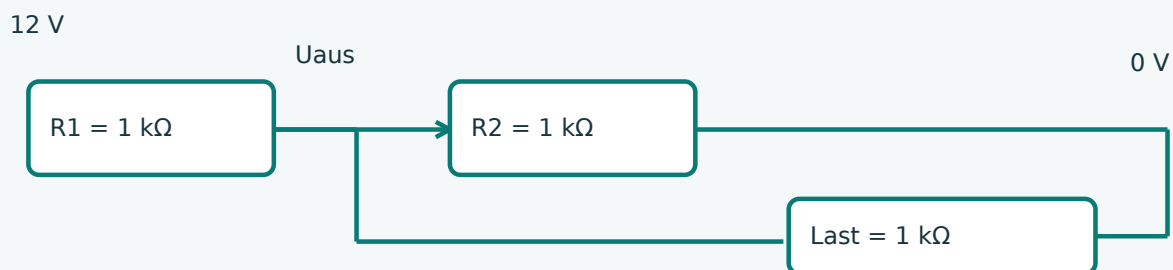
Meine Notizen

KAPITEL 02 | VERSTEHEN

Der belastete Spannungsteiler

Zwei Widerstände in Reihe teilen eine Spannung. Ohne zusätzliche Last gilt $U_{\text{aus}} = U_{\text{ein}} \times R_2 / (R_1 + R_2)$. R_2 liegt dabei zwischen Ausgang und Bezugspotenzial. Die Formel setzt voraus, dass der Ausgang praktisch keinen zusätzlichen Strom liefert.

Kommt ein Lastwiderstand parallel zu R_2 hinzu, ändert sich der wirksame untere Widerstand. Erst die Parallelschaltung berechnen, dann den neuen Teiler. Ein Spannungsteiler ist deshalb nicht automatisch eine geeignete Versorgung für eine wechselnde Last.

**BEISPIEL / LERNZIEL**

$U_{\text{ein}} = 12\text{ V}$; $R_1 = R_2 = 1\text{ k}\Omega$. Unbelastet sind es 6 V. Mit $1\text{ k}\Omega$ Last parallel zu R_2 wird unten $500\text{ }\Omega$ wirksam: $U_{\text{aus}} = 12 \times 500 / 1500 = 4\text{ V}$.

Praxistipp

Zeichne die Last wirklich parallel zum unteren Widerstand ein. So erkennst du den veränderten Stromweg.

Typischer Fehler

Unbelastete 6 V garantieren nicht, dass bei angeschlossener Last weiterhin 6 V anliegen.

Meine Notizen

KAPITEL 03 | VERSTEHEN

Der Transistor als Schalter

Ein NPN-Transistor kann eine Last gegen das Bezugspotenzial schalten: Die Last liegt zwischen positiver Versorgung und Kollektor, der Emitter am Bezug. Ein begrenzter Basisstrom ermöglicht einen größeren Kollektorstrom. Ein Eingangssignal allein ist jedoch keine unbegrenzte Energiequelle.

Für einen zuverlässigen Schalter werden Grenzwerte, Verlustleistung und das Sättigungsverhalten anhand der Bauteildaten geprüft. Eine typische Stromverstärkung aus einem allgemeinen Beispiel ist keine garantierte Auslegung. Im Lernmodell betrachten wir nur den Zusammenhang zwischen Eingang, Schalter und Last.

BEISPIEL / LERNZIEL

Angenommene Lernwerte: Signal 5 V, Basis-Emitter-Spannung 0,7 V und Basiswiderstand 4,7 kΩ. $I_B = (5 - 0,7) / 4700 \text{ A} \approx 0,915 \text{ mA}$. Ob damit eine bestimmte Spule sicher geschaltet werden kann, ist noch nicht bewiesen.

Praxistipp

Beschrifte Basis, Kollektor und Emitter im jeweiligen Datenblatt. Die Anschlussfolge ist nicht bei jedem Gehäuse gleich.

Typischer Fehler

„Der Transistor verstärkt“ bedeutet nicht, dass beliebiger Laststrom erlaubt wäre.

Meine Notizen

KAPITEL 04 | VERSTEHEN

Relais und Freilaufdiode

Ein Relais verbindet eine elektromagnetische Spule mit mechanisch betätigten Kontakten. Spulenstrom und Kontaktstrom gehören zu unterschiedlichen Stromkreisen. Ein hörbares Schalten beweist weder richtige Kontaktverdrahtung noch vorhandene Lastversorgung.

Beim Abschalten einer Gleichstromspule kann ihr Strom nicht sprunghaft verschwinden. Eine passend beschaltete Freilaufdiode bietet einen lokalen Umlaufpfad. Im normalen Einschaltzustand sperrt sie: Ihre Kathode liegt bei der üblichen unteren Transistorschaltung an der positiven Spulenseite. Dieses Prinzip ist nicht pauschal auf Wechselstromspulen übertragbar.

BEISPIEL / LERNZIEL

Transistor ein: Strom durch Versorgung, Spule und Transistor. Transistor aus: Die Spule treibt den abklingenden Strom durch Spule und Diode weiter. Die Lastkontakte reagieren mechanisch; die Diode kann das Abfallen verzögern.

Praxistipp

Unterscheide im Plan die Spule, ihren Schutzpfad und die getrennten Schaltkontakte.

Typischer Fehler

Die Diode darf im eingeschalteten Zustand keinen Kurzschluss über die Versorgung bilden.

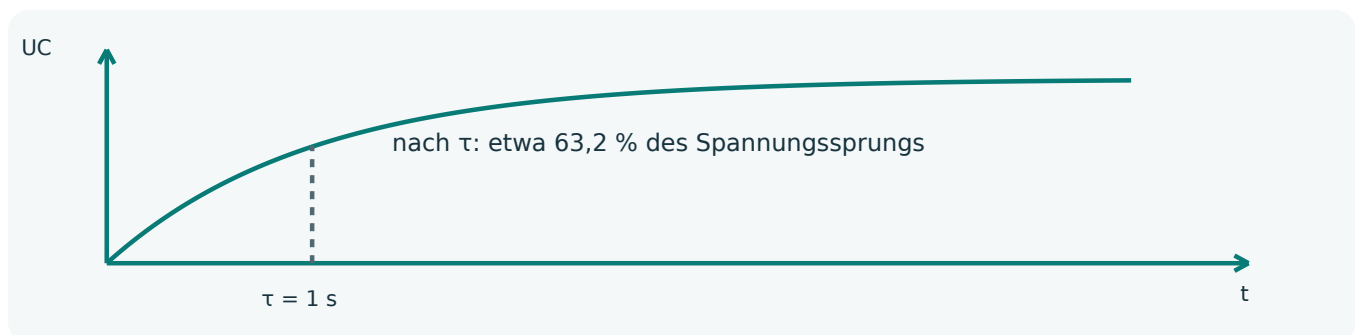
Meine Notizen

KAPITEL 05 | VERSTEHEN

Kondensator: Änderung braucht Zeit

Ein Kondensator speichert Ladung. Beim Laden über einen Widerstand steigt seine Spannung allmählich. Für einen idealen RC-Kreis gilt die Zeitkonstante $\tau = R \times C$. Nach einer Zeitkonstante sind etwa 63,2 % des gesamten Spannungssprungs erreicht.

Bei Entladung sinkt die Spannung exponentiell. Nach einer Zeitkonstante bleiben etwa 36,8 % des Anfangswerts. Die Zeitkonstante ist keine harte Wartezeit, nach der der Kondensator schlagartig voll oder leer wäre. Andere angeschlossene Bauteile können den Verlauf verändern.

**BEISPIEL / LERNZIEL**

$R = 10 \text{ k}\Omega$ und $C = 100 \text{ }\mu\text{F}$ ergeben $\tau = 10000 \times 0,0001 \text{ s} = 1 \text{ s}$. Von 0 auf eine ideale 5-V-Quelle geladen, liegen nach 1 s etwa 3,16 V am Kondensator.

Praxistipp

Wandle $\text{k}\Omega$ und μF vor der Multiplikation sauber in Ω und F um.

Typischer Fehler

Ein ausgeschalteter Stromkreis kann weiterhin gespeicherte Ladung enthalten.

Meine Notizen

KAPITEL 06 | VERSTEHEN

Eine Lernampel im Plan verfolgen

Im lebendigen LehrLynx-Schaltplan treffen Zeitverhalten, Schwellwerte, Relais und LED-Zweige zusammen. Verfolge zuerst die Versorgung und den Bezug. Danach prüfst du das Steuersignal, die Spule, die Kontaktlage und zuletzt den einzelnen LED-Zweig.

Eine Hysterese verwendet unterschiedliche Ein- und Ausschaltschwellen. Das verhindert häufiges Umschalten nahe einer einzigen Schwelle. Leitungsüberschneidungen sind außerdem nicht automatisch elektrische Verbindungen: Achte auf Verbindungspunkte und die Legende des Plans.

BEISPIEL / LERNZIEL

Eine Übungslampe bleibt aus. Der Kontakt ist geschlossen, aber am LED-Zweig fehlt Versorgung. Die Ursache liegt dann nicht zwingend am Timer oder Transistor. Erst die beobachtete Stelle entlang des Signal- und Energiepfads einordnen.

Praxistipp

Ändere im Experiment nur eine Größe. Schreibe vorher auf, welche Wirkung du erwartest.

Typischer Fehler

Leuchtpunkte einer Animation zeigen ein Lernmodell, keine gemessenen Elektronenbahnen oder Freigabe einer realen Schaltung.

Meine Notizen

AUFGABEN 1-4

Jetzt selbst anwenden

Notiere deinen Rechenweg oder begründe deine Entscheidung. Die Kapitelangabe hilft beim gezielten Nachlesen.

Aufgabe 1 | Kapitel 1

5 V Versorgung, 2 V LED-Spannung, 330 Ω : Berechne Strom und Widerstandsleistung.

Meine Notizen

Aufgabe 2 | Kapitel 2

12 V, $R_1 = R_2 = 1 \text{ k}\Omega$. Eine Last von 1 $\text{k}\Omega$ liegt parallel zu R_2 . Wie groß ist U_{aus} ?

Meine Notizen

Aufgabe 3 | Kapitel 3

Rechne den Basisstrom bei 5 V Signal, 0,7 V Basis-Emitter-Spannung und 4,7 $\text{k}\Omega$. Ist damit jeder Relaisbetrieb bewiesen?

Meine Notizen

Aufgabe 4 | Kapitel 4

Was macht die Freilaufdiode nach dem Abschalten einer Gleichstromspule?

Meine Notizen

AUFGABEN 5-6

Jetzt selbst anwenden

Notiere deinen Rechenweg oder begründe deine Entscheidung. Die Kapitelangabe hilft beim gezielten Nachlesen.

Aufgabe 5 | Kapitel 5

10 k Ω und 100 μ F: Bestimme τ und die Kondensatorspannung nach τ bei einem Sprung von 0 auf 5 V.

Meine Notizen

Aufgabe 6 | Kapitel 6

Eine LED bleibt dunkel, obwohl der Relaiskontakt geschlossen ist. Nenne zwei weitere Prüfstellen.

Meine Notizen

DENKANSTÖSSE 1-6

Hilfen, bevor du nachsiehst

Zu Aufgabe 1

Bestimme zuerst $U_R = 5 - 2 \text{ V}$.

Zu Aufgabe 2

Zwei gleiche parallele Widerstände ergeben den halben Widerstand.

Zu Aufgabe 3

Ohmsches Gesetz für den Basiswiderstand; danach die Aussagegrenze beachten.

Zu Aufgabe 4

Die Spule versucht, die bisherige Stromrichtung aufrechtzuerhalten.

Zu Aufgabe 5

Nach τ sind etwa 63,2 % des Sprungs erreicht.

Zu Aufgabe 6

Ein geschlossener Kontakt ersetzt keine Lastversorgung.

LERNTRICK

Nach einem Hinweis schließt du das Heft kurz. Erkläre dir den Ansatz in eigenen Worten und versuche die Aufgabe erneut. Erst dann mit der Lösung vergleichen.

SELBSTKONTROLLE 1-3

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 1

$U_R = 3 \text{ V}$; $I = 3/330 \text{ A} = 9,09 \text{ mA}$; $P = 3^2/330 \text{ W} \approx 0,0273 \text{ W}$.

Aufgabe 2

$R_2 \parallel R_L = 500 \Omega$. $U_{\text{aus}} = 12 \times 500/(1000 + 500) = 4 \text{ V}$ statt unbelastet 6 V .

Aufgabe 3

$I_B \approx 0,915 \text{ mA}$. Nein: Laststrom, Sättigung, Grenzwerte, Ausgangstreiber und Bauteildaten sind gesondert zu prüfen.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 4-6

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 4

Sie ermöglicht einen lokalen abklingenden Spulenstrom und begrenzt die Abschaltspannung. Sie leitet im normalen Einschaltzustand nicht.

Aufgabe 5

$\tau = 1 \text{ s}$; $U_C \approx 0,632 \times 5 \text{ V} = 3,16 \text{ V}$. Vollständig geladen ist der Kondensator nach dieser Zeit noch nicht.

Aufgabe 6

Lastversorgung und Rückweg prüfen; außerdem LED-Polung/Vorwiderstand und Leitungsverbindungen im Lernplan. Ein Relaisklicken allein beweist keinen vollständigen Stromkreis.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

Begriffe & Weiterlernen

Vorwiderstand

Widerstand zur Begrenzung des Stroms in einem Zweig.

Hysterese

Unterschiedliche Schaltschwellen für Ein- und Ausschalten.

Zeitkonstante

Kennzeit eines exponentiellen Vorgangs.

Freilauf

Lokaler Strompfad für eine abschaltende Gleichstromspule.

Auf LehrLynx weiterüben

- Elektronik-Werkbank
- Lebendigen Schaltplan erkunden
- Elektronik-Lernpfad

Die zugehörigen Online-Seiten findest du über den Downloadbereich oder die Website-Suche. Dort lassen sich Fachbegriffe anklicken und Modelle selbst verändern.

KURZ ERKLÄREN STATT NUR WIEDERERKENNEN

Erkläre einen Begriff mit eigenem Beispiel. Sage anschließend, wo das Beispiel nicht mehr ausreicht. So prüfst du, ob du den Zusammenhang verstanden hast.

Meine Notizen