

E 7 Kennlinien

1 Aufgabenstellung

- 1.1 Die **Strom-Spannungs-Kennlinien** passiver Zweipole (Widerstände, Kondensatoren, Dioden) sind **dynamisch (oszilloskopisch)** aufzunehmen, die Kenndaten der Bauelemente sind zu bestimmen.
 - a) Die I-U-Kennlinie eines Photowiderstands ist bei mindestens 2 unterschiedlichen Bestrahlungsstärken oszilloskopisch aufzunehmen, die Widerstandswerte sind aus den Anstiegen zu bestimmen.
 - b) Die Kennlinie eines Kondensators ist aufzunehmen und mit dem zu erwartenden Verlauf zu vergleichen.
 - c) Die I-U-Kennlinien zweier Widerstände (Metallschicht-, Kohleschicht-, NTC- oder PTC- Widerstand) sind bei Raumtemperatur, bei $\approx 50^\circ\text{C}$ und $\approx 80^\circ\text{C}$ oszilloskopisch aufzunehmen, daraus sind die Widerstandswerte und deren Temperaturkoeffizienten zu bestimmen.
 - d) Die I-U-Kennlinien einer Ge-Diode und einer Zener-Diode sind bei Raumtemperatur, bei $\approx 50^\circ\text{C}$ und $\approx 80^\circ\text{C}$ oszilloskopisch aufzunehmen. Aus dem Kennlinienverlauf der Ge-Diode ist die Boltzmann-Konstante k , aus der Kennlinie der Z-Diode sind Schwell- und Zenerspannung bei den jeweiligen Temperaturen zu bestimmen.
- 1.2 Die **Magnetisierungskurve** eines Ferrit-Ringkerns ist oszilloskopisch aufzunehmen, H- und B-Achse sind zu kalibrieren, Koerzitivfeldstärke und Remanenz des Kernmaterials sind zu ermitteln.

2 Literatur

- 2.1 Ilberg, W., Krötzsch, M., Geschke, D. Physikalisches Praktikum
B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Stuttgart, Leipzig
10. Auflage 1994, S. 139 - 145, 162 - 166, 169, 171 - 173, 185 - 188
- 2.2 Walcher, W. Praktikum der Physik
B. G. Teubner Stuttgart
7. Auflage 1994, S. 223 - 224, 240 - 242, 278 - 281, 286 - 287
- 2.3 Stroppe, H. Physik
Fachbuchverlag Leipzig
10. Auflage 1994, S. 226 - 228, 465 - 470, 257 - 258 (zu 1.5)

3 Hinweise zum Versuch

- 3.1 Zur dynamischen Aufnahme der **Strom-Spannungs-Kennlinien** wird eine kontinuierlich einstellbare Wechselspannung von maximal 12 V in der Schaltung nach Bild 1 über einen strombegrenzenden Widerstand R_0 an das Bauelement angelegt. Die dem Strom proportionale, am variablen (Dekaden-)Widerstand R_V abfallende Spannung wird den Vertikalablenkplatten, die Spannung am Bauelement den Horizontalplatten eines Oszilloskops zugeführt. Wegen der in Bild 1 dargestellten internen Verbindung der beiden Ablenkplatten erscheinen die Kennlinien an der Stromachse gespiegelt. Sie sind einschließlich der Koordinatenachsen auf Transparentpapier oder -folie durchzuzeichnen. **Transparentpapier oder -folie und Schere sind zum Versuch mitzubringen.** Die Spiegelung ist durch Umklappen des Transparentbildes zu kompensieren, die Achsen sind mit Hilfe der Ablenkempfindlichkeiten des Oszilloskops zu kalibrieren.

Die Messtechnik zur Kennlinien-Aufnahme veranschaulicht die Arbeitsweise eines **Komponententesters**, wie er in modernen Oszilloskopen zu finden ist (z. B. in den Zweikanal-Oszilloskopen an den Versuchen E 8 und E 16). Falls eines dieser Oszilloskope nicht belegt ist, können Sie sich davon überzeugen!

- a) Zur Aufnahme der Kennlinien des Photowiderstands und des Kondensators (Aufgaben 1.1 a und b) wird eine Bauelemente-Platte mit integrierem Vor- und Dekadenwiderstand benutzt, die außerdem zwei Zenerdioden, eine Ge-Diode und eine Leuchtdiode enthält. Sollen die Dioden-Kennlinien in einer verkürzten Variante der Aufgabe 1.1 d ausschließlich bei Raumtemperatur aufgenommen werden, kann diese Platte auch dafür benutzt werden.
Unterschiedliche Bestrahlungsstärken des Photowiderstands sind durch unterschiedliche Orientierung des Bauelements zur Lichtquelle oder durch Abdecken zu realisieren.

- b) Der zu erwartende Verlauf der I-U-Kurve am Kondensator ist in gleichem Achsmaßstab wie die oszilloskopisch aufgenommene Kurve graphisch darzustellen und mit letzterer zu vergleichen. Die Kapazität des Kondensators ist $C = 1 \mu\text{F}$.

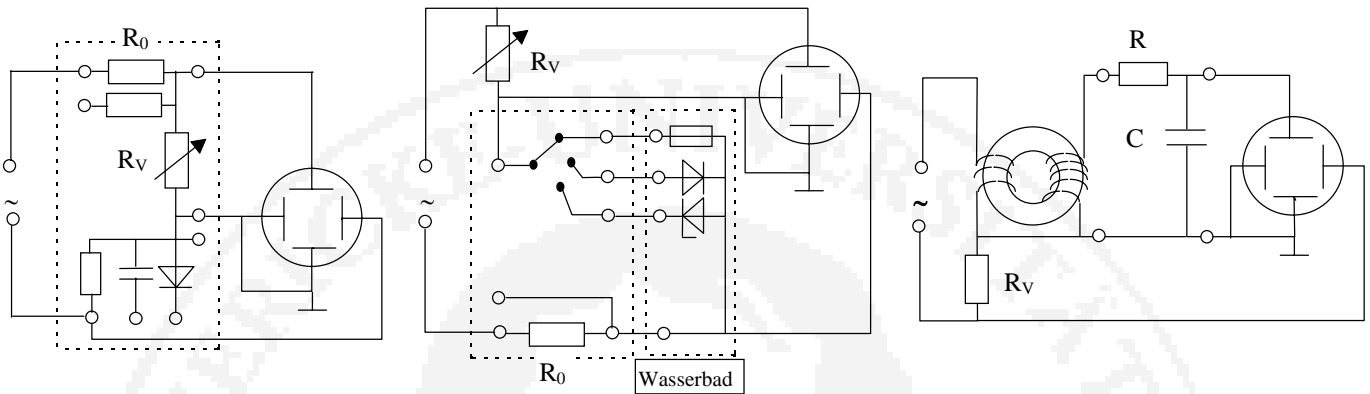


Bild 1: Schaltung zur Aufnahme der I-U-Kennlinie
a) bei Raumtemp. b) oberhalb Raumtemp.

Bild 2: Schaltung zur Aufnahme der Magnetisierungskurve ($R = 56 \text{ k}\Omega$, $C = 1,5 \mu\text{F}$)

- c) Zur Kennlinien-Aufnahme bei Temperaturen über Raumtemperatur wird eine Bauelemente-Platte benutzt, die von einer Folienhülle umschlossen ist und im Wasserbad eines Thermostaten auf **maximal 80°C** erwärmt wird. Vor Versuchsbeginn ist die Folienhülle visuell auf guten Sitz und **Dichtheit zu überprüfen**. Bei Undichtheit ist der Assistent zu informieren, die Folienhülle ist zu ersetzen.

Die Bauelemente werden über einen Messstellenumschalter mit integriertem Widerstand R_0 an die Spannungsquelle angeschlossen. Nach jeder Temperaturänderung des Bades ist der Temperaturengleich zwischen Bad und Bauelementen abzuwarten. Anschließend werden die Kennlinien der Widerstände und Dioden (Aufgaben 1.1 c und d) nacheinander aufgenommen.

- d) Die Kennlinie der Ge-Diode ist auch halblogarithmisch als $\ln I = f(U)$ darzustellen. Bei linearem Verlauf kann wegen der angenäherten Gültigkeit der Beziehung

$$I = I_0 \cdot e^{\frac{e \cdot U}{k \cdot T}} \quad \begin{array}{l} T - \text{Temperatur in K} \\ e - \text{Elementarladung} \end{array}$$

versucht werden, die Boltzmann-Konstante k aus dem Anstieg näherungsweise zu bestimmen.

- 3.2 Die **Magnetisierungskurve** wird in der Schaltung nach Bild 2 aufgenommen. Speisespannung und Verstärkung sind so zu wählen, dass der Schirm des Oszilloskops möglichst ausgefüllt wird. Wegen der hohen Strombelastung des Erregerkreises darf die Schaltung nur **kurzzeitig betrieben** werden.

Die magnetische Feldstärke H ist der Stromstärke I im Erregerkreis und damit dem Spannungsabfall am Widerstand R_v proportional, die magnetische Induktion B der Ausgangsspannung U_C des Integriergliedes. Damit können B- und H-Achse mit Hilfe der am Oszilloskop eingestellten Ablenkempfindlichkeiten kalibriert werden. Der Widerstand R_v , Länge l und Querschnitt A des Ringkerns sowie die Windungszahlen der beiden Spulen sind am Versuchsplatz angegeben.

4 Zugeordnete Themenkomplexe

Elektrische Widerstände: Typen, Kennlinien, Temperaturkoeffizienten
Ströme in Halbleitern: Bändermodell, p-n-Übergang; Halbleiterdioden: Typen, Anwendungen
Stoffe im magnetischen Feld: Magnetisierung, Ferromagnetismus, Hysterese