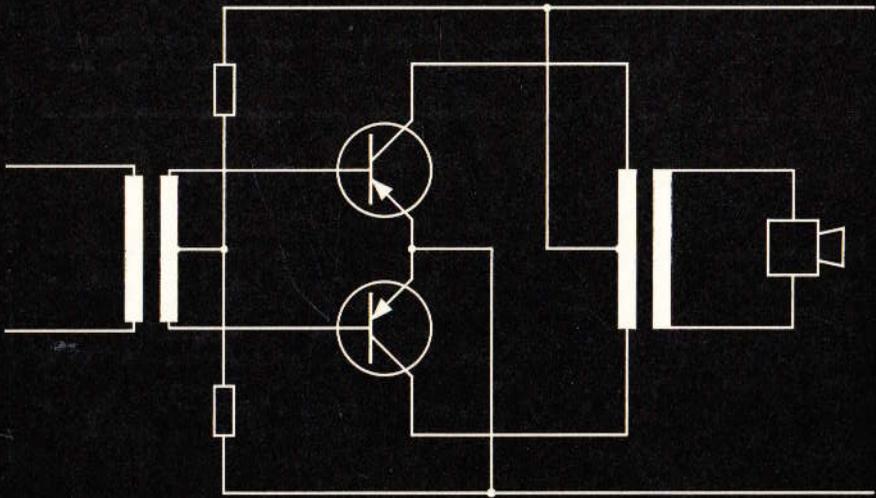


Repetitor der Analogtechnik



IV A 240 

Handbuch der Elektronik

Teil 1 — „Analogtechnik“

In diesem Lehr- und Lernbuch wird folgender Lehrstoff einprägsam und anschaulich behandelt:

Kurze Wiederholung der elektronischen Grundlagen

Die physikalischen Grundlagen der Halbleiter

Die Halbleiterdioden und ihre Anwendung

Die Transistorgrundschaltungen

Verstärkerschaltungen mit Transistoren

Generatoren mit Halbleiterbauteilen

Vierschicht Halbleiter

Elektronik in der Stromversorgung

Fotoelektronische Bauelemente

Feldeffekt-Transistoren

Das Lehrbuch enthält eine Vielzahl von Abbildungen und Kennlinien und weiter zahlreiche, ausführliche Rechenbeispiele, die für den Techniker auf praktische Fälle zugeschnitten sind.

Handbuch der Elektronik

Teil 2 — „Digitaltechnik“

Anschließend an das Stoffgebiet der Analogtechnik wird im Teil 2 des „Handbuchs der Elektronik“ die Digitaltechnik mit folgenden Schwerpunkten behandelt:

Grundlagen der Digitaltechnik (Dualzahlen, verschiedene Codearten, ihre Vor- und Nachteile, Einführung in die Schaltalgebra, Schaltnetze, ihre Analyse und Synthese, Lesen einfacher Verknüpfungspläne).

Baugruppen (Dioden und Transistoren als Schalter, Grundverknüpfung mit diskreten Bauelementen, Schaltnetze mit diskreten Bauelementen, Übungsbeispiele zur Minimierung und Typisierung).

Impulsformer (Schaltungen mit RC-Gliedern, Schmitt-Trigger).

Kippschaltungen (bistabile, astabile und monostabile Kippstufen, Dimensionierungsbeispiele).

Schaltwerke (Vorwärts- und Rückwärtszähler, asynchron und synchron, Schieberegister).

Datenübertragung (Parallel- und Serienübertragung).

Magnetkerntechnik (Grundlagen, Speicherkerne, Speichermatrix, Ein- und Ausleseverfahren).

EDV-Anlagen (Grundsätzliches über EDV-Anlagen, Schaltung und Betrieb eines einfachen Rechenwerkes).

Aufbau elektronischer Schaltkreise (gedruckte Schaltungen, integrierte und hybride Schaltungen).

Zahlreiche Abbildungen, Schaltungen und Rechenbeispiele ergänzen den Lehrstoff.

Repetitor der Analogtechnik

Herausgegeben mit Unterstützung des Bundesministers
für das Post- und Fernmeldewesen

**Rund 300 Fragen und Antworten aus dem Gebiet
der Analogtechnik**

Herausgeber: Fachschule der DFG e. V. - 28 Bremen 1 - Bahnhofstraße 10

Vorwort

IV A 240

Der „Repetitor der ‚Analogtechnik‘ — Analogtechnik programmiert und dadurch leicht gemacht —“ lehnt sich eng an den Teil 1 — Analogtechnik des „Handbuchs der Elektronik“ an. Der Repetitor soll helfen, das beim Durcharbeiten des vorgenannten Lehr- und Lernbuches erworbene Wissen zu vertiefen und zu festigen. Aufgrund dieser Erfolgskontrollen vermag der Leser eventuelle Lücken oder Unsicherheiten zu erkennen und kann dann den entsprechenden Abschnitt im Band „Analogtechnik“ noch einmal durcharbeiten.

Um hierbei für den Lernenden ein wirksames und zeitsparendes Arbeiten zu ermöglichen, wurde die Antwortauswahlmethode gewählt. Bei diesem Verfahren sind zu jeder Frage mehrere Antworten vorgegeben, von denen immer mindestens eine richtig ist. Diese Methode erspart es dem Leser, die Antwort selbst zu formulieren. Die einzelnen Fragen führen schrittweise durch den Lehrstoff des Teiles 1 des Handbuchs; Gliederung und Aufbau beider Bände sind somit eng miteinander verklammert. Damit beim Durcharbeiten des Repetitors ein möglichst großer Lerneffekt erzielt wird, sollten zuerst alle Fragen auf einer Seite nacheinander gründlich durchgelesen und sodann die für richtig gehaltenen Antworten angekreuzt werden. Anschließend hieran wird sodann die Seite nur am rechten Rand so weit umgeschlagen, daß die auf der nächsten Seite stehenden Kästchen mit den richtigen Markierungen sichtbar werden und mit den eigenen Antworten verglichen werden können. Sind alle Antworten richtig, so kann die Seite ganz umgeblättert und der nächste Fragenkomplex in Angriff genommen werden. Ist eine Frage dagegen falsch beantwortet worden, so sollte der Leser die Frage und seine Antwort noch einmal überdenken. Findet er hierbei nicht die richtige Lösung, dann gibt die kurze Erklärung vielleicht die notwendigen Aufschlüsse. Sollte dies nicht der Fall sein, so dürfte es sich empfehlen, den entsprechenden Abschnitt im „Handbuch der Elektronik“ zur Behebung der Unklarheiten noch einmal durchzuarbeiten.

Zur Erklärung und Erläuterung der Antworten sind neben den richtigen Markierungen eine kurze Erklärung der richtigen Antwort, kurze Merksätze und Hinweise auf häufig vorkommende Fehler abgedruckt worden, die das zur laufenden Wiederholung des Erlernen so wichtige Frage- und Antwortspiel sinnvoll abrunden.

Die Herausgeber

Stand: Herbst 1970

Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet

Inhaltsverzeichnis

Bei Angabe der Abschnitte handelt es sich um Verweisungen
auf das „Handbuch der Elektronik“; Teil 1 — Analogtechnik.

| | Seite |
|--|-------|
| Zu Abschnitt 1: Grundlagen der Elektronik | |
| Fragen 1 bis 60 | 7 |
| Zu Abschnitt 2: Physikalische Grundlagen der Halbleiter | |
| Fragen 1 bis 24 | 35 |
| Zu Abschnitt 3: Halbleiterdioden und ihre Anwendung | |
| Fragen 1 bis 20 | 47 |
| Zu Abschnitt 4: Transistorgrundschaltungen | |
| Fragen 1 bis 32 | 57 |
| Zu Abschnitt 5: Der Transistor als Verstärker | |
| Fragen 1 bis 16 | 73 |
| Zu Abschnitt 6: Der Transistor als Schwingungserzeuger | |
| Fragen 1 bis 8 | 81 |
| Zu Abschnitt 7: Der Vierschichthalbleiter | |
| Fragen 1 bis 32 | 85 |
| Zu Abschnitt 8: Der Unijunctionstransistor | |
| Fragen 1 bis 8 | 99 |
| Zu Abschnitt 9: Halbleiterbauteile in der Stromversorgung | |
| Fragen 1 bis 37 | 103 |
| Zu Abschnitt 10: Schaltungen mit Thyristoren und TRIAC | |
| Fragen 1 bis 21 | 123 |
| Zu Abschnitt 11: Fotoelektronische Bauelemente | |
| Fragen 1 bis 23 | 135 |
| Zu Abschnitt 12: Feldeffekttransistoren | |
| Fragen 1 bis 16 | 147 |

Zu Abschnitt 1**Grundlagen der Elektronik *)**

1. Welche der folgenden Potenzen können addiert werden?

- a) $3 \cdot 5^2 + 4 \cdot 5^2$
- b) $6 \cdot 8^3 + 8 \cdot 6^3$
- c) $7^4 + 5 \cdot 7^4$
- d) $6 \cdot 8^3 + 5 \cdot 8$

2. Was ergibt $3 \cdot 10^5 \cdot 7 \cdot 10^3$?

- a) $10 \cdot 10^2$
- b) $21 \cdot 10^9$
- c) $21 \cdot 10^8$
- d) $21 \cdot 10^2$

3. An einem Widerstand werden folgende Werte gemessen:
 $U = 75\text{mV}$, $I = 250\mu\text{A}$. Wie groß ist der Widerstand?

- a) 3 kOhm
- b) 300 Ohm
- c) 0,3 Ohm
- d) 30 Ohm

4. Welcher Spannungsabfall entsteht an einem Widerstand von
150 kOhm, wenn ein Strom von $4 \mu\text{A}$ über ihn fließt?

- a) 1 mV
- b) $60 \mu\text{V}$
- c) 0,6 V
- d) 600 mV

*) Vgl. hierzu Abschnitt 1 in dem „Handbuch der Elektronik;
Teil 1 — Analogtechnik“.

zu 1. Merke:

- Nur Potenzen mit gleicher Basis und gleichem Exponenten können miteinander addiert werden.

zu 2.

- Bei der Multiplikation von Potenzen mit gleicher Basis werden die Exponenten addiert und die Beizahlen (Faktoren) miteinander multipliziert.

zu 3.

$\frac{75 \text{ mV}}{250 \mu\text{A}} = \frac{75 \cdot 10^{-3} \text{ V}}{250 \cdot 10^{-6} \text{ A}} = 0,3 \cdot 10^3 \text{ Ohm} = 300 \text{ Ohm}$

zu 4.

$150 \text{ kOhm} \cdot 4 \mu\text{A} = 150 \cdot 10^3 \text{ Ohm} \cdot 4 \cdot 10^{-6} \text{ A}$
 $= 600 \cdot 10^{-3} \text{ V} = 600 \text{ mV} = 0,6 \text{ V}$

5. Warum haben Metalle eine so gute elektrische Leitfähigkeit?

- a) wegen der großen Atomschwingungen
 b) wegen der vielen freien Elektronen
 c) wegen der großen Kernladungszahl

6. Wie lange kann man einen Akkumulator mit einer Kapazität von 60 Ah einen Strom von 0,4 A entnehmen?

- a) 150 min
 b) 1,5 h
 c) 15 000 s
 d) 150 h

7. Bei welchen Eigenschaften ist die elektrische Leitfähigkeit eines Materials am größten?

- a) viel freie Elektronen mit großer Beweglichkeit
 b) wenig freie Elektronen mit kleiner Beweglichkeit
 c) wenig freie Elektronen mit großer Beweglichkeit
 d) viel freie Elektronen mit kleiner Beweglichkeit

8. Bei Metallen erhöht sich mit steigender Temperatur der Widerstand, weil

- a) die Zahl der freien Elektronen sinkt
 b) die Beweglichkeit sinkt
 c) die Beweglichkeit steigt
 d) die Zahl der freien Elektronen steigt

9. Welche Maßeinheit hat die elektrische Leitfähigkeit?

- a) Ohm
 b) S
 c) $\frac{\text{Ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$
 d) $\frac{\text{Sm}}{\text{mm}^2}$

zu 5.

- Metalle sind wegen der großen Anzahl von freien Elektronen gute elektrische Leiter.

zu 6.

- $Q = I \cdot t; t = \frac{Q}{I} = \frac{60 \text{ Ah}}{0,4 \text{ A}} = 150 \text{ h}$

zu 7. **Merke:**

- Die Leitfähigkeit eines Materials ist umso größer, je größer die Zahl der freien Elektronen und je größer deren Beweglichkeit ist.

zu 8.

- Bei Metallen erhöht sich mit steigender Temperatur der Widerstand, weil die Beweglichkeit der freien Elektronen durch die stärkeren Atomschwingungen eingeengt wird.

zu 9. **Merke:**

- Die elektrische Leitfähigkeit gibt den Leitwert eines Leiters von 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt bei 20° C an. Ihre Maßeinheit beträgt daher: $\frac{\text{Sm}}{\text{mm}^2}$

10. In Reihe liegen drei Widerstände von 0,05 MOhm, 50 kOhm und 100 000 Ohm. Wie groß ist der Gesamtwiderstand?

- a) 0,2 MOhm
 b) 155 kOhm
 c) 200 kOhm
 d) 2 000 000 Ohm

11. Bei einer Parallelschaltung aus $R_1 = 10 \text{ Ohm}$ und $R_2 = 20 \text{ Ohm}$ fließt über R_1 ein Strom von 10 mA. Wie groß ist der Strom über R_2 ?

- a) 20 mA
 b) 5 A
 c) 20 A
 d) 5 mA

12. Bei einer Reihenschaltung aus $R_1 = 10 \text{ Ohm}$ und $R_2 = 20 \text{ Ohm}$ fallen an R_1 10 V ab.Wie groß ist der Spannungsabfall an R_2 ?

- a) 20 V
 b) 5 V
 c) 10 V
 d) 20 000 mV

13. Eine Spannungsquelle mit einer Ursprungung von 6 V wird mit einem Widerstand belastet, der gleich dem Innenwiderstand ist. Wie groß ist die Klemmenspannung?

- a) 12 V
 b) 6 V
 c) 3 V
 d) 4,5 V

zu 10. **Merke:**

Bei einer Reihenschaltung ist der Gesamtwiderstand gleich der Summe der Einzelwiderstände:

- $0,05 \text{ MOhm} = 50 \text{ kOhm}$
 50 kOhm
 $100\,000 \text{ Ohm} = \frac{100 \text{ kOhm}}{200 \text{ kOhm}} = 0,2 \text{ MOhm}$

zu 11. **Merke:**

- In parallelen Widerständen verhalten sich die Ströme umgekehrt wie die Widerstände.
 Über R_2 fließen daher 5 mA.

zu 12. **Merke:**

- Bei in Reihe liegenden Widerständen verhalten sich die Spannungsabfälle wie die Widerstände.
 An R_2 fallen daher $20 \text{ V} = 20\,000 \text{ mV}$ ab.

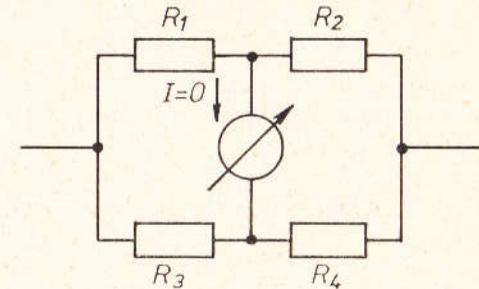
zu 13. Bei $R_a = R_i$ ist $U_{KL} = \frac{1}{2} U_o$, da von der Ursprungung je die Hälfte am Innenwiderstand und am Außenwiderstand abfällt.

- Hier ist also $U_{KL} = \frac{1}{2} \cdot 6 \text{ V} = 3 \text{ V}$.

14. $R_1 = 20 \text{ kOhm}$
 $R_2 = 500 \text{ Ohm}$
 $R_3 = 10\,000 \text{ Ohm}$

Wie groß ist R_4 ?

- a) 2,5 kOhm
 b) 1 kOhm
 c) 0,25 kOhm
 d) 250 Ohm



15. Über einen Transistor fließt bei einer Spannung von 12,5 V ein Strom von 80 μA . Welche Leistung nimmt er auf?

- a) 1 mW
 b) 100 μW
 c) 1 μW

16. Wie groß ist die Frequenz einer Schwingung mit einer Periodendauer von 20 μs ?

- a) 20 MHz
 b) 0,05 MHz
 c) 50 kHz
 d) 20 kHz

17. Wie groß ist die Amplitude einer Wechselspannung von 10 V_{ss} ?

- a) 7,07 V
 b) 14,14 V
 c) 5 V
 d) 20 V

18. Eine Wechselspannung beträgt 50 mV_{ss}. Wie groß ist der Effektivwert?

- a) 25 mV
 b) 35,35 mV
 c) 70,70 mV
 d) 17,67 mV

zu 14. Im Abgleich ($I = 0$) gilt:

$$\begin{aligned} \square & \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} ; R_4 = \frac{R_2}{R_1} \cdot R_3 \\ \square & \\ \boxtimes & \quad = \frac{500 \text{ Ohm}}{20 \text{ kOhm}} \cdot 10 \text{ kOhm} \\ \boxtimes & \\ & = 250 \text{ Ohm} = 0,25 \text{ kOhm} \end{aligned}$$

zu 15. $P = U \cdot I = 12,5 \text{ V} \cdot 80 \mu\text{A} = 1000 \mu\text{W} = 1 \text{ mW}$

-

$$\text{zu 16. } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-6} \text{ s}} = \frac{10^6}{20} \text{ Hz} = 0,05 \text{ MHz} = 50 \text{ kHz}$$

-

zu 17. **Merke:**

- Die Spannung-Spitze-Spitze ist gleich der doppelten Amplitude.**

 Die Amplitude beträgt also 5 V bei 10 V_{ss}.

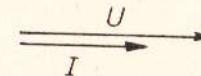
zu 18. Bei 50 mV_{ss} beträgt die Amplitude $U_{\text{max}} = 25 \text{ mV}$. Der Effektivwert errechnet sich bei sinusförmigen Spannungen aus $U = U_{\text{max}} \cdot 0,707 = 25 \text{ mV} \cdot 0,707 = 17,67 \text{ mV}$.

-

19. Der arithmetische Mittelwert einer Wechselspannung beträgt 6,37 V. Wie groß ist der Effektivwert?

- a) 7,07 V
 b) 6,37 V
 c) 10 V

20. Das nebenstehende Bild zeigt das Zeigerdiagramm



- a) eines induktiven Blindwiderstandes
 b) eines ohmschen Widerstandes
 c) eines kapazitiven Blindwiderstandes
 d) eines induktiven Scheinwiderstandes

21. Wie ändern sich die Blindwiderstände bei Spulen und Kondensatoren mit steigender Frequenz?

- a) bei beiden steigen sie
 b) bei beiden sinken sie
 c) bei Kondensatoren steigen, bei Spulen sinken sie
 d) bei Kondensatoren sinken, bei Spulen steigen sie

22. Der kapazitive Blindwiderstand eines Kondensators betrage bei $f = 600 \text{ Hz}$ 600 Ohm. Wie groß ist er bei 100 Hz?

- a) 100 Ohm
 b) 3 600 Ohm
 c) 6 000 Ohm
 d) 60 Ohm

23. Der induktive Blindwiderstand einer Spule soll bei $f = 600 \text{ Hz}$ 600 Ohm betragen. Wie groß ist er bei 100 Hz?

- a) 100 Ohm
 b) 3 600 Ohm
 c) 6 000 Ohm
 d) 60 Ohm

zu 19. Für den arithmetischen Mittelwert gilt:

$U = 0,637 U_{\max};$
 $U_{\max} = \frac{U}{0,637} = \frac{6,37 \text{ V}}{0,637} = 10 \text{ V};$
 $U = U_{\max} \cdot 0,707 = 10 \text{ V} \cdot 0,707 = 7,07 \text{ V}$

zu 20. Im dargestellten Zeigerdiagramm sind Strom und Spannung in Phase. Das ist nur bei ohmschen Widerständen der Fall.

-

zu 21. **Merke:**

- Bei steigender Frequenz steigt der induktive Blindwiderstand, der kapazitive sinkt.**

 $X_L = \omega L; \quad X_C = \frac{1}{\omega C}$

zu 22. Der kapazitive Blindwiderstand steigt bei Verringerung der Frequenz auf $\frac{1}{6}$ auf das 6-fache, also von 600 Ohm auf 3600 Ohm.

-

zu 23. Der induktive Blindwiderstand ist proportional der Frequenz. Wenn die Frequenz auf den 6. Teil zurückgeht, verringert sich sein Wert ebenfalls auf den 6. Teil, hier also auf 100 Ohm.

-

24. Welche Phasenverschiebung besteht zwischen Spannung und Strom bei Spulen und Kondensatoren?

- a) bei Spulen eilt die Spannung voraus, bei Kondensatoren der Strom
 b) bei Spulen eilt der Strom voraus, bei Kondensatoren die Spannung
 c) bei beiden eilt der Strom voraus
 d) es besteht keine Phasenverschiebung

25. Eine Reihenschaltung aus R und L soll einen Phasenwinkel von 45° haben. Wie groß muß X_L sein, wenn R einen Wert von 100 Ohm hat?

- a) 450 Ohm
 b) 45 Ohm
 c) 100 Ohm
 d) 145 Ohm

26. Wie groß ist der Scheinwiderstand einer Reihenschaltung aus $R = 3 \text{ Ohm}$ und $X_L = 4 \text{ Ohm}$?

- a) 7 Ohm
 b) 5 Ohm
 c) 3,4 Ohm
 d) 12 Ohm

27. Wie ändert sich der Phasenwinkel einer Reihenschaltung aus R und C bei steigender Frequenz?

- a) er wird kleiner
 b) er bleibt konstant
 c) er wird größer

zu 24. **Merke:**

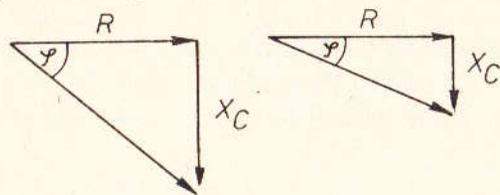
- Bei Spulen eilt die Spannung voraus,
bei Kondensatoren der Strom.

zu 25. Der Phasenwinkel beträgt 45° , wenn R und X_L gleich groß sind. X_L muß also 100 Ohm betragen.

zu 26. Bei einer Reihenschaltung gilt:

$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{25} = 5 \text{ Ohm.}$

zu 27. Bei steigender Frequenz sinkt X_C und damit auch der Phasenwinkel.



28. Gegeben sind zwei Parallelschaltungen aus R und X_L :
 $R_1 = 100 \text{ Ohm}$, $X_{L1} = 50 \text{ Ohm}$ und $R_2 = 100 \text{ Ohm}$, $X_{L2} = 200 \text{ Ohm}$.
Welche Schaltung hat einen größeren Phasenwinkel?

- a) Schaltung 1
 b) Schaltung 2
 c) beide Schaltungen haben gleichen Phasenwinkel

29. Über eine Parallelschaltung aus R und C fließt ein Gesamtstrom von $10 \mu\text{A}$. Wie groß ist der Strom über den Kondensator, wenn über den Widerstand 6 mA fließen?

- a) 4 mA
 b) 6 mA
 c) 8 mA
 d) 10 mA

30. Bei einem Reihenschwingkreis ist bei Resonanz

- a) $\varphi = 0$
 b) $X_L = X_C$
 c) $U_{X_L} = U_{X_C}$
 d) Z am größten

31. Bei einem Reihenschwingkreis soll die Resonanzfrequenz $f_0 = 400 \text{ kHz}$ betragen. Welche Resonanzfrequenz hat der Schwingkreis, wenn die Kapazität vervierfacht wird?

- a) 1600 kHz
 b) 800 kHz
 c) 200 kHz
 d) 100 kHz

- zu 28. Die Eigenschaften einer Parallelschaltung werden überwiegend vom kleineren Widerstand bestimmt. Bei Schaltung 1 ist X_L kleiner als R , bei Schaltung 2 ist X_L größer.
- Die Schaltung 1 ist daher stärker induktiv und hat dadurch einen größeren Phasenwinkel. Bei gleicher Spannung an beiden Schaltungen fließt durch beide der gleiche Wirkstrom I_R , während der Blindstrom I_{X_L} in der ersten Schaltung viermal größer ist.

- zu 29. Wie aus dem Stromdreieck zu entnehmen ist, gilt für I_C :

$$I_C = \sqrt{I^2 - I_R^2} = \sqrt{10^2 - 6^2} = \sqrt{64} = 8 \text{ mA}$$

-

Falsch:

Die Antwort 4 mA ist falsch.

Bei Wechselstromwiderständen mit verschiedenen Phasenwinkel darf nie arithmetisch addiert oder subtrahiert werden sondern nur geometrisch.

- zu 30. Resonanz ist gekennzeichnet durch $\varphi = 0$. Bei Reihenresonanz ist X_L gleich X_C und damit auch $U_{X_L} = U_{X_C}$. Der Scheinwiderstand ist bei Reihenresonanz am kleinsten und zwar gleich dem Wirkwiderstand R .

-

- zu 31. Für die Resonanzfrequenz eines LC-Schwingkreises gilt:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{. Wird } C \text{ viermal so groß, so wird der}$$

- Nenner doppelt so groß und die Frequenz halbiert sich;
 sie sinkt dann auf 200 kHz.

-

32. Unterhalb der Resonanzfrequenz verhält sich

- a) ein Reihenschwingkreis kapazitiv
 b) ein Parallelschwingkreis kapazitiv
 c) ein Reihenschwingkreis induktiv
 d) ein Parallelschwingkreis induktiv

33. An verschiedenen Wechselstromwiderständen werden gleiche Spannungen und Ströme gemessen. Bei welcher Widerstandsart ist die Scheinleistung am größten?

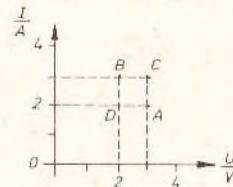
- a) bei Wirkwiderständen
 b) bei induktiven Blindwiderständen
 c) bei kapazitiven Blindwiderständen
 d) bei gegebenen Spannungen und Strömen ist die Scheinleistung unabhängig von der Art des Wechselstromwiderstandes

34. An verschiedenen Wechselstromwiderständen werden gleiche Spannungen und Ströme gemessen. Bei welcher Widerstandsart ist die Wirkleistung am größten?

- a) bei Wirkwiderständen
 b) bei induktiven Blindwiderständen
 c) bei kapazitiven Blindwiderständen
 d) bei gegebenen Spannungen und Strömen ist die Wirkleistung unabhängig von der Art des Wechselstromwiderstandes

35. Welcher Punkt im dargestellten rechtwinkligen Koordinatensystem entspricht den Meßwerten $I = 3 \text{ A}$ und $U = 2 \text{ V}$?

- a) B
 b) A
 c) C
 d) D



zu 32. **Merke:**

- Die Eigenschaften einer Reihenschaltung werden überwiegend durch den größten, die einer Parallelschaltung überwiegend durch den kleinsten Widerstand bestimmt.
 Unterhalb der Resonanzfrequenz ist der induktive Blindwiderstand kleiner als der kapazitive. Daher verhält sich ein Reihenschwingkreis unterhalb der Resonanzfrequenz kapazitiv, ein Parallelschwingkreis dagegen induktiv.

zu 33.

- Für die Scheinleistung gilt: $S = U \cdot I$.
 Sie ist daher von der Art des Widerstandes unabhängig.

zu 34.

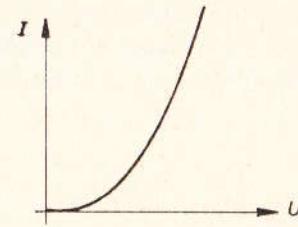
- Für die Wirkleistung gilt: $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$.
 Nur bei reinen Wirkwiderständen ist $\varphi = 0$ und damit $\cos \varphi = 1$, bei gleichen Werten für U und I ist die Wirkleistung also bei Wirkwiderständen am größten.

zu 35.

- Nur für den Punkt B ist $I = 3A$ und $U = 2V$.

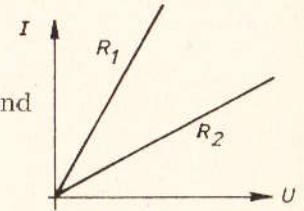
36. Welche der folgenden Beziehungen gilt?

- a) $R_1 = R_2$
 b) $R_1 > R_2$
 c) $R_1 < R_2$



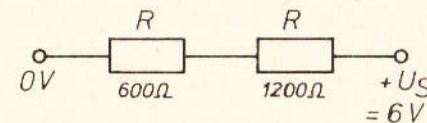
37. Nebenstehende Kennlinie gilt:

- a) für einen Heißleiter
 b) für einen ohmschen Widerstand
 c) für einen Kaltleiter
 d) für eine Induktivität



38. Welche Endpunkte hat die Widerstandsgerade für R_1 ?

- a) $U = 0, I = 0$ und $U = 0, I = 10mA$
 b) $U = 0, I = 0$ und $U = 6V, I = 0$
 c) $U = 0, I = 0$ und $U = 6V, I = 10mA$
 d) $U = 6V, I = 0$ und $U = 6V, I = 10mA$



39. Welche Endpunkte hat die Widerstandsgerade für R_2 ?

- a) $U = 0, I = 0$ und $U = 6V, I = 5mA$
 b) $U = 6V, I = 0$ und $U = 0, I = 5mA$
 c) $U = 6, I = 5mA$ und $U = 0, I = 5mA$
 d) $U = 6V, I = 0$ und $U = 6V, I = 5mA$

zu 36. **Merke:**

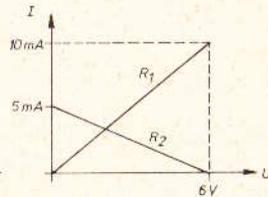
- Die Kennlinie eines ohmschen Widerstandes verläuft um
- so steiler, je kleiner der Widerstand ist.
- Daher gilt für die Abbildung: $R_1 < R_2$.

zu 37.

- Bei steigenden Spannungs- und Stromwerten wird die Kennlinie steiler, der Widerstand des Bauelementes also kleiner. Dies ist bei Halbleitern der Fall.
-
-

zu 38.

- Mit steigendem Strom steigt der Spannungsabfall an R_1 von OV aus.
 - Der eine Endpunkt der Widerstandsgeraden ist also $U = 0$ und $I = 0$.
 -
 -
- Der andere Endpunkt liegt bei $U = 6V$ und $I = \frac{6V}{600\Omega} = 10mA$.



zu 39.

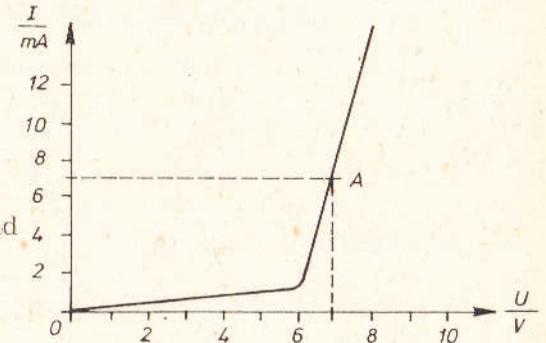
- Die Kennlinie für R_2 wird von U_S aus eingezeichnet. Sie beginnt daher bei $U = 6V, I = 0$ und endet bei $U = 0V$
- und $I = \frac{U_S}{R_2} = \frac{6V}{1200\Omega} = 5mA$
-

40. Wie wirkt sich eine Änderung der Speisespannung auf die Widerstandsgerade von R_2 aus?

- a) überhaupt nicht
- b) sie wird steiler
- c) sie wird parallel verschoben
- d) sie wird flacher

41. Wie groß ist der statische Widerstand im Arbeitspunkt A?

- a) 100 Ohm
- b) 1 kOhm
- c) 1 Ohm
- d) 500 Ohm



42. Wie groß ist der dynamische Widerstand im Arbeitspunkt A?

- a) 1 kOhm
- b) 500 Ohm
- c) 200 Ohm
- d) 2 kOhm

43. Wie groß ist die Verlustleistung im Arbeitspunkt A?

- a) 49 mW
- b) 49 W
- c) 35 mW
- d) 490 mW

44. Was für eine Kurve ergibt sich, wenn man eine konstante Leistung, z.B. die maximale Verlustleistung, in einem I-U-Kennlinienfeld darstellt?

- a) eine Parallele zur I-Achse
- b) eine Parallele zur U-Achse
- c) eine bei steigender Spannung fallende Gerade
- d) eine Hyperbel

zu 40. **Merke:**

- Bei einer Veränderung der Speisespannung ändern sich beide Endpunkte der Widerstandsgeraden (U_S auf der U-Achse und $\frac{U_S}{R_2}$ auf der I-Achse). Sie wird daher parallelverschoben.

zu 41. **Merke:**

- Der statische Widerstand ist $R = \frac{U}{I}$; der Kennlinie wird für den Arbeitspunkt entnommen: $U = 7V$, $I = 7mA$.
- $R = \frac{U}{I} = \frac{7V}{7mA} = 1 \text{ kOhm}$

zu 42. **Merke:**

- Der dynamische Widerstand ist $R = \frac{\Delta U}{\Delta I}$; der Kennlinie wird für den Arbeitspunkt entnommen: $\Delta U = 2V$, $\Delta I = 10mA$.
- $r = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{2V}{10mA} = 0,2 \text{ kOhm} = 200 \text{ Ohm}$

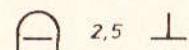
zu 43. **Merke:**

- Die Verlustleistung ist das Produkt aus der Spannung am Bauelement und dem Strom durch das Bauelement.
- $P = U \cdot I = 7V \cdot 7mA = 49mW$

zu 44.

- Damit die Leistung konstant bleibt, muß bei steigender Spannung der Strom kleiner werden und umgekehrt. Es entsteht im I-U-Kennlinienfeld eine Hyperbel.

45. Was bedeuten folgende Symbole auf einem Meßwerk?



- a) Drehspulmeßwerk für schräge Gebrauchslage, Güteklasse 1,5
- b) Drehspulmeßwerk für senkrechte Gebrauchslage, Güteklasse 2,5
- c) Dreheisenmeßwerk für senkrechte Gebrauchslage, Güteklasse 2,5
- d) Drehspulmeßwerk für senkrechte Gebrauchslage und 2,5V

46. Kann man mit einem Drehspulmeßwerk Wechselströme messen?

- a) ja, aber nur bei Verwendung von Gleichrichtern
- b) ja, auch ohne Verwendung von Gleichrichtern
- c) ja, ohne Gleichrichter aber nur sinusförmige Wechselströme
- d) nein, auch unter Verwendung von Gleichrichtern nicht

47. Durch einen Vorwiderstand vor dem Meßwerk wird

- a) der Innenwiderstand verkleinert
- b) der Strommeßbereich erhöht
- c) der Spannungsmeßbereich erhöht
- d) der Spannungsmeßbereich verkleinert

48. Mit einem Drehspulinstrument, Genauigkeitsklasse 2,5 werden im 10-V-Bereich 5V gemessen. Der mögliche Fehler beträgt

- a) $\pm 0,125 \text{ V}$
- b) $\pm 0,25V$
- c) $\pm 0,5V$
- d) $\pm 0,75V$

zu 45.

- Die dargestellten Symbole kennzeichnen ein Drehspulmeßwerk für senkrechte Gebrauchslage mit einer Genauigkeit von $\pm 2,5\%$ des Skalenendwertes.
-

zu 46. **Merke:**

- Bei einem Drehspulmeßwerk ist die Richtung des Zeigerausschlags abhängig von der Stromrichtung in der Spule.
- Es können daher nur gleichgerichtete Wechselströme gemessen werden.
-

zu 47.

- Durch einen Vorwiderstand wird der Spannungsbereich vergrößert. Von der angelegten Spannung liegt nur noch ein Teil am Meßwerk.
-
-
-

zu 48. **Merke:**

- Der durch die Genauigkeitsklasse angegebene maximale prozentuale Fehler bezieht sich immer auf den Skalenendwert. Der maximale absolute Fehler ist unabhängig von der Größe des Meßwertes und durch den eingestellten Meßbereich gegeben.
-
-
-

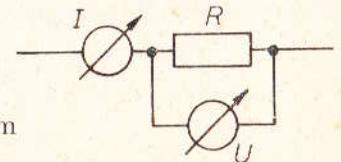
$2,5\%$ von $10\text{V} = 0,25\text{V}$. Der maximale Fehler beträgt also $\pm 0,25\text{V}$.

49. Wie groß ist der Innenwiderstand eines Vielfachinstrumentes im $0,25\text{-V}$ -Bereich, wenn als Kennwert für das Meßwerk $200\text{ k}\Omega/\text{V}$ angegeben sind?

- a) $25\text{ k}\Omega$
- b) $500\text{ k}\Omega$
- c) $50\text{ k}\Omega$
- d) $80\text{ k}\Omega$

50. In der angegebenen Schaltung werden richtig gemessen

- a) nur die Spannung
- b) nur der Strom
- c) Spannung und Strom
- d) weder Spannung noch Strom



51. Die Schaltung in Frage 50 ist geeignet zur Messung

- a) großer Widerstände
- b) kleiner Widerstände
- c) sehr großer und sehr kleiner Widerstände
- d) zur Widerstandsbestimmung ungeeignet

52. Bei einer Spannungsmessung liest man im 10-V -Bereich 9V ab, nach dem Umschalten auf den 25-V -Bereich dagegen 10V . Woran könnte das liegen?

- a) die Spannungsquelle ist zu niederohmig
- b) der Spannungsmesser ist zu hochohmig
- c) der Spannungsmesser ist zu niederohmig

zu 49.

$$\square \quad R_i = 0,25V \cdot 200 \frac{\text{k}\Omega}{V} = 50 \text{ k}\Omega$$

zu 50.

Die Spannung wird richtig gemessen, der Strom um den Strom über das Voltmeter zu groß.

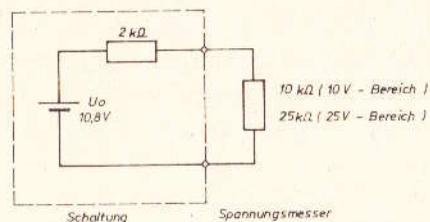
zu 51.

Bei kleinen Widerständen fließt ein großer Strom, so daß der zusätzliche Instrumentenstrom keinen merkbaren Einfluß auf den Ausschlag des Amperemeters hat.

zu 52.

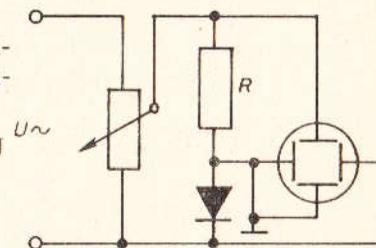
Der Innenwiderstand des Spannungsmessers ist nicht groß genug gegenüber dem Innenwiderstand der Schaltung.

Die angegebenen Meßwerte von 9 V und 10 V treten z.B. in der nachstehenden Schaltung auf, wie sich leicht nachrechnen läßt.



53. Welche Aufgabe hat der Widerstand R in der nebenstehenden Schaltung zur Kennlinienaufnahme?

- a) Strombegrenzung
- b) aus dem Diodenstrom einen proportionalen Spannungsabfall zu bilden
- c) aus der Diodenspannung einen proportionalen Strom zu bilden
- d) keine



54. Mit dem Helligkeitsregler eines Oszillografen wird verändert

- a) die Spannung am Wehneltzylinder
- b) die Spannung zwischen den Anoden
- c) die Spannung an den X-Platten
- d) die Spannung an den Y-Platten

55. Zur Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Spannung an den Y-Platten wird an die X-Platten gelegt

- a) eine rechteckförmige Spannung
- b) eine dreieckförmige Spannung
- c) die gleiche Spannung, die am Y-Eingang liegt
- d) eine Sägezahnspannung

56. Es wird bei jedem Durchlauf des Elektronenstrahls der gleiche Kurvenzug dargestellt

- a) bei Kippfrequenz = zweifache Meßfrequenz
- b) bei Meßfrequenz = zweifache Kippfrequenz
- c) nur bei getriggertem Betrieb
- d) nur wenn Meßfrequenz = Kippfrequenz

zu 53.

- Aus dem Diodenstrom muß ein proportionaler Spannungsabfall gebildet werden, weil mit einem Oszillografen Ströme nicht direkt gemessen werden können.
-

zu 54.

- Mit der Spannung am Wehneltzylinder wird die Stärke des Elektronenstrahls und damit die Bildhelligkeit eingestellt.
-
-
-

zu 55.

- An den X-Platten muß eine Sägezahnspannung liegen, damit der Elektronenstrahl ständig mit konstanter Geschwindigkeit von links nach rechts über den Bildschirm gezogen wird.
-
-
-

zu 56.

- Wenn die Meßfrequenz doppelt so groß ist wie die Kippfrequenz, wird mit jedem Durchlauf der gleiche Kurvenzug dargestellt, und zwar zwei volle Schwingungen der Meßspannung.
-
-
-

Falsch:

Ist die Kippfrequenz doppelt so groß wie die Meßfrequenz, so werden immer abwechselnd positive und negative Halbwelle der Meßspannung dargestellt.

Bei c) und d) wird zwar auch immer der gleiche Kurvenzug dargestellt, die Antworten sind aber falsch, weil sie mit „nur“ anfangen.

57. Welcher Wert einer Wechselspannung läßt sich auf einem Oszillografen am leichtesten ablesen?

- a) Effektivwert
- b) arithmetischer Mittelwert
- c) Spannung-Spitze-Spitze
- d) doppelter Effektivwert

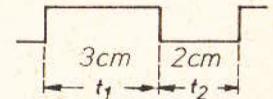
58. In der Stellung $a_y = 0,02 \text{ V/cm}$ des Eingangsteilers wird der Strahl um $y = 2,5 \text{ cm}$ in senkrechter Richtung ausgelenkt. Wie groß ist die angelegte Spannung?

- a) 0,005 V
- b) 5 mV
- c) 40 mV
- d) 50 mV

59. Bei geeichter Stellung $a_x = 5 \mu\text{s/cm}$ des Zeitbasisschalters entsteht nebenstehendes Schirmbild

Wie groß sind t_1 und t_2 ?

- a) $t_1 = 10 \mu\text{s}$, $t_2 = 15 \mu\text{s}$
- b) $t_1 = 15 \mu\text{s}$, $t_2 = 10 \mu\text{s}$
- c) $t_1 = 3 \mu\text{s}$, $t_2 = 2 \mu\text{s}$
- d) $t_1 = 2 \mu\text{s}$, $t_2 = 3 \mu\text{s}$



60. Wie groß ist die Frequenz der Schwingung aus Frage 59?

- a) 40 kHz
- b) 100 kHz
- c) 66,7 kHz
- d) 400 kHz

zu 57.

- Die Spannung-Spitze-Spitze läßt sich am einfachsten ablesen. Die anderen Werte lassen sich daraus dann mit den Umrechnungsfaktoren ermitteln.

zu 58.

- $U = \gamma \cdot a_y = 2,5 \text{ cm} \cdot 0,02 \text{ V/cm} = 0,05 \text{ V} = 50 \text{ mV}$

zu 59.

- $t_1 = x_1 \cdot a_x = 3 \text{ cm} \cdot 5 \mu\text{s/cm} = 15 \mu\text{s}$
 $t_2 = x_2 \cdot a_x = 2 \text{ cm} \cdot 5 \mu\text{s/cm} = 10 \mu\text{s}$

zu 60.

- Die Periodendauer setzt sich aus t_1 und t_2 zusammen.
 $T = t_1 + t_2 = 15 \mu\text{s} + 10 \mu\text{s} = 25 \mu\text{s}$
 $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{25 \cdot 10^{-6} \text{ s}} = 40 \text{ kHz}$

Zu Abschnitt 2

Physikalische Grundlagen der Halbleiter*)

- Wieviele Elektronen haben die Atome der Halbleiterelemente auf der äußeren Schale?
 - a) 1
 - b) 2
 - c) 3
 - d) 4
- Germanium ist ein Halbleiter, weil bei Temperaturerhöhung
 - a) die Zahl der freien Ladungsträger steigt
 - b) ihre Beweglichkeit sinkt
 - c) ihre Beweglichkeit steigt
 - d) die Zahl der freien Ladungsträger sinkt
- Bei konstanter Temperatur eines Halbleiters
 - a) überwiegen die Paarbildungen den Rekombinationen
 - b) sind Paarbildungen und Rekombinationen im Gleichgewicht
 - c) überwiegen die Rekombinationen den Paarbildungen
 - d) treten Paarbildungen und Rekombinationen nicht auf
- Die Eigenleitung wird hervorgerufen
 - nur durch freie Elektronen
 - nur durch Löcher
 - durch eine gleiche Anzahl von Löchern und freien Elektronen

*) Vgl. hierzu Abschnitt 2 in dem „Handbuch der Elektronik; Teil 1 — Analogtechnik.“

zu 1.

- Die Atome der Halbleiterelemente haben 4 Valenzelektronen.

zu 2.

- Durch verstärkte Paarbildung entstehen bei Temperaturerhöhung mehr Löcher und freie Elektronen.

zu 3.

- Bei konstanter Temperatur sind Paarbildung und Rekombination im Gleichgewicht. Wäre dies nicht der Fall, so würde sich auch bei konstanter Temperatur die Leitfähigkeit des Halbleiters verändern.

zu 4.

- Von Eigenleitung spricht man bei reinen Halbleitern. Da hier mit jedem freien Elektron auch ein Loch entsteht, wird sie von einer gleichen Anzahl von Löchern und freien Elektronen hervorgerufen.

5. Donatoren bewirken

- a) Löcherleitfähigkeit
 b) negative Aufladung des Halbleiters
 c) positive Aufladung des Halbleiters
 d) Elektronenleitfähigkeit

6. P-Material

- a) ist positiv aufgeladen
 b) enthält mehr Löcher als freie Elektronen
 c) enthält mehr freie Elektronen als Löcher

7. Majoritätsträger sind

- a) Löcher und freie Elektronen in einer N-Schicht
 b) Löcher in einer N- und freie Elektronen in einer P-Schicht
 c) Löcher in einer P- und freie Elektronen in einer N-Schicht
 d) Löcher und freie Elektronen in einer P-Schicht

8. Störstellenleitfähigkeit ist

- a) ein anderes Wort für Eigenleitfähigkeit
 b) ein Oberbegriff für P- und N-Leitfähigkeit
 c) tritt nur in elektrisch-leitenden Flüssigkeiten auf
 d) nur P-Leitfähigkeit

9. Bei der Verwendung von Heißeitern werden diese einmal durch die Umgebungstemperatur ϑ_U und zum anderen durch die elektrische Verlustleistung P_V erwärmt. Die Erwärmung erfolgt überwiegend

- a) durch ϑ_U bei Temperaturmessung und Relaischaltzeitverzögerung
 b) durch ϑ_U bei Relaischaltzeitverzögerung, durch P_V bei Temperaturmessung
 c) durch P_V bei Temperaturmessung und Relaischaltzeitverzögerung
 d) durch ϑ_U bei Temperaturmessung und durch P_V bei Relaischaltzeitverzögerung

zu 5.

- Donatoren sind fünfwertig. Sie geben ihr fünftes Valenzelektron leicht ab und bewirken damit Elektronenleitfähigkeit.

zu 6.

- P-Material entsteht durch Dotieren mit den dreiwertigen Akzeptoren. Es überwiegen daher die Löcher.

zu 7.

- Majoritätsträger sind die in der Überzahl vorhandenen freien Ladungsträger, also Löcher im P- und freie Elektronen im N-Material.

zu 8.

- Störstellenleitfähigkeit entsteht durch Verunreinigungen. Es gehören also sowohl die P- als auch die N-Leitfähigkeit dazu.

zu 9.

- Bei der Temperaturmessung muß der Strom im Heißleiter so klein sein, daß die Erwärmung nur durch die Umgebungstemperatur erfolgt. Andernfalls ist die Temperatur des Heißleiters nicht nur von Umgebungstemperatur abhängig. Während der Anzugszeit eines Relais ändert sich die Umgebungstemperatur im allgemeinen nicht; die Erwärmung des Heißleiters erfolgt durch die in ihm entstehende Verlustleistung.

10. Ein CdS-Fotowiderstand

- a) hat eine sehr hohe Grenzfrequenz
 b) ist bei sichtbarem Licht am empfindlichsten
 c) ist im Infrarotbereich am empfindlichsten

11. CdS-Fotowiderstände haben eine so kleine Grenzfrequenz

- a) wegen der hohen Lebensdauer der Ladungsträger
 b) wegen der starken Verunreinigung des CdS
 c) wegen der hohen Feldstärke im Fotowiderstand
 d) wegen der sehr kleinen Lebensdauer der Ladungsträger

12. Bei steigender Verunreinigung des CdS

- a) steigen Empfindlichkeit und Grenzfrequenz
 b) sinken Empfindlichkeit und Grenzfrequenz
 c) sinkt die Empfindlichkeit und steigt die Grenzfrequenz
 d) steigt die Empfindlichkeit und sinkt die Grenzfrequenz

13. Bei einem PN-Übergang ohne äußere Spannung

- a) sind P- und N-Schicht elektrisch neutral
 b) hat sich die P-Schicht negativ, die N-Schicht positiv aufgeladen
 c) hat sich die P-Schicht positiv, die N-Schicht negativ aufgeladen
 d) haben sich beide Schichten positiv aufgeladen

14. Die Ladung der Raumladungszone besteht aus

- a) negativen Ionen im N- und positiven Ionen im P-Material
 b) Löchern im P- und freien Elektronen im N-Material
 c) negativen Ionen im P- und positiven Ionen im N-Material
 d) Löchern im P- und N-Material

zu 10.

- Die größte Empfindlichkeit von CdS-Fotowiderständen liegt bei grünem bis rotem Licht, also im sichtbaren Licht.
-
-

zu 11.

- Für hohe Empfindlichkeit ist große Reinheit erforderlich. Daher sind nur sehr wenige Rekombinationszentren vorhanden, und die Ladungsträger haben eine hohe Lebensdauer. Die Grenzfrequenz ist daher klein.
-
-
-

zu 12.

- s. zu 11.
-
-
-

zu 13.

- An der Grenzschicht sind Löcher aus dem P- in das N-Material und freie Elektronen vom N- ins P-Material gewandert. Daher hat sich das P-Material negativ und das N-Material positiv aufgeladen.
-
-
-

zu 14.

- Durch die Abwanderung der Löcher aus der Grenzschicht des P-Materials und durch Rekombination mit den aus der N-Schicht kommenden freien Elektronen sind als Ladungsträger im P-Material an der Grenzschicht nur noch die negativen Ionen der Akzeptoren vorhanden, ebenso nur noch die positiven Ionen der Donatoren in der N-Schicht. Sie erzeugen die Ladung in der Raumladungszone.
-
-
-

15. Die Stärke der Dotierung bestimmt

- a) nur die Breite der Raumladungszone
- b) nur die Größe der Diffusionsspannung
- c) die Breite der Raumladungszone und die Größe der Diffusionsspannung
- d) weder Breite der Raumladungszone noch die Größe der Diffusionsspannung

16. Mit steigender Dotierung

- a) wird die Raumladungszone schmaler und die Feldstärke in ihr kleiner
- b) wird die Raumladungszone breiter und die Feldstärke in ihr kleiner
- c) wird die Raumladungszone schmaler und die Feldstärke in ihr größer
- d) wird die Raumladungszone breiter und die Feldstärke in ihr größer

17. Ein PN-Übergang ist in Durchlaßrichtung vorgespannt bei

- a) -10V an der N- und -11V an der P-Schicht
- b) $+11\text{V}$ an der N- und $+10\text{V}$ an der P-Schicht
- c) -59V an der P- und -60V an der N-Schicht
- d) -60V an der N- und -61V an der P-Schicht

18. Die Schwellspannung ist

- a) größer als die Diffusionsspannung
- b) ebenso groß wie die Diffusionsspannung
- c) kleiner als die Diffusionsspannung
- d) ein anderes Wort für Diffusionsspannung

zu 15.

- Die Stärke der Dotierung bestimmt die Breite der Raumladungszone, hat aber keinen Einfluß auf die Größe der Diffusionsspannung.
-
-

zu 16.

- Bei stärker werdender Dotierung wird die Raumladungszone schmaler, weil die Ionen dichter beieinanderliegen.
- In einer schmaleren Raumladungszone besteht eine größere Feldstärke ($E = \frac{U}{d}$).
-
-

zu 17. **Merke:**

- Ein PN-Übergang ist in Durchlaßrichtung vorgespannt, wenn das P-Material an positiverem Potential liegt als das N-Material.**
-
- $-59V$ sind um $1V$ positiver als $-60V$.

zu 18.

- Die äußere Spannung in Durchlaßrichtung drückt die Ladungsträger gegen die Diffusionsspannung in die Raumladungszone. Erst wenn die äußere Spannung ebenso groß ist wie die Diffusionsspannung, also erst bei der Schwellspannung, wird der PN-Übergang niederohmig.
-
-
-
- Merke:**
Schwell- und Diffusionsspannung sind gleich groß, aber entgegengesetzt gerichtet.

19. Der Temperaturkoeffizient TK für die Durchbruchspannung ist beim Lawinendurchbruch

- a) positiv
- b) Null
- c) negativ

20. Wie sind bei einem Transistor als Verstärker die beiden Grenzschichten vorgespannt?

- a) Emitter-Basis- und Basis-Kollektor-Diode in Durchlaßrichtung
- b) Emitter-Basis-Diode in Sperr- und Basis-Kollektor-Diode in Durchlaßrichtung
- c) Basis-Kollektor-Diode in Sperr- und Emitter-Basis-Diode in Durchlaßrichtung
- d) Emitter-Basis- und Basis-Kollektor-Diode in Sperrrichtung

21. Von den Transistorströmen ist

- a) der Kollektorstrom der größte und der Basisstrom der kleinste
- b) der Emitterstrom der größte und der Kollektorstrom der kleinste
- c) der Emitterstrom der zweitgrößte und der Basisstrom der kleinste
- d) der Emitterstrom der größte und der Kollektorstrom der zweitgrößte

22. Eine große Stromverstärkung wird erreicht durch

- a) breite, schwach dotierte Basisschicht
- b) breite stark dotierte Basisschicht
- c) schmale, stark dotierte Basisschicht
- d) schmale, schwach dotierte Basisschicht

zu 19.

- TK ist positiv; die für den Lawinendurchbruch erforderliche Spannung steigt mit steigender Temperatur.
-
-

zu 20. **Merke:**

- Bei einem Transistor als Verstärker ist immer die Basis-Emitter-Diode in Durchlaß- und die Basis-Kollektor-Diode in Sperrichtung vorgespannt.
-
-
-

zu 21. **Merke:**

- Bei einem Transistor ist $I_E > I_C \gg I_B$
 I_E und I_C sind annähernd gleich groß, und beide sind bedeutend größer als I_B .
-
-
-

zu 22.

- Je schmaler und je schwächer dotiert die Basisschicht ist, desto weniger Ladungsträger können in ihr rekombinieren und desto weniger können von außen zu- oder abfließen.
-
- Der Basisstrom ist dann also sehr klein gegenüber Emitter- und Kollektorstrom.

23. Eine Änderung der Eingangsspannung von ± 25 mV führt zu einer Ausgangsspannungsänderung von ± 2 V. Wie groß ist die Spannungsverstärkung?

- a) 4
- b) 40
- c) 80
- d) 8

24. Bei einem Transistor werden gemessen: $I_E = 2,85$ mA und $I_B = 22 \mu\text{A}$. Wie groß ist I_C ?

- a) 2,63 mA
- b) 2,828 mA
- c) 2,872 mA
- d) 3,07 mA

zu 23. Merke:

- Spannungsverstärkung ist das Verhältnis von Ausgangsspannungsänderung zu Eingangsspannungsänderung.
-
- $v_u = \frac{\Delta U_A}{\Delta U_E} = \frac{4V}{50mV} = 80$
-

zu 24.

- Nach der Knotenregel gilt:
- $I_E = I_B + I_C$
- $I_C = I_E - I_B = 2,85mA - 22\mu A = 2,828mA$
-

Zu Abschnitt 3

Halbleiterdioden und ihre Anwendung*)

- Welche Grenzwerte werden bei Dioden angegeben?
 - a) U_{Fmax} und U_{Rmax}
 - b) I_{Fmax} und I_{Rmax}
 - c) U_{Fmax} und I_{Rmax}
 - d) I_{Fmax} und U_{Rmax}

- Welcher der beiden Diodenströme ist stärker temperaturabhängig, I_F oder I_R ?
 - a) I_F
 - b) I_R
 - c) beide gleich stark
 - d) beide sind temperaturunabhängig

- Der Bahnwiderstand einer Halbleiterschicht wird bei stärkerer Dotierung
 - a) größer
 - b) kleiner
 - c) bleibt konstant

- Wie ändern sich in Durchlaßrichtung der statische Widerstand R_F und der dynamische Widerstand r_F mit steigender Spannung?
 - a) R_F und r_F sinken
 - b) R_F und r_F steigen
 - c) R_F steigt und r_F sinkt
 - d) R_F sinkt und r_F steigt

*) Vgl. hierzu Abschnitt 3 in dem „Handbuch der Elektronik; Teil 1 — Analogtechnik.“

zu 1.

- Bei Dioden werden der maximale Durchlaßstrom I_{Fmax} und die maximale Sperrspannung U_{Rmax} als wichtige Grenzwerte angegeben, die nicht überschritten werden dürfen.

zu 2.

- Bei Temperaturerhöhung steigt die Zahl der freien Ladungsträger. Da in Durchlaßrichtung auch in der Raumladungszone viele freie Ladungsträger vorhanden sind, macht sich hier die Erhöhung ihrer Anzahl durch die Temperaturerhöhung nicht so stark bemerkbar wie in der Sperrrichtung.

zu 3. **Merke:**

- Bei stärkerer Dotierung steigt mit der Zahl der Fremdatome auch die Zahl der freien Ladungsträger; der Bahnwiderstand wird kleiner.

zu 4.

- Da die Durchlaßkennlinie mit steigender Spannung immer steiler wird, sinken R_F und r_F .

5. Bei welchem Durchbruch kann der dynamische Widerstand im Durchbruchbereich negativ werden?

- a) nur beim Zenerdurchbruch
 b) nur beim Wärmedurchbruch
 c) nur beim Lawinendurchbruch
 d) beim Zener- und Lawinendurchbruch

6. Beim Gehörschutzgleichrichter wird ausgenutzt

- a) der Avalanche-Effekt
 b) der Wärmedurchbruch
 c) die Schwellspannung
 d) der Zenerdurchbruch

7. Die Schwellspannung bei Germanium- und bei Siliziumdioden beträgt etwa

- a) bei Ge 0,7V, bei Si 0,3V
 b) bei Ge 0,7V, bei Si 0,7V
 c) bei Ge 0,3V bei Si 700mV
 d) bei Ge 0,3V bei Si 300mV

8. Der Sperrwiderstand einer Ge-Diode betrage bei 20° 4,8MOhm. Wie groß ist er ungefähr bei 50°C?

- a) 600kOhm
 b) 1,6MOhm
 c) 2,4MOhm
 d) 1,2MOhm

9. Wann ist ein als Schalter arbeitendes Bauelement gefährdet?

- a) beim Einschalten von Induktivitäten und Kapazitäten
 b) beim Ausschalten von Induktivitäten und Kapazitäten
 c) beim Einschalten von Induktivitäten und Ausschalten von Kapazitäten
 d) beim Ausschalten von Induktivitäten und Einschalten von Kapazitäten

zu 5.

- Beim Zener- und Lawinendurchbruch wird der dynamische
 Widerstand sehr klein, jedoch nicht negativ. Nur beim
 Wärmedurchbruch kann er negativ werden.

zu 6.

- Beim Gehörschutzgleichrichter wird die Schwellspannung
 von ca. 0,4V der Selendioden ausgenutzt.

zu 7.

- Die Schwellspannung beträgt bei Germaniumdioden
 ca. 0,3V, bei Siliziumdioden ca. 0,7V.

zu 8. **Merke:**

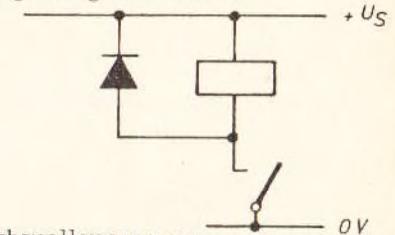
- Bei Germaniumdioden halbiert sich der Sperrwiderstand**
 ungefähr bei einer Temperaturerhöhung um 10° C.
 Bei einer Temperaturerhöhung von 20° C auf 50° C, also
 um 30° C sinkt demnach der Sperrwiderstand auf den
 achten Teil ab, von 4,8 MOhm auf 600 kOhm.

zu 9. **Merke:**

- Ein als Schalter arbeitendes Bauelement ist beim Aus-**
 schalten von Induktivitäten durch die hohe Induktions-
 spannung und beim Einschalten von Kapazitäten durch den
 großen Ladestrom gefährdet.

10. Wie wirkt die Freilaufdiode in
nebenstehender Schaltung?

- a) sie schließt das Relais beim Einschalten kurz
 b) sie ist für die Induktionsspannung in Sperrichtung
 geschaltet und hält sie dadurch vom Schalter fern.
 c) sie schließt die Induktionsspannung kurz und hält sie
 damit vom Schalter fern
 d) sie schließt die Induktionsspannung kurz und bewirkt
 damit eine Anzugsverzögerung des Relais



11. Z-Dioden haben

- a) eine besonders große Schwellspannung
 b) einen ziemlich scharfen Durchbruch im Sperrbereich
 bei einer fertigungsabhängigen Spannung
 c) im Sperrbereich eine größere maximale Verlust-
 leistung als im Durchlaßbereich
 d) im Durchbruchbereich einen negativen dynamischen
 Widerstand

12. Bei Z-Dioden beruht der Durchbruch

- a) immer auf dem Zenereffekt
 b) immer auf dem Lawineneffekt
 c) bei $U_z < 6V$ auf dem Zener, bei $U_z > 6V$ auf dem
 Lawineneffekt
 d) bei $U_z > 6V$ auf dem Zener, bei $U_z < 6V$ auf dem
 Lawineneffekt

13. Z-Dioden mit einer Durchbruchspannung von ca. 6V haben

- a) einen großen r_z und einen großen TK
 b) einen großen r_z und einen kleinen TK
 c) einen kleinen r_z und einen großen TK
 d) einen kleinen r_z und einen kleinen TK

zu 10.

- Die Freilaufdiode ist für die Speisespannung U_s in Sperrrichtung geschaltet, für die beim Abschalten entstehende Induktionsspannung in Durchlaßrichtung. Die Induktionsspannung wird daher von der Freilaufdiode kurzgeschlossen.
-
-
-

zu 11. **Merke:**

- Z-Dioden sind Siliziumdioden mit einem scharfen Durchbruch im Sperrbereich bei einer definierten, fertigungsabhängigen Spannung.**
-
-
-

zu 12.

- Bei Durchbruchspannungen unter 6V ist wegen der erforderlichen starken Dotierung die Raumladungszone sehr schmal, und wegen der hohen Feldstärke in ihr tritt der Feldeffekt auf. Bei $U_z > 6V$ ist die Raumladungszone so breit, daß der Lawineneffekt auftritt.
-
-
-

zu 13.

- Wegen gleichzeitigen Auftretens von Zener- und Lawineneffekt bei Durchbruchspannungen in der Umgebung von $U_z = 6V$ ist der dynamische Widerstand r_z hier am kleinsten und es heben sich der positive TK des Lawineneffektes und der negative TK des Zener-effektes auf.
-
-
-

14. Bei einer einfachen Stabilisierung aus R_v und Z-Diode wird bei gegebenem Wert von R_v die maximale Größe der Eingangsspannung begrenzt durch

- a) die Zenerspannung der Z-Diode
- b) den maximalen Z-Diodenstrom
- c) die Schleusenspannung
- d) den maximalen Laststrom

15. Bei steigender Belastung der einfachen Stabilisierungsschaltung

- a) steigt I_z um den gleichen Betrag wie I_L
- b) sinkt I_z um den gleichen Betrag, um den I_L steigt
- c) bleibt I_z konstant
- d) steigt I_z doppelt so stark wie I_L

16. Welche Eigenschaften hat eine Tunnel diode?

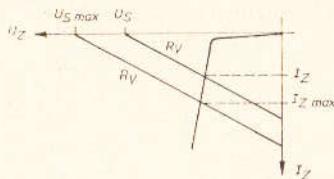
- a) negativer dynamischer Widerstand in einem Teil des Durchlaßbereiches und sehr hohe Grenzfrequenz
- b) negativer dynamischer Widerstand in einem Teil des Durchlaßbereiches und kleine Grenzfrequenz
- c) negativer dynamischer Widerstand in einem Teil des Sperrbereiches und sehr hohe Grenzfrequenz
- d) negativer dynamischer Widerstand in einem Teil des Sperrbereiches und kleine Grenzfrequenz

17. Bei Vervielfachung der Sperrspannung einer Kapazitätsvariationsdiode

- a) vervierfacht sich die Kapazität
- b) sinkt die Kapazität auf ein Viertel
- c) sinkt die Kapazität auf die Hälfte
- d) verdoppelt sich die Kapazität

zu 14.

- Die maximale Eingangsspannung wird bei gegebenem R_V durch den maximalen Z-Diodenstrom begrenzt.
-
-
-



zu 15.

- Damit die Ausgangsspannung konstant bleibt, muß der Spannungsabfall an R_V konstant bleiben, also der Gesamtstrom $I = I_Z + I_L$. Bei steigendem I_L muß also I_Z um den gleichen Betrag abnehmen.
-
-
-

zu 16.

- Tunneldioden haben in einem kleinen Bereich unterhalb der Schwellspannung einen negativen dynamischen Widerstand und eine sehr hohe Grenzfrequenz.
-
-
-

zu 17.

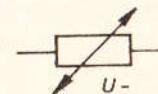
- Für die Sperrschichtkapazität einer Diode gilt bei gleichbleibender Dotierung in der Umgebung der Grenzschicht
-
- ungefähr: $C \sim \frac{1}{\sqrt{U_R}}$
-
- Bei Vervierfachung der Sperrspannung wird also die Sperrschichtkapazität halbiert.

18. Kapazitätsvariationsdioden werden hauptsächlich verwendet

- a) im Langwellenbereich der Rundfunkempfänger
- b) zur automatischen Scharfabstimmung im UKW-Bereich und in Fernsehempfängern
- c) zur Schwundregelung in Rundfunkempfängern
- d) zur Unterdrückung der Brummspannungen in Rundfunkempfängern

19. Welches Bauteil wird durch nebenstehendes Symbol gekennzeichnet?

- a) Tunneldiode
- b) NTC-Widerstand
- c) Varaktordiode
- d) VDR



20. Fotodioden

- a) werden in Durchlaßrichtung betrieben
- b) haben eine sehr kleine Grenzfrequenz
- c) werden in Sperrichtung betrieben
- d) haben sehr große Abmessungen

zu 18.

- Kapazitätsvariationsdioden werden wegen ihrer kleinen Kapazität nur bei hohen Frequenzen, also nur im UKW-Bereich und in Fernsehempfängern verwendet.
-
-
-

zu 19.

- Das Symbol kennzeichnet einen Widerstand, dessen Widerstandswert bei steigender Spannung abnimmt, also einen VDR.
-
-
-

zu 20.

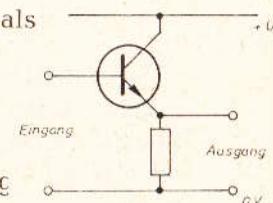
- Fotodioden werden immer in Sperrichtung betrieben. Die praktische Bedeutung der Fotodiode liegt vor allem in ihrer hohen Grenzfrequenz (bis zu 100 kHz) und ihren kleinen Abmessungen.
-
-
-

Zu Abschnitt 4

Transistorgrundschaltungen *)

1. Nebenstehende Schaltung wird bezeichnet als

- a) Emitterschaltung
- b) Emitterfolger
- c) Basisschaltung
- d) Emitter- oder Kollektorschaltung



2. Welche Transistorgrundschaltung hat eine große Stromverstärkung und keine Phasenverschiebung zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung?

- a) Emitterschaltung
- b) Kollektorschaltung
- c) Basisschaltung
- d) sowohl Basis- als auch Kollektorschaltung

3. Welche Transistorgrundschaltung hat die höchste Grenzfrequenz?

- a) Emitterschaltung
- b) Kollektorschaltung
- c) Basisschaltung
- d) Emitterfolger

4. Eine Basisschaltung ist gekennzeichnet durch

- a) großen Eingangswiderstand, kleine Stromverstärkung
- b) kleinen Eingangswiderstand, kleine Spannungsverstärkung
- c) kleinen Eingangswiderstand, kleine Stromverstärkung
- d) großen Eingangswiderstand, große Spannungsverstärkung

*) Vgl. hierzu Abschnitt 4 in dem „Handbuch der Elektronik; Teil 1 — Analogtechnik.“

zu 1.

- Die dargestellte Schaltung ist ein Emitterfolger. Er hat die gleichen Eigenschaften wie eine Kollektorschaltung.
 Kennzeichnend ist der Arbeitswiderstand in der Emittierzuleitung.

zu 2.

- Nur die Kollektorschaltung hat gleichzeitig hohe Stromverstärkung und Phasenwinkel 0.

zu 3.

- Die Basisschaltung hat die höchste Grenzfrequenz.

zu 4.

- Eine Basisschaltung hat sowohl einen kleinen Eingangswiderstand als auch eine kleine Stromverstärkung.

5. Keine Phasenverschiebung zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung haben

- a) Basis- und Emitterschaltung
 b) Basis- und Kollektorschaltung
 c) Kollektor- und Emitterschaltung
 d) Emitterfolger und Emitterschaltung

6. 200kOhm könnte betragen

- a) R_{ein} Basisschaltung und R_{aus} Emitterschaltung
 b) R_{aus} Basisschaltung und R_{aus} Kollektorschaltung
 c) R_{aus} Basisschaltung und R_{ein} Kollektorschaltung
 d) R_{ein} Emitterschaltung und R_{aus} Kollektorschaltung

7. An einem Transistorverstärker in Emitterschaltung liegt die positive Halbwelle der Eingangsspannung. Am Ausgang liegt dann

- a) eine positive Halbwelle annähernd gleicher Amplitude
 b) eine positive Halbwelle mit größerer Amplitude
 c) eine negative Halbwelle annähernd gleicher Amplitude
 d) eine negative Halbwelle mit größerer Amplitude

8. Ein niederohmiger Generator soll an einen hochohmigen Verbraucher angepaßt werden. Welche Schaltung eignet sich dafür?

- a) Basisschaltung
 b) Emitterschaltung
 c) Kollektorschaltung
 d) Emitterfolger

zu 5.

- Basis- und Kollektorschaltung haben keine Phasenverschiebung zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung.

zu 6.

- Die Basisschaltung hat einen sehr großen Ausgangswiderstand, die Kollektorschaltung einen sehr großen Eingangswiderstand. Sie können beide 200 kOhm betragen.

zu 7.

- Eine Emitterschaltung hat eine hohe Spannungsverstärkung und eine Phasenverschiebung zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung von 180° . Bei der positiven Eingangshalbwellen entsteht am Ausgang eine größere negative Halbwellen.

zu 8.

- Es eignet sich hierfür die Basisschaltung, weil sie einen kleinen Eingangs- und einen großen Ausgangswiderstand hat.

9. Die Stromverstärkung B ist

- a) $\frac{I_C}{I_E}$
 b) $\frac{I_E}{I_C}$
 c) $\frac{I_C}{I_B}$
 d) $\frac{I_E}{I_B}$

10. Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Gleich- und der Wechselstromverstärkung eines Transistors?

- a) Gleichstromverstärkung größer Wechselstromverstärkung
 b) Gleichstromverstärkung ungefähr gleich Wechselstromverstärkung
 c) Gleichstromverstärkung kleiner Wechselstromverstärkung
 d) kein Zusammenhang angebar

11. Meßwerte: $I_E = 4\text{mA}$; $I_C = 3,96\text{mA}$. Wie groß ist A?

- a) 0,99
 b) 1,01
 c) 0,9
 d) 1,1

12. Meßwerte: $I_E = 4\text{mA}$; $I_C = 3,96\text{mA}$. Wie groß sind B und C?

- a) B = 100; C = 99
 b) B = 99; C = 0,99
 c) B = 1,01; C = 101
 d) B = 99; C = 100

zu 9.

- B ist die Gleichstromverstärkung der Emitterschaltung. Bei einer Emitterschaltung ist der Ausgangsstrom I_C , der
- Eingangsstrom I_B : $B = \frac{I_C}{I_B}$
-
-

zu 10.

- Bei Transistoren sind Gleich- und Wechselstromverstärkung ungefähr gleich groß.
-
-
-

zu 11.

- Stromverstärkung der Basisschaltung $A = \frac{I_C}{I_E}$
-
- $A = \frac{3,96\text{mA}}{4\text{mA}} = 0,99$
-

zu 12.

- Stromverstärkung der Emitterschaltung $B = \frac{I_C}{I_B}$
- $I_B = I_E - I_C = 4\text{mA} - 3,96\text{mA} = 0,04\text{mA}$
- $B = \frac{I_C = 3,96\text{mA}}{I_B = 0,04\text{mA}} = 99$
- Stromverstärkung der Kollektorschaltung $C = \frac{I_E}{I_B}$
- $C = \frac{I_E = 4\text{mA}}{I_B = 0,04\text{mA}} = 100$

13. Die Grenzfrequenz eines Transistors wird hauptsächlich bestimmt durch

- a) die Sperrschicht-(Raumladungs-)kapazität zwischen Basis und Emmitter
- b) die Diffusionskapazität zwischen Basis und Kollektor
- c) die Raumladungskapazität zwischen Emmitter und Kollektor
- d) die Diffusionskapazität zwischen Emmitter und Basis sowie die Raumladungskapazität zwischen Basis und Kollektor

14. Die Basisschaltung hat eine so hohe Grenzfrequenz, weil die große Diffusionskapazität

- a) mit dem großen R_{aus} in Reihe liegt
- b) zu dem kleinen R_{ein} parallel liegt
- c) mit dem kleinen R_{ein} in Reihe liegt
- d) zu dem großen R_{aus} parallel liegt

15. Ein Verstärker mit einer oberen Grenzfrequenz von 18kHz und einer unteren von 30Hz liefert bei 1kHz eine Ausgangsspannung von 2,8V. Wie groß ist bei gleich großer Eingangsspannung die Ausgangsspannung bei 30 Hz und 18 kHz?

- a) $U_{30\text{Hz}} = 2\text{V}$; $U_{18\text{kHz}} = 4\text{V}$
- b) $U_{30\text{Hz}} = U_{18\text{kHz}} = 4\text{V}$
- c) $U_{30\text{Hz}} = U_{18\text{kHz}} = 2\text{V}$
- d) $U_{30\text{Hz}} = 4\text{V}$; $U_{18\text{kHz}} = 2\text{V}$

16. Welche Bandbreite hat der Verstärker aus Frage 15?

- a) 30Hz
- b) 18kHz
- c) 17,97kHz
- d) 18,03kHz

zu 13.

- Raumladungskapazitäten bestehen nur bei in Sperrichtung vorgespannten PN-Übergängen, beim Transistor also zwischen Basis und Kollektor. Die Größe der Diffusionskapazität zwischen Basis und Emitter kennzeichnet die Zeit, die erforderlich ist, um Ladungsträger in die Basis zu drücken oder abzusaugen.
-
-
-

zu 14. **Merke:**

- Die Basis-Emitter-Diffusionskapazität liegt parallel zum kleinen Eingangswiderstand der Basisschaltung. Der kapazitive Blindwiderstand kommt daher erst bei sehr hohen Frequenzen in die Größenordnung des Eingangswiderstandes.
-
-
-

zu 15. **Merke:**

- Bei den Grenzfrequenzen ist die Verstärkung auf den $\sqrt{2}$ -ten Teil der Mittenfrequenz abgesunken.
-
- $U_{301\text{Hz}} = U_{18\text{kHz}} = \frac{2,8\text{V}}{\sqrt{2}} = 2\text{V}$
-

zu 16. **Merke:**

- Bandbreite ist der Abstand zwischen oberer und unterer Grenzfrequenz.
-
- $18\text{ kHz} - 30\text{ Hz} = 17,97\text{ kHz}$
-

17. Wie ändert sich der Widerstand der Kollektor-Emitter-Strecke R_{CE} bei Erhöhung der Basis-Emitter-Spannung?

- a) R_{CE} bleibt konstant
- b) R_{CE} sinkt
- c) R_{CE} steigt
- d) R_{CE} hängt nur von U_{CE} ab

18. Für welchen Verwendungszweck wird welche Grundschaltung verwendet?

- a) Basisschaltung für hochohmige Verstärker
- b) Kollektorschaltung für höchste Frequenzen
- c) Emitterschaltung zur Anpassung sehr großer an sehr kleine Widerstände
- d) Kollektorschaltung zur Anpassung an niederohmige Last

19. Alle Ströme, die in einen Transistor hineinfließen, erhalten das positive Vorzeichen. Bei einem NPN-Transistor sind daher

- a) I_E und I_C positiv
- b) I_E positiv, I_B negativ
- c) I_E negativ, I_C und I_B positiv
- d) I_C positiv, I_B negativ

20. Die Eingangskennlinie für die Emitterschaltung stellt den Zusammenhang dar zwischen

- a) I_B und U_{BE}
- b) I_B und I_C
- c) I_C und U_{BE}
- d) I_E und U_{CE}

zu 17.

- Bei Erhöhung der Basis-Emitter-Spannung steigt der Kollektorstrom, R_{CE} sinkt.

zu 18.

- Die Kollektorschaltung wird zur Anpassung an niederohmige Last verwendet, z.B. in eisenlosen Endstufen.

 Falsch:
 a) **Die Basisschaltung hat einen niederohmigen Eingang.**
 b) **Die Kollektorschaltung hat nur eine mittlere Grenzfrequenz.**
 c) **Bei der Emitterschaltung liegen R_{cin} und R_{aus} nicht so weit auseinander.**

zu 19.

- Beim NPN-Transistor fließen I_B und I_C hinein, I_E fließt heraus.

zu 20.

- Die Eingangskennlinie stellt den Zusammenhang zwischen den beiden Eingangsgrößen I_B und U_{BE} dar.

21. Wie ändert sich der Kollektorstrom eines Transistors, wenn bei konstantem Basisstrom U_{CE} von 2V auf 10V erhöht wird?

- a) I_C sinkt stark
 b) I_C sinkt geringfügig
 c) I_C steigt stark
 d) I_C steigt geringfügig

22. Die Steilheit der Steuerkennlinie ist ein Maß für

- a) die Stromverstärkung
 b) den Eingangswiderstand
 c) den Ausgangswiderstand
 d) die Grenzfrequenz

23. Wie ändert sich die Steuerkennlinie, wenn U_{CE} geändert wird?

- a) überhaupt nicht
 b) sie wird etwas steiler, wenn U_{CE} steigt
 c) sie wird viel steiler, wenn U_{CE} steigt
 d) sie wird etwas steiler, wenn U_{CE} sinkt

24. Bei einem Transistor in Emitterschaltung ist

- a) R_{aus} größer als r_{aus}
 b) R_{aus} gleich r_{aus}
 c) R_{aus} kleiner als r_{aus}
 d) R_{aus} unendlich groß

25. Bei einem Transistorverstärker mit 250-facher Spannungsverstärkung beträgt die maximale Ausgangsspannung $5V_{SS}$. Wie groß ist die Aussteuerungsgrenze?

- a) $200 mV_{SS}$
 b) $20 mV_{SS}$
 c) $2 mV_{SS}$
 d) $75 mV_{SS}$

zu 21.

- Oberhalb der Sättigungsspannung U_{CEsat} steigt der Kollektorstrom nur sehr wenig mit steigender Kollektor-Emitter-Spannung.

zu 22.

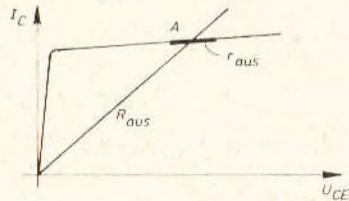
- Die Steuerkennlinie stellt I_C als Funktion von I_B dar.
 Je steiler sie verläuft, desto größer ist
 $\frac{I_C}{I_B}$, also die Stromverstärkung B.

zu 23.

- Wenn U_{CE} steigt, wird die Kennlinie etwas steiler, weil
 mit steigendem U_{CE} bei $I_B = \text{konstant}$ I_C etwas zunimmt.

zu 24.

- Die Abbildung zeigt, daß der statische Widerstand R_{aus}
 kleiner ist als der dynamische Widerstand r_{aus} .



zu 25. Merke:

- Die Aussteuerungsgrenze ist die maximale Eingangsspannung, bei der noch eine unverzerrte Ausgangsspannung entsteht.

$$U_{ein\ max} = \frac{U_{aus\ max}}{v_u} = \frac{5V_{SS}}{250} = 20mV_{SS}$$

26. In welches Kennlinienfeld wird die Widerstandsgerade des Lastwiderstandes eingezeichnet?

- a) Eingangskennlinienfeld
 b) Steuerkennlinienfeld
 c) Ausgangskennlinienfeld
 d) Rückwirkungskennlinienfeld

27. Wenn R_L vergrößert wird, verläuft die Widerstandsgerade

- a) flacher
 b) steiler
 c) unverändert
 d) parallel verschoben

28. Bei einem Transistorverstärker mit konstanter Speisespannung wird bei Verringerung des Lastwiderstandes

- a) die Verstärkung größer, der Aussteuerbereich kleiner
 b) die Verstärkung kleiner, der Aussteuerbereich größer
 c) die Verstärkung größer und der Aussteuerbereich auch
 d) die Verstärkung kleiner und der Aussteuerbereich auch

29. Wenn bei einem Transistorverstärker die Speisespannung erhöht wird,

- a) steigen Verstärkung und Aussteuerbereich
 b) sinken Verstärkung und Aussteuerbereich
 c) bleibt die Verstärkung konstant, der Aussteuerbereich steigt
 d) bleibt die Verstärkung konstant, der Aussteuerbereich sinkt

30. Bei gegebenem Transistorverstärker wird die Aussteuerung zu immer größeren Kollektorströmen begrenzt durch

- a) P_{Vmax}
 b) U_{CEsat}
 c) $I_B = 0$
 d) I_{CES}

zu 26.

- Der Lastwiderstand liegt im Ausgang des Transistors. Die zugehörige Widerstandsgerade wird daher in das Ausgangskennlinienfeld eingezeichnet.

zu 27.

- Bei steigendem Lastwiderstand verläuft die Widerstandsgerade flacher.

zu 28.

- Bei sinkendem Lastwiderstand sinkt die Verstärkung.
 Da mit U_S auch die maximale Ausgangsspannung ungefähr konstant bleibt, kann wegen der kleineren Verstärkung größere Eingangsspannung angelegt werden.

zu 29.

- Bei Erhöhung der Speisespannung bleibt die Verstärkung konstant, der Aussteuerbereich steigt.

zu 30.

- Bei steigendem Kollektorstrom sinkt U_{CE} .
 U_{CE} kann nur bis zu U_{CEsat} verringert werden.

31. Welcher Kollektorreststrom ist der größte?

- a) I_{CEV}
 b) I_{CES}
 c) I_{CEO}
 d) I_{CER}

32. Wie ändert sich der Arbeitspunkt eines ungestabilisierten Transistorverstärkers bei Temperaturerhöhung?

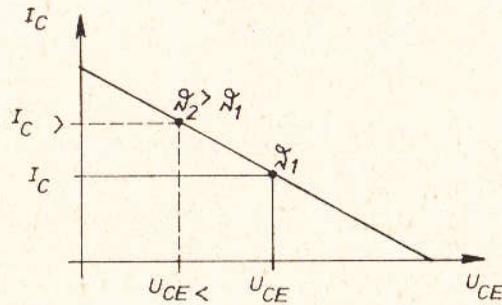
- a) U_{CE} steigt, I_C steigt
 b) U_{CE} sinkt, I_C steigt
 c) U_{CE} steigt, I_C sinkt
 d) U_{CE} sinkt, I_C sinkt

zu 31.

- Der Kollektorstrom bei offener Basis ist am größten, weil
 hier der Kollektor-Basis-Reststrom durch die Basis-Emitter-Diode fließen muß und in ihr einen Spannungsabfall erzeugt, der diese in Durchlaßrichtung vorspannt.

zu 32.

- Bei steigender Temperatur steigt I_C . Damit steigt der Spannungsabfall am Arbeitswiderstand, U_{CE} sinkt.



Zu Abschnitt 5

Der Transistor als Verstärker *)

- Bei einem Transistorverstärker wird die Basisvorspannung meist erzeugt durch
 - eine besondere Spannungsquelle
 - einen Spannungsteiler aus der Speisespannung
 - einen Emitterwiderstand
 - einen Widerstand zwischen Basis und Emitter
- Einer Stromerhöhung bei Temperaturerhöhung wird bei der Arbeitspunktstabilisierung entgegenwirkt durch
 - eine Verminderung der Speisespannung
 - eine Erhöhung des Lastwiderstandes
 - eine Erhöhung der Basis-Emitter-Spannung
 - eine Verringerung der Basis-Emitter-Spannung
- Wenn bei der Temperaturstabilisierung durch Stromgegenkoppung der Kondensator parallel zum Emitterwiderstand weggelassen wird,
 - besteht keine Temperaturstabilisierung mehr
 - verschiebt sich der Arbeitspunkt
 - steigen die Verzerrungen
 - sinkt die Verstärkung
- Bei der Temperaturstabilisierung mit einem Heißleiter liegt dieser
 - zwischen Basis und Emitter
 - zwischen Basis und Kollektor
 - in der Emitterzuleitung
 - in der Kollektorzuleitung

*) Vgl. hierzu Abschnitt 5 in dem „Handbuch der Elektronik; Teil 1 — Analogtechnik.“

zu 1.

- Die Basisvorspannung wird meist mit einem Spannungsteiler aus der Speisespannung gewonnen. Eine zweite Spannungsquelle wäre zu aufwendig.

zu 2. **Merke:**

- Alle Maßnahmen zur Arbeitspunktstabilisierung beruhen auf einer Basisvorspannungsverminderung bei Temperaturerhöhung und umgekehrt.**

zu 3. **Merke:**

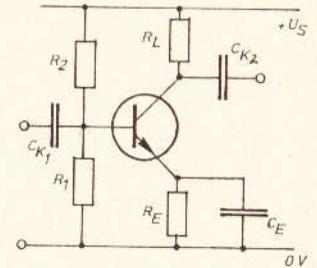
- Fehlt der Kondensator parallel zum Emitterwiderstand, so ist die Stromgegenkopplung auch für die zu verstärkenden Wechselströme wirksam, die Verstärkung sinkt also.**

zu 4.

- Der NTC-Widerstand muß zwischen Basis und Emitter liegen, damit bei steigender Temperatur U_{BE} kleiner wird.

5. Welche Aufgabe haben in nebenstehender Schaltung die Kopplungskondensatoren C_{K1} und C_{K2} ?

- a) Kurzschluß der Speisespannung zu verhindern
 b) R_1 für Wechselströme kurzzuschließen
 c) Arbeitspunktverschiebung bei ein- und ausgangseitiger Beschaltung zu verhindern
 d) R_2 für Wechselströme kurzzuschließen



6. In der Schaltung nach Frage 5 wird die Basis-Emitter-Spannung eingestellt

- a) nur durch R_1
 b) nur durch R_2
 c) nur durch R_1 und R_2
 d) durch R_1 , R_2 und R_E

7. Welche Aufgabe hat R_L ?

- a) I_C begrenzen
 b) Arbeitspunkt einstellen
 c) aus dem sich ändernden Kollektorstrom durch Spannungsabfalländerung die Ausgangswchselspannung erzeugen
 d) den Transistor vor Überlastung schützen

8. Bei welchem Verhältnis von Innenwiderstand R_i des speisenden Generators zum dynamischen Eingangswiderstand r_{ein} des Verstärkers spricht man von Spannungssteuerung?

- a) R_i sehr klein gegenüber r_{ein}
 b) R_i gleich r_{ein}
 c) R_i sehr groß gegenüber r_{ein}
 d) bei Transistorverstärkern liegt immer Spannungssteuerung vor

zu 5.

- Die Koppelkondensatoren verhindern eine Arbeitspunktverschiebung. Ohne C_{K1} könnte das Spannungsteilverhältnis R_2 zu R_1 verändert werden, wenn der innere Widerstand der Spannungsquelle parallel zu R_1 liegt.
-
-
-

zu 6.

- Die Basis-Emitterspannung wird durch R_1 , R_2 und R_E festgelegt. Der Spannungsteiler aus R_1 und R_2 muß so dimensioniert sein, daß der Spannungsabfall an R_1 um U_{BE} größer ist als der Spannungsabfall, den der Emitterstrom an R_E hervorruft.
-
-
-

zu 7.

- An R_1 entsteht als Spannungsabfalländerung durch den sich ändernden Kollektorstrom die Ausgangswechselspannung.
-
-
-

zu 8.

- Die Klemmenspannung eines Generators ist praktisch gleich der Ursprungung, wenn der Außenwiderstand (hier r_{ein}) groß ist gegenüber dem Innenwiderstand R_i . Dieser Betriebsfall wird Spannungssteuerung genannt.
-
-
-

9. Welchen Vorteil hat eine Übertragerkopplung?

- a) Verzerrungsfreiheit
- b) große Bandbreite
- c) gute Anpassung
- d) preiswert

10. Welche Eigenschaft hat eine RC-Kopplung?

- a) Sie begrenzt die untere Grenzfrequenz
- b) Sie begrenzt die obere Grenzfrequenz
- c) Sie bringt große Verzerrungen
- d) Sie bewirkt immer eine gute Anpassung

11. Warum lassen sich zwei Verstärkerstufen meist nicht direkt, also ohne Koppelkondensator verbinden?

- a) weil das die Spannungsquelle zu stark belastet
- b) weil der Ausgang der ersten und der Eingang der zweiten Stufe meist auf unterschiedlichem Gleichspannungspotential liegen
- c) weil die zweite Stufe dann nicht mehr temperaturstabilisiert ist
- d) weil die erste Stufe dann zu stark belastet wird

12. Nach welchem Erfahrungswert wird R_E dimensioniert?

- a) $R_E = R_L$
- b) $R_E = 2R_L$
- c) $U_{RE} = 10 \dots 20\% U_S$
- d) $U_{RE} = 90\% U_S$

13. Woraus setzt sich bei einer Schaltung wie in Frage 5 der Wechselstrom-Eingangswiderstand des Verstärkers zusammen?

- a) r_{ein} (Transistor) parallel zu R_1
- b) r_{ein} (Transistor) parallel zu R_1 , in Reihe dazu R_2
- c) Parallelschaltung aus r_{ein} (Transistor), R_1 und R_2
- d) Reihenschaltung aus r_{ein} (Transistor) und R_1

zu 9.

- Durch richtige Wahl der Windungszahlen läßt sich bei einer Übertragerkopplung vollkommene Anpassung erreichen. Der Nachteil der Übertragerkopplung ist vor allem, daß sie die unter a), b) und d) genannten Vorteile nicht hat.

zu 10.

- Die RC-Kopplung begrenzt die untere Grenzfrequenz, weil bei tiefen Frequenzen der kapazitive Blindwiderstand des Koppelkondensators zu groß wird.

zu 11.

- Eine direkte Kopplung ist nicht möglich, weil am Eingang und Ausgang einer Verstärkerstufe sehr unterschiedliche Gleichspannungspotentiale bestehen (ausgenommen ist die Kollektorschaltung, die aber keine Spannungsverstärkung hat).

zu 12.

- Die Erfahrung hat gezeigt, daß eine ausreichende Temperaturstabilisierung vorhanden ist, wenn der Spannungsabfall U_{RE} am Emitterwiderstand R_E ca. 10—20 % der Speisenspannung U_S beträgt.

zu 13.

- Der Wechselstrom-Eingangswiderstand besteht aus der Parallelschaltung von r_{ein} (Transistor), R_1 und R_2 . R_2 liegt wechselstrommäßig auch parallel, weil der Innenwiderstand der Spannungsquelle sehr klein ist.

14. Für die Dimensionierung der Koppelkondensatoren und des Emitterkondensators ist maßgebend

- a) die gewünschte Verstärkung
 b) die obere Grenzfrequenz
 c) die untere Grenzfrequenz
 d) die Größe der Eingangsspannung

15. Wie groß muß C_E mindestens sein, wenn $f_u = 50$ Hz und $R_E = 318$ Ohm betragen?

- a) $1 \mu F$
 b) $10 \mu F$
 c) $100 \mu F$
 d) $0,1 \mu F$

16. Zur Vermeidung einer Verstärkungsminderung durch Gegenkopplung muß der Querstrom im Basisspannungsteiler

- a) groß sein gegenüber dem Basisstrom
 b) groß sein gegenüber dem Kollektorstrom
 c) klein sein gegenüber dem Basisstrom
 d) ebenso groß sein wie der Basisstrom

zu 14.

- Die untere Grenzfrequenz ist maßgebend (s. Frage 10).
- Es muß erfüllt sein: $\frac{1}{\omega_u \cdot C} < R$
-
-

zu 15.

- $\frac{1}{\omega_u \cdot C_E} < R_E$
-
- $C_E > \frac{1}{\omega_u \cdot R_E} = \frac{1}{2 \pi f_u \cdot R_E} = \frac{1}{2 \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 318 \Omega}$
- $= 10 \mu\text{F}$

zu 16.

- Der Querstrom muß groß sein gegenüber dem Basisstrom, damit dieser keinen Einfluß auf den Spannungsabfall am oberen Teilwiderstand hat. Doch soll der Querstrom nicht zu groß sein, damit die Stromversorgung nicht so stark belastet wird und die dann niedrigen Teilerwiderstände nicht den Eingangswiderstand des Verstärkers zu weit herabsetzen.
-
-
-

Zu Abschnitt 6

Der Transistor als Schwingungserzeuger*)

1. Bezeichnet man mit v die Verstärkung des Verstärkers, mit k die Dämpfung des Rückkopplungskreises und mit φ den Phasenwinkel zwischen Eingangsspannung und zurückgekoppelter Spannung, so muß, damit der Generator schwingt, erfüllt sein:
 - a) $k \cdot v = 1, \varphi = 180^\circ$
 - b) $k \cdot v = 1, \varphi = 0^\circ$
 - c) $k/v = 1, \varphi = 180^\circ$
 - d) $k/v = 1, \varphi = 0^\circ$
2. Wenn die Verstärkung größer ist als die Dämpfung,
 - a) schwingt der Generator nicht
 - b) schwingt der Generator wie bei $k \cdot v = 1$
 - c) schaukelt sich die Schwingung auf, bis der Generator zerstört wird
 - d) schaukelt sich die Schwingung auf, bis sie vom Aussteuerbereich begrenzt wird. Es entsteht eine verzerrte Schwingung
3. Ein LC-Generator mit $L = 2 \text{ mH}$ und $C = 2 \text{ nF}$ schwingt mit
 - a) 8 kHz
 - b) 80 kHz
 - c) 800 kHz
 - d) 8 MHz
4. Bei Vervierfachung der Kapazität eines LC-Generators wird die Schwingfrequenz
 - a) vervierfacht
 - b) verdoppelt
 - c) halbiert
 - d) auf ein Viertel herabgesetzt

*) Vgl. hierzu Abschnitt 6 in dem „Handbuch der Elektronik; Teil 1 — Analogtechnik“.

zu 1. Merke:

- Damit der Generator schwingt, muß die rückgekoppelte
 Spannung gleich der ursprünglichen Eingangsspannung
 sein ($k \cdot v = 1$) und die gleiche Phasenlage wie diese haben
 ($\varphi = 0$).

zu 2.

- Wenn die Schwingung vom Aussteuerbereich begrenzt
 wird, sinkt die Verstärkung, bis $k \cdot v = 1$ ist. Dabei ent-
 stehen Verzerrungen.

zu 3.

$f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{2 \cdot 10^{-3} \text{ H} \cdot 2 \cdot 10^{-9} \text{ F}}}$
 $= \frac{1}{2\pi \sqrt{4 \cdot 10^{-12}}} = \frac{10^6}{2\pi \cdot 2} = 80 \text{ kHz}$

Zu 4.

- Die Schwingfrequenz ist nur noch halb so groß. (Die 4 der
 vierfachen Kapazität steht unter der Wurzel im Nenner.)

5. Warum kann ein RC-Generator nicht mit einem Verstärker in Kollektorschaltung arbeiten?

- a) es läßt sich $\varphi = 0$ nicht erreichen
 b) die Spannungsverstärkung reicht nicht aus
 c) die Stromverstärkung reicht nicht aus
 d) die Frequenzkonstanz wird zu klein

6. Durch Verdoppelung von R und C eines RC-Generators wird die Frequenz

- a) verdoppelt
 b) vervierfacht
 c) halbiert
 d) auf ein Viertel herabgesetzt

7. Warum kommt ein RC-Phasenketten-Generator mit einem einstufigen Verstärker in Emitterschaltung aus, während ein Wien-Generator einen zweistufigen Verstärker in Emitterschaltung benötigt?

- a) bei der Phasenkette ist $\varphi = 0$, beim Wien-Spannungsteiler 180°
 b) bei der Phasenkette ist $\varphi = 180^\circ$, beim Wien-Spannungsteiler 0
 c) die Dämpfung des Wien-Spannungsteilers ist so groß, daß ein einstufiger Verstärker nicht ausreicht
 d) ein Wien-Generator arbeitet auch mit einem einstufigen Verstärker

8. Am Ausgang (Kollektor) eines Sperrschwingers entsteht

- a) eine sinusförmige Spannung
 b) eine sägezahnförmige Spannung
 c) eine symmetrische Rechteckspannung
 d) kurze Rechteckimpulse

zu 5.

- Da die Spannungsverstärkung einer Kollektorschaltung kleiner als 1 ist, wird die Dämpfung des Rückkopplungskreises nicht ausgeglichen; $k \cdot v$ ist kleiner als 1; der Generator kann nicht schwingen.
-
-
-

zu 6.

- Bei RC-Generatoren ist die Frequenz umgekehrt proportional dem Widerstand und der Kapazität
-
- $f_0 \sim \frac{1}{RC}$
- Bei Verdoppelung sowohl von R als auch von C wird die Frequenz auf ein Viertel herabgesetzt.

zu 7.

- Eine RC-Phasenkette hat bei der Schwingfrequenz einen Phasenwinkel von 180° , der die 180° einer einstufigen Emitterschaltung ausgleicht. Der Wien-Spannungsteiler hat bei der Schwingfrequenz einen Phasenwinkel von 0° . Der Verstärker muß daher ebenfalls 0° haben. Das haben nur Verstärker mit einer geradzahligen Anzahl von Stufen in Emitterschaltung.
-
-
-

zu 8.

- Ein Sperrschwinger liefert kurze Rechteckimpulse.
-
-
-
-

Zu Abschnitt 7

Der Vierschichtbleiter *)

- Welche Halbleiterbauteile werden als Vierschichtbleiter bezeichnet?
 - a) Thyristor
 - b) TRIAC
 - c) Vierschichtdiode
 - d) Varistor
 - e) DIAC
- Wie viele Anschlüsse hat die Vierschichtdiode?
 - a) 2
 - b) 3
 - c) 4
- Mit welchem Schaltzeichen wird die Vierschichtdiode dargestellt?
 - a) 
 - b) 
 - c) 
 - d) 
- Bei welcher Polung und bei welcher Spannung wird eine Vierschichtdiode mit folgenden Werten durchlässig? Schaltspannung $U_s = 10 \text{ V}$; Haltespannung $U_H = 1,5 \text{ V}$
 - a) + an Anode, - an Katode, $U = 8 \text{ V}$
 - b) - an Anode, + an Katode, $U \leq 1,5 \text{ V}$
 - c) + an Anode, - an Katode, $U \geq 10 \text{ V}$

*) Vgl. hierzu Abschnitt 7 in dem „Handbuch der Elektronik; Teil 1 — Analogtechnik“.

zu 1. **Merke:**

- Verschichtthalbleiter ist ein Sammelbegriff für Verschichtdioden, Thyristoren, TRIACs und DIACs.**

-

zu 2.

- Die Verschichtdiode hat, wie alle anderen Dioden, nur zwei Anschlüsse.

-

zu 3.

- Das Schaltzeichen der Verschichtdiode:

-



(noch nicht genormt!)

zu 4. **Merke:**

Alle Verschichtthalbleiter sind bis zur Zündspannung in beiden Richtungen hochohmig.

- Die Verschichtdiode zeigt ihr typisches Verhalten nur in der Durchlaßrichtung. Deshalb muß + an der Anode und — an der Katode liegen; dann wird die unter 4. angegebene Type bei $U \geq 10 \text{ V}$ durchlässig, weil diese Spannung ihrer Schaltspannung U_S entspricht.

5. Wann wird die Verschichtdiode zerstört?

- a) bei zu hohem Strom in Flußrichtung
 b) wenn die Sperrspannung den Wert der Zündspannung erreicht
 c) wenn eine sehr hohe Sperrspannung anliegt
 d) wenn der Haltestrom überschritten wird

6. Bei welcher Spannung wird die Verschichtdiode nach dem Durchschalten (Zünden) wieder hochohmig?

- a) wenn die Zündspannung unterschritten wird
 b) wenn die Haltespannung unterschritten wird
 c) wenn die Spannung noch etwas größer als die Haltespannung ist

7. Worin unterscheidet sich die Arbeitsweise der Verschichtdiode von der der Glimmlampe?

- a) nur in der Höhe der Zündspannung
 b) nur in der Stromrichtungsempfindlichkeit
 c) in der Höhe der Zündspannung und in der Stromrichtungsempfindlichkeit

8. Aus welchen Materialien werden bisher Verschichtdioden hergestellt?

- a) aus Selen
 b) aus Silizium
 c) aus Kupferoxydul
 d) aus Germanium
 e) aus Galliumarsenid

9. Was ist der Thyristor?

- a) ein temperaturabhängiger Widerstand
 b) ein Stabilisator
 c) ein steuerbarer Siliziumgleichrichter
 d) ein spannungsabhängiger Schalter

zu 5.

- Die Vierschichtdiode wird zerstört, wenn der zulässige Maximalstrom in Flußrichtung überschritten wird oder wenn die Sperrspannung die inverse Durchbruchspannung erreicht. Die inverse Durchbruchspannung ist in den meisten Fällen größer als $\frac{2}{3}$ der Zündspannung bei Betrieb in Flußrichtung.

zu 6.

- Die Vierschichtdiode wird nach dem Zünden wieder hochohmig, wenn die Haltespannung unterschritten wird.

zu 7.

- Die Arbeitsweise der Vierschichtdiode unterscheidet sich von der der Glimmlampe in der Höhe der Zündspannung und in der Stromrichtungsempfindlichkeit.

zu 8.

- Vierschichtdioden werden bisher aus Germanium, Silizium und Galliumarsenid hergestellt.

zu 9.

- Der Thyristor ist ein steuerbarer Siliziumgleichrichter, der durch einen Zündimpuls am Tor durchgeschaltet werden kann.

10. Wie viele Anschlüsse hat der Thyristor?

- a) 2
 b) 3
 c) 4

11. Unter welchen Bedingungen wird der Thyristor leitend?

- a) + an der Anode, — an der Katode und negativer Steuerimpuls
 b) — an der Anode, + an der Katode und positiver Steuerimpuls
 c) + an der Anode, — an der Katode und positiver Steuerimpuls

12. Bleibt der Thyristor nach dem Ende des Steuerimpulses leitend?

- a) ja, bereits nach kurzem Steuerimpuls
 b) nein
 c) nur nach sehr langem Steuerimpuls

13. Wann wird der Thyristor nach dem Zünden wieder hochohmig?

- a) wenn im Wechselstromkreis die Spannung durch den Nullpunkt geht
 b) wenn die Zündspannung überschritten wird
 c) wenn die Haltespannung unterschritten wird
 d) wenn ein Sperrimpuls angelegt wird

14. Wovon ist die Stärke des benötigten Steuerstroms beim Thyristor abhängig?

- a) von seiner Zündspannung
 b) von seiner Leistung
 c) von der Höhe der Haltespannung
 d) von seinem Innenwiderstand

zu 10.

- Der Thyristor hat 3 Anschlüsse: Anode, Katode und Steueranschluß (Tor).

zu 11. Merke:

- Der Thyristor wird nur dann leitend, wenn an der Anode +, an der Katode — und an der Steuerelektrode ein positiver Impuls anliegen.**

zu 12.

- Der Thyristor bleibt nach dem Ende des Steuerimpulses leitend, auch wenn der Steuerimpuls sehr kurz ist.

zu 13.

- Der Thyristor wird nach dem Zünden wieder hochohmig, wenn die Haltespannung unterschritten wird. Das ist im Wechselstromkreis der Fall, wenn die Spannung durch den Nullpunkt geht. Auch ein Sperrimpuls (Kondensatorentladung), der kurzzeitig Gegenpotential auf Anode und Katode bringt, macht den Thyristor wieder hochohmig.

zu 14.

- Die Stärke des Steuerstroms hängt von der Leistung des Thyristors ab.

15. Wie hoch muß etwa die Steuerspannung sein?

- a) 220 V
 b) 110 V
 c) 60 V
 d) 3 V

16. In welchen Grenzen liegt die Stärke des Steuerstroms?

- a) 2 — 10 A
 b) 2 — 10 mA
 c) 20 — 300 mA
 d) 50 — 200 μ A

17. Wie groß ist die Zeit, die ein Thyristor zum Durchschalten braucht?

- a) 20 ms
 b) 0,2 ms
 c) 2 μ s
 d) 10 ns

18. Wie hoch sind die Sperrspannungen der Hochleistungsthyristoren?

- a) 20 — 100 V
 b) 220 — 380 V
 c) 600 — 1400 V
 d) 300 — 500 V

19. Kann der Thyristor kurzzeitig überlastet werden, wenn ja, wie hoch?

- a) ja
 b) nein
 c) mit 2 — 3fachem Dauerlaststrom
 d) mit 10 — 20fachem Dauerlaststrom
 e) mit etwa 100fachem Dauerlaststrom

zu 15.

- Die Steuerspannung des Thyristors braucht nur etwa 3 V sein.

zu 16. **Merke:**

Thyristoren, auch solche für große Leistungen, benötigen zum Steuern nur kleine Spannungen und schwache Ströme. Die Steuerung ist deshalb fast leistungslos.

- Der Steuerstrom des Thyristors beträgt je nach Leistung 20—300 mA.

zu 17.

- Die Schaltzeit der Thyristoren ist sehr kurz und beträgt etwa 2 μ s.

Merke:

Die Schaltzeit der Thyristoren ist mit der der Transistoren etwa gleich.

zu 18.

- Thyristoren, und besonders Hochleistungsthyristoren haben hohe Sperrspannungen; sie liegen zwischen 600 und 1400 V.

zu 19.

- Ja, der Thyristor darf kurzzeitig überlastet werden, und zwar mit 10—20fachem Dauerlaststrom, aber nur während einer oder zwei Sinushalbwellen.

20. Warum werden Thyristoren aus Silizium gefertigt?

- a) weil Siliziumbauteile hohe Betriebstemperaturen aushalten und kleiner sind
 b) weil Siliziumbauteile einen größeren R_i und kleinere Sperrspannung pro Zelle haben
 c) weil Siliziumbauteile einen kleineren R_i und höhere Sperrspannung pro Zelle haben
 d) weil die Verlustleistung der Siliziumbauteile geringer ist als die anderer Halbleiter

21. Wie verhalten sich die Ströme (Last- und Steuerstrom), wenn sich der Thyristor erwärmt?

- a) die Ströme steigen stark
 b) die Ströme steigen wenig
 c) die Ströme sinken stark
 d) die Ströme sinken wenig
 e) die Ströme ändern sich nicht

22. Unter welchen Bedingungen zündet der Thyristor ohne Steuerimpuls?

- a) bei normalen Betriebsspannungen und hoher Temperatur
 b) bei hohen Induktionsspannungsspitzen
 c) bei starken Netzspannungsschwankungen
 d) bei Kondensatorentladungen

23. Welche Elektrode eines Thyristors liegt bei Hochleistungsthyristoren meistens am Gehäuse?

- a) die Anode
 b) die Katode
 c) der Steueranschluß

zu 20.

- Thyristoren werden aus Silizium gefertigt, weil Siliziumbauteile gegenüber anderen Halbleitern höhere Betriebstemperaturen aushalten und selbst bei starken Betriebsströmen kleinere Abmessungen haben; kleineren R_i , höhere Sperrspannung und höhere zulässige Verlustleistung zeigen.
-
-
-

zu 21.

- Wenn sich der Thyristor erwärmt, steigen die Ströme ein wenig. Dieser Temperaturgang wird von den Herstellerfirmen durch Kurven angegeben.
-
-
-
-

zu 22.

- Bei hohen Induktionsspannungen, die beim Abschalten starker Induktivitäten entstehen, kann der Thyristor ungewollt zünden.
-
-
-

Merke:**Derartige Fehlzündungen schaden dem Thyristor.**

zu 23.

- Bei Hochleistungsthyristoren liegt meistens die Anode am Gehäuse.
-
-

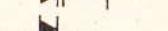
24. Wodurch kann ein Thyristor zerstört werden?

- a) durch falsche Polung der Hauptanschlüsse
- b) durch falsche Polung des Steuerimpulses
- c) durch starke Dauerüberlastung
- d) durch hohe Induktionsspannungen bei induktiver Last

25. Wie wirkt ein DIAC?

- a) wie zwei antiparallelgeschaltete Gleichrichter
- b) wie zwei antiparallelgeschaltete Vierschichtdioden
- c) wie zwei antiparallelgeschaltete Thyristoren

26. Welches ist das gebräuchliche aber noch nicht genormte Schaltzeichen des DIAC?

- a) 
- b) 
- c) 
- d) 

27. Wozu wird der DIAC verwendet?

- a) zur Spannungsbegrenzung bei Wechselspannungen
- b) als Impulsformer für die Steuerung von Thyristoren
- c) als Impulsformer für die Steuerung von TRIACs
- d) zur Erzeugung von Sägezahnspannungen

28. Wie hoch ist die Schaltspannung des DIAC?

- a) etwa 2 V
- b) etwa 12 V
- c) etwa 30 V
- d) 60 V
- e) 220 V

zu 24.

- Durch starke Dauerüberlastung und durch hohe Induktionsspannungen bei induktiver Last kann der Thyristor zerstört werden. Beides kann durch geeignete Schaltungen vermieden werden.
-
-

zu 25.

- Der DIAC wirkt wie zwei antiparallelgeschaltete Vierschichtdioden.
-
-

zu 26.

- Als Schaltzeichen für DIACs wird heute meistens verwendet:
-
-
-



zu 27.

- Der DIAC formt aus der Steuerwechselspannung Impulse wechselnder Polarität zur Steuerung des TRIAC.
-
-
-

zu 28. **Merke:**

DIAC ist eine Firmenbezeichnung. Dieses Bauteil wird auch Zweiwegschaltdiode oder bidirektionale Triggerdiode genannt.

- Die Schaltspannung des DIAC beträgt etwa 30 V.
-
-
-
-

29. Wie wirkt der TRIAC?

- a) wie zwei in Serie geschaltete Thyristoren
- b) wie zwei antiparallelgeschaltete Thyristoren mit gleicher Schichtfolge
- c) wie zwei antiparallelgeschaltete Thyristoren mit entgegengesetzter Schichtfolge
- d) wie zwei antiparallelgeschaltete Gleichrichter

30. Womit wird der TRIAC gesteuert?

- a) mit Steuerimpulsen gleicher Polarität
- b) mit einer Sägezahnspannung
- c) mit Impulsen wechselnder Polarität

31. Was stellt beim TRIAC der Hilfsthryristor dar?

- a) eine Zündhilfe mit Steueranschluß
- b) einen niederohmigen Weg für die Ladungsträger
- c) eine Kopplung der Halbleiterschichten
- d) eine Hilfe zum Sperren des TRIAC

32. Welche Stromart wird mit dem TRIAC gesteuert?

- a) Gleichstrom
- b) Wechselstrom
- c) Gleich- und Wechselstrom

zu 29.

- Der TRIAC wirkt wie zwei antiparallelgeschaltete Thyristoren mit entgegengesetzter Schichtfolge.

zu 30. **Merke:**

- Der TRIAC hat für zwei entgegengesetzt wirkende Thyristorstrecken nur einen gemeinsamen Steueranschluß. Er muß deshalb mit Impulsen wechselnder Polarität gesteuert werden.

zu 31.

- Der Hilfsthyristor dient als Zündhilfe. Seine Halbleiterschichten sind so dotiert, daß er bei beiden Polaritäten der Steuerimpulse den TRIAC zum Zünden bringt.

zu 32.

- Der TRIAC steuert Wechselstrom, er wurde eigens dazu entwickelt. Die aus dem Amerikanischen stammende Abkürzung TRI-AC bedeutet: TRI-Dreipol und AC = Wechselstrom, also Dreipol für Wechselstrom.

Zu Abschnitt 8

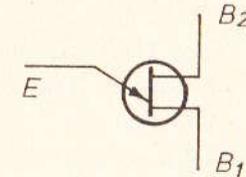
Der Unijunktions transistor*)

1. Wozu wird der Unijunktions transistor (UJT) verwendet?

- a) zur Stromverstärkung wie der bipolare Transistor
 b) zur Erzeugung von Sinusschwingungen
 c) zur Erzeugung von Sägezahnspannungen
 d) zum Formen von Steuerimpulsen
 e) zum Erzeugen von Rechteckspannungen

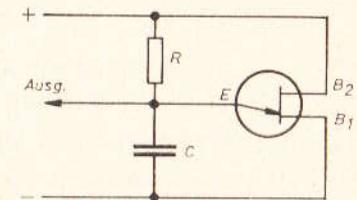
2. Wie ist die Strecke $B_2 - B_1$, wenn der Emitter des UJT keine Spannung erhält?

- a) niederohmig
 b) hochohmig
 c) unabhängig von der Emitterspannung



3. Was kann am Ausgang der dargestellten Schaltung abgegriffen werden?

- a) eine Rechteckspannung
 b) eine Sägezahnspannung
 c) eine sinusförmige Wechselspannung



4. Welche Aufgabe hat der unter 6. dargestellten Schaltung der UJT?

- a) den Widerstand R periodisch kurzzuschließen
 b) R und C periodisch kurzzuschließen
 c) den Kondensator C periodisch zu entladen
 d) den Kondensatorstrom konstant zu halten

*) Vgl. hierzu Abschnitt 8 in dem „Handbuch der Elektronik; Teil 1 — Analogtechnik“.

zu 1.

- Der UJT wird zum Erzeugen von Sägezahnspannungen und zum Formen von Steuerimpulsen verwendet.

zu 2 **Merke:**

- Der UJT hat nur einen PN-Übergang, im Gegensatz zum bipolaren Transistor, der stets zwei PN-Übergänge hat.**

 Die Strecke $B_2 - B_1$ ist wegen der schwachen Dotierung sehr hochohmig.

zu 3. **Merke:**

- Der UJT ist ein spannungsabhängiger Schalter, der bereits bei sehr kleinen Spannungen (U_{BE1} liegt in der Größenordnung von 1 V) schaltet.**

 Am Ausgang dieser Schaltung kann eine Sägezahnspannung abgegriffen werden.

zu 4.

- Der UJT entlädt bei dieser Schaltung periodisch den Kondensator C.

5. Welchen Zweck hat der Kondensator in dieser Schaltung?

- a) E vom negativen Pol der Stromquelle gleichstrommäßig zu trennen
 b) Formung der aufsteigenden Flanke der Sägezahnspannung (frequenzbestimmend).
 c) die Diodenstrecke $E - B_1$ bei induktiver Belastung zu schützen

6. Welche Aufgabe hat der Widerstand R?

- a) er bestimmt mit dem Kondensator die Frequenz
 b) er begrenzt den Strom I_{EB1}
 c) er schützt die Strecke $E - B_2$ vor Überlastung
 d) er bestimmt die Höhe der Ausgangsspannung

7. Wie hoch muß der Wert dieses Widerstandes sein?

- a) 10Ω , damit sich der Kondensator schnell lädt
 b) mindestens 100Ω , damit der I_E nicht zu hoch wird
 c) mindestens $10 \text{ k}\Omega$, damit der Generator schwingt
 d) mindestens $100 \text{ k}\Omega$, damit der UJT nicht überlastet wird

8. Der Anstieg der Sägezahnspannung ist bei dieser einfachen Schaltung nicht geradlinig. Durch welche Schaltungsmaßnahmen kann er geradlinig gemacht werden?

- a) durch Vorschalten eines Transistors, dessen konstanter I_C den Kondensator lädt
 b) durch eine Siliziumdiode, die den Temperaturgang des UJT kompensiert
 c) durch einen Heißeleiter, der den Ladestrom des C beeinflusst
 d) durch Parallelschalten einer Kapazitätsdiode zu C

zu 5.

- Die zunehmende Spannung am Kondensator während der Aufladung ist die ansteigende Flanke der Sägezahnspannung.
-
-

zu 6.

- Der Widerstand R bildet mit dem Kondensator ein RC-Glied, das die Frequenz der Sägezahnspannung bestimmt.
-
-
-
- $$f = R \cdot C$$

zu 7.

- Der R muß mindestens 10 k Ω haben, weil sonst beim Entladen des C die Schwellspannung des UJT nicht unterschritten wird. Wenn die Schwellspannung nicht unterschritten wird, bleibt der UJT niederohmig und der Generator kann nicht schwingen.
-
-
-

zu 8. **Merke:**

Die Spannung steigt an einem Kondensator, der über einen Widerstand geladen wird, nicht geradlinig, sondern in Kurvenform.

- Der Anstieg der Spannung eines Kondensators und damit der Sägezahnspannung kann geradlinig gemacht werden, indem der C nicht über einen ohmschen Widerstand, sondern über einen Transistor geladen wird, der den Ladestrom konstant hält.
-
-
-

Zu Abschnitt 9

Halbleiterbauteile in der Stromversorgung*)

1. Welches Bauteil wirkt bei der Parallelstabilisation stabilisierend?
 - a) der Vorwiderstand
 - b) die Z-Diode
 - c) der Lastwiderstand
2. Wie muß die Z-Diode für Regelzwecke geschaltet werden?
 - a) in Durchlaßrichtung
 - b) beliebig
 - c) in Sperrichtung
3. Wie muß die Z-Diode bei Parallelstabilisation geschaltet werden?
 - a) parallel zum Lastwiderstand R_L
 - b) parallel zum Vorwiderstand R_V
 - c) parallel zu R_L und R_V
 - d) zu R_L in Serie
4. Welche Höhe hat die Lastspannung U_L im Vergleich zur Zenerspannung U_Z bei einer einfachen Parallelstabilisation?
 - a) U_L ist viel kleiner als U_Z
 - b) U_L ist viel größer als U_Z
 - c) U_L ist etwa gleich U_Z
 - d) U_L ist unabhängig von U_Z

*) Vgl. hierzu Abschnitt 9 in dem „Handbuch der Elektronik; Teil 1 — Analogtechnik“.

zu 1.

- Die Z-Diode wirkt stabilisierend.

zu 2.

- Bei der Z-Diode wird der starke Stromanstieg nach dem Durchbruch im Sperrbereich genutzt; sie wird daher stets in Sperrichtung geschaltet.

zu 3.

- Bei der einfachen Parallelstabilisation wird die Z-Diode parallel zum Lastwiderstand R_L geschaltet.

zu 4. **Merke:**

- Z-Dioden sind meist aus Silizium und so dotiert, daß sie bei einer ganz bestimmten Sperrspannung plötzlich niederohmig werden und diesen Stromdurchbruch auch aushalten. Die maximale Belastbarkeit darf dabei natürlich nicht überschritten werden.**

U_Z muß etwa gleich U_L sein, weil die Z-Diode nur in diesem Bereich regelt.

5. Ist U_Z ein ganz genauer Wert?

- a) ja, weil er aufgrund der Dotierung festliegt
 b) ja, weil der Knick in der Kennlinie ganz scharf ist
 c) nein, weil der Knick in der Kennlinie nicht scharf ist
 d) nein, weil U_Z temperaturabhängig ist

6. Wo soll der Arbeitspunkt der Stabilisierungsschaltung liegen, damit die Z-Diode gut regeln kann?

- a) am oberen Ende des geradlinigen Teils der Durchbruchlinie
 b) am unteren Ende des geradlinigen Teils der Durchbruchlinie
 c) in der Mitte des geradlinigen Teils der Durchbruchlinie
 d) in der Mitte des waagerechten Teils der Durchbruchlinie

7. Wie soll die Speisespannung U_S gegenüber der konstant zu haltenden Lastspannung U_L sein?

- a) U_S soll kleiner als U_L sein
 b) U_S soll etwa gleich groß sein
 c) U_S soll viel größer als U_L sein ($U_S > 10 \cdot U_L$)
 d) U_S soll mindestens doppelt so groß wie U_L sein ($U_S \geq 2 \cdot U_L$)

8. Wie stark muß der über die Z-Diode fließende Strom I_Z gegenüber dem Laststrom I_L sein, damit eine gute Regelung erzielt wird?

- a) I_Z muß schwächer als I_L sein
 b) I_Z muß viel schwächer als I_L sein
 c) I_Z muß etwa gleich stark sein
 d) I_Z muß viel stärker als I_L sein

zu 5.

- U_z ist kein ganz genauer Wert, weil der Knick in der Kennlinie nicht scharf ist. Außerdem ist dieser Wert temperaturabhängig.

Merke:

In Firmenlisten ist stets die Temperatur für die U_z -Werte angegeben.

zu 6.

- Der Arbeitspunkt muß in der Mitte des geradlinigen Teils der Durchbruchlinie liegen, damit die Z-Diode Spannungsschwankungen nach unten und oben ausregeln kann.

zu 7.

- U_s soll etwa doppelt so groß wie U_L sein. U_s muß auf jeden Fall größer als U_L sein, weil U_L stets nur eine Teilspannung von U_s sein kann; wird U_s aber viel größer als U_L gewählt, dann wird die Verlustleistung am Vorwiderstand sehr groß.

zu 8.

- I_z muß mit I_L etwa gleich stark sein. Ist I_z viel schwächer als I_L , dann regelt die Z-Diode schlecht, und ist I_z viel stärker als I_L , dann ist die Verlustleistung der Schaltung groß.

9. Welche Stromwerte bestimmen die Größe des Vorwiderstands, wenn die Belastung konstant ist?

- a) nur I_L
 b) nur I_z
 c) $I_{zmax} + I_L$ (bei max. Eingangsspannung U_s)
 c) $I_{zmin} + I_L$ (bei min Eingangsspannung U_s)

10. Mit welchen Werten wird der Maximalstrom I_{zmax} , der über die Z-Diode fließen darf, errechnet?

- a) mit U_s und Gesamtleistung der Schaltung
 b) mit U_z und der maximalen Verlustleistung der Z-Diode P_{vmax}
 c) mit U_L und R_L
 d) mit U_L und der Gesamtleistung der Schaltung

11. Welche Stromwerte bestimmen den Vorwiderstand R_v , wenn sich die Speisespannung U_s und der Laststrom I_L ändern können?

- a) $I_{zmax} + I_{Lmax}$
 b) $I_{zmax} + I_{Lmin}$
 c) $I_{zmin} + I_{Lmax}$
 d) $I_{zmin} + I_{Lmin}$

12. Warum werden manchmal mehrere Z-Dioden in Serie geschaltet?

- a) weil es für die geforderte Spannung keine Z-Diode gibt
 b) weil mehrere Z-Dioden mit kleiner U_z billiger sind als eine Z-Diode mit hoher U_z
 c) weil der dynamische Widerstand r_z bei Z-Dioden mit kleiner U_z viel geringer ist, als bei solchen mit hoher U_z
 d) weil sich die gesamte Verlustleistung dann auf mehrere Z-Dioden verteilt und somit kleinere Typen verwendet werden können

zu 9.

- $I_{zmax} + I_L$ bestimmen die Größe des Vorwiderstands R_v ,
 weil I_{zmax} nicht überschritten werden darf.

$$R_v = \frac{U_s - U_L}{I_{zmax} + I_L}$$

zu 10.

- Der Maximalstrom I_{zmax} , der über eine Z-Diode fließen darf,
 errechnet sich aus der vom Hersteller angegebenen maxi-
 malen Verlustleistung P_{vmax} und der an der Z-Diode herr-
 schenden Spannung U_z .

$$I_{zmax} = \frac{P_{vmax}}{U_z}$$

Merke: **P_{Vmax} wird auch mit P_{tot} = Totalleistung bezeichnet.**

zu 11.

- $I_{zmax} + I_{Lmax}$, weil die Summe beider Ströme als Gesamt-
 strom I über den Vorwiderstand R_v fließt. Dann ist

$$R_v = \frac{U_s - U_L}{I_{zmax} + I_{Lmax}}$$

zu 12.

- Manchmal werden mehrere Z-Dioden in Serie geschaltet,
 weil der dynamische Widerstand

$$r_z = \frac{\Delta U_z}{\Delta I_z}$$

- bei Z-Dioden mit kleiner U_z viel geringer als bei solchen
 mit großem U_z ist; sie regeln daher besser. Außerdem teilt
 sich die Verlustleistung entsprechend der Zenerspannung
 auf. Dies ist besonders bei großen Verlustleistungen von
 Belang.

13. Z-Dioden mit U_z größer als 6 V haben einen positiven Tempe-
 raturkoeffizienten. Was ist zu machen, wenn eine Regelschaltung
 mit solchen Z-Dioden unabhängig von der Temperatur sein soll?

- a) einen Halbleiter in Serie zur Z-Diode schalten
 b) eine Siliziumdiode parallel zur Z-Diode schalten
 c) eine Siliziumdiode in Sperrrichtung in Serie zur
 Z-Diode schalten
 d) eine Siliziumdiode in Flußrichtung in Serie zur
 Z-Diode schalten

14. Was wird dadurch verschlechtert?

- a) die Regelfähigkeit der Z-Diode
 b) fast nichts
 c) die Verlustleistung der Schaltung

15. Welches andere elektrische Bauteil kann durch eine Z-Diode er-
 setzt werden?

- a) ein Halbleiter
 b) eine gewöhnliche Germaniumdiode
 c) ein Widerstand hoher Leistung
 d) ein Elektrolytkondensator in einer Glattschaltung

16. Wodurch kann die Regelwirkung der Z-Diode verbessert werden?

- a) durch einen Transistor
 b) durch eine Spannungsteilung mit Widerständen
 c) durch Parallelschalten zweier Z-Dioden
 d) durch Parallelschalten eines Elektrolytkondensators

zu 13.

- Eine oder mehrere Siliziumdioden werden in Flußrichtung mit der Z-Diode in Serie geschaltet. Dadurch wird der Temperaturgang der Z-Diode kompensiert.

zu 14.

- Verschlechtert wird durch diese Maßnahme fast nichts, weil die Siliziumdioden in Flußrichtung einen sehr geringen Widerstand haben.

zu 15.

- Bei Glättschaltungen kann der zweite Elektrolytkondensator durch eine Z-Diode ersetzt werden. Das geht aber nur bei niedrigen Spannungen.

zu 16.

- Durch einen Transistor kann die Regelung einer Z-Diode verbessert werden, und zwar um den Stromverstärkungsfaktor.

Merke:

Die Regelung verbessert sich um den Stromverstärkungsfaktor des Transistors.

17. Wann wird die Parallelstabilisation angewendet?

- a) bei starken Lastschwankungen und hohen Eingangsspannungsschwankungen
 b) bei starken Laständerungen und geringen Eingangsspannungsschwankungen
 c) bei geringen Laständerungen und hohen Eingangsspannungsschwankungen
 d) bei geringer Belastung

18. Ist die Parallelstabilisierungsschaltung kurzschlußsicher?

- a) nein, weil die Z-Diode überlastet wird
 b) ja, wenn R_v dafür berechnet ist
 c) nein, weil der Transistor überlastet wird
 d) ja, wenn die Z-Diode den Kurzschlußstrom aushält

19. Wann wird die Serienstabilisierung verwendet?

- a) bei starken Laständerungen und hohen Eingangsspannungsschwankungen
 b) bei starken Laständerungen und geringen Eingangsspannungsschwankungen
 c) bei hoher Belastung
 d) bei geringer Belastung

20. Welches Schaltglied bestimmt die Belastbarkeit der Serienstabilisierungsschaltung*?

- a) die Z-Diode
 b) der Widerstand R_1
 c) der Transistor
 d) der Widerstand R_2

*) siehe dazu die Abb. „Serienstabilisierungsschaltung“ im „Handbuch der Elektronik; Teil 1 — Analogtechnik“.

zu 17.

- Die Parallelstabilisation wird angewandt, wenn starke Eingangsspannungsschwankungen, aber nur geringe Belastungsänderungen auftreten.
-
-
-

zu 18.

- Jede Parallelstabilisierungsschaltung ist kurzschlußsicher, wenn der Vorwiderstand für den Kurzschlußstrom berechnet ist.
-
-
-

zu 19.

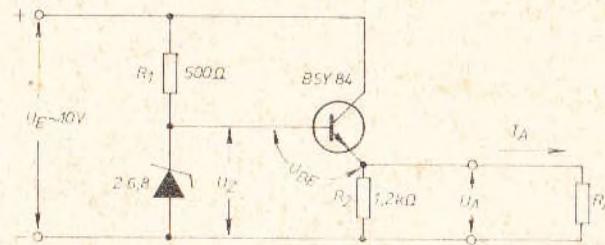
- Die Serienstabilisierungsschaltung eignet sich bei hohen Eingangsspannungsschwankungen und starken Belastungsänderungen; bei starker Belastung ist sie besonders geeignet.
-
-
-

zu 20. **Merke:**

Die Serienstabilisierungsschaltung benötigt stets einen Transistor als veränderlichen Widerstand, der die Spannungsdifferenz zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung bewirkt.

- Der Transistor bestimmt mit seinem maximalen Kollektorstrom die Belastbarkeit der Serienstabilisierung.
-
-
-

21. Welche Werte hält diese Serienstabilisierungsschaltung konstant?



- a) den Ausgangsstrom I_A , auch wenn sich R_A ändert
- b) die Ausgangsspannung U_A , auch wenn sich R_A ändert
- c) die Spannung U_{CE} des Transistors

22. Wozu dient der Widerstand R_2 in dieser Schaltung?

- a) er schützt den Transistor vor Überlastung
- b) er regelt die Spannung U_{BE}
- c) er bringt eine schwache Belastung, damit U_A auch dann konstant gehalten wird, wenn kein R_A angeschaltet ist
- d) er bildet einen Spannungsteiler mit R_1 für die Z-Diode

23. Was bewirkt der Widerstand R_1 dieser Schaltung?

- a) er bildet mit der Z-Diode einen Spannungsteiler
- b) er schützt die Basis-Kollektor-Strecke des Transistors vor Überlastung
- c) er dient als Vorwiderstand für den Laststrom
- d) er schützt die Z-Diode vor Überlastung

zu 21.

- Bei dieser Schaltung wird die Ausgangsspannung U_A konstant gehalten, auch wenn sich die Belastung ändert. Der Transistor bildet einen veränderlichen Widerstand, der sich stets so einstellt, daß sein Spannungsabfall jeweils die Differenz zwischen U_E und U_A bildet.
-
-

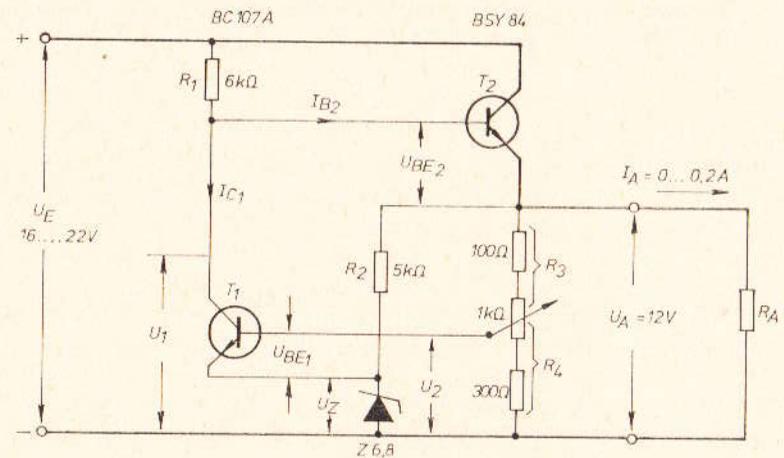
zu 22.

- Der Widerstand R_2 bildet einen Vorlastwiderstand, der parallel zu den Ausgangsklemmen liegt. Er sorgt dafür, daß bei schwacher Belastung oder Leerlauf der Schwellwert des Transistors nicht unterschritten wird, weil er sonst nicht mehr regelt.
-
-

zu 23.

- Am Widerstand R_1 fällt ein Teil der Spannung, die Spannungsdifferenz zwischen U_E und U_z ab. Der Spannungsabfall muß so bemessen werden, daß bei mittlerer Eingangsspannung der I_z im Arbeitspunkt liegt. Er schützt damit auch die Z-Diode vor Überlastung.
-
-

24. Welche elektrische Größe kann bei dieser Serienstabilisierungsschaltung eingestellt werden?



- a) I_A
- b) U_{BE2}
- c) U_A
- d) U_{BE1}

25. Welche Spannung hält die Z-Diode innerhalb dieser Schaltung konstant?

- a) U_{BE1}
- b) U_{CE} des Transistors 1
- c) U_{BE2}
- d) U_2

26. Was verstärkt der Transistor T 1?

- a) die Spannung U_z
- b) die Differenzspannung zwischen U_2 und U_z
- c) die Ausgangsspannung U_A
- d) den Basisstrom I_{B2}

zu 24.

- Mit dieser Schaltung kann die Ausgangsspannung U_A eingestellt werden.
-
-
-

zu 25.

- Die eingestellte Spannung U_2 wird durch die Z-Diode konstant gehalten.
-
-
-

zu 26. **Merke:**

Weil der T_1 die Differenzspannung zwischen U_2 und U_z verstärkt, wird die aus Z-Diode, T_1 und R_1 bestehende Schaltung Differenzverstärker genannt.

- Der Transistor T_1 verstärkt die Differenzspannung zwischen U_2 und U_z .
-
-
-

27. Mit welchen besonderen Bauteilen oder Schaltungsmaßnahmen werden Serienstabilisierungsschaltungen für starke Lastströme gebaut?

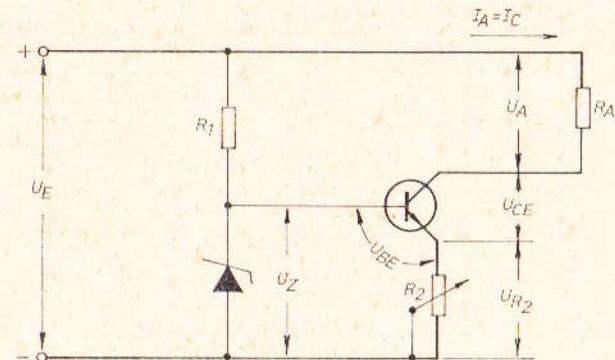
- a) mit Hochleistungs-Z-Dioden
- b) mit mehreren Transistoren in Kaskadenschaltung
- c) mit einem Hochleistungstransistor
- d) mit mehreren Transistoren in Parallelschaltung

28. Warum werden elektronisch geregelte Stromversorgungsgeräte mit elektronischen Strombegrenzungsschaltungen ausgestattet?

- a) weil elektronische Strombegrenzungsschaltungen kleiner und billiger als Überstromschutzschalter sind
- b) weil sie sich in die Schaltungen besser einbauen lassen
- c) weil sie bei Überlastung viel schneller abschalten und dadurch die Regelschaltung wirksam schützen

29. Welcher elektrische Wert wird bei dieser Stabilisierungsschaltung konstant gehalten?

- a) I_A
- b) U_A
- c) I_A und U_A auch bei veränderlichem R_A



zu 27. **Merke:**

Hochleistungstransistoren mit sehr starken Kollektorströmen brauchen zur Steuerung auch kräftige Basisströme. Deshalb werden mehrere Transistoren in Kaskade geschaltet und dabei die Ströme in jeder Stufe erhöht.

- Wenn starke Lastströme gefordert werden, schaltet man mehrere Transistoren in Kaskade.
-
-
-

zu 28.

- Elektronische Strombegrenzungsschaltungen wirken fast trägheitslos und schützen deshalb wirksam die elektronischen Regelschaltungen, Sicherungen und Überstromschutzschalter wären dazu viel zu träge.
-
-

zu 29.

- Bei dieser Schaltung wird nur der Ausgangsstrom I_A konstant gehalten; sie ist deshalb eine Stromstabilisierungsschaltung.
-
-

30. Was machen Spannungswandler?

- a) aus Gleichstrom sinusförmigen Wechselstrom
- b) aus Gleichstrom Rechteckspannungen
- c) aus Wechselstrom Gleichstrom
- d) aus niedrigen Gleichspannungen hohe Gleichspannungen

31. Ist der Transformator auch ein Spannungswandler?

- a) ja
- b) nein

32. Wann fließt in einem Verbraucher, der an einen Sperrwandler angeschlossen ist Strom?

- a) gleich beim Einschalten der Versorgungsspannung
- b) wenn der Strom im Transistor steigt
- c) wenn der Strom im Transistor sinkt
- d) beim Stromanstieg und beim Sinken des Stromes im Transistor

33. Wann fließt im Verbraucher der Strom, wenn er an einen Durchflußwandler angeschlossen ist?

- a) beim Ansteigen der Transistorströme
- b) beim Sinken der Transistorströme
- c) bei beiden Vorgängen
- d) dauernd, gleichförmig

zu 30.

- Spannungswandler erzeugen aus Gleichstrom sinusförmige und rechteckige Wechselspannungen; sie wandeln aber auch niedrige Gleichspannungen in hohe Gleichspannungen um.
-
-
-

zu 31.

- Transformatoren sind keine Spannungswandler. Transformatoren können hohe Wechselspannungen und -ströme in niedrige umsetzen und umgekehrt; sie können aber nicht die Stromart ändern.
-

zu 32.

- Im Verbraucher, der an einen Sperrwandler angeschlossen ist, fließt nur dann Strom, wenn der Kollektorstrom des Transistors sinkt. Das ist durch die Richtung der Diode bedingt.
-
-
-

zu 33.

- Beim Durchflußwandler ist es umgekehrt. Die Diode ist so geschaltet, daß dann im Verbraucher der Strom fließt, wenn der Kollektorstrom steigt.
-
-
-

Merke:

Die Richtung der Diode bestimmt, ob die Schaltung als Sperr- oder Durchflußwandler arbeitet.

34. Warum steigt bei Wandlerschaltungen nach dem Einschalten der Kollektorstrom des Transistors von selbst?

- a) weil die Rückkopplungswicklung so geschaltet ist, daß sie eine Mitkopplung bringt
- b) weil der Trafo seinen induktiven Widerstand ändert
- c) weil sich der Transistor von selbst aufschaukelt

35. Wovon hängt hauptsächlich die Höhe der Ausgangsspannung U_A beim Sperrwandler ab?

- a) vom Windungsverhältnis des Trafos
- b) von U_{CEmax} des Transistors
- c) von der Belastung
- d) von der Eingangsspannung U_E

36. Wovon hängt hauptsächlich die Höhe der Ausgangsspannung U_A beim Durchflußwandler ab?

- a) vom Windungsverhältnis des Trafos
- b) von U_{CEmax} des Transistors
- c) von der Belastung
- d) von der Eingangsspannung U_E

37. Wann wird der Gegentaktspannungswandler benützt?

- a) wenn hohe Ausgangsspannung erzielt werden soll
- b) wenn die Siebung gut sein soll
- c) wenn mit verhältnismäßig schwachen Transistoren hohe Leistung erzielt werden soll
- d) wenn die Erwärmung der Transistoren klein gehalten werden soll

zu 34.

- Der I_C steigt bei Wandlerschaltungen von selbst, weil die Rückkopplungsspule des Trafos eine Mitkopplung bringt, das heißt, die in ihr induzierte Spannung ist ebenso gepolt wie U_{BE} .
-
-

zu 35.

- Beim Sperrwandler wird die magnetisch im Trafo gespeicherte Energie beim Zusammenbrechen des Magnetfeldes benützt. U_A wird deshalb neben dem Windungsverhältnis des Transformators hauptsächlich durch die Belastung bestimmt.
-
-
-

zu 36.

- Der Durchflußwandler gibt dann Strom ab, wenn die Ströme im Transistor steigen. U_A hängt deshalb hauptsächlich vom Windungsverhältnis des Trafos ab.
-
-
-

zu 37.

- Beim Gegentaktwandler werden die beiden Transistoren abwechselnd belastet, die mittlere Belastung des einzelnen Transistors ist deshalb nur die Hälfte der Gesamtleistung. Die Transistoren können bei hohen Wandlerleistungen verhältnismäßig schwach sein.
-
-

Merke:

Der Gegentaktwandler gibt bei gleicher Transistortype doppelt so hohe Leistung wie der Eintaktwandler.

Zu Abschnitt 10**Schaltungen mit Thyristoren und TRIAC *)**

1. Womit wird der Thyristor gesteuert?

- a) mit sinusförmiger Wechselspannung
- b) mit spitzen Impulsen, die aus sinusförmiger Wechselspannung gewonnen werden
- c) mit Rechteckimpulsen
- d) mit einer Sägezahnspannung

2. Auf welche Weise regelt der Thyristor?

- a) er reduziert die Spannung im Stromkreis
- b) die Stromhalbwelle wird angeschnitten
- c) er bildet einen veränderbaren Widerstand
- d) er unterdrückt einzelne Halbwellen

3. Die Steuerspannung muß zur Versorgungsspannung in der Phasenlage verschoben werden können. Wie groß muß die maximale Verschiebung sein?

- a) 90°
- b) 180°
- c) 270°
- d) 360°

4. Bei welcher Phasenverschiebung fließt der größte Strom im Verbraucher?

- a) bei 0°
- b) bei 90°
- c) bei 180°
- d) bei 270°
- e) bei 360°

*) Vgl. hierzu Abschnitt 10 in dem „Handbuch der Elektronik; Teil 1 — Analogtechnik“.

zu 1.

- Thyristoren werden mit spitzen Impulsen gesteuert, die man aus sinusförmiger Wechselspannung gewinnt; in verschiedenen Schaltungen verwendet man dazu auch Rechteckimpulse.
-
-

zu 2.

- Durch geeignete Wahl des Einsatzes der Zündimpulse werden mit Hilfe des Thyristors die Stromhalbwellen angeschnitten. Diese Steuerungsart wird deshalb Anschnittsteuerung genannt.
-
-
-

zu 3.

- Die Steuerspannung muß zur Versorgungsspannung maximal um 180° verschoben werden können, damit im Extremfall die Polung des Thyristors bereits in Sperrrichtung übergeht, wenn der Steuerimpuls kommt.
-
-
-

zu 4.

- Der stärkste Strom fließt im Verbraucher, wenn die Steuerspannung mit der Versorgungsspannung in Phase ist, also bei 0° Phasenverschiebung. Dann läßt der Thyristor die ganze Halbwelle durch.
-
-
-
-

5. Wird bei Steuerung mit Impulsen, die aus sinusförmiger Wechselspannung geformt werden, auch bei 0° Phasenverschiebung die Halbwelle angeschnitten?

- a) nein, weil Phasengleichheit herrscht
- b) ja, weil nie vollkommene Phasengleichheit herrscht
- c) ja, weil die Steuerspannung erst einen gewissen Wert erreicht haben muß
- d) ja, weil der Thyristor zum Schalten Zeit braucht

6. Welche Bauteile werden benützt, um aus der sinusförmigen Steuerwechselspannung Impulse zu formen?

- a) ein Kondensator
- b) eine Induktionsspule
- c) ein Unijunktion-Transistor
- d) eine Vierschichtdiode

7. Welche Bauteile werden benutzt um die Phase der Steuerspannung zu verändern?

- a) eine Spule und ein Kondensator
- b) ein Regelwiderstand und ein Kondensator
- c) ein Widerstand und Drehkondensator
- d) eine regelbare Induktivität und ein Widerstand

8. Durch welche Maßnahme kann der Thyristor bei 0° zum Zünden gebracht werden, d.h. ohne die Halbwelle anzuschneiden?

- a) durch eine besondere Vorspannung an der Steuerelektrode
- b) durch hohe Steuerwechselspannung
- c) durch Steuerung mit Rechteckimpulsen

zu 5.

- Erst wenn die Steuerwechselspannung einen gewissen Wert erreicht hat, erhält der Thyristor den Zündimpuls. Deshalb wird die Halbwelle auch bei Phasengleichheit der Spannungen stets etwas angeschnitten.

Merke:
Bei Steuerung mit Wechselspannung ist die Halbwelle immer angeschnitten.

zu 6.

- Zur Impulsformung sind der Unijunktion-Transistor und die Vierschichtdiode geeignet.

zu 7.

- Zum Verändern der Phasenlage wird die Serienschaltung eines Kondensators mit einem Regelwiderstand verwendet.

zu 8.

- Bei Steuerung mit Rechteckimpulsen kann die Flanke des Impulses so eingeregelt werden, daß der Thyristor die Halbwelle nicht anschneidet.
- Merke:**
Nur bei Steuerung mit Rechteckimpulsen kann die ganze Halbwelle übertragen werden.

9. Woraus besteht der regelbare Doppelweggleichrichter?

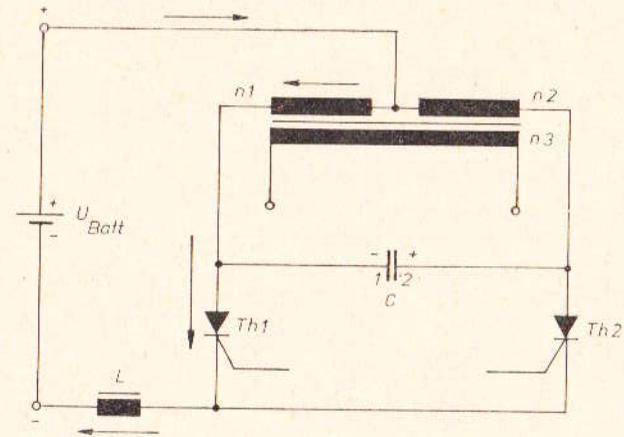
- a) aus 2 antiparallel geschalteten Thyristoren
 b) aus 4 Thyristoren in Graetzschaltung
 c) aus 2 Thyristoren und 2 Gleichrichtern in Graetzschaltung
 d) aus 1 Thyristor und 3 Gleichrichtern in Graetzschaltung

10. Wie viele Thyristoren und Gleichrichter sind für einen regelbaren Drehstromgleichrichter notwendig?

- a) 3 Thyristoren und 3 Gleichrichter
 b) 6 " " 3 "
 c) 6 " " kein "
 d) 3 " " kein "

11. Hier ist eine Wechselrichterschaltung dargestellt. Womit und in welcher Zeitfolge werden die Thyristoren gezündet?

- a) mit Wechselstromimpulsen, beide gleichzeitig
 b) mit Wechselstromimpulsen, abwechselnd
 c) mit Rechteckimpulsen, gleichzeitig
 d) mit Rechteckimpulsen, abwechselnd



zu 9.

- Der regelbare Doppelweggleichrichter besteht aus 2 Thyristoren und 2 Gleichrichtern in Graetzschaltung. Jede Brückenhälfte muß einen Thyristor enthalten.

zu 10.

- Der regelbare Drehstromgleichrichter braucht für jede Phase 1 Thyristor und 1 Gleichrichter, also insgesamt 3 Thyristoren und 3 Gleichrichter.

zu 11. **Merke:**

Der Wechselrichter erzeugt eine Rechteckspannung durch abwechselndes Zünden und Sperren der beiden Thyristoren.

- Die Thyristoren des Wechselrichters werden abwechselnd mit Rechteckimpulsen zum Zünden gebracht. Diese Rechteckimpulse werden in einer astabilen Kipperschaltung erzeugt.

12. Wodurch werden die Thyristoren des Wechselrichters abwechselnd gesperrt?

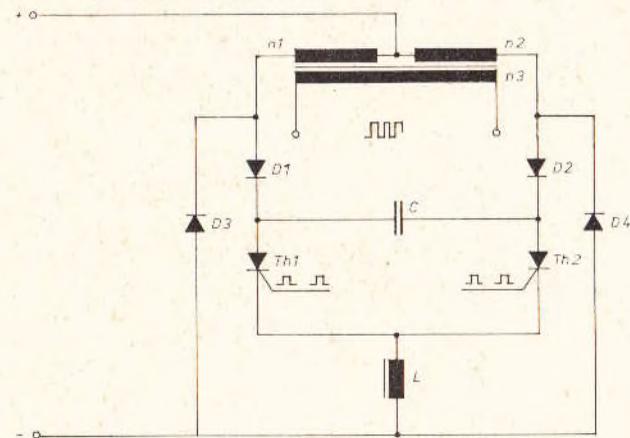
- a) durch eigens dafür erzeugte Sperrimpulse
 b) durch Entladen eines Kondensators
 c) durch eine Gegenwicklung des Trafos
 d) durch die Induktivität der Drossel

13. Welche Aufgabe hat bei der Wechselrichterschaltung die Drossel?

- a) sie sperrt die Leitung zur Batterie für Wechselströme
 b) sie wirkt ausgleichend auf den Batteriestrom
 c) sie begrenzt den Strom, wenn der zweite Thyristor zündet
 d) sie kompensiert die Kapazität des Umschaltkondensators

14. Welche Aufgabe haben beim Wechselrichter die Hilfsdioden D_1 und D_2 ?

- a) sie bestimmen die Stromrichtung in den Thyristoren
 b) sie entladen den Umschaltkondensator
 c) sie verhindern ein vorzeitiges Entladen des Umschaltkondensators
 d) sie bestimmen die Richtung des Ladestroms des Umschaltkondensators



zu 12.

- Die Thyristoren des Wechselrichters werden durch den
 Entladestromstoß eines Kondensators gesperrt. Weil die-
 ser Kondensator den Strom von einem Thyristor zum
 anderen umschaltet, wird er Umschaltkondensator genannt.

zu 13.

- Bis der Kondensator umgeschaltet hat, sind kurzzeitig
 beide Thyristoren gezündet, also niederohmig. Beim Zün-
 den des zweiten Thyristors steigt der Strom in der Batterie-
 leitung plötzlich an. Für diese Stromänderung bildet die
 Drossel einen hohen Widerstand, wodurch der Stromstoß
 auf die Batterie gedämpft wird.

zu 14. **Merke:**

Hilfsdioden sind stets Siliziumdioden mit hohen Sperrspannungen und kleinen Sperrströmen.

- Die Hilfsdioden D_1 und D_2 verhindern das vorzeitige Ent-
 laden des Umschaltkondensators über die Wicklungen n_1
 und n_2 des Trafos.

15. Welche Aufgabe haben die Hilfsdioden D_3 und D_4 ?

- a) sie kompensieren die Induktivität der Trafos
 b) sie leiten bei induktiver Last den Blindstrom ab
 c) sie dienen als Temperaturkompensation für die
 Thyristoren
 d) sie kompensieren die Induktivität der Drossel

16. Wodurch kann aus der Rechteckspannung des Wechselrichters eine sinusförmige Wechselspannung gemacht werden?

- a) durch ein Filter, das nur die sinusförmige Grund-
 schwingung durchläßt
 b) durch einen Trafo, der die Oberwellen unterdrückt
 c) durch 2 Kondensatoren am Ausgang der Schaltung
 d) durch 2 Drosseln am Ausgang der Schaltung

17. Auf welche Art regelt der TRIAC?

- a) er bewirkt Doppelweggleichrichtung mit Anschnitt-
 steuerung
 b) desgl. schneidet aber nur jede 2. Halbwelle an
 c) er regelt durch Unterdrücken einer bestimmten An-
 zahl von Halbwellen
 d) er regelt Wechselstrom durch Anschneiden beider
 Sinushalbwellen

18. Wie werden die Steuerimpulse für den TRIAC erzeugt?

- a) in einer getriggerten Kippschaltung
 b) durch phasenverschobene Wechselspannung und
 Vierschichtdiode
 c) desgl. mit Glimmlampe
 d) desgl. mit DIAC

zu 15.

- Bei induktiver Last eilt der Strom der Spannung nach.
 Sperrt der Thyristor, so hat der Blindstrom das Bestreben, über den Thyristor weiterzufließen. Um den Thyristor nicht zu gefährden, wird der Blindstrom über die Dioden D_3 und D_4 zur Batterie zurückgeleitet.

zu 16.

- Durch ein Filter, das aus einem Parallel- und einen Serienschwingkreis besteht, wird die sinusförmige Grundschwingung aus dem Frequenzgemisch der Rechteckspannung gewonnen.
-

zu 17.

- Der TRIAC regelt Wechselstrom durch Anschneiden beider Halbwellen.
-
- Merke:**
Der TRIAC ist ein Wechselstromregler.
-

zu 18.

- Der TRIAC wird mit phasenverschobener Wechselspannung gesteuert, deren Halbwellen mit einer Glühlampe oder mit einem DIAC in Steuerimpulse umgeformt werden.
-

19. Bei welcher Spannung zündet der DIAC?

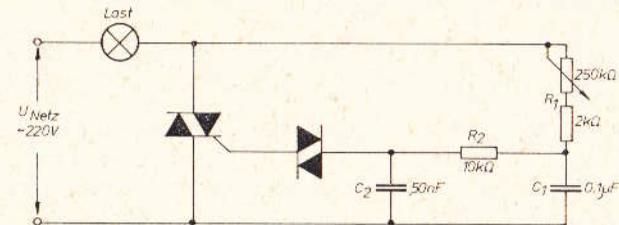
- a) bei etwa 5 V
 b) 12 V
 c) 24 V
 d) 30 V
 e) 60 V

20. Stören die mit Anschnittsteuerung arbeitenden Regelschaltungen den Rundfunkempfang? Wenn ja, welche Entstörmaßnahmen sind notwendig?

- a) nein, weil die Regelung kontaktlos ist
 b) nein, weil die Netzfrequenz nur 50 Hz beträgt
 c) ja, Entstörung mit einem Kondensator und einer Drossel
 d) ja, Entstörung durch Abschirmen mit Blechgehäuse

21. Was bewirken die Bauteile R_2 und C_2 bei dieser Schaltung?

- a) einen Überlastungsschutz für den DIAC
 b) sie verhindern die Hysterese zwischen Hell- und Dunkelregelung
 c) sie verhindern Fehlzündungen des TRIAC



zu 19.

- Die Zündspannung liegt bei etwa 30 V.
-
-
-
-

zu 20.

- Beim Anschnitt entstehen Frequenzen, die bis in die Wellenbereiche des Rundfunks reichen. Die Regelschaltungen müssen deshalb entstört werden. Dafür reicht ein Blechgehäuse zur Abschirmung nicht aus, weil über die Anschlußdrähte Störfrequenzen in das Wechselstromnetz gelangen können. Es ist deshalb eine Störschutzschaltung notwendig, die aus Kondensator und Drossel besteht.
-
-
-

zu 21.

- Bei Beleuchtungsreglern sorgen R_2 und C_2 dafür, daß die Hysterese zwischen Hell- und Dunkelregeln vermieden wird. Durch diese beiden Bauteile wird beim Einschalten die Heiligkeit genau so kontinuierlich geregelt wie beim Ausschalten.
-
-

Zu Abschnitt 11

Fotoelektronische Bauelemente *)

- Welche Erscheinung wird bei Fotohalbleiterbauelementen ausgenutzt?
 - daß der Widerstand mancher Halbleitermaterialien von der Helligkeit abhängt
 - daß durch chemische Vorgänge im Halbleiter elektrische Energie entsteht
 - daß in der Sperrschicht von PN-Übergängen bei Lichteinfall elektrische Energie entsteht
 - daß durch lichtbedingte Temperaturänderungen elektrische Energie entsteht
- Wie unterscheiden sich Fotowiderstand und Fotodiode in der Arbeitsweise?
 - es besteht kein Unterschied
 - die Fotodiode ist stromrichtungsgebunden, der Fotowiderstand nicht
 - der Fotowiderstand hat eine höhere Grenzfrequenz
 - die Fotodiode hat eine höhere Grenzfrequenz
- Wann werden Fotowiderstände benutzt?
 - wenn kräftige Ströme durch das Fotobauteil fließen müssen
 - für Vorgänge mit rascher Lichtänderung
 - für Vorgänge mit langsamer Lichtänderung
 - wenn besonders kleine Bauteile notwendig sind
- Mit welchen dieser beiden Bauteile können Lochstreifen abgetastet werden und warum?
 - mit dem Fotowiderstand, wegen höherer Strombelastbarkeit
 - mit der Fotodiode, weil sie schneller ist
 - mit dem Fotowiderstand, weil er nicht stromrichtungsempfindlich ist
 - mit der Fotodiode, weil sie sehr klein ist

*) Vgl. hierzu Abschnitt 11 in dem „Handbuch der Elektronik; Teil 1 — Analogtechnik“.

zu 1.

- Zwei Erscheinungen werden bei Fotohalbleitern ausgenutzt:
1. Widerstandsänderung durch Licht bei Fotowiderständen
2. Widerstandsänderung und Energieerzeugung in den Sperrschichten bei Fotodioden, Fototransistoren und Fotothyristoren
-

zu 2.

- Die Fotodiode ist wie die gewöhnliche Diode stromrichtungsempfindlich, der Fotowiderstand dagegen nicht. Der Fotowiderstand arbeitet besonders bei starker Strombelastung wesentlich träger als die Fotodiode. Alle fotoelektronischen Bauteile, ausgenommen der Fotowiderstand, wandeln Lichtenergie in elektrische Energie um.
-
-
-

zu 3.

- Fotowiderstände werden benutzt, wenn kräftige Ströme über das Fotobauteil fließen müssen, bei Vorgängen mit langsamer Lichtänderung und wenn die Größe des Bauteils keine Rolle spielt.
-
-
-

zu 4.

- Lochstreifen werden mit Fotodioden abgetastet, weil die Fotodiode eine hohe Grenzfrequenz hat, also schnell arbeitet und weil sie klein ist.
-
-
- Merke:**
Bei Fotohalbleiterbauelementen hat nur der Fotowiderstand keinen PN-Übergang.

5. Worin liegt der Unterschied zwischen Fotodiode, Fotoelement und Solarzelle?

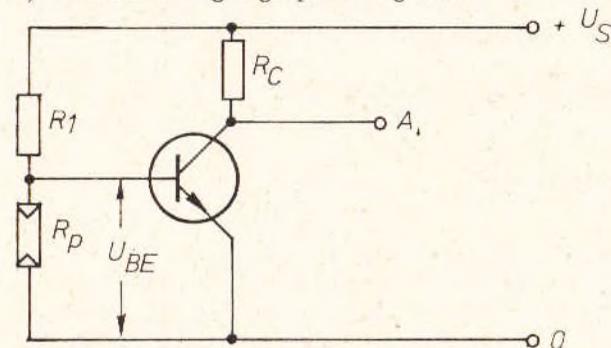
- a) im grundsätzlichen Aufbau
- b) in der Lichtempfindlichkeit
- c) in der Leistung
- d) in der Lichtart auf die sie ansprechen

6. Welche Lichtart und welches fotoelektronische Bauteil wird verwendet, wenn der Lichtstrahl unsichtbar sein soll?

- a) ultraviolettes Licht und Germaniumfotodiode
- b) infrarotes Licht und Germaniumfotodiode
- c) infrarotes Licht und Siliziumfotodiode
- d) untraviolettes Licht und Siliziumfotodiode

7. Wie arbeitet diese Verstärkerschaltung mit Fotowiderstand?

- a) bei beleuchtetem Fotowiderstand liegt am Ausgang Spannung an
- b) ist der Ausgang spannungsfrei



8. Wie muß die Fotodiode in Verstärkerschaltungen gepolt sein?

- a) beliebig
- b) in Sperrichtung
- c) in Durchlaßrichtung

zu 5.

- Der Unterschied liegt nur in der Leistung. Fotoelemente und Solarzellen erzeugen höhere Leistungen als die Fotodiode, deshalb werden auch nur diese beiden zur Energieerzeugung verwendet.
-
-
-

zu 6.

- Wenn der Lichtstrahl unsichtbar sein soll, werden infrarotes Licht und die dafür besonders empfindliche Germaniumfotodiode verwendet.
-
-
-

Merke:

Für sichtbares Licht ist die Siliziumfotodiode empfindlicher als die Germaniumfotodiode; bei infrarotem Licht ist es umgekehrt.

zu 7.

- Wird der Fotowiderstand beleuchtet, so wird er niederohmig. Dadurch wird U_{BE} klein und der I_C wird schwach; der Transistor ist hochohmig. Die Spannung U_{CE} und damit die Ausgangsspannung sind dann hoch.
-

zu 8.

- Die Fotodiode muß stets in Sperrichtung geschaltet werden, weil nur die Höhe des Sperrstromes von der Beleuchtungsstärke abhängig ist.
-
-

9. Wenn ein Verstärker durch ein Fotoelement ohne Vorspannung gesteuert werden soll, welche Transistorart ist dann notwendig?

- a) NPN-Siliziumtransistor
- b) PNP-Siliziumtransistor
- c) PNP-Germaniumtransistor

10. Warum muß es diese Transistorart sein?

- a) weil U_{CE} höher sein kann
- b) weil er höher belastbar ist
- c) weil er für eine höhere Basis-Emitterspannung gebaut ist
- d) weil bei ihm die vom Fotoelement abgegebene Spannung zum Durchsteuern ausreicht

11. Wenn ein Siliziumtransistor durch ein Fotoelement gesteuert werden soll, was ist dann erforderlich?

- a) eine besondere Basisvorspannung
- b) eine besondere Type von Siliziumtransistoren
- c) die Betriebsspannung muß hoch sein
- d) der Lastwiderstand muß hoch sein

12. Welchen Vorteil hat die Schaltung mit Vorspannung gegenüber der ohne Vorspannung?

- a) sie ist für stärkere Ausgangsströme geeignet
- b) sie ist betriebssicherer
- c) es kann genau bestimmt werden, bei welcher Beleuchtungsstärke der Transistor durchsteuern soll
- d) sie ist temperaturstabiler

zu 9.

- Ein PNP-Germaniumtransistor muß benutzt werden.

zu 10.

- Das Fotoelement erzeugt eine Spannung von etwa 0,4 V.
 Diese Spannung reicht, um den Germaniumtransistor durch-
 zusteuern. Der Siliziumtransistor benötigt etwa 0,7 V und
 kann daher nicht verwendet werden.

zu 11.

- Es muß mit einer zusätzlichen Basisvorspannung gearbeitet
 werden, damit die Summe der Vorspannung und der Foto-
 zellenspannung größer ist als 0,7 V.

zu 12.

- Ein Fotoverstärker, der mit Vorspannung arbeitet, hat den
 Vorteil, daß man durch Wahl der Vorspannung genau be-
 stimmen kann, bei welcher Beleuchtungsstärke geschaltet
 werden soll.

Merke:

**Fotoverstärker, die mit Basisvorspannung arbeiten, schal-
 ten exakt bei einer bestimmten Lichtstärke.**

13. Wodurch kann bei einem mehrstufigen Verstärker mit Foto-
 element der Schaltvorgang beschleunigt werden, wenn sich die
 Beleuchtungsstärke nur allmählich ändert?

- a) durch besondere Wahl des Arbeitspunktes beim Ein-
 gangstransistor
 b) durch gemeinsamen Emitterwiderstand der ersten
 zwei Transistoren
 c) durch Wahl besonderer Transistortypen
 d) durch Rückkoppelung von der zweiten zur ersten Ver-
 stärkerstufe

14. Welche Möglichkeiten bietet ein Wechselstrom-Fotoverstärker?

- a) Lichtschranken bei Tageslicht zu betreiben
 b) kleine Beleuchtungsstärken für Schaltvorgänge zu
 nützen
 c) genaue Ausgangsspannungen für hell und dunkel zu
 erzielen

15. Worauf ist zu achten, wenn mehrere Solarzellen parallel und
 in Serie zu einer Batterie zusammengeschaltet werden?

- a) auf gleiche Spannung
 b) auf gleiche Strombelastbarkeit
 c) auf gleichen Innenwiderstand bei gleicher Beleuch-
 tung
 d) auf gleiche Leistung

16. Worin unterscheidet sich der Fototransistor von der Fotodiode?

- a) nur durch die Anzahl der Anschlüsse
 b) durch die zusätzliche Verstärkung
 c) durch besondere Lichtempfindlichkeit
 d) durch die höhere Belastbarkeit

zu 13.

- Der Schaltvorgang des Fotoverstärkers kann bei allmählicher Beleuchtungsänderung durch einen Schwellwertschalter, das ist ein zweistufiger Verstärker mit gemeinsamen Emitterwiderstand, oder auch durch Rückkopplung von der zweiten zur ersten Verstärkerstufe beschleunigt werden.
-

zu 14.

- Mit Wechsellicht können Lichtschranken auch bei Tageslicht betrieben werden. Außerdem sind Wechselstrom-Fotoverstärker sehr empfindlich, weil das Fotobauteil nur eine Wechselspannung bringen muß, die etwas über der Rauschspannung der ersten Verstärkerstufe liegt.
-

zu 15.

- Nur wenn die Solarzellen bei gleicher Beleuchtungsstärke gleiche Spannung und gleichen Innenwiderstand haben, können sie zu einer Batterie zusammengeschaltet werden.
-

zu 16.

- Der Fototransistor wirkt wie eine Fotodiode mit Verstärker. Durch die Verstärkerwirkung ist er stärker belastbar als die Fotodiode. Außerdem ist er besonders lichtempfindlich und reagiert schon bei geringen Beleuchtungsstärken.
-
- Merke:**
Der Basisanschluß des Fototransistors muß nicht beschaltet sein.

17. Was versteht man unter einen Resonanz-Fotoverstärker?

- a) einen Fotoverstärker, der durch ein Fotoelement selbst schwingt?
- b) ein Fotoverstärker, der nur auf eine bestimmte Lichtfrequenz anspricht (moduliertes Licht)
- c) ein Fotoverstärker, der Lichtimpulse auswertet
- d) ein Fotoverstärker, der nur auf eine besondere Lichtart anspricht

18. Wodurch unterscheidet sich die Arbeitsweise des Fotothyristors von der aller anderen Fotobauteile?

- a) durch besonders schnelles Reagieren auf Lichtstärkenänderungen
- b) durch besonders hohe Strombelastbarkeit
- c) durch die Speicherung des Schaltzustandes
- d) durch besonders geringe Verlustleistung

19. Womit kann der Fotothyristor gezündet werden?

- a) nur durch Lichteinfall
- b) durch Licht oder mit Steuerimpulsen
- c) nur durch Steuerimpulse und hält den Schaltzustand bei Beleuchtung

20. Wie viele Anschlüsse hat der Fotothyristor?

- a) 2
- b) 3
- c) 4

zu 17.

- Der Resonanz-Fotoverstärker reagiert nur auf eine Lichtquelle, deren Modulationsfrequenz mit der Resonanzfrequenz seiner Schwingkreise oder Filter übereinstimmt. Dadurch werden Fehlschaltungen durch andere Lichtquellen vermieden.
-
-
-

zu 18.

- Der Fotothyristor ist das einzige fotoelektronische Bauteil, das den Schaltzustand speichert.
-
-
-

zu 19. **Merke:**

Der Fotothyristor kann durch Licht nur gezündet, aber nicht gesperrt werden. Das ergibt die Speicherung des Schaltzustandes.

- Der Fotothyristor kann sowohl mit Licht, als auch mit Steuerimpulsen gezündet werden. Den gezündeten Zustand behält er bei, auch wenn er nicht mehr beleuchtet wird.
-
-

zu 20.

- Der Fotothyristor hat 4 Anschlüsse und zwar
- a) die Anode, b) die Katode, c) den Steueranschluß anodenseitig (St_A) und d) den Steueranschluß katodenseitig (St_K).
-

21. Wann wird der gezündete Fotothyristor wieder hochohmig?

- a) im Wechselstromkreis beim Nulldurchgang der Wechselspannung
- b) durch umgekehrt gepolte Impulse auf den Steuerelektroden
- c) durch Unterbrechung des Gleichstromkreises
- d) durch kurzzeitiges Senken der Spannung am Thyristor unter die Haltespannung durch Entladen eines Kondensators (Sperrimpuls)

22. Wie arbeitet der Fotothyristor im Wechselstromkreis?

- a) er leitet bei Licht und sperrt im Dunkelzustand
- b) er sperrt bei Licht und leitet im Dunkelzustand
- c) er bildet bei Lichteinfall einen Einweggleichrichter
- d) er bringt Doppelweggleichrichtung im Hellzustand

23. Bei welcher Stromart kann die Speicherwirkung des Fotothyristors ausgenutzt werden?

- a) bei Gleichstrom
- b) bei Wechselstrom
- c) bei beiden Stromarten

zu 21.

- Der Fotothyristor wird wieder hochohmig, wenn die Wechselspannung durch den Nullpunkt geht, Im Gleichstromkreis tritt dies durch Unterbrechen des Stromkreises oder durch einen Steuerimpuls ein, der durch Kondensatorumladung erzeugt wird.
-
-
-

zu 22.

- Wenn der Fotothyristor beleuchtet wird, wirkt er im Wechselstromkreis wie ein Einweggleichrichter.
-
-
-

zu 23.

- Nur im Gleichstromkreis speichert der Fotothyristor die Information; d.h., er bleibt gezündet, bis er durch eine besondere Maßnahme wieder hochohmig gemacht wird.
-
-

Merke:

Der Fotothyristor ist das einzige Fotohalbleiterbauteil, das die Schaltinformation speichern kann.

Zu Abschnitt 12**Feldeffekttransistoren *)**

1. Welcher grundsätzlicher Unterschied besteht zwischen bipolaren Transistoren und Feldeffekttransistoren (FET)?
 - a) im Grundmaterial
 - b) in der Anzahl der Anschlüsse
 - c) in der Anzahl der PN-Übergänge
 - d) im Stromweg zwischen Source und Drain (S und D)
2. Wo liegt beim Sperrschicht-FET die Sperrschicht?
 - a) zwischen S und G
 - b) zwischen D und G
 - c) zwischen S und D
 - d) zwischen G und dem Kanal
3. Zwischen welchen Elektroden des FET fließt der Ladungsträgerstrom?
 - a) zwischen S und G
 - b) zwischen G und D
 - c) zwischen S und D
4. Wodurch wird der Ladungsträgerstrom im Sperrschicht-FET gesteuert?
 - a) durch ein elektrisches Feld zwischen G und dem Kanal
 - b) durch zusätzliche Ladungsträger aus dem G
 - c) durch zusätzliche Minoritätsladungsträger im Kanal
 - d) durch Abziehen von Majoritätsladungsträgern über G

*) Vgl. hierzu Abschnitt 12 in dem „Handbuch der Elektronik; Teil I — Analogtechnik.“

zu 1.

- Der grundsätzliche Unterschied zwischen bipolaren Transistoren und FET liegt im Stromweg zwischen S und D.

Merke:**Der FET hat zwischen S und D keinen PN-Übergang.**

zu 2.

- Die PN-Sperrschicht liegt beim Sperrschicht-FET zwischen G und dem Kanal.

zu 3.

- Beim FET fließt der Ladungsträgerstrom zwischen S und D.

zu 4.

- Der Drainstrom des FET wird durch das elektrische Feld zwischen G und dem Kanal gesteuert.

5. Welche Polung muß die Strecke S — D beim FET haben?

- a) beim P-Kanal: — an S, + an D
 b) beim P-Kanal: + an S, — an D
 c) beim N-Kanal: + an S, — an D
 d) beim N-Kanal: — an S, + an D

6. Wie muß beim Sperrschicht-FET die Strecke S — G vorgespannt sein?

- a) beim P-Kanal: + an S, — an G
 b) beim P-Kanal: — an S, + an G
 c) beim N-Kanal: + an S, — an G
 d) beim N-Kanal: — an S, + an G

7. Zwischen welchen Elektroden des FET muß die Eingangswchselspannung wirksam werden?

- a) zwischen G und D
 b) zwischen S und D
 c) zwischen S und G

8. Wie groß muß die Eingangswchselspannung gegenüber der G-Vorspannung sein? Die Eingangswchselspannung muß

- a) viel größer als U_{GS} sein
 b) so groß wie U_{GS} sein
 c) kleiner als U_{GS} sein
 d) viel kleiner als U_{GS} sein

9. Worin besteht der Unterschied zwischen einem Sperrschicht-FET und einem MOSFET?

- a) in der Polung des Kanals
 b) im Aufbau allgemein
 c) in der Art der Steuerung

zu 5.

- Bei einem FET mit P-Kanal muß + an S und — an D liegen;
 beim N-Kanal-FET ist es umgekehrt, da muß — an S und
 + an D sein.

zu 6.

- Beim Sperrschicht-FET muß die Strecke S—G immer in
 Sperrichtung vorgespannt sein. Beim P-Kanal-FET liegt
 deshalb — an S und + an G; beim N-Kanal-FET ist es um-
 gekehrt, also + an S und — an G.

zu 7.

- Die Eingangswchselspannung muß stets zwischen S und G
 liegen.

zu 8.

- Die Eingangswchselspannung muß beim Sperrschicht-FET
 kleiner als U_{GS} sein, damit auch beim höchsten Wert der
 Eingangswchselspannung noch eine Sperrspannung bleibt.

Merke:

**Wenn diese Bedingung erfüllt ist, ist die Steuerung lei-
stungslos.**

zu 9.

- Der MOSFET unterscheidet sich vom Sperrschicht-FET
 grundsätzlich im Aufbau.

10. Was befindet sich zwischen der G-Elektrode und dem Kanal beim MOSFET?

- a) ein PN-freier Übergang
 b) ein PN-Übergang
 c) eine Isolierschicht aus Siliziumoxid
 d) ein hochohmiger Widerstand

11. Wie unterscheidet sich der selbstleitende MOSFET vom selbstsperrenden?

- a) in der Art des Kanals (Dotierungsunterschied)
 b) in der Stärke der Isolierschicht zwischen dem Kanal
und G
 c) der selbstsperrende MOSFET hat im spannungslosen
Zustand keinen leitenden Strompfad (Kanal)

12. Wie wird der Kanal beim selbstleitenden MOSFET gebildet?

- a) durch Majoritätsladungsträger, die von G angezogen
werden
 b) durch Eindiffundieren einer Halbleiterschicht in das
Grundmaterial
 c) durch Minoritätsladungsträger, die durch D angezo-
gen werden

13. Wie entsteht der Kanal beim selbstsperrenden MOSFET?

- a) Minoritätsladungsträger werden von G aus dem
Grundmaterial angezogen
 b) durch Eindiffundieren einer schwachdotierten Halb-
leiterschicht
 c) durch Rekombination der Ladungsträger unter der G-
Elektrode

zu 10.

- Zwischen dem Kanal und der G-Elektrode hat der MOSFET eine Isolierschicht aus Siliziumoxid. Dadurch ist der Eingang des MOSFET sehr hochohmig.

zu 11.

- Der selbstleitende MOSFET hat im spannungslosen Zustand einen Kanal, der bei der Aussteuerung mehr oder weniger verengt wird. Dem selbstsperrenden MOSFET fehlt dieser Kanal im spannungslosen Zustand.

zu 12.

- Beim selbstleitenden MOSFET wird eine Halbleiterschicht zwischen den Kontaktstellen eindiffundiert. Diese Schicht bildet den Kanal.

Merke:

Ohne Gate-Spannung ist der selbstleitende MOSFET leitend, der selbstsperrende sperrt.

zu 13.

- Beim selbstsperrenden MOSFET zieht die Ladung der G-Elektrode Minoritätsladungsträger aus dem Grundmaterial unter die Isolierschicht; so entsteht der Kanal.

14. Wie kann die Gate-Vorspannung U_{GS} beim selbstleitenden MOSFET erzeugt werden?

- a) durch einen Spannungsteiler aus Widerständen
 b) durch einen Widerstand vor S
 c) durch eine zusätzliche Stromquelle

15. Wie wird die Gate-Vorspannung beim selbstsperrenden MOSFET erzeugt?

- a) durch einen Spannungsteiler aus Widerständen
 b) durch einen Widerstand vor S
 c) durch eine zusätzliche Stromquelle
 d) durch einen Widerstand zwischen D und G

16. Wie unterscheiden sich die FET zu bipolaren Transistoren im Eingangswiderstand?

- a) wenig, die Eingangswiderstände sind fast gleich groß
 b) die FET haben viel höhere Eingangswiderstände
 c) der Eingangswiderstand des bipolaren Transistor ist in Kollektorschaltung höher als der des FET.

zu 14.

- Beim selbstleitenden MOSFET wird die Gate-Vorspannung durch einen Widerstand vor S gebildet.

zu 15.

- Der selbstsperrende MOSFET erhält die Gate-Vorspannung von einem Spannungsteiler aus Widerständen; soll der Eingangswiderstand des Verstärkers sehr hoch sein, so wird diese Spannung nur über einen Widerstand zwischen D und G gebildet.

zu 16.

- Die FET haben viel höhere Eingangswiderstände als die bipolaren Transistoren. Während bipolare Transistoren auch in Kollektorschaltung nur etwa 20—50 k Ω Eingangswiderstand haben, beträgt er bei FET bis zu 10^{18} Ω .

Merke:

Wegen des sehr hohen Eingangswiderstandes eignen sich FET besonders für hochohmige Meßgeräte, Tuner der Fernsehgeräte und dergleichen.

Gesamtübersicht über das Lehrmittelvorhaben Halbleitertechnik Elektronik Datenverarbeitung

- Grundlagen der Elektronik
 - Repetitor „Grundlagen der Elektronik“

Handbuch der Elektronik

- Teil 1 — Analogtechnik
 - Repetitor „Analogtechnik“
 - Teil 2 — Digitaltechnik
 - Repetitor „Digitaltechnik“
 - Teil 3 — Datenverarbeitung; Technik und Betrieb
 - Repetitor „Datenverarbeitung;
Technik und Betrieb“
 - Fachwörter der Elektronik
-

Sämtliche Lehrwerke können bestellt werden bei:

Fachschule der DPG e. V.

28 Bremen 1, Bahnhofstraße 10

Fernsprecher 31 22 48