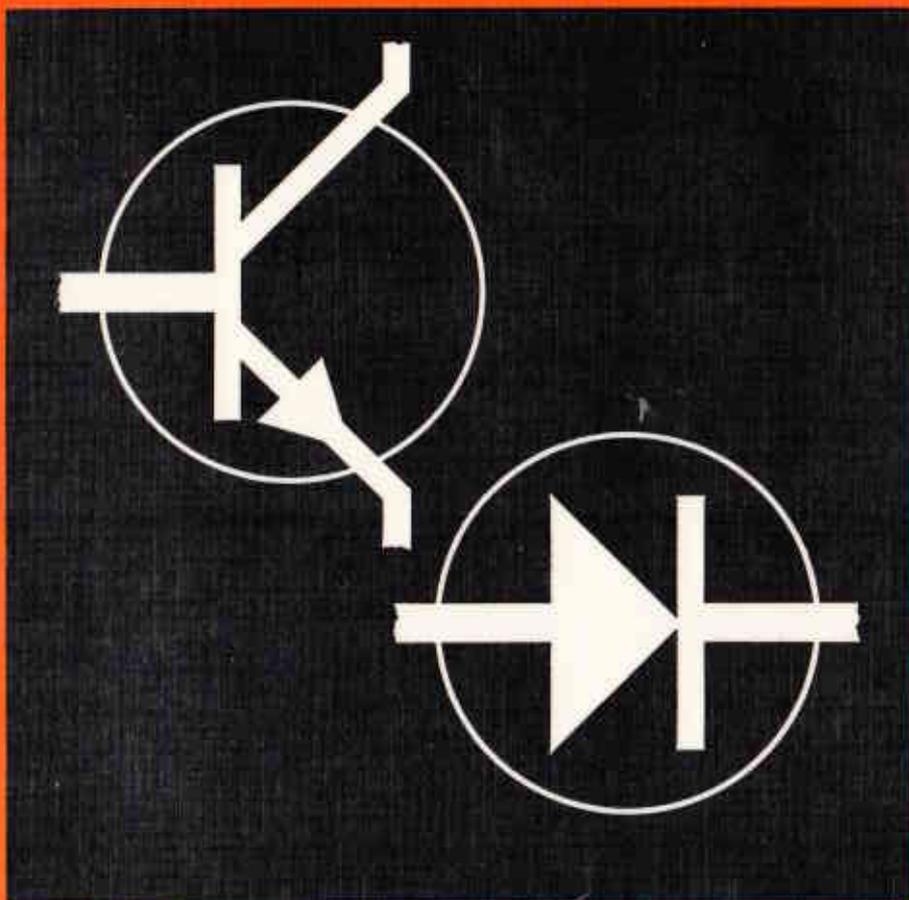


# Repetitor Grundlagen der Elektronik



# Handbuch der Elektronik

## Teil 1 — Analogtechnik

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

**Kurze Wiederholung der elektrotechnischen Grundlagen**

**Physikalische Grundlagen der Halbleiter**

**Halbleiterdioden und ihre Anwendung**

**Transistorgrundschaltungen**

**Der Transistor als Verstärker**

**Der Transistor als Schwingungserzeuger**

**Vierschicht-Halbleiter**

**Unijunktions-Transistor**

**Stromversorgungsschaltungen mit Transistoren**

**Stromversorgungsschaltungen mit Thyristoren und TRIACs**

**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.

## 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 Schaltnetzpläne).

**Verknüpfungsglieder** (Dioden und Transistoren als Schalter, Grundverknüpfung mit diskreten Bauelementen, Schaltnetze mit diskreten Bauelementen, Übungsbeispiele zur Minisierung und Typisierung).

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

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

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

**Codewandler**

**Datenübertragungstechnik** (Parallel- und Serienübertragung).

**Magnetkern-technik** (Grundlagen, Speicherkerne, Speicher-matrix, Ein- und Ausleseverfahren).

**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 Grundlagen der Elektronik

**Rund 300 Fragenkomplexe mit  
rund 1200 vorprogrammierten Antworten**

4., verbesserte Auflage

**Herausgeber: Institut zur Entwicklung moderner Unterrichtsmedien e. V.  
28 Bremen 1 – Bahnhofstraße 10**

## Vorwort

Der Repetitor stellt zusammen mit dem Handbuch „Grundlagen der Elektronik“ ein Ganzes dar und soll helfen, das erarbeitete Wissen zu vertiefen und zu wiederholen. Der Lernende kann seinen Wissensstand nunmehr jederzeit selbst überprüfen, etwaige Lücken ausfindig machen und sie dann durch selbständiges Nacharbeiten ausfüllen.

Der Lehrstoff wird, dem Aufbau des Handbuchs folgend, abschnittsweise abgefragt. Die wesentlichsten Lerninhalte werden hierbei erfaßt und nach der Auswahlmethode in verschiedene Fragen gekleidet. Die richtige Antwort (oder aber mehrere richtige Antworten) wird dabei mit ähnlichen oder aber möglich erscheinenden, tatsächlich aber falschen Antworten vermischt. Es gilt also, die richtigen Antworten herauszufinden und sie dann am Rand im Kästchen anzukreuzen (Bleistift). Zur Überprüfung der gefundenen Lösung kann das richtige Ergebnis dann auf der nächsten Seite nachgeprüft werden. Die Antworten sind je nach dem Schwierigkeitsgrad der Aufgabe mehr oder weniger ausführlich. Machen Sie aber bitte erst dann Ihr Kreuz (mit Bleistift), wenn Sie die ganze Frage systematisch durchgearbeitet haben und von der Richtigkeit der gefundenen Lösung überzeugt sind. Erst dann dürfen Sie Ihre Lösung anhand der Antwortseite überprüfen. Machen Sie es bitte nicht umgekehrt; Sie bringen sich dann selbst um den Lernerfolg und schießen ein Selbsttor.

Sollten sich beim Beantworten der Fragen Wissenslücken herausstellen, so arbeiten Sie den entsprechenden Abschnitt noch einmal sorgfältig durch. Sich Wissen aneignen bedeutet üben, d.h. den Stoff so lange zu wiederholen, bis er geistiges Eigentum geworden ist. Lassen Sie sich also nicht entmutigen; denn vielfach liegt die Schwierigkeit weniger in der vermeintlichen Kompliziertheit der Elektronik, sondern vielmehr in der Vielzahl der neuen Begriffe. Begriffe müssen aber nun einmal, sollen sie fest sitzen, wie Vokabeln „gepaukt“ werden.

Die Herausgeber

Stand: Sommer 1974

Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet.

## Inhaltsverzeichnis

Die einzelnen Abschnitte entsprechen den Abschnitten im Band „Grundlagen der Elektronik“.

	Seite
<b>Zu Abschnitt 1:</b> Meßtechnik	
Fragen 1 bis 45 . . . . .	7—38
<b>Zu Abschnitt 2:</b> Halbleiter	
Fragen 1 bis 50 . . . . .	39—72
<b>Zu Abschnitt 3:</b> Halbleiterdioden (Zweischicht-Halbleiter)	
Fragen 1 bis 55 . . . . .	73—110
<b>Zu Abschnitt 4:</b> Der Transistor	
Fragen 1 bis 100 . . . . .	111—168
<b>Zu Abschnitt 5:</b> Vierschicht-Halbleiter-Bauelemente	
Fragen 1 bis 17 . . . . .	169—178
<b>Zu Abschnitt 6:</b> Elektronenröhren	
Fragen 1 bis 16 . . . . .	179—186
<b>Zu Abschnitt 7:</b> RC-Glieder	
Fragen 1 bis 23 . . . . .	187—198
<b>Zu Abschnitt 8:</b> Kippstufen	
Fragen 1 bis 23 . . . . .	199—212
<b>Zu Abschnitt 9:</b> Verknüpfungsglieder	
Fragen 1 bis 11 . . . . .	213—220

**Zu Abschnitt 1****Meßtechnik**

1. Gleichstrom ist gekennzeichnet durch

- a) eine bestimmte Größe des Stroms, mindestens 0,5 A
  - b) die gleichbleibende Richtung
  - c) die gleichbleibende Größe des Stroms
  - d) seine Herkunft aus einer galvanischen Spannungsquelle
- 

2. Wodurch unterscheidet sich ein Impuls von einem Pulsstrom?

- a) Ein Impuls wirkt kurzzeitig, ein Pulsstrom wirkt länger.
  - b) Impulse fließen nur in bestimmter Richtung, z.B. nur im positiven Bereich, der Pulsstrom hat sowohl positive als auch negative Halbwellen.
  - c) Impulse wirken kurzzeitig, der Pulsstrom wiederholt sich periodisch.
  - d) Impulse sind Rechteckspannungen, Pulsstrom kann jede beliebige Kurvenform haben.
- 

3. Wenn der lineare Mittelwert eines schwankenden Stroms nicht Null wird, handelt es sich um

- a) Gleichstrom
  - b) Wechselstrom
  - c) Mischstrom
  - d) Impulse
-

zu 1. **Merke:**

- Gleichstrom ist durch die gleichbleibende Richtung und Größe des Stroms gekennzeichnet.  
 Pulsierender Gleichstrom, der durch die Gleichrichtung von Wechselstrom entsteht, ist in Wirklichkeit Pulsstrom.

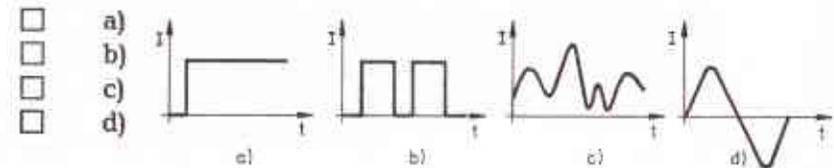
zu 2. **Merke:**

- Für den Impuls ist die kurze Dauer des Strom- oder Spannungsstoßes das Kennzeichen, für den Pulsstrom die Periodizität.  
 **Falsch:** Der Richtungswechsel ist kein Kennzeichen für die Unterscheidung von Impuls und Pulsstrom. Beide können einseitig und zweiseitig auftreten, d.h. mit positivem und negativem Vorzeichen.

zu 3. **Merke:**

- Das Kennzeichen eines Mischstroms ist: der lineare Mittelwert (Ergebnis der Addition von positiven und negativen Augenblickswerten) ist nicht gleich Null.  
 Selbstverständlich kann der lineare Mittelwert von Gleichstrom und einseitigen Impulsen auch nicht gleich Null sein. Es ist jedoch nicht üblich, schwankenden Gleichstrom oder Impulsstrom als Mischstrom zu bezeichnen.

4. Welches Diagramm zeigt einen Mischstrom?



5. Wie wird das Ergebnis einer Spannungsmessung durch den Innenwiderstand des Meßinstrumentes verfälscht?

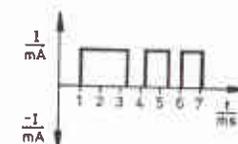
- a) Das Meßinstrument zeigt eine zu hohe Spannung an.  
 b) Das Meßinstrument zeigt eine zu geringe Spannung an.  
 c) Die Messung wird nicht verfälscht.

6. Eine direkte Widerstandsmessung ist vergleichbar mit einer

- a) Strommessung  
 b) Spannungsmessung  
 c) indirekten Strommessung  
 d) Leistungsmessung

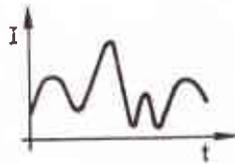
7. Die nachstehende Abbildung stellt ..... dar.

- a) einen Gleichstrom  
 b) einen Wechselstrom  
 c) einen Pulsstrom  
 d) Impulse



zu 4.

- Das Diagramm unter c) zeigt einen Mischstrom, der hier durch Überlagerung eines Gleichstroms mit einem Wechselstrom gebildet wird.



zu 5.

- Ein Spannungsmesser stellt einen zusätzlichen Widerstand im Stromkreis dar; denn auch bei einer Spannungsmessung fließt Strom. Dieser zusätzliche Strom verursacht an anderen, im Stromkreis in Reihe liegenden Widerständen einen erhöhten Spannungsverlust. Die Anzeige des Spannungsmessers ist um diesen Spannungsverlust geringer.

**Merke:**

**Bei einer Spannungsmessung ist die angezeigte Spannung immer kleiner als der Istwert.**

zu 6. **Merke:**

- Die direkte Widerstandsmessung ist eigentlich eine Strommessung, wobei die Skala des Strommessers in Ohm geeicht und der Meßstromkreis abgeglichen ist.
- Die Skala des Ohmmeters könnte auch in mA geeicht werden.

zu 7.

- Die in der Abbildung dargestellten einseitigen Impulse unterscheiden sich vom Gleichstrom durch die Unterbrechung und vom Pulsstrom durch die nicht periodische Wiederholung.

**Merke:**

**Impulse sind kurzzeitig wirkende Strom- oder Spannungstöße beliebiger Kurvenform.**

8. Einen Wechselstrom erkennt man

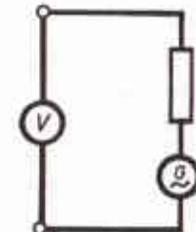
- a) an konstanten Augenblickswerten  
 b) am Richtungswechsel  
 c) an der Kurvenform  
 d) an der Periodizität

9. Was bedeutet die Angabe  $10 V_{ss}$ ?

- a) Augenblicksspannung  $u = 10 V$   
 b) Maximalspannung  $U_{max} = 10 V$   
 c) doppelte Maximalspannung  $2 \cdot U_{max} = 10 V$   
 d) Addition der Beträge von  $+U_{max}$  und  $-U_{max}$  ohne Vorzeichen =  $10 V$

10. Das Voltmeter in nachstehender Abbildung zeigt den

- a) Maximalwert  $U_{max}$   
 b) Durchschnittswert  
 c) Effektivwert  $U_{eff}$   
 d) Wert  $U_{ss}$

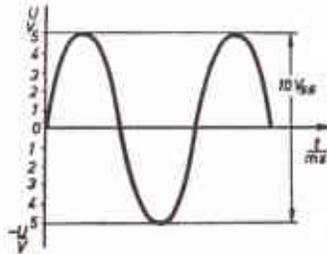


zu 8. **Merke:**

- Beim Wechselstrom kehren die Richtungswechsel und meistens auch die Augenblickswerte periodisch wieder.
- 
- 
- 

zu 9.

- Die Angabe  $10 V_{ss}$  bezeichnet die Summe der Beträge der positiven und negativen Amplitude (Höchstwert) (vgl. hierzu nebenstehende Abbildung).
- 
- 
- 



Sie dient vor allem zur Bewertung nichtsinusförmiger Wechselspannungen. Daneben ist die Angabe  $V_{ss}$  auch für die Bemessung von Schaltungen zur Einhaltung der zulässigen Grenzwerte von Bedeutung.

**Merke:**

Die Angabe in  $V_{ss}$  wird bei der Messung hochfrequenter und nichtsinusförmiger Wechselspannungen genannt, weil der Effektivwert nicht ermittelt werden kann.

zu 10. **Merke:**

- Ein für Wechselspannungsmessungen vorgesehenes Voltmeter wird — wenn nichts anderes auf der Skala vermerkt ist — grundsätzlich in Effektivwerten geeicht.
- Unter Verwendung eines Integrierglieds (vgl. hierzu Abschnitt 7) können auch Spitzenwerte gemessen werden.
- 

11. Sie haben vier Meßinstrumente mit nachstehenden Angaben des Eigenverbrauchs. Welches Meßinstrument hat die höchste Empfindlichkeit?

- a)  $k = 1000 \Omega/V$
- b)  $k = 10 k\Omega/V$
- c)  $I_{Vm} = 50 \mu A$
- d)  $k = 50 k\Omega/V$

12. Für Messungen an stromrichtungsempfindlichen Halbleiterbauelementen eignet sich das Meßinstrument mit den Skalenangaben unter

- a) 1,5 20000  $\Omega/V$
- b) 2 5.000  $\Omega/V$
- c) 2
- d) 1,5 5A/150V
- e) 3 1000  $\Omega/V$

13. Die Güteklasse 1 bedeutet:

- a) Das Verhältnis  $R_{iVm} : R_{Meßobjekt}$  muß 100 : 1 betragen.
- b) Der Anzeigefehler beträgt 1 %, wenn  $R_{iVm} : R_{Meßobjekt} = 100 : 1$ .
- c) Der Anzeigefehler beträgt 1 % vom Endausschlag.
- d) Der Anzeigefehler beträgt 1 % vom Meßwert.

zu 11.

- Die Empfindlichkeit (E) eines Meßinstruments wird durch das Verhältnis des Ausschlagwinkels ( $\Delta\alpha$ ) zur Meßgrößenänderung ( $\Delta I$ ) ausgedrückt: 
$$E = \frac{\Delta\alpha}{\Delta I} \frac{\text{grad}}{\mu\text{A}}$$
- 
- Somit hat bei hoher Empfindlichkeit eine geringe Stromänderung bereits eine große Änderung des Ausschlagwinkels zur Folge. Je geringer der Eigenverbrauch  $k$  ist, um so größer ist die Empfindlichkeit  $E$ .
- 

zu 12. Merke:

- Für Messungen an Halbleiterbauelementen sind nur Drehspulmeßinstrumente mit geringem Eigenverbrauch ( $k \geq 10.000 \Omega/\text{V}$ ) geeignet, deren Anzeigefehler  $\leq 2\%$  sein muß.
- 
- Demzufolge sind die Meßinstrumente mit Angaben unter b) bis e) nicht geeignet:
- b) Dreheisenmeßwerk, Güteklasse 2,  $k = 5.000 \Omega/\text{V}$
- c) Bimetallmeßwerk, Güteklasse 2
- d) Elektrodynamisches Meßwerk, Güteklasse 1,5
- e) Drehspulmeßwerk, Güteklasse 3,  $k = 1000 \Omega/\text{V}$
- 

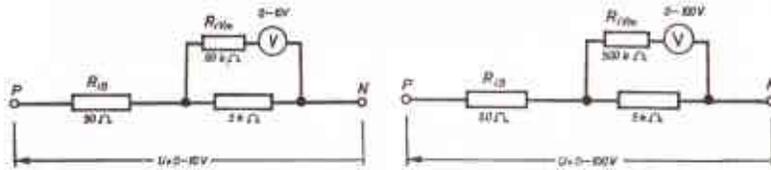
zu 13. Merke:

- Die Güteklasse gibt an, um wieviel % des Endausschlags das Meßergebnis durch den Aufbau des Meßinstruments verfälscht wird.
- 
- 
- 
- 

14. Wenn bei einer Kennlinienaufnahme an einem  $5\text{-k}\Omega$ -Widerstand mit einem Vielfachmeßinstrument ( $k = 5000 \Omega/\text{V}$ ) vom Meßbereich  $0\text{--}10\text{ V}$  auf den Meßbereich  $0\text{--}100\text{ V}$  umgeschaltet wird,
- a) ergeben die Meßwerte eine lineare Kennlinie
- b) wird das Meßergebnis am Anfang erheblich verfälscht
- c) weichen die Meßwerte unerheblich von der Widerstandsgeraden ab
- d) wird das Meßergebnis nach der Umschaltung erheblich verfälscht
-

zu 14.

- Das Meßinstrument hat beim Meßbereich 0—10 V einen  $R_{iV_m} = 50 \text{ k}\Omega$  (vgl. hierzu die linke Abbildung), beim Meßbereich 0—100 V einen  $R_{iV_m} = 500 \text{ k}\Omega$  (vgl. hierzu die rechte Abbildung).
- 
- 
- 

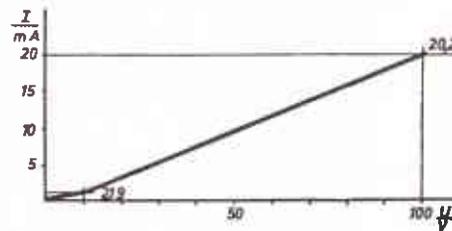


Der Strom wird im wesentlichen durch das Meßobjekt bestimmt. Im Meßbereich 0—10 V beträgt der Außenwiderstand  $R_{a1}$ :

$$R_{a1} = \frac{R_{\text{Meßobjekt}} \cdot R_{iV_m}}{R_{\text{Meßobjekt}} + R_{iV_m}} = 4,55 \text{ k}\Omega, \quad I_1 = \frac{U_1}{R_{a1}} = \frac{10 \text{ V}}{4,55 \text{ k}\Omega} = \underline{\underline{2,19 \text{ mA}}}$$

$$R_{a2} = 4,95 \text{ k}\Omega, \quad I_2 = \underline{\underline{20,2 \text{ mA}}}$$

Die Widerstandskennlinie ist im unteren Teil um fast 10 % verfälscht, beim Meßbereich 0—100 V nur um 1 %. Die Kennlinie hat bei 10 V einen Knick (vgl. hierzu nebenstehende Abbildung).

**Merke:**

**Wenn man bei Kennlinienaufnahmen den Meßbereich wechselt, kann das sehr leicht zu fehlerhaften Ergebnissen führen.**

15. Strommessungen sind nur dann hinreichend genau, wenn der Zeigerausschlag im ..... Drittel der Skala liegt.

- a) ersten
- b) zweiten
- c) dritten

16. Worauf ist bei der Verwendung eines Ohmmeters zu achten?

- a) auf die Spannungsfreiheit der Meßobjekte
- b) auf die Wahl des richtigen Meßbereichs
- c) auf die Dauer der Messung
- d) auf die richtige Ablesung
- e) auf den Vorwiderstand

17. Wenn bei einem stromrichtungsempfindlichen Bauelement, z.B. Diode, der Widerstand in Durchlaßrichtung mit einem Vielfachmeßinstrument gemessen werden soll,

- a) muß die  $\oplus$ -Meßschnur des Meßinstruments an die Kathode gelegt werden
- b) muß die  $\ominus$ -Meßschnur des Meßinstruments an die Kathode gelegt werden
- c) spielt die Polarität der Anschlüsse keine Rolle

## zu 15. Merke:

- Strom- und Spannungsmessungen sind nur dann hinreichend genau, wenn die Anzeige im letzten (dritten) Drittel der Skala liegt.

Der Anzeigefehler bleibt für den gesamten Skalenbereich gleich groß und wirkt sich daher am Skalenanfang stärker aus als am Skalende. Bei Vielfachmeßinstrumenten muß aus diesem Grunde der kleinstmögliche Meßbereich gewählt werden.

## zu 16. Merke:

- Die Meßobjekte müssen strom- und spannungsfrei sein, weil es sonst zur Überlagerung von Spannungen kommt. Diese führen zu verkehrten Meßergebnissen und u.U. zur Beschädigung des Meßinstruments.

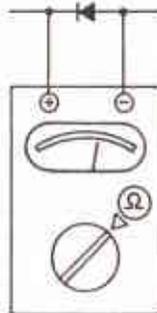
Der Innenwiderstand der eingebauten Spannungsquelle steigt bei längerer Benutzung sehr schnell, so daß dadurch die Klemmenspannung sinkt und ohne erneute Eichung eine Verfälschung des Meßergebnisses eintritt. Die Messung ist nur dann hinreichend genau, wenn der Meßwert in der Skalenmitte abgelesen werden kann.

Vorsicht bei Verwendung von Ohmmetern mit hoher Meßspannung (10—20 V) zur Messung an Halbleiterbauelementen! Ohne Schutzwiderstand können die Halbleiterbauelemente zerstört werden.

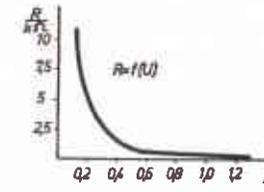
## zu 17. Merke:

- Bei Widerstandsmessungen an stromrichtungsempfindlichen Halbleiterbauelementen mit einem Vielfachinstrument ist auf die Polaritäten der Anschlüsse zu achten, um Durchlaß- und Sperrichtung zu unterscheiden.

An der  $\oplus$ -Buchse des Vielfachmeßinstruments liegt der  $\ominus$ -Pol der eingebauten Batterie und an der  $\ominus$ -Buchse der  $\oplus$ -Pol (vgl. hierzu die nebenstehende Abbildung).



18. Bei der Aufnahme einer Widerstandskennlinie einer Diode nach folgender Abbildung ist zu beachten, daß



- a) die Meßspannung den für die Diode zulässigen Wert nicht überschreitet
- b) der richtige Meßgerätetyp verwendet wird
- c) beim Erreichen der Diffusionsspannung der Meßbereich des Voltmeters umgeschaltet wird
- d) bei Verwendung eines Vielfachmeßinstruments auf Widerstandsmessung geschaltet wird

19. Wie kann man einen Strom messen, ohne den Stromkreis aufzutrennen?

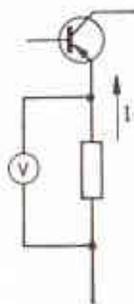
- a) durch eine Messung in einem Stromkreis, der parallel zum Meßobjekt geschaltet wird
- b) durch eine Spannungsmessung an einem in Reihe geschalteten, bekannten Widerstand
- c) durch eine Strommessung in einer Ersatzschaltung

zu 18. **Merke:**

- Bei Dioden ist der Durchlaßwiderstand vor Erreichen der Diffusionsspannung hoch. Beim Erreichen der Schwellspannung sinkt er sofort auf einige  $100 \Omega$  ab und danach rasch weiter bis auf wenige Ohm.
- Bei Messungen ist die Einhaltung der zulässigen Grenzwerte der Diode wichtig.
- 

zu 19.

- In elektronischen Schaltungen ist die Auftrennung von Stromkreisen sehr oft schwierig.
- Merke:** Man bedient sich meistens der indirekten Strommessung. Der Strom wird nach einer Spannungsmessung an einem bekannten Widerstand errechnet (vgl. hierzu die nebenstehende Abbildung).
- 



20. Welchen Einfluß hat das Drehspulinstrument in der folgenden Abbildung auf die Messung des Sprechwechselstroms?



- a) Das Meßinstrument begrenzt den Strom.
- b) Das Meßinstrument verzerrt den Strom.
- c) Das Meßinstrument ist ohne Einfluß.
- d) Das Meßinstrument mißt nur einen Teil des Frequenzspektrums.

21. Welche der folgenden Meßinstrumente sind richtig geschaltet:



22. Ein Oszilloskop kann man vergleichen mit einem

- a) Manometer
- b) Strommesser
- c) Spannungsmesser
- d) Ohmmeter
- e) Frequenzmesser

23. Man verwendet Oszilloskope, weil sie

- a) höhere Spannungen aushalten als andere Meßinstrumente
- b) einfacher gebaut sind als Drehspulinstrumente
- c) Ströme in der Größenordnung von  $\mu A$  messen
- d) fast trägheitslos arbeiten
- e) einen hohen Innenwiderstand besitzen

zu 20.

Die Anzeige eines Drehspulinstruments ist aufgrund seiner Induktivität und Kapazität frequenzabhängig und verfälscht daher die Meßreihe; deswegen mißt es nur Ströme oder Spannungen mit Frequenzen bis 10 kHz hinreichend genau. Außerdem ist es für die Messung von Sprechwechselströmen wegen ihrer Nichtperiodizität ungeeignet. Für die Aufnahme einer Übertragungskennlinie muß jedoch der Sprechwechselstrom mit Hilfe eines Frequenzgenerators nachgeahmt werden. Dabei wird für jede Frequenz periodischer Wechselstrom geliefert.

- 

**Merke:**

**Sprechwechselströme lassen sich nur mit Oszilloskopen genau darstellen und messen.**

zu 21. **Merke:**

**Strommesser werden in Reihe, Spannungsmesser parallel zum Meßobjekt geschaltet (vgl. hierzu nachstehende Abbildung).**

- 

zu 22. **Merke:**

**Ein Oszilloskop ist mit einem Spannungsmesser vergleichbar.**

Der Elektronenstrahl wird durch die Meßspannung horizontal (waagrecht) oder vertikal (senkrecht) abgelenkt. Die Länge einer Periode auf dem Leuchtschirm ist ein Maß für die Frequenz der angelegten Wechselspannung.

- 

zu 23. **Merke:**

**Das Oszilloskop kann schnelle Wechselvorgänge einer Spannung nachbilden, und zwar sowohl Amplitudenänderungen als auch Frequenzänderungen.**

Durch den hohen Innenwiderstand (etwa 11 Megohm) werden die Strom- und Spannungsverhältnisse im Meßstromkreis kaum beeinflusst.

- 

24. Kann man mit einem Oszilloskop Widerstände messen?

- a) ja  
 b) nein  
 c) nur Widerstände, die kleiner sind als  $R_i$  des Oszilloskops  
 d) nur Widerstände, die größer sind als  $R_i$  des Oszilloskops

25. Welchen Nachteil hat die Messung mit einem Oszilloskop?

- a) Die Ablesung ist ungenau.  
 b) Der Eigenverbrauch ist zu hoch.  
 c) Die Anzeige kann nicht dem Betrage nach abgelesen werden.  
 d) Es ist eine zusätzliche Stromquelle erforderlich.

26. Was bedeutet die Zeitablenkung beim Oszilloskop?

- a) eine zeitliche Verzögerung der Strahlablenkung  
 b) Der Elektronenstrahl wird mit der Zeit, d.h. während der Dauer des Meßversuchs, immer weiter abgelenkt.  
 c) eine zeitabhängige Verschiebung des Elektronenstrahls  
 d) eine gleichmäßige, periodisch wiederkehrende Ablenkung des Elektronenstrahls, die den zeitlichen Ablauf einer Spannung darstellen soll

27. Wie hoch ist die Kippfrequenz, wenn das Oszillogramm gerade 1 Periode des technischen 50-Hz-Wechselstroms wiedergibt?

- a) 50 Hz  
 b) 25 Hz  
 c) 100 Hz  
 d) 800 Hz

zu 24.

- Da das Oszilloskop ein Spannungsmesser ist, kann man mit ihm unmittelbar keine Widerstandswerte feststellen.  
 Zur Widerstandsbestimmung müssen Spannung **und Strom** bestimmt werden.

zu 25. **Merke:**

- Ein Oszilloskop hat kaum einen Eigenverbrauch. Der Innenwiderstand ist so hoch, daß der Strom vernachlässigbar klein ist.  
  
 Die Anzeige auf dem Leuchtschirm muß mit Hilfe eines Maßstabs in den Betrag umgerechnet werden. Der Maßstab ist durch die Stellung des Schalters Vertical-Amplitude in V/cm vorgegeben, wobei der Faktor 0,1 oder 1,0 berücksichtigt werden muß.  
 Ein Oszilloskop braucht für die Erzeugung des Elektronenstrahls und die Zeitablenkung eine zusätzliche Stromversorgung aus dem Wechselstromnetz.

zu 26. **Merke:**

- Die Zeitablenkung ist eine gleichmäßige, periodisch wiederkehrende Ablenkung des Elektronenstrahls, die den zeitlichen Ablauf einer Spannung darstellen soll, z.B. die Zeitachse im Liniendiagramm.  
  
  
 Wir tragen ja das zeitliche Nacheinander eines Strom- oder Spannungsablaufs als Strecke ab.

zu 27.

- Der technische Wechselstrom hat die Frequenz 50 Hz. Wird also gerade eine Periode wiedergegeben, so muß der Elektronenstrahl in 1/50 s von links nach rechts über den Leuchtschirm wandern. Die Kippfrequenz beträgt dann ebenfalls 50 Hz.

28. Der Wehneltzylinder in einer Elektronenstrahlröhre dient zur

- a) Einstellung der „Schärfe“ des Elektronenstrahls (Focus)  
 b) Bündelung des Elektronenstrahls  
 c) Regulierung der Bildhöhe (Vertical-Amplitude)  
 d) Beeinflussung der Stärke des Elektronenstrahls (Intensity)

29. Die Elektronenoptik wird mit dem Regler \_\_\_\_\_ gesteuert.

- a) Focus  
 b) Horizontal-Amplitude  
 c) Vertical-Amplitude  
 d) Time Base

30. Warum wird bei der Zeitablenkung eine Sägezahnspannung gebraucht?

- a) weil sie schneller schwingt als eine Wechselspannung  
 b) um eine zeitlich gleichmäßige Strahlablenkung zu erzielen  
 c) weil der Elektronenstrahl waagrecht nicht anders abgelenkt werden kann  
 d) weil der Elektronenstrahl nach jedem Durchlauf wieder in seine Ausgangslage zurückspringen muß

31. Beim Triggern wird die Zeitablenkung ausgelöst durch

- a) das Signal am Horizontal-Input  
 b) das Signal am Vertical-Input  
 c) eine Steuerspannung intern  
 d) den Sägezahnimpuls des Kippgenerators im Oszilloskop

zu 28. **Merke:**

- Der Wehneltzylinder wirkt wie das Gitter einer Elektronenröhre.**
- Die Spannung am Gitter beeinflusst den Elektronenstrom von der Katode zur Anode. Der Wehneltzylinder läßt bei höherer negativer Spannung weniger Elektronen passieren, bei niedrigerer Spannung mehr. Die Anzahl der Elektronen im Elektronenstrahl bestimmt die Helligkeit des Leuchtflecks.
- 

zu 29. **Merke:**

- Der Elektronenstrahl wird durch die Elektronenoptik gebündelt wie ein Lichtstrahl.**
- Alle Lichtstrahlen, die durch eine Linse geworfen werden, kreuzen sich in einem Punkt, dem Brennpunkt. Im Brennpunkt hat der Strahl die kleinste Ausdehnung. Liegt der Brennpunkt des Elektronenstrahls auf dem Leuchtschirm, so hat der Leuchtfleck ebenfalls die kleinste Ausdehnung. Das Oszillogramm wird scharf.
- 

zu 30. **Merke:**

- Die Sägezahnspannung ändert sich gleichmäßig von ihrem negativen Höchstwert auf den positiven.**
- Das bedeutet, in jeder Zeiteinheit nimmt die Spannung um den gleichen Betrag zu. Die Ablenkweite ändert sich linear mit der Zeit.
- Würde der Elektronenstrahl nicht auf den Ausgang zurückspringen, sondern mit der gleichen Ablenkgeschwindigkeit zurücklaufen, so würde eine Wechselspannungskurve beim Rücklauf um  $180^\circ$  versetzt erscheinen.
- 

zu 31.

- Die Triggerschaltung ist eine Auslöseschaltung, die die Zeitablenkung in Abhängigkeit von der Meßspannung so steuert, daß das Diagramm bei einer Wechselspannungsmessung „steht“ und nicht „wandert“. Bei der Einstellung auf automatische Triggerung wird die Zeitablenkung intern ausgelöst.
- 

32. Welcher Regler muß betätigt werden, wenn das Oszillogramm zu weit nach oben „gerutscht“ ist?

- a) X-Position
- b) Horizontal-Amplitude
- c) Time Base
- d) Y-Position
- 

33. Ein zu kleines Oszillogramm kann vergrößert werden durch

- a) die Horizontal-Amplitude
- b) eine höhere Kippfrequenz
- c) die Vertical-Amplitude
- d) Verkleinerung der Spannung am Wehneltzylinder
- 

34. Der Unterschied einer Messung mit Zeigerinstrumenten gegenüber einer Messung mit Oszilloskopen besteht in

- a) einer mechanischen, statt einer elektrischen Anzeige
- b) der fehlenden Beeinflussung der Messung durch den viel höheren  $R_i$  der Oszilloskope
- c) der unmittelbaren Anzeige, statt auf dem Umweg über magnetische und mechanische Kräfte
- d) der verlustfreien Messung bei Oszilloskopen
-

zu 32. **Merke:**

- 

Die senkrechte Ablenkung heißt bei der Elektronenstrahlröhre **Y-Ablenkung**.

Die Achsen des Oszillogramms haben die gleichen Bezeichnungen wie die Achsen eines Diagramms in der Mathematik. Ist also das Bild aus der Mitte nach oben verschoben, so wird es durch die Betätigung des Reglers Y-Position wieder auf die X-Achse zentriert.

zu 33. **Merke:**

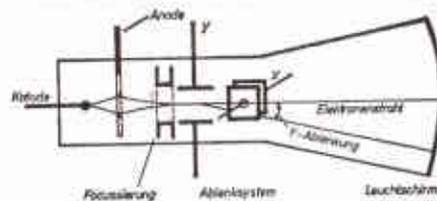
- 

Die Ausdehnung des Oszillogramms läßt sich in seiner Höhe durch den Schalter **Vertical-Amplitude** begrenzen oder ausweiten, in seiner Breite durch den Regler **Horizontal-Amplitude**.

zu 34.

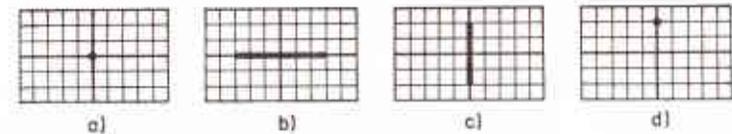
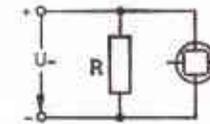
- 

Der nahezu trägheitslose Elektronenstrahl wird unmittelbar von der Meßspannung beeinflusst. Alle verlustbehafteten und träge arbeitenden Übersetzungen vom elektrischen Vorgang in die optische Anzeige entfallen (vgl. hierzu die folgende Abbildung).



35. Welches Oszillogramm entsteht, wenn die nachstehende Messung durchgeführt wird, wobei die Zeitablenkung gleich Null ist (Schalter Time Base auf Extern)?

- a)  
 b)  
 c)  
 d)



36. Worin unterscheiden sich die Anoden einer Elektronenröhre und einer Elektronenstrahlröhre?

- a) Bei einer Elektronenröhre soll die Anode die Elektronen auffangen, bei einer Elektronenstrahlröhre soll die Anode die Elektronen nur beschleunigen, aber dann durchlassen.
- b) Über die Anode einer Elektronenröhre fließt der gesamte Elektronenstrom, über die Anode der Elektronenstrahlröhre fließt praktisch kein Strom.
- c) Die Aufgaben der Anoden bei Elektronenröhren und Elektronenstrahlröhren unterscheiden sich nicht.
- d) Bei einer Elektronenröhre soll die Anode die Elektronen anziehen, bei einer Elektronenstrahlröhre abstoßen.

zu 35.

- Es entsteht nur ein vertikal abgelenkter Punkt. Bei der Schalterstellung Time Base auf Extern ist in der angegebenen Schaltung die Zeitablenkung gleich Null.

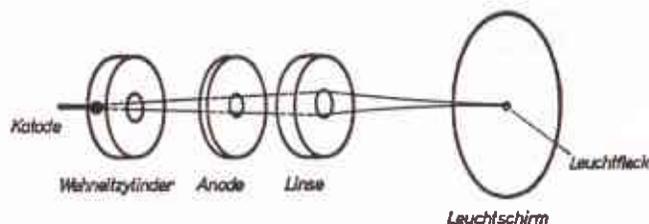


zu 36.

- Bei einer Elektronenröhre fließt der Elektronenstrom zwischen Katode und Anode. Bei der Elektronenstrahlröhre soll der Elektronenstrahl durch die Anode nur beschleunigt werden.

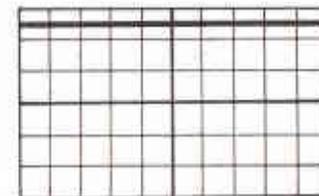
**Merke:**

Die beschleunigten Elektronen schießen durch die Öffnung der Anode hindurch und können auf dem weiteren Weg elektrostatisch und magnetisch beeinflusst werden (vgl. hierzu nachstehende Abbildung).

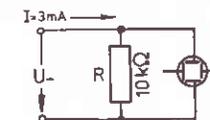


37. Die Gleichspannung in nachstehendem Oszillogramm beträgt \_\_\_\_\_, wenn der Schalter Vertical-Amplitude die angegebene Stellung hat und Y-Position zuvor ohne Meßspannung auf Null eingeregelt wurde.

- a) 12,5 V  
 b) 25,0 V  
 c) 27,5 V  
 d) 5,5 V



38. Sie wollen eine Gleichspannung nach folgender Schaltung messen und sehen kein Oszillogramm, obwohl das Oszilloskop eingeschaltet ist und vor der Messung die Zeitablenkung zu sehen war. Woran kann das liegen?



- a) Die Zeitablenkung ist mit einer zu großen Kippfrequenz eingestellt.  
 b) Der Schalter Vertical-Amplitude ist auf einen zu kleinen Wert eingestellt.  
 c) Der Schalter Vertical-Amplitude ist auf einen zu großen Wert eingestellt.  
 d) Die Y-Position ist zu hoch eingestellt.

39. Sie messen bei einer sinusförmigen Wechselspannung mit Hilfe des Rasters am Oszilloskop 15 V Spitze-Spitze. Der Schalter Vertical-Amplitude steht auf  $AK = 5 \text{ V/cm}$ . Wo liegt im Oszillogramm der errechnete Effektivwert?

- a) bei der errechneten Linie von rund 1 cm  $\oplus$   
 b) Der Effektivwert ist im Oszillogramm nicht abzulesen.  
 c) Der Effektivwert liegt oberhalb der Sinuskurve.  
 d) bei der errechneten Linie von rund 1 cm  $\ominus$

zu 37.

- Die Spannung beträgt 12,5 V, denn der Elektronenstrahl schreibt einen Strich 2½ cm oberhalb der 0-Linie des Rasters. Das sind bei einem Maßstab von 5 V/cm

$$U = C \cdot AK$$

$$= 2,5 \text{ cm} \cdot \frac{5 \text{ V}}{\text{cm}}$$

$$U = 12,5 \text{ V}$$

zu 38.

- Von den angegebenen Fehlermöglichkeiten können zwei zutreffen. Sie können auf einer falschen Einstellung des Reglers Vertikal-Amplitude und der Y-Position beruhen.
- Wird der Regler Vertikal-Amplitude z.B. auf 1 V/cm eingestellt, so liegt das Oszillogramm bei 30 V Meßspannung weit außerhalb des Leuchtschirms. Liegt die Y-Position von vornherein zu hoch, so verschwindet das Oszillogramm ebenfalls.

zu 39.

- Maximalspannung  $U_{\max}$  beträgt  $7,5 \text{ V} = \frac{1}{2} U_{\text{eff}}$ .
- Der Effektivwert beträgt
- $$U_{\text{eff}} = 0,707 U_{\max}$$
- $$= 0,707 \cdot 7,5 \text{ V}$$
- $U_{\text{eff}} = 5,3 \text{ V}$

Bei einer Einstellung von  $AK = 5 \text{ V/cm}$  entspricht das einer Linie von etwa 1 cm oberhalb und unterhalb der Null-Linie.

40. Welches Oszillogramm entsteht, wenn am X-Eingang und am Y-Eingang 50 Hz liegen? Beide Ablenkspannungen sollen gleich große Amplituden haben und keine Phasenverschiebung aufweisen.

- a) Die beiden Ablenkungen heben sich auf, es bleibt ein Punkt.
- b) Es entsteht eine Sinuskurve, weil die Kippschwingung in der Zeitachse nur durch eine sinusförmige Ablenkung ersetzt wurde.
- c) Es entsteht eine Diagonale.
- d) Es entsteht ein Kreis.

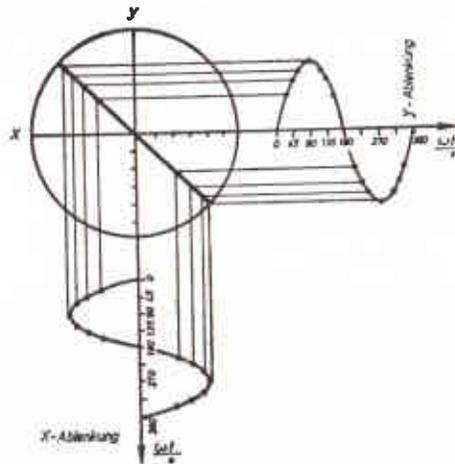
41. Sie wollen bei einem Tonfrequenzgenerator die eingestellte Frequenz von 800 Hz mit dem Oszilloskop überprüfen. Der Schalter Time Base ist auf 3 ms/cm eingestellt. Auf dem Leuchtschirm muß eine Periode dann eine Länge von ..... haben.

- a) 12,5 cm
- b) 4,16 cm
- c) 1,05 cm
- d) 0,35 cm

zu 40. Merke:

Auf dem Leuchtschirm entsteht eine Diagonale, wenn sich die Spannungen am X- und Y-Eingang gleichphasig um gleiche Beträge ändern.

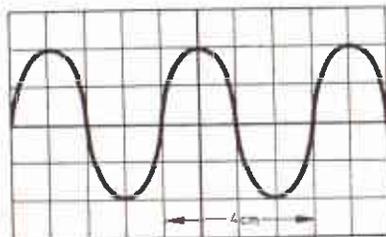
Wird der Elektronenstrahl von 2 Sinusschwingungen gleichmäßig abgelenkt, so läßt sich der Weg, den er beschreibt, nach dem folgenden Diagramm bestimmen.

zu 41.

Der Schalter Time Base gibt mit der Einstellung der Kippfrequenz den Zeitmaßstab an. Die Länge einer Periode beträgt bei 800 Hz und einer Zeitbasis  $t_B$  von 3 ms/cm



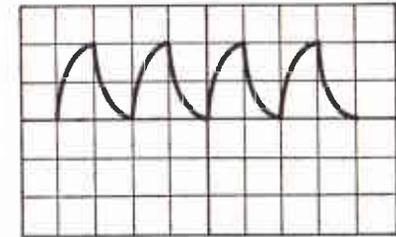
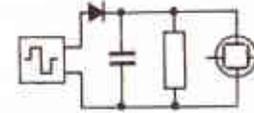


$$l = T \cdot \frac{1}{t_B}$$

$$= \frac{1}{800} \text{ s} \cdot \frac{1}{3 \cdot 10^{-3} \text{ s/cm}}$$

$$l = 4,16 \text{ cm}$$

42. Sie wollen mit Hilfe eines elektronischen Schalters die Lade- und Entladekurve eines Kondensators oszillografieren (nach folgender Schaltung) und bekommen das nachstehende Oszillogramm.



Um den Kurvenverlauf deutlicher herauszuheben, soll das Oszillogramm horizontal gedehnt werden. Sie verändern dazu die Stellung des Schalters

- a) Vertical-Amplitude
- b) Niveau
- c) Time Base
- d) X-Position

43. Die Frequenzbestimmung mit Hilfe eines Oszilloskops kann verfälscht werden durch eine

- a) Dehnung der Zeitablenkung über das Raster hinaus
- b) Erhöhung der Vertikalablenkung
- c) Verstärkung der Helligkeit
- d) Umschaltung der Synchronisation von  $\oplus$  nach  $\ominus$
- e) zu große Kippfrequenz

zu 42.

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

Die Flanke der Lade- und Entladekurven des Kondensators verläuft flacher, wenn die Zeitbasis gedehnt wird, d.h. der Elektronenstrahl schneller über den Leuchtschirm läuft. Dazu wird der Schalter Time Base auf eine höhere Ablenkgeschwindigkeit eingestellt.

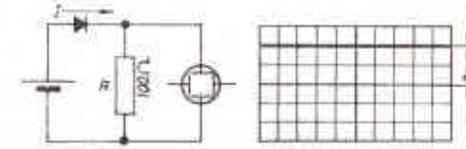
zu 43. Merke:

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

**Vor der Frequenzmessung muß die Zeitachse mit Hilfe des Reglers Horizontal-Amplitude auf die Rasterbreite begrenzt werden.**

Die Maßstabsangaben für die Zeitablenkung gelten nur unter der Bedingung, daß der Elektronenstrahl zuvor auf die Rasterbreite eingestellt wurde. Reicht er über das Raster hinaus, so muß er in der gleichen Zeit eine größere Strecke durchlaufen, d.h., der Maßstab verkleinert sich, z.B. von 30  $\mu\text{s}/\text{cm}$  auf 10  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Die ermittelte Frequenz erscheint dann zu groß. Die Einstellung geschieht mit Hilfe der Regler Horizontal-Amplitude und Vernier für die Kippfrequenz, die sich in der markierten Ruhelage befinden müssen.

44. Die folgende Abbildung zeigt die Meßschaltung und das Oszillogramm einer Strommessung.

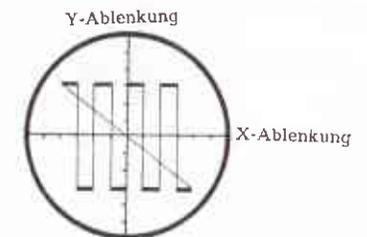


Der Elektronenstrahl wurde ohne Meßspannung auf Horizontal-Null eingestellt. Der Schalter für die Y-Verstärkung steht auf  $v = 1$ , der Schalter Vertical-Amplitude auf 0,3 V/cm. Wie groß ist der fließende Strom?

- 
- a) 60 mA
- 
- 
- b) 120 mA
- 
- 
- c) 0,6 A
- 
- 
- d) 6 mA

45. Das Oszillogramm in der folgenden Abbildung zeigt

- 
- a) eine Rechteckspannung
- 
- 
- b) die Wechselspannung eines elektronischen Schalters
- 
- 
- c) eine unterbrochene Kippschwingung an einem Zweistrahl-oszilloskop
- 
- 
- d) Spannungsabfälle an einer Reihenschaltung von Widerständen



zu 44. Merke:

- Es handelt sich um eine indirekte Strommessung, also eigentlich um eine Spannungsmessung an einem bekannten Widerstand.

Die Vertikalablenkung beträgt 2 cm. Das entspricht bei dem eingestellten Maßstab von 0,3 V/cm und  $v = 1$  einer Spannung von

$$U = 1 \cdot AK \cdot v$$

$$= 2 \text{ cm} \cdot 0,3 \text{ V/cm} \cdot 1$$

$U = 0,6 \text{ V}$  und einem Strom der Stärke

$$I = \frac{U}{R}$$

$$= \frac{0,6 \text{ V}}{100 \Omega}$$

$$I = \underline{\underline{0,006 \text{ A}}}$$

zu 45.

- Auch ein elektronischer Schalter erzeugt mit Hilfe eines Multivibrators (vgl. hierzu Abschnitt 8) eine Rechteckspannung, die in der Amplitude beeinflusst werden kann.
- Im Oszillogramm lenkt die Rechteckspannung den Elektronenstrahl jeweils positiv und negativ ab.

## Zu Abschnitt 2

### Halbleiter

1. Halbleiter unterscheiden sich von metallischen Leitern durch

- a) ihr Temperaturverhalten
- b) ihren Widerstand
- c) ihren kristallinen Aufbau
- d) ihre Oberfläche

2. Störstellen sind

- a) Schlackeneinschlüsse in reinem Halbleitermaterial
- b) Fremdatome, mit denen reines Halbleitermaterial absichtlich verunreinigt wird
- c) Verunreinigungen von Elektrolytkupfer, die die Leitfähigkeit herabsetzen
- d) schlechte Kontaktstellen an Halbleiter-Bauelementen

3. In welchem Bereich liegt die Leitfähigkeit von reinem Halbleitermaterial bei Raumtemperatur?

- a) Sie entspricht der Größenordnung von Metallen.
- b) Sie liegt zwischen der von Metallen und Isolatoren.
- c) Sie entspricht der Größenordnung von Isolatoren.
- d) Sie entspricht der Größenordnung von Metallegierungen (Widerstandsdraht).

zu 1. Merke:

**Reine Halbleiter sind Heißeiter, reine Metalle sind dagegen Kalleiter.**

Die Halbleiter liegen zwar mit ihrem spezifischen Widerstand zwischen den Werten für Leiter und Nichtleiter, aber die Grenzen sind fließend, so daß das Temperaturverhalten die Halbleiter eindeutiger von den guten Leitern unterscheidet.

Gute Leiter, also Metalle, zeigen ebenso einen kristallinen Aufbau wie Halbleiter, was man leicht an den Bruchflächen erkennen kann. Metallkristalle und Halbleiterkristalle unterscheiden sich nur durch die Bindungsform der Atome im Kristallgitter. In der Oberflächenbeschaffenheit haben Metalle und Halbleiter sogar die größte Ähnlichkeit, eben durch die glänzende Oberfläche.

zu 2. Merke:

**Störstellen sind gewollte und durch Legierung herbeigeführte „Verunreinigungen“ von reinem Halbleitermaterial mit Fremdatomen anderer Halbleiter- oder Leiterwerkstoffe.**

Man unterscheidet daher Eigen- und Störstellenleitung.

zu 3. Merke:

**Die Leitfähigkeit (Eigenleitung bei Raumtemperatur) der Halbleiter liegt zwischen der von guten Leitern und Nichtleitern.**

4. Die Ladungsträger in dotierten Halbleiterwerkstoffen heißen

- a) Ionen
- b) Elektronenpaare
- c) Störstellen
- d) Kristalle

5. Was geschieht, wenn man an einen P-Leiter eine Spannung legt?

- a) Er leitet.
- b) Er sperrt.
- c) Sein Widerstand vermindert sich.
- d) Sein Widerstand erhöht sich.

6. Die Leitfähigkeit der Halbleiter beruht auf

- a) der Unordnung im Kristallaufbau
- b) der Energiezufuhr
- c) den Wärmeschwingungen im Kristallgitter
- d) dem ungestörten Kristallaufbau

zu 4. **Merke:**

- Im Halbleiterwerkstoff treten die Störstellen als Ladungsträger auf.
- Bei P-Leitern fehlt dem Fremdatom in der Störstelle ein Elektron zur Elektronenpaarbindung mit dem Nachbaratom. Beim N-Leiter ist in der Störstelle ein Elektron zuviel vorhanden. Die Störstellen im **P-Leiter** können als **bewegliche positive Ladungen** angesehen werden. Man nennt sie **Löcher**. Im **N-Leiter** sind **negativ geladene Elektronen** die Ladungsträger.

zu 5. **Merke:**

- Ein einzelner dotierter Halbleiterwerkstoff ist **stromrichtungsunempfindlich, d.h., er leitet bei einer angelegten Spannung in beiden Richtungen gleich gut.**
- 
- 
- 

zu 6.

- Die elektrische Leitfähigkeit in festen Stoffen wird durch freie Elektronen bewirkt. Diese sind in Metallen wegen der geringeren Bindungskräfte der Atomkerne immer in großer Zahl vorhanden ( $10^{28} \text{e}^-/\text{cm}^3$  Leiterwerkstoff). Bei Nichtmetallen führen die Bindungskräfte der Atomkerne zur gegenseitigen Bindung der Elektronen durch die noch freien Plätze auf Elektronenschalen. Das Ergebnis ist ein regelmäßiger Aufbau der Stoffe in Kristallen. Je zwei Elektronen benachbarter Atome vereinigen sich zur festen Elektronenpaarbindung, die nur durch Energiezufuhr, z.B. durch Wärme, gelockert werden kann.

7. Halbleitende Stoffe kann man durch \_\_\_\_\_ leitend machen.

- a) Erwärmen
- b) Abkühlen
- c) Legieren mit einem Leiterwerkstoff
- d) Legieren mit einem Halbleiterwerkstoff

8. Worauf beruht die Stromrichtungsempfindlichkeit eines mit Indium dotierten Germaniumkristalls?

- a) auf seinen Halbleitereigenschaften
- b) Ein einheitlich dotierter Halbleiterwerkstoff ist nicht stromrichtungsempfindlich.
- c) auf dem richtigen Anschluß der Spannungsquelle
- d) auf der Verunreinigung durch die Indiumatome
- e) auf der Höhe der angelegten Spannung

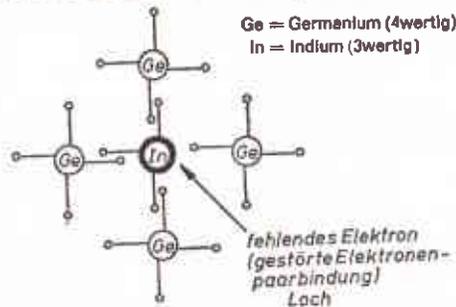
zu 7.

- 
- 
- 
- 

Für die technische Ausnutzung der Halbleiter ist die Legierung mit halbleitenden Stoffen oder Leitern anderer Wertigkeit von Bedeutung. Die mit einem geringen Zusatz dotierten Halbleiterwerkstoffe bekommen dann im Kristallaufbau sozusagen „freie Arme“ (vgl. hierzu die folgende Abbildung). Diese freien Valenzen sind je nach Dotierungswerkstoff positiv oder negativ, sie nehmen durch eine angelegte Spannung Elektronen auf oder geben sie ab.

**Merke:**

**Technische Halbleiter leiten im normalen Temperaturbereich (Raumtemperatur  $+20\text{ °C} \pm 20\text{ °C}$ ) vorwiegend aufgrund der Dotierung mit Leitern oder Halbleitern anderer Valenz.**



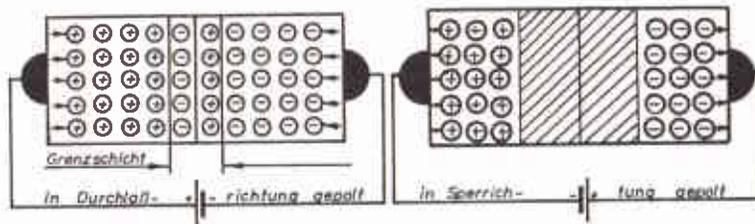
zu 8.

- 
- 
- 
- 
- 

Beim dotierten Halbleiter unterscheidet man Eigenleitung und Störstellenleitung. Die Eigenleitung soll möglichst gering sein, die Störstellenleitung dagegen möglichst groß. Eine Stromrichtungsempfindlichkeit tritt bei einem einzelnen Störstellenleiter nicht auf.

**Merke:**

**Die Stromrichtungsempfindlichkeit entsteht erst an der Grenze zwischen einem P- und einem N-Leiter, dem PN-Übergang (vgl. hierzu nachstehende Abbildung).**



9. Lässt sich eine Germaniumdiode AA 132 (Kennwerte siehe nachstehend) mit einem Vorwiderstand von 400 Ohm an 20 V Versorgungsspannung betreiben?

Typ	Anwendung	Grenzdaten			Kenndaten	
		$P_{Vmax}$ mW	$U_R$ V	$I_F$ mA	$U_F$ bei $I_F$ V	$I_F$ mA
AA 132	Ge-Universaldiode	135	100	50	1,35	10

- a) Die Diode lässt sich weder mit noch ohne Vorwiderstand an 20 V betreiben.
- b) Die Diode lässt sich nur dann an 20 V betreiben, wenn ein Parallelwiderstand den größten Teil des Stroms übernimmt.
- c) Die Diode hält die Belastung aus, wenn durch den Vorwiderstand die Leistungsaufnahme der Diode auf den zulässigen Höchstwert begrenzt wird.
- d) Die Diode lässt sich ohne Vorwiderstand an 20 V betreiben.

10. Die Diode unter 9. wird mit einem Widerstand von 400  $\Omega$  in Reihe an 20 V geschaltet. Führt eine Verminderung des Diodenwiderstands infolge Erwärmung zu einer unzulässigen Erhöhung der Verlustleistung?

- a) Eine Widerstandsverminderung führt zur Zerstörung des PN-Übergangs.
- b) Die Verlustleistung nimmt aufgrund der Widerstandsverminderung ab.
- c) Die Verlustleistung erhöht sich nur unwesentlich.

zu 9.

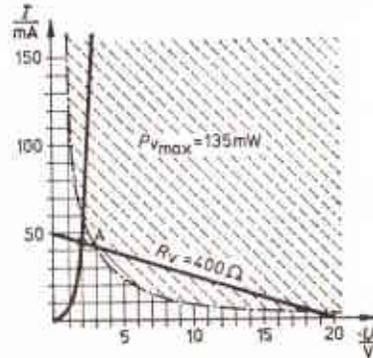
Aufgrund der Kenndaten kann das Spannungs-Strom-Diagramm gezeichnet werden. Mit Hilfe der Leistungshyperbel ist eine Kontrolle der Verlustleistung möglich (vgl. hierzu nachstehende Abbildung).

Die Durchlaßkurve der Diode stellt auch eine Spannungs-Strom-Kennlinie (Widerstandskennlinie) dar. Diese schneidet sich im Diagramm mit der Kennlinie des Vorwiderstands im Arbeitspunkt A 45 mA. Dann ist die Verlustleistung der Diode:  $P = U \cdot I = 2,2 \text{ V} \cdot 0,045 \text{ A} = 0,099 \text{ W}$ . Die zulässige Verlustleistung wird noch nicht erreicht.

- 
- 
- 
- 

**Merke:**

**PN-Übergänge von Halbleiter-Bauelementen können aufgrund der Erwärmung durch die Verlustleistung leicht zerstört werden. Der Wert des Schutz- oder Vorschaltwiderstands soll so groß sein, daß die zulässige Verlustleistung nicht überschritten werden kann.**



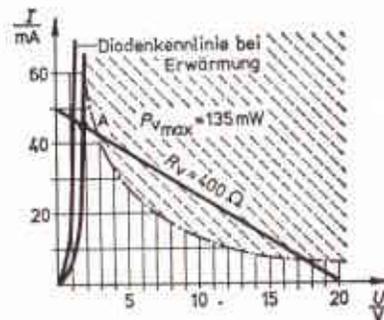
zu 10.

- 
- 
- 

Aufgrund der Widerstandsverminderung nimmt die Verlustleistung sogar ab, und die Diode wird nicht gefährdet.

**Merke:**

**Ist der Vorwiderstand mindestens so groß wie der Widerstand der Diode, so tritt keine unzulässige Erwärmung auf.**



11. Ein NTC-Widerstand besteht aus

- a) einem P-Leiter
- b) einem N-Leiter
- c) reinem Halbleiterstoff
- d) Leichtmetalloxiden

12. Mit welchem Vorzeichen muß der Temperaturbeiwert  $\alpha$  eines Heißleiters in die Temperaturformel eingesetzt werden?

- a) mit positivem Vorzeichen
- b) mit negativem Vorzeichen
- c) ohne Vorzeichen

13. \_\_\_\_\_ zeigt ein ähnliches Temperaturverhalten wie ein Heißleiter.

- a) Kupfer
- b) Kohle
- c) Porzellan
- d) Germanium

14. Ein Drahtwiderstand und ein Heißleiter haben

- a) das gleiche Temperaturverhalten
- b) die gleiche Richtungsempfindlichkeit
- c) die gleiche Richtungsunempfindlichkeit
- d) die gleichen Einsatzmöglichkeiten

15. Wie heißen die beiden Anschlüsse eines Heißleiters?

- a) Pole
- b) Katode und Anode
- c) Potentiale
- d) Sie haben keine besondere Bezeichnung.

zu 11. **Merke:**

- Ein NTC-Widerstand besteht nicht aus einem Halbleiterwerkstoff, sondern aus dem Oxid eines Leichtmetalls, z.B. Magnesiumoxid.

zu 12. **Merke:**

- Der Temperaturbeiwert  $\alpha$  eines Heißleiters muß mit negativem Vorzeichen in die Temperaturformel eingesetzt werden:  $R_t = R_{20} (1 + \alpha \Delta t)$ .  
  
 Durch das negative Vorzeichen wird die Widerstandsänderung negativ und damit der Gesamtwiderstand bei steigender Temperatur kleiner.

zu 13.

- Kohle und Germanium sind ebenfalls Heißleiter.

zu 14.

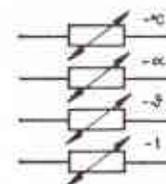
- Ein Heißleiter ist ja kein Halbleiterbauelement, er rechnet nur dazu, weil er das gleiche Temperaturverhalten zeigt. Er ist daher genauso richtungsunempfindlich wie ein Drahtwiderstand, zeigt aber zu diesem ein entgegengesetztes Temperaturverhalten.

zu 15.

- Da es sich um ein richtungsunempfindliches Bauelement handelt, haben die Anschlüsse keine besondere Bezeichnung.

16. Welches der dargestellten Schaltzeichen gilt für einen NTC-Widerstand?

- a)  
 b)  
 c)  
 d)

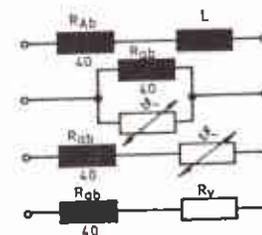


17. Ein typischer Kennwert eines Heißleiters ist

- a) der Warmwiderstand  
 b) der Verlustfaktor  
 c) der Phasenwinkel  
 d) die Leitfähigkeit

18. Die Vertikalablenkspulen aus Kupferdraht an der Bildröhre eines Fernsehgeräts haben bei 20 °C einen Widerstand von 40 Ω. Während des Betriebs erwärmen sie sich auf 50 °C. Um die Stromabnahme (Schrumpfen der Bildhöhe) infolge Widerstandserhöhung auszugleichen, eignet sich nachstehende Schaltung unter

- a)  
 b)  
 c)  
 d)



zu 16. Merke:

- Das z.Z. noch überwiegend gebräuchliche Schaltzeichen für den Heißleiter besteht aus dem Widerstandssymbol (selbsttätig regelbar) mit dem Zusatz „-θ“.

zu 17.

- Von den typischen Kennwerten des Heißleiters: Kaltwiderstand, Warmwiderstand, Temperaturbeiwert, Verlustleistung und Höchsttemperatur war der zweite Begriff in den Auswahlantworten genannt.

zu 18.

- Man schaltet einen NTC-Widerstand in Reihe zu den Spulen (vgl. hierzu nachstehende Schaltung). Bei der Temperaturzunahme von 20 °C auf 50 °C erhöht sich der Widerstand der Kupferdrahtspulen um

$$\Delta R = R_{20} \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

$$\Delta R = 40 \, \Omega \cdot 0,004 \frac{1}{\text{grad}} \cdot 30 \text{ grad} = \underline{\underline{4,8 \, \Omega}}$$

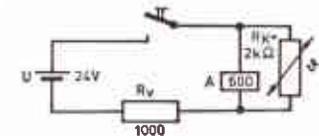
- Der NTC-Widerstand muß also bei der gleichen Temperaturänderung seinen Wert um 4,8 Ω verringern. Das trifft für NTC-Widerstände mit  $R_{20} \approx 10 \, \Omega$  zu. (Die Betriebsspannung muß natürlich um den am NTC-Widerstand auftretenden Spannungsverlust höher sein.)



19. In welcher Potenz bewegt sich der Warmwiderstand eines Heißleiters (bei der zulässigen Grenztemperatur), wenn der Kaltwiderstand mit  $10^3 \, \Omega$  angegeben wird?

- a)  $10^6 \, \Omega$   
 b)  $10^4 \, \Omega$   
 c)  $10^2 \, \Omega$   
 d)  $10 \, \Omega$

20. Was geschieht nach dem Einschalten, wenn ein Heißleiter parallel zu einem Relais liegt (vgl. hierzu nachstehende Schaltung).



- a) Das Relais zieht verzögert an.  
 b) Das Relais zieht ohne Verzögerung an.  
 c) Das Relais fällt ab.  
 d) Der Heißleiter ist ohne Auswirkung auf das Schaltverhalten des Relais.

zu 19.

- Das Verhältnis Kaltwiderstand zu Warmwiderstand beträgt etwa bis 100 : 1. Liegt also der Warmwiderstand in der Größenordnung von  $10^3 \Omega$ , so kann der Warmwiderstand zwei Zehnerpotenzen kleiner sein, mithin bei  $10 \Omega$  liegen.
- 

zu 20.

- Der Heißleiter mit den angegebenen Werten, der zum Relais parallelgeschaltet wird, beeinflusst zwar den Einschaltvorgang nicht, bringt es aber nach seiner Erwärmung zum Abfallen. Die Widerstandsverminderung des Heißleiters auf 1/100 seines Kaltwiderstands  $R_{HK}$  verschiebt die Stromaufteilung am A-Relais von
- 

$$\frac{I_A}{I_{HK}} = \frac{R_{HK}}{R_A} = \frac{2000 \Omega}{600 \Omega} = \frac{20}{6} \quad \text{auf} \quad \frac{I_A}{I_{HW}} = \frac{R_{HW}}{R_A} = \frac{20}{600 \Omega} = \frac{0,2}{6}$$

$$I_k = \frac{U}{R_k} = \frac{U}{\frac{R_A + R_{HK}}{R_A \cdot R_{HK}} + R_v} = \frac{24 \text{ V}}{\frac{600 \Omega \cdot 2000 \Omega}{600 \Omega + 2000 \Omega} + 1000 \Omega}$$

$$I_k = \underline{\underline{16,4 \text{ mA}}}$$

$$I_w = \frac{U}{R_w} = \frac{U}{\frac{R_A \cdot R_{HW}}{R_A + R_{HW}} + R_v} = \frac{24 \text{ V}}{\frac{600 \Omega \cdot 20 \Omega}{600 \Omega + 20 \Omega} + 1000 \Omega}$$

$$I_w = \underline{\underline{23,6 \text{ mA}}}$$

$$I_{Ak} = R_{HK} \cdot \frac{I_{Aw}}{R_{HW} \cdot R_A} = 2000 \Omega \cdot \frac{16,4 \text{ mA}}{2600 \Omega} = \underline{\underline{12,6 \text{ mA}}}$$

$$I_{Aw} = R_{HW} \cdot \frac{I_w}{R_{HW} \cdot R_A} = 20 \Omega \cdot \frac{23,6 \text{ mA}}{620 \Omega} = \underline{\underline{0,76 \text{ mA}}}$$

21. Eine Temperaturmessung mit Thermistoren unterscheidet sich von der mit Thermoelementen

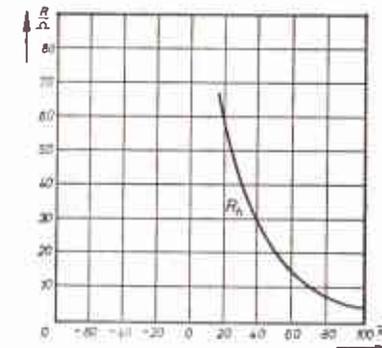
- a) in der Genauigkeit der Messung  
 b) im Temperaturbereich  
 c) in der mechanischen Empfindlichkeit der Bauelemente  
 d) in der Notwendigkeit einer Stromquelle beim Thermistor

22. Wie kann die Temperatur eines NTC-Widerstands und des zu schützenden Halbleiter-Bauelements gleich eingestellt werden?

- a) indem sie auf ein gemeinsames Kühlblech montiert werden  
 b) durch Auswahl geeigneter Typen  
 c) durch Maßnahmen, die die Wärmestauung von vornherein verhindern, z.B. durch Belüftung

23. Wie läßt sich ein NTC-Widerstand nach dem folgenden Diagramm so einstellen, daß die durch eine Temperaturänderung von  $\Delta \theta = 80^\circ \text{C}$  hervorgerufene Widerstandsänderung nicht größer als 1 : 7,5 wird?

- a) durch Vorschalten eines entgegengesetzt wirkenden Widerstands (Kaltleiter)  
 b) durch Montage des NTC-Widerstands auf eine genügend große Kühlfläche  
 c) durch Parallelschalten eines Widerstands



zu 21. **Merke:**

- Thermoelemente erzeugen Spannungen beim Erhitzen der Verbindungsstelle zweier verschiedener Metalle. Thermistoren sind Widerstände aus Metalloxiden, die ihren Widerstand bei Temperaturänderung verkleinern oder vergrößern.

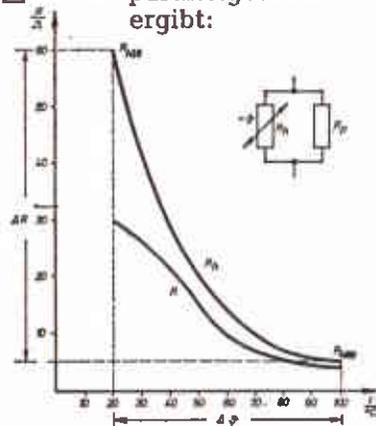
Da aber Thermistoren zu den passiven Bauelementen gehören, ist zu ihrem Betrieb immer eine besondere Stromquelle erforderlich.

zu 22.

- Durch Montage auf ein gemeinsames Kühlblech erhalten beide Bauelemente die annähernd gleiche Temperatur. Damit ist nicht nur die Umgebungstemperatur des zu schützenden oder zu stabilisierenden Halbleiter-Bauelements berücksichtigt, sondern auch die Verlustwärme.

zu 23.

- Nach der Temperaturkennlinie beträgt das Verhältnis des Kaltwiderstands zum Warmwiderstand  $60 \Omega : 5 \Omega = 12 : 1$  (vgl. hierzu nachstehende Abbildung). Wenn das Verhältnis auf  $7,5 : 1$  reduziert werden soll, muß ein Widerstand parallelgeschaltet werden, der sich aus folgender Rechnung ergibt:



$$\frac{R_{\text{kalt}}}{R_{\text{warm}}} = \frac{R_{h20} \cdot R_p}{R_{h20} + R_p} = \frac{7,5}{1}$$

$$R_p = \frac{R_{h20} : R_{h100} \cdot 6,5}{R_{h20} - R_{h100} \cdot 7,5}$$

$$= \frac{60 \Omega \cdot 5 \Omega \cdot 6,5}{60 \Omega - 5 \Omega \cdot 7,5}$$

$$R_p = \underline{\underline{86,6 \Omega}}$$

24. Ein PTC-Widerstand unterscheidet sich von anderen Heißeleitern durch

- a) das Vorzeichen des Temperaturbeiwerts  
 b) die langsamere Erwärmung  
 c) die Größe des Temperaturbeiwerts  
 d) seine Wirkungsweise

25. Für einen PTC-Widerstand gilt als Temperaturbeiwert  $\alpha =$ 

- a)  $+ 0,1 \text{ 1/grad}$   
 b)  $- 0,1 \text{ 1/grad}$   
 c)  $+ 0,01 \text{ 1/grad}$   
 d)  $- 0,01 \text{ 1/grad}$

26. Welche Größen sind für die Eigenerwärmung des PTC-Widerstands verantwortlich?

- a) Stromdichte  
 b) Verlustleistung  
 c) Wärmeleitfähigkeit  
 d) elektrische Arbeit

27. Im Gegensatz zu Bariumtitanat zeigt \_\_\_\_\_ kaum eine Zunahme des Widerstands bei Temperaturerhöhung.

- a) Kupfer  
 b) Aluminium  
 c) Nickel  
 d) Konstantan

zu 24. **Merke:**

- Ein PTC-Widerstand verhält sich bei Erwärmung wie jeder andere Kaltleiter, also wie die Metalle.
- Er unterscheidet sich von den anderen Kaltleitern nur durch die Höhe des Temperaturbeiwerts. Er liegt bei PTC-Widerständen in der Größenordnung bis zu etwa 10 %/je °C, Metalle zeigen im Vergleich dazu eine Widerstandszunahme von rd. 0,4 %/je °C.

zu 25. **Merke:**

- Kaltleiter haben einen verhältnismäßig großen positiven Temperaturbeiwert; PTC gleich positiver Temperaturkoeffizient.
- Also ist der gesuchte Wert  $\alpha = 0,1$  1/grd.

zu 26.

- Die Erwärmung eines Gegenstands hängt von der aufgewandten Wärmemenge ab; physikalisch gilt Wärmemenge = Arbeit. Vereinfachend wird allerdings die Verlustleistung zugrunde gelegt, da die Umwandlung elektrischer Arbeit in Wärme zu gleicher Zeit geschieht.
- Daneben spielt die Bauart (z.B. Größe der Oberfläche) eine große Rolle.

zu 27.

- Konstantan hat wegen seines niedrigen Temperaturbeiwerts ( $\alpha = 0,00004$  1/grd) den Namen bekommen, d.h. wegen seines nahezu unabhängig von der Temperatur konstanten Widerstands. Dieser Beiwert liegt noch um zwei Zehnerpotenzen unter dem von Metallen.

28. Wenn ein Kaltleiter als Überlastungsschutz eingesetzt wird, so kann man ihn mit einer Sicherung vergleichen. Sein Verhalten entspricht dem

- a) einer flinken Sicherung
- b) einer trägen Sicherung
- c) eines Sicherungsautomaten

29. Welche Eigenschaften haben PTC-Widerstände und NTC-Widerstände gemeinsam?

- a) das Temperaturverhalten
- b) die starke Temperaturabhängigkeit des Widerstands
- c) die Halbleitereigenschaften
- d) die Grenztemperatur

30. Beim Erwärmen zeigt ..... eine entgegengesetzte Widerstandsänderung zum PTC-Widerstand.

- a) Kupfer
- b) Kohle
- c) P-leitendes Germanium
- d) P-leitendes Silizium

31. Eine ..... zeigt das gleiche elektrische Verhalten wie ein PTC-Widerstand.

- a) Bleistiftmine
- b) Glühlampe
- c) Kupferdrahtspule
- d) Germanium-Diode

## zu 28. Merke:

- Ein PTC-Widerstand benötigt zur Änderung des Widerstandswertes vom Kalt- auf den Warmwiderstand eine gewisse Zeit. Er ist daher mit einer äußerst trägen Sicherung vergleichbar. Jedoch unterbricht er im Gegensatz zu anderen Sicherungen nicht den Stromkreis.
- 

## zu 29.

- Gemeinsam ist den PTC- und NTC-Widerständen die starke Temperaturabhängigkeit, wenn auch in entgegengesetzter Richtung, und die zulässige Grenztemperatur von etwa 200 °C.
- 

## zu 30.

- Ein PTC-Widerstand ist ein Kaltleiter, dagegen sind Kohle, P-Germanium und P-Silizium Heißleiter.
- 

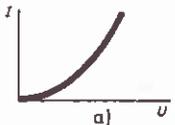
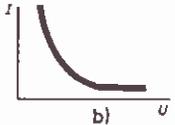
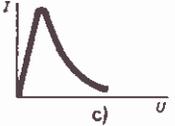
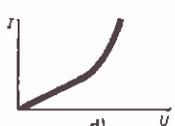
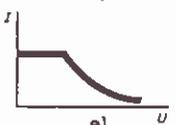
## zu 31.

- Bevor Bariumtitanat als Kaltleiter entdeckt war und für PTC-Widerstände verwendet wurde, dienten Glühlampen für die gleichen Aufgaben, bei denen heute PTC-Widerstände Anwendung finden.
- 

## 32. Wie verhält sich der Strom in einem Stromkreis mit PTC-Widerstand, wenn dieser erwärmt wird?

- a) Der Strom erhöht sich.  
 b) Der Strom bleibt gleich.  
 c) Der Strom vermindert sich.  
 d) Der Strom schwankt.

## 33. Das Spannungs-Strom-Diagramm eines PTC-Widerstands entspricht der Darstellung unter

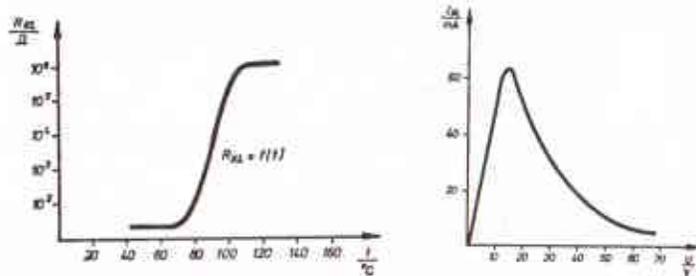
- a) 
- b) 
- c) 
- d) 
- e) 
-

zu 32.

- Aufgrund der Widerstandserhöhung des PTC-Widerstands bei Erwärmung muß der Strom kleiner werden. Darin besteht ja gerade sein Vorteil als Überlastungsschutz.
- 
- 
- 

zu 33.

- Der Verlauf der Widerstandskennlinie läßt sich aus dem Diagramm der Temperaturabhängigkeit ableiten (vgl. hierzu nachstehende Abbildungen).

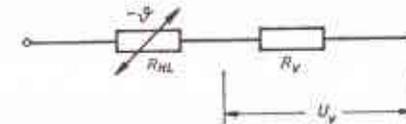


- Bei kleiner Verlustleistung (geringe Erwärmung) bleibt der Widerstand unverändert. Das Spannungs-Stromverhältnis bleibt gleich und ergibt eine ansteigende Gerade. Dann steigt der Widerstand aufgrund zunehmender Verlustleistung an. Die Kennlinie sinkt exponentiell ab und geht schließlich in eine Gerade über.

**Merke:**

- Kaltleiter lassen sich zum Schutz von Halbleiter-Bauelementen nur bedingt verwenden, weil die Widerstandsänderung erst bei einer bestimmten Verlustleistung einsetzt. Für Meß- und Regelaufgaben ist nur die Verwendung im linearen Bereich der Kennlinie möglich (vgl. hierzu vorstehende Abbildung rechts).

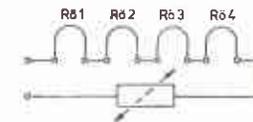
34. Kann in der nachstehenden Regelschaltung, aus der eine mit der Temperatur steigende Teilspannung abgegriffen werden soll, der NTC-Widerstand durch einen PTC-Widerstand ersetzt werden?



- a) Der NTC-Widerstand wird gegen einen PTC-Widerstand ausgetauscht.
- b) Der PTC-Widerstand muß nicht in Reihe, sondern parallel zum Widerstand  $R_V$  geschaltet werden.
- c) Außer der Parallelschaltung des Widerstands  $R_{KL}$  zum Widerstand  $R_V$  ist ein weiterer Vorwiderstand erforderlich.
- d) Ein PTC-Widerstand kann einen NTC-Widerstand nicht ersetzen.

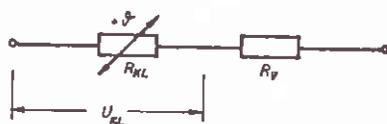
35. Der hohe Einschaltstrom eines Röhrenheizkreises kann durch einen ..... herabgesetzt werden (vgl. hierzu die folgende Schaltung).

- a) PTC-Widerstand
- b) NTC-Widerstand
- c) Drahtwiderstand
- d) Kohleschichtwiderstand



zu 34.

- In der Regelschaltung geht es um die Ausnutzung der Spannung  $U_v$  (vgl. hierzu Abbildung in Frage 34). Steigt die Temperatur, so verringert sich  $R_{HL}$  und  $U_v$  wird größer. Es muß also eine Schaltung gefunden werden, in der die Regelspannung proportional dem Widerstandsanstieg ist. Theoretisch reicht also der Austausch des NTC-Widerstands gegen einen PTC-Widerstand aus, nur daß die Regelspannung jetzt an  $R_{KL}$  abgegriffen werden muß (vgl. nachstehende Abbildung).
- 
- 
- 



zu 35.

- Im Einschaltmoment ist der Widerstand der Heizfläche klein, etwa 1/5 des Widerstands bei Betriebstemperatur. Er nimmt erst mit der Erwärmung zu (positiver Temperatur-Coeffizient). Also fließt ein hoher Einschaltstrom, der den Heizfaden erheblich belastet, denn der Strom geht quadratisch in die Verlustleistung ein:
- 
- 
- 

$$P_v = I^2 \cdot R$$

Demzufolge muß ein großer Vorwiderstand den Stromstoß mildern. Dieser Widerstand muß sich langsam verringern, damit der Heizkreis den richtigen Betriebsstrom bekommt. Dafür eignet sich ein NTC-Widerstand.

36. Bei der Beeinflussung einer Hallsonde durch ein magnetisches Feld
- a) erhöht sich der Widerstand
- b) vermindert sich der Widerstand
- c) ändert sich der ohmsche Widerstand nicht
- d) bekommt sie zusätzlich einen induktiven Widerstand

37. Die Hallsonde zählt zu den Halbleiter-Bauelementen, weil
- a) sie aus Halbleitermaterial besteht
- b) sie sich wie ein Halbleiter verhält
- c) bei Energiezufuhr (z.B. Wärme) Elektronen frei werden
- d) sie die gleiche Kennlinie hat wie eine Diode

38. Nehmen wir an, eine stromdurchflossene Hallsonde ist in den Luftspalt eines Elektromagneten eingeführt worden, der aber noch stromlos ist. Wie verhält sich der Strom in der Hallsonde, wenn der Elektromagnet eingeschaltet wird?
- a) Der Strom in der Feldplatte ändert seine Richtung.
- b) Die Stromstärke in der Feldplatte wird sofort kleiner und bleibt klein.
- c) Die Stromstärke in der Feldplatte wird nur im Einschaltmoment kleiner.
- d) Die Stromstärke in der Feldplatte wird größer.

39. Welchen Vorteil bieten Feldplatten gegenüber elektromechanischen Schaltern?
- a) geringere Leistungsaufnahme
- b) kürzere Schaltzeiten
- c) kontaktlose Steuerung
- d) geringes Gewicht

zu 36. **Merke:**

- Unter dem Einfluß des magnetischen Feldes erhöht sich der ohmsche Widerstand der Feldplatte.**  
  
 Der stromleitende Querschnitt wird infolge Stromverdrängung kleiner und damit der Widerstand größer.

zu 37. **Merke:**

- Die Hallsonde oder Feldplatte ist ein magnetisch steuerbarer Widerstand.**  
  
 Bei den chemischen Verbindungen von Indium-Antimon oder Indium-Arsen handelt es sich um halbleiterähnliche Stoffe. Unter Halbleitern versteht man Stoffe, die durch Energiezufuhr, wie z.B. Licht, Wärme, Druck usw., ihre Leitfähigkeit ändern.

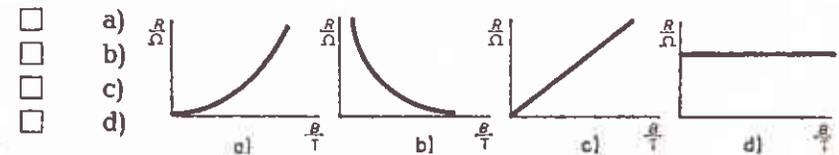
zu 38.

- Durch das magnetische Feld wird der ohmsche Widerstand der Hallsonde größer. Sie verhält sich nicht wie eine Induktivität, reagiert also auf Ein- und Ausschaltvorgänge nicht unterschiedlich. Ihr Widerstand ist ausschließlich von der Stärke des einwirkenden Magnetfelds abhängig.

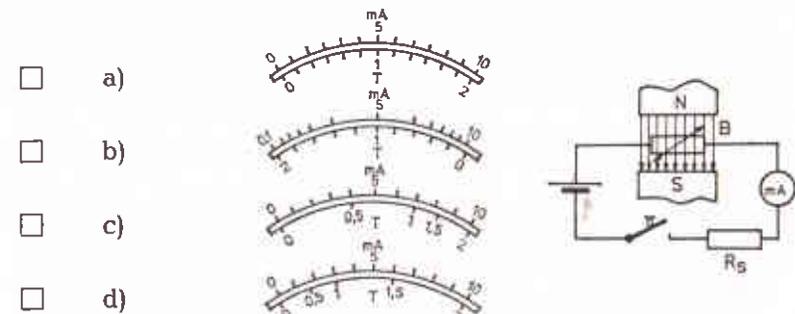
zu 39.

- Das Widerstandsverhältnis  $R_B : R_0$  ( $R_B$  = Widerstand unter dem Einfluß eines Magnetfelds,  $R_0$  = unbeeinflusster Widerstandswert) beträgt 10 : 1. Im Magnetfeld von 1 T ist der Widerstand je nach Werkstoff 6–18mal größer als ohne magnetische Beeinflussung. Dort, wo es auf hohe Betriebssicherheit (Prellfreiheit) ankommt, können Schalterzustände EIN und AUS durch den nieder- und hochohmigen Zustand der Feldplatte ersetzt werden.

40. Welche der nachstehenden Abbildungen stellt das richtige Diagramm einer Hallsonde dar?



41. Ein Meßinstrument zur Bestimmung der magnetischen Flußdichte (vgl. hierzu nachstehende Schaltung) ist sowohl in Milliampere als auch in Tesla geeicht. Die Skala muß nach der Darstellung unter ..... eingeteilt sein.



42. Wodurch unterscheidet sich ein Hallgenerator von einer Hallsonde?

- a) durch die Grenzfrequenz  
 b) durch die Grenztemperatur  
 c) Der Hallgenerator braucht im Gegensatz zur Hallsonde keine Spannungsquelle.  
 d) Der Hallgenerator gibt eine von der Stärke des einwirkenden Magnetfelds abhängige Spannung ab, die Hallsonde ändert nur ihren Widerstand.

zu 40.

- Die Feldmessung von Magneten war vor der Entdeckung des Halleffekts sehr umständlich, weil die Wirkung des magnetischen Feldes nur als Kraft oder elektrische Größe gemessen werden konnte. Dabei geht jeweils die Funktion der Versuchsanordnung, z.B. die quadratische Kurve der Anzugskraft, in das Meßergebnis mit ein bzw. muß durch geeignete Maßnahmen unwirksam gemacht oder umgerechnet werden.

In der Hallsonde kann die magnetische Ursache (magnetische Flußdichte  $B$ ) unmittelbar elektrische Wirkungen hervorrufen. Ihr Widerstand steigt linear mit der Flußdichte  $B_0$ .

zu 41.

- Der Widerstand der Feldplatte steigt fast linear mit der Flußdichte  $B$ , darum muß auch die Skaleneinteilung linear sein. Der größte Strom fließt, wenn  $B = 0$  T ist, darum wird die größte Flußdichte bei kleinstem Strom angezeigt.

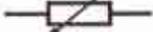
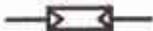
zu 42. Merke:

- Während bei der Hallsonde die Widerstandsänderung ein Maß für die magnetische Flußdichte  $B$  ist, gibt ein Hallgenerator an zwei Elektroden eine Spannung ab, deren Größe nahezu linear mit der magnetischen Flußdichte zunimmt.
- Aber: Zum Betrieb sowohl der Hallsonde als auch des Hallgenerators ist grundsätzlich eine äußere Spannung anzulegen.

43. Die lichtempfindlichen Flächen von Fotowiderständen werden in der Größenordnung von ..... hergestellt.

- a) 1 — 300 mm<sup>2</sup>  
 b) 10 — 30 mm<sup>2</sup>  
 c) 100 — 300 mm<sup>2</sup>  
 d) 1000 — 3000 mm<sup>2</sup>

44. Für den Fotowiderstand gilt das Schaltzeichen unter

- a)   
 b)   
 c)   
 d) 

45. In welcher Richtung läßt der Fotowiderstand den Strom passieren, wenn die Anschlüsse mit 1 und 2 bezeichnet werden?

- a) nur von 1 nach 2  
 b) nur von 2 nach 1  
 c) in beiden Richtungen

46. Bei Energiezufuhr zeigen ..... das gleiche Widerstandsverhalten wie Fotowiderstände.

- a) Heißleiter  
 b) Kaltleiter  
 c) Hallgeneratoren  
 d) Hallsonden

47. Die Beleuchtungsstärke  $E$  (lx) läßt sich vergleichen mit der

- a) elektrischen Feldstärke  $E$  (V/m)  
 b) magnetischen Flußdichte  $B$  (T)  
 c) magnetischen Feldstärke  $H$  (A/m)  
 d) Stromdichte  $S$  (A/mm<sup>2</sup>)

zu 43.

- 1—300 mm<sup>2</sup>
- 

zu 44. **Merke:**

- Das Schaltzeichen des Fotowiderstands besteht z.Z. noch aus dem Widerstandssymbol mit zwei eingezeichneten Spitzen, die die Stromrichtungsempfindlichkeit anzeigen sollen.**

zu 45. **Merke:**

- Der Fotowiderstand ist stromrichtungsempfindlich.**
- 

zu 46.

- Der Fotowiderstand vermindert ebenso wie der Heißleiter bei Energiezufuhr seinen Widerstand.
- 

zu 47.

- Die Beleuchtungsstärke ist der Anteil des Lichtstroms, der auf eine bestimmte Fläche (1 m<sup>2</sup>) entfällt. Damit hat der Begriff eine Verwandtschaft mit der magnetischen Flußdichte (Vs/m<sup>2</sup>) und der Stromdichte (A/mm<sup>2</sup>).
- 

48. Wie hoch darf die Frequenz einer mit Wechselstrom betriebenen Glühlampe sein, damit der Fotowiderstand seinen Wert noch ändert?

- a) 50 Hz  
 b) 16 $\frac{2}{3}$  Hz  
 c) 60 Hz  
 d) Die Widerstandsänderung ist nicht von der Netzfrequenz der Lichtquelle abhängig.
- 

49. Beim Einsatz von Fotowiderständen ist darauf zu achten, daß

- a) genügend Licht vorhanden ist  
 b) bei Lichtsteuerung kein Fremdlicht auf den Fotowiderstand fällt  
 c) die Verlustleistung nicht überschritten wird  
 d) die Umgebungstemperatur nicht zu hoch ist
-

zu 48.

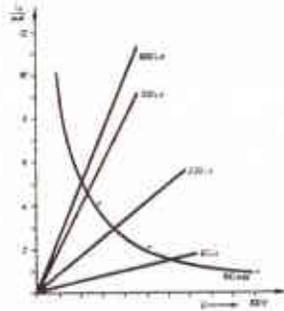
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

Widerstandsschwankungen treten erst auf, wenn die Lichtfrequenz bei wenigen Hz liegt. Wird also der Fotowiderstand durch eine mit technischem Wechselstrom betriebene Glühlampe beleuchtet, so verringert er seinen Widerstandswert. Sein Widerstand schwankt jedoch wegen zu großer Trägheit nicht im Rhythmus der Wechselstromfrequenz.

zu 49.

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

Anders als bei Kohleschicht- und Drahtwiderständen ist die Lichteinwirkung von erheblichem Einfluß auf den Fotowiderstand ( $R_0/R_{II} \approx 1000$ ). Dabei wird die zulässige Verlustleistung durch Herabsetzung des Widerstands und Erhöhung des Stroms leicht überschritten. Einen schnellen Überblick ermöglicht immer die Leistungshyperbel im Widerstandsdiagramm.

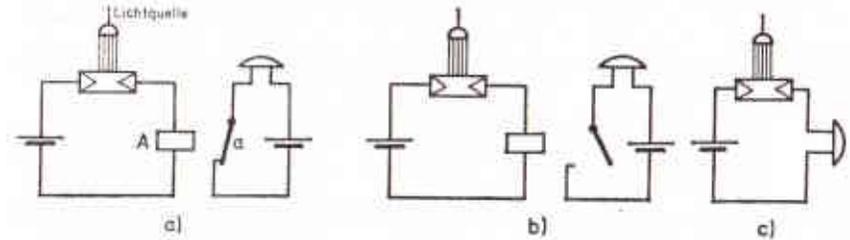


Bei einem Fotowiderstand ergeben sich für verschiedene Beleuchtungsstärken (in Lux, Kurzzeichen lx, gemessen) verschiedene Widerstandswerte mit entsprechend verschiedenen Widerstandskennlinien (vgl. nebenstehende Abbildung).

**Merke:**

**Fotowiderstände sind wie alle Halbleiter-Bauelemente sehr stark temperaturabhängig.**

50. Von den nachstehenden Schaltungen ist nur die Darstellung unter ..... als Raumsicherung zu verwenden, die ausgelöst werden soll, wenn der Lichtstrom unterbrochen wird.



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

zu 50.

- Nur die Schaltung unter a) ist als Raumsicherung zu verwenden. Die Unterbrechung des Lichtstroms erhöht den Widerstand im Relaisstromkreis. Das Relais A fällt ab und der Ruhekontakt a (Öffner) schließt dabei den Weckerstromkreis.

(Bei Relaischaltungen ist zu beachten, daß die Relaiskontakte immer für den stromlosen Zustand des Relais dargestellt werden.)

### Zu Abschnitt 3

## Halbleiterdioden (Zweischicht-Halbleiter)

1. Die Leitfähigkeit eines PN-Übergangs in Durchlaßrichtung hängt von der \_\_\_\_\_ ab.

- a) Spannung  
 b) Stromstärke  
 c) magnetischen Feldstärke  
 d) Temperatur

2. Was geschieht mit den Löchern, wenn der PN-Übergang in Durchlaßrichtung betrieben wird?

- a) Sie werden vom Pluspol angezogen.  
 b) Sie werden vom Minuspol angezogen.  
 c) Sie rekombinieren.  
 d) Sie verschwinden.

3. Ein gesperrter PN-Übergang und ein Kondensator zeigen das gleiche

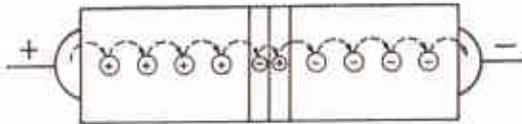
- a) elektrostatische Verhalten  
 b) Temperaturverhalten  
 c) Widerstandsverhalten  
 d) Halbleiterverhalten

zu 1. Merke:

- Der PN-Übergang wird durch eine angelegte Spannung leitend, wenn dadurch die Diffusionsspannung überwunden wird.
- 
- 
- Die Eigenleitfähigkeit infolge Temperatur hat zudem einen Einfluß auf die Leitfähigkeit.

zu 2. Merke:

- Die Löcher eines in Durchlaßrichtung betriebenen PN-Übergangs werden vom Minuspol angezogen. Sie rekombinieren auf ihrem Weg durch den N-Leiter dabei laufend mit den freien Elektronen (vgl. hierzu nachstehende Abbildung).
- 
- 
- 



zu 3. Merke:

- An einem gesperrten PN-Übergang tritt wie bei einem Kondensator eine elektrische Ladung auf.
- 
- 
- 
- Durch die Sperrspannung werden die Elektronen und Löcher von der Grenzschicht weggezogen, so daß der PN-Übergang nichtleitend wird (Dielektrikum). Dieser kleine Kondensator ist durch die angelegte Spannung geladen. Wenn die zulässige Sperrspannung überschritten wird, schlägt die Grenzschicht durch und der PN-Übergang ist zerstört.

4. Wenn der PN-Übergang in Durchlaßrichtung betrieben wird,

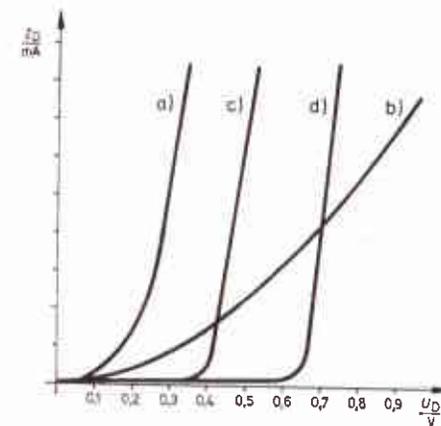
- a) verschwindet die Diffusionsspannung
- b) nimmt die Diffusionsspannung zu
- c) nimmt die Diffusionsspannung ab
- d) vermindert die Diffusionsspannung die Wirkung der angelegten Spannung
- e) bleibt die Diffusionsspannung bestehen

5. Der Vorgang des Ladungsträgeraustausches an der Grenzschicht des PN-Übergangs heißt

- a) Remanenz
- b) Reaktion
- c) Rekombination
- d) Kombination

6. Welche Durchlaßkurve gehört zu einem Germanium-Halbleiter-Bauelement (vgl. hierzu nachstehendes Diagramm)?

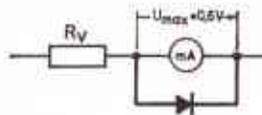
- a)
- b)
- c)
- d)



zu 4. **Merke:**

Auch bei einem leitenden PN-Übergang bleibt die Diffusionsspannung bestehen.

Die Verminderung der Wirksamkeit der angelegten Spannung durch die Diffusionsspannung wird zum Schutz von elektrischen Bauteilen ausgenutzt. Dazu muß der PN-Übergang parallel zu dem zu schützenden Bauteil geschaltet werden. Übersteigt die angelegte Spannung die Diffusionsspannung, so wird der PN-Übergang leitend, und das zu schützende Bauteil kann keine höhere Spannung als die Diffusionsspannung erhalten. Der Spannungsüberschuß fällt an einem Vorwiderstand ab.

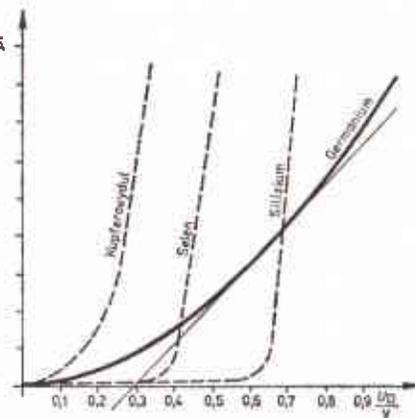


zu 5.

Die an der Grenzschicht überwechselnden Ladungsträger rekombinieren; der Vorgang heißt Rekombination. Dabei wird je ein Elektron von einem Loch (Störstelle) eingefangen.

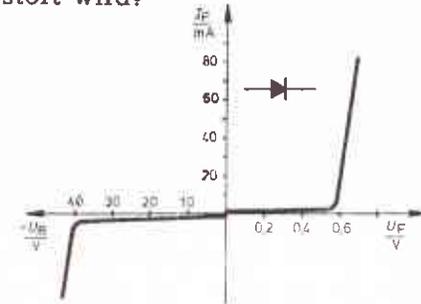
zu 6.

In einem Germanium-Halbleiter beträgt die Diffusionsspannung am PN-Übergang etwa 0,25 V. Sie liegt in der Praxis eher etwas höher als niedriger. Daran ist auch die Durchlaßkurve zu erkennen. Die Kurve a) gehört dagegen zu einem Kupferoxdulgleichrichter, c) zu einer Selenzelle und d) zu einer Siliziumdiode (vgl. hierzu nebenstehendes Diagramm).



7. Welche der nachstehend aufgeführten Wechselspannungen darf gleichgerichtet werden, ohne daß dabei die Diode, deren Kennlinie gegeben ist, zerstört wird?

- a) 42 V
- b) 220 V
- c) 22 V
- d) 60 V



8. Der statische Widerstand einer Diode in Durchlaßrichtung ist ..... der dynamische Widerstand.

- a) kleiner als
- b) genauso groß wie
- c) größer als

9. Das Gleichstromersatzschaltbild einer Halbleiterdiode ist dargestellt unter

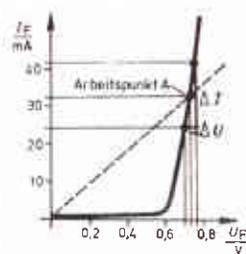
- a)
- b)
- c)
- d)

zu 7.

- Bei einem in Sperrichtung betriebenen PN-Übergang addiert sich die Diffusionsspannung zur Sperrspannung.
- Da aber die Diffusionsspannung im Verhältnis zur Sperrspannung sehr gering ist, macht sich ihr Einfluß praktisch nicht bemerkbar.
- 
- 

zu 8.

- 
- 
- 



Der statische Widerstand einer Diode ist im Durchlaßbereich größer als der dynamische Widerstand (vgl. hierzu nebenstehende Kennlinie).

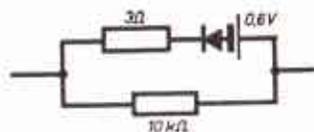
$$R_F = \frac{U_F}{I_F} = \frac{0,67 \text{ V}}{0,033 \text{ A}} = \underline{\underline{20 \ \Omega}}$$

$$r = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{0,03 \text{ V}}{0,017 \text{ A}} = \underline{\underline{1,76 \ \Omega}}$$

zu 9.

- Eine Halbleiterdiode ist in Sperrichtung hochohmig, in Durchlaßrichtung niederohmig. Daher läßt sich ihr Verhalten durch einen hochohmigen Widerstand mit parallelgeschalteter Diode darstellen, deren Durchlaßwiderstand mit ihr in Reihe liegt. Die Diffusionsspannung stellt eine gegen die Durchlaßrichtung geschaltete Spannungsquelle dar (vgl. hierzu nachstehende Abbildung).
- 

Dabei ist das kapazitive Verhalten der Diode unberücksichtigt geblieben, das bei hohen Frequenzen eine große Rolle spielt.



10. Die Diffusionsspannung kann nicht mit einem empfindlichen Meßgerät gemessen werden, weil

- a) der Widerstand der P- und N-Zone zu groß ist
- b) die Spannung aufgrund des geringen Eigenwiderstands des Meßgeräts zusammenbricht
- c) es am PN-Übergang gar nicht zu einem echten Elektronenmangel bzw. -überschuß kommt
- d) Löcher und Elektronen nicht über den Diffusionsbereich hinauswandern

11. Wo ist die eigentliche Ursache des Halbleiterverhaltens zu suchen?

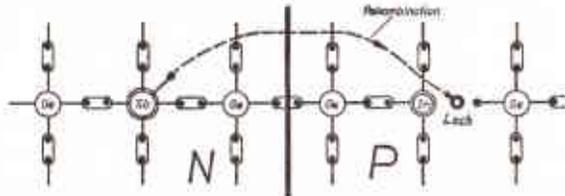
- a) im PN-Übergang
- b) im Atomaufbau
- c) bei den freien Elektronen
- d) in der Kristallstruktur der Halbleiterwerkstoffe
- e) in der elektrischen Leitfähigkeit

12. Die Spannungs-Strom-Kennlinie einer Diode verläuft nicht linear, weil

- a) ihr Widerstand spannungsabhängig ist
- b) sie aus Halbleiterwerkstoff besteht
- c) sie sich nicht wie ein ohmscher Widerstand verhält
- d) sie temperaturempfindlich ist

zu 10.

- Die an der Grenzschicht von den Löchern des P-Leiters eingefangenen Elektronen werden sehr stark festgehalten. So kommt es beim Schließen des äußeren Stromkreises nicht zum selbständigen Ladungsträgeraustausch. Ein Meßgerät zeigt nichts an. Erst durch die elektrostatische Kraftwirkung einer von außen angelegten Spannung ausreichender Größe kann es zum Stromfluß kommen.



zu 11.

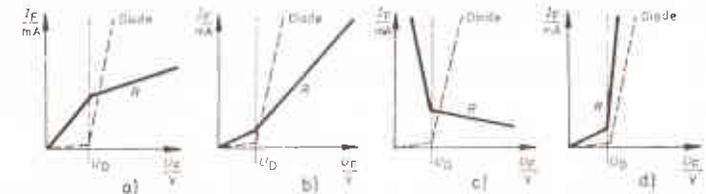
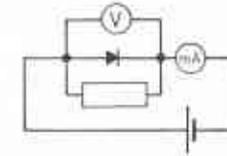
- In der Ordnung der Kristalle nimmt das Zusammentreffen von Atomen mit 4 Valenzelektronen eine besondere Stellung ein. Es kommt zur kovalenten Bindung; das bedeutet, die Elektronen zweier benachbarter Atome kreisen auf beiden Schalen. Das ist die Ursache der festen Elektronenpaarbindung. Ein solcher Stoff ist bei tiefen Temperaturen nichtleitend. Durch gezielte Dotierung mit Atomen höherer und niedriger Valenz wird die Voraussetzung für die Störstellenleitung geschaffen.

zu 12. Merke:

- Die Spannungs-Strom-Kennlinie einer Diode verläuft nicht linear, weil ihr Widerstand spannungsabhängig ist.
- Die Diode ist bis zur Erreichung der Schwellspannung hochohmig, nach Überschreiten der Schwellspannung niederohmig. Dadurch kommt es beim Übergang vom hochohmigen in den niederohmigen Zustand zum Kennlinienknick. Im Sperrbereich ist sie ebenfalls bis zur Erreichung der Sperrspannung hochohmig und nach Überschreiten der Sperrspannung niederohmig. Die Sperrspannung darf allerdings bei Universaldiode nicht überschritten werden, weil die Dioden dann zerstört werden.

13. Welchen Verlauf zeigt das Spannungs-Strom-Diagramm der Parallelschaltung einer Diode mit einem Widerstand von  $1\text{ k}\Omega$ , wenn die Diode im Durchlaßbereich betrieben wird (vgl. hierzu nachstehende Schaltung)?

- a)  
 b)  
 c)  
 d)



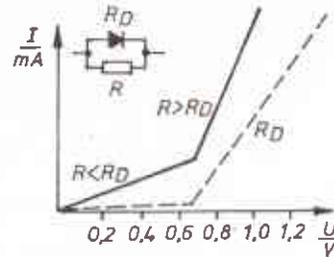
14. Wie kann die Diffusionsspannung einer Diode bestimmt werden?

- a) Die Diffusionsspannung ist eine Materialeigenschaft, die nicht meßtechnisch bestimmt werden kann.
- b) durch Messen des Spannungsabfalls an der in Durchlaßrichtung geschalteten Diode
- c) anhand des Kennlinienknicks in der Durchlaßkennlinie der Diode
- d) durch direkte Messung mit dem Voltmeter

zu 13. Merke:

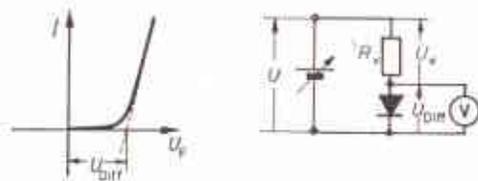
- Der Gesamtwiderstand einer Parallelschaltung ist kleiner als der kleinste Einzelwiderstand.

Das Spannungs-Strom-Diagramm der Parallelschaltung muß demnach steiler verlaufen als die Diodenkennlinie (vgl. nebenstehende Abbildung).

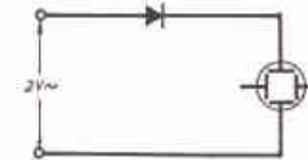


zu 14.

- Die Diffusionsspannung wird anhand der Durchlaßkennlinie durch den Schnittpunkt der Spannungsachse mit dem verlängerten, steil verlaufenden Teil der Kennlinie festgelegt (vgl. folgende Abbildung links). Sie kann aber auch als Spannungsabfall an einer in Durchlaßrichtung in einem geschlossenen Stromkreis liegenden Diode gemessen werden, wenn  $U > U_{\text{Diff}}$  (vgl. rechte Abbildung).



15. Das Oszillogramm der Meßschaltung nach folgender Abbildung zeigt trotz eingeschalteter Diode eine Wechselstromkurve, weil



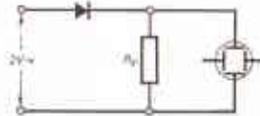
- a) die Diode defekt ist  
 b) das Oszilloskop den Stromweg unterbricht  
 c) die Gleichrichterwirkung sich nur bei Stromfluß bemerkbar macht  
 d) das Oszilloskop parallel zur Diode liegen muß

16. Der dynamische Widerstand einer Diode ist wichtig für

- a) die Wahl des Arbeitspunkts  
 b) den Einsatz einer Diode als Gleichstromschalter  
 c) den Einsatz einer Diode als Wechselstromschalter  
 d) die Bestimmung eines Schutzwiderstandes

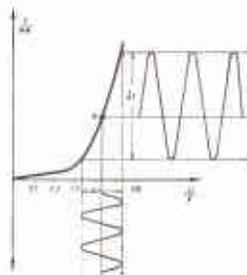
zu 15.

- Ein Oszilloskop ist ein Spannungsmesser. Es kann nur die Spannung einer Spannungsquelle oder den Spannungsabfall an einem Widerstand anzeigen. In der dargestellten Schaltung unterbrechen die Ablenkplatten den Stromkreis. Es liegt also bei beiden Halbwellen eine Spannung an wie bei einem offenen Schalter. Die Gleichrichterwirkung kann erst mit nachstehender Schaltung dargestellt werden.



zu 16.

- Bei einer Diode ist der statische Widerstand im Durchlaßbereich größer als der dynamische. Der Gleichstromwiderstand (statischer Widerstand) einer Diode ist für die Anwendung einer Diode als Gleichstromschalter von Bedeutung, dagegen der dynamische (differentielle) Widerstand für die Anwendung einer Diode als Wechselstromschalter (vgl. hierzu nachstehende Abbildung).

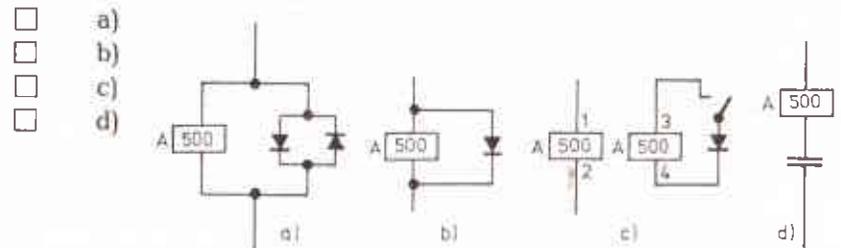


Durch den Kennlinienknick wird die Stromkurve ganz erheblich verzerrt und der dynamische Widerstand erhöht.

17. Welche Möglichkeit der Zweiweggleichrichtung gibt es außer der mit Hilfe der Graetzschaltung?

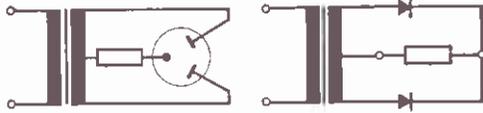
- a) mit Hilfe eines Transformators mit 2 in Reihe geschalteten Sekundärwicklungen und zwei Gleichrichtern
- b) durch Antiparallelschaltung zweier Dioden
- c) durch Parallelschalten der Ausgänge zweier entgegengesetzt gepolter Gleichrichterschaltungen
- d) durch Ausnutzung des Rückstroms

18. Ein Gleichstromrelais kann nach der Schaltungsmaßnahme unter \_\_\_\_\_ auch in Wechselstromkreisen eingesetzt werden.



zu 17.

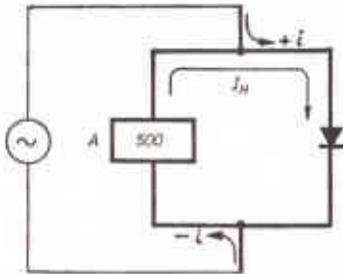
- Zweiweggleichrichtung ist auch möglich durch die sog. Zweiwegschaltung, die auch bei der Verwendung von Röhrendioden Anwendung findet (vgl. hierzu nachstehende Abbildung).
- 
- 
- 



Der Vorteil der Ersparnis von zwei Dioden gegenüber der Graetzschaltung wird mit dem Nachteil erkauft, daß zur Zweiwegschaltung grundsätzlich ein Transformator mit zwei Sekundärwicklungen erforderlich ist.

zu 18.

- Eine parallelgeschaltete Diode leitet je eine Halbwelle um das Relais herum. Gleichzeitig wirkt die Diode mit der Relaiswicklung zusammen als Haltestromkreis (vgl. hierzu nachstehende Abbildung).
- 
- 
- 



19. Wie kann die Kapazität einer Diode klein gehalten werden?

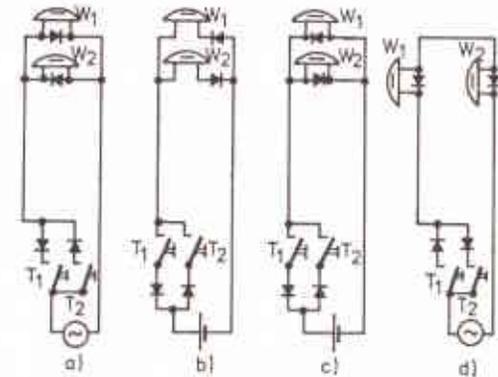
- a) durch schaltungstechnische Maßnahmen, z.B. Induktivität in Reihe schalten
- b) durch fertigungstechnische Maßnahmen bei den Abmessungen
- c) Die Kapazität läßt sich nicht beeinflussen, sie ist eine Folge des Aufbaus der Diode.
- d) durch Wahl einer kleinen Sperrspannung

20. Kapazitätsdioden werden noch nicht allgemein in der Fernmeldetechnik verwendet, weil

- a) die verwendeten Spannungen in der Fernmeldetechnik zu hoch sind
- b) der Wechselstromwiderstand bei den Frequenzen der Fernmeldetechnik zu hoch ist
- c) die Fertigung zu teuer ist

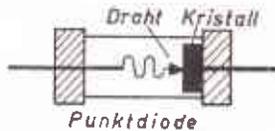
21. Welche der nachstehenden Klingelschaltungen ist funktionsfähig? Beim Betätigen der Taste  $T_1$  soll der Wecker  $W_1$  und beim Betätigen der Taste  $T_2$  der Wecker  $W_2$  ansprechen.

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



zu 19.

- Ursprünglich gab es Halbleiterbauelemente nur in Spitzenausführung, d.h., der PN-Übergang entstand an der Berührungsstelle einer Metallspitze mit einem Germaniumhalbleiter. Wegen der mechanischen Unsicherheit der Kontaktstelle und der geringen Leistungen entwickelte man Flächendioden und Flächentransistoren, deren P-Leiter eindiffundiert wird. Nach wie vor haben Spitzen- oder Punktdioden kleine Kapazitäten (etwa 1 pF) (vgl. hierzu nachstehende Abbildung).



zu 20.

- Die Sperrschichtkapazität von Kapazitätsdioden läßt sich bei einer Spannungsänderung von 0–25 V etwa zwischen 20 und 90 pF verändern. Dadurch liegt der Wechselstromwiderstand im Fernsprecheübertragungsbereich etwa bei 50 M $\Omega$ . Im UHF-Bereich ( $10^9$  Hz) sinkt der Wechselstromwiderstand auf etwa 50  $\Omega$ .

zu 21.

- Funktionsfähig ist die zweiadrig betriebene Klingelschaltung mit Hilfe der Entkopplerdioden unter d).
- 
- 
- 

22. Eine Universaldiode unterscheidet sich von einem PN-Übergang

- a) in der Vertauschung von Durchlaß- und Sperrichtung
- b) in der Temperaturabhängigkeit des Durchlaßwiderstands
- c) gar nicht
- d) in der Verwendungsmöglichkeit

23. Bei der Einweggleichrichtung wird \_\_\_\_\_ Halbwellen gesperrt.

- a) jede zweite
- b) die negative
- c) die positive
- d) jede

24. Welche Darstellung zeigt eine Brückenschaltung?

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

25. Eine Begrenzerdiode begrenzt

- a) den Strom
- b) die Spannung
- c) den Widerstand
- d) die Temperatur

zu 22.

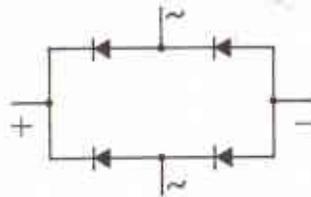
- Eine Universaldiode enthält einen PN-Übergang.
- 
- 
- 

zu 23.

- Bei der Einweggleichrichtung wird jede zweite Halbwelle gesperrt. Ob es die positive oder negative Halbwelle ist, hängt von der Lage der Diode in der Schaltung ab.
- 
- 
- 

zu 24. Merke:

- Bei der Brückenschaltung sind die vier Dioden paarweise gegeneinander geschaltet.
- Eingang und Ausgang der Parallelschaltung bildet die Gleichstromseite der Schaltung. Die Wechselstromzuführung liegt zwischen den beiden Dioden in der Reihenschaltung jedes Zweiges (vgl. nebenstehende Abbildung).

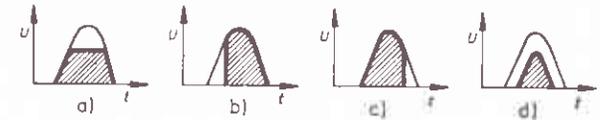


zu 25. Merke:

- Eine Begrenzertiode begrenzt den Spannungsabfall an dem zu schützenden Bauteil, weil sie beim Überschreiten der Diffusionsspannung leitend wird. Dadurch vermindert sich ihr Widerstand und zugleich der Gesamtwiderstand aus Bauteil, z.B. Meßwerk, und Begrenzertiode.
- 
- 
- 
- Damit fällt die größere Spannung an einem unveränderlich gebliebenen Vorwiderstand ab. Eine Begrenzerschaltung arbeitet nicht ohne Vorwiderstand.

26. Welcher Kurvenverlauf zeigt den Einfluß einer Begrenzertiode?

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



27. Eine Begrenzertiode unterscheidet sich von einer Universaldiode.

- a) durch den Verlauf ihrer Kennlinie
- b) durch die Diffusionsspannung
- c) grundsätzlich nicht
- d) durch ihre Aufgabe in der Schaltung

28. Der Spannungsunterschied zwischen Begrenzerspannung und angelegter Spannung

- a) wird in Wärme verwandelt
- b) verschwindet
- c) wird kurzgeschlossen
- d) fällt an einem Vorwiderstand ab

29. Wie wirkt sich die Spannungsstabilisierung einer Stromversorgung aus?

- a) Der Innenwiderstand bleibt unverändert.
- b) Die Ausgangsspannung bleibt unverändert.
- c) Die Eingangsspannung bleibt unverändert.
- d) Der Temperatureinfluß bleibt ohne Wirkung.

zu 26.

- Die Begrenzerdiode begrenzt die Höhe der Spannung. Sie schneidet sozusagen die „Spitze“ ab. In Wirklichkeit verlagert sich die Spannung im Augenblick des Übergangs in den niederohmigen Zustand auf einen Vorwiderstand.
- 
- 
- 

zu 27. Merke:

- Eine zum Schutz von elektrischen Bauteilen geschaltete Diode wird als Begrenzerdiode bezeichnet.
- 
- Es kann sich dabei um eine Universaldiode handeln oder auch um eine Referenzdiode. Daneben gibt es speziell für Begrenzerschaltungen entwickelte Dioden.
- 

zu 28.

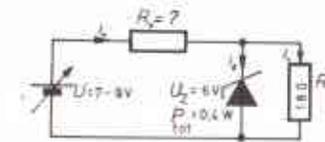
- Der Spannungsabfall an einer Begrenzerdiode kann nicht höher werden als ihre Diffusionsspannung oder bei Referenzdioden nicht höher als ihre Zenerspannung. Die restliche Spannung muß also an einem Vorwiderstand abfallen.
- 
- 
- 

zu 29.

- Bei der Spannungsstabilisierung soll die Ausgangsspannung gleichbleiben, auch wenn die Eingangsspannung sich ändert. Eine Stabilisierungsschaltung enthält grundsätzlich ein Bauelement, dessen Widerstand sich in Abhängigkeit von der Spannung ändert.
- 
- 
- 

30. Welchen Widerstandswert muß der Vorwiderstand  $R_V$  in folgender Spannungs-Stabilisierungsschaltung haben, damit die Referenzdiode nicht überlastet wird?

- a)  $45 \Omega$
- b)  $30 \Omega$
- c)  $15 \Omega$
- d)  $10 \Omega$



31. Die Wechselstromleistung wird beim Einsatz einer Diode auf ..... begrenzt.

- a) die Hälfte
- b) das 0,707fache
- c) 45 %
- d) ein Viertel

zu 30.

Der richtige Widerstandswert beträgt  $30 \Omega$ .

- 
- 
- 
- 

$$R_V = \frac{U_{Vmax}}{I_V}$$

$$U_{Vmax} = U_{max} - U_Z = 9 \text{ V} - 6 \text{ V} = 3 \text{ V}$$

$$I_V = I_{Zmax} + I_L$$

$$I_{Zmax} = \frac{P_{tot}}{U_Z} = \frac{0,4 \text{ W}}{6 \text{ V}} = 0,0667 \text{ A}$$

$$I_L = \frac{U_Z}{R_L} = \frac{6 \text{ V}}{180 \Omega} = 0,0333 \text{ A}$$

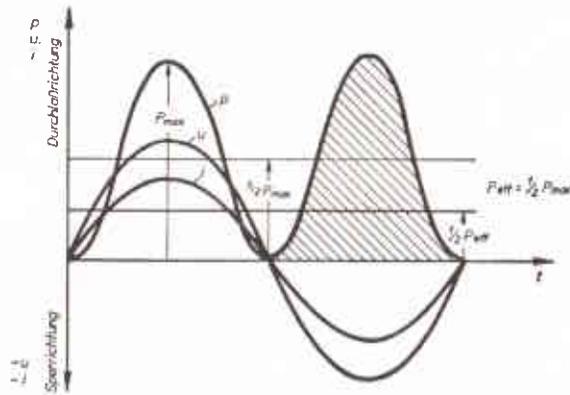
$$I_V = 0,0667 \text{ A} + 0,0333 \text{ A} = 0,1 \text{ A}$$

$$R_V = \frac{3 \text{ V}}{0,1 \text{ A}} = \underline{\underline{30 \Omega}}$$

zu 31.

- 
- 
- 
- 

Weil nur eine Halbwelle von Spannung und Strom durchgelassen wird, reduziert sich die Effektivleistung auf die Hälfte (vgl. nachstehende Abbildung).



32. Bei der Auswertung von Dioden-Kennlinien ist zu beachten,

- a) daß bei der Aufnahme für den niederohmigen Bereich ein anderer Meßbereich erforderlich ist
- b) daß für die Darstellung des Sperrbereichs gegenüber dem Durchlaßbereich ein anderer Maßstab verwendet wird
- c) daß die Leistungshyperbel eine größere Rolle spielt als bei Widerstandsdiagrammen
- d) daß es sich um ein Widerstandsdiagramm handelt

33. Welches Diagramm stellt das Regeldiagramm einer Begrenzerdiode dar?

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

34. Nach den Widerstandswerten des verwendeten Halbleiters eignet sich die \_\_\_\_\_ am besten für Schaltzwecke.

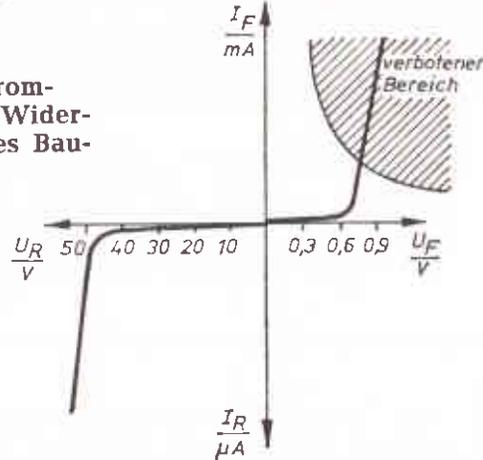
- a) Selenzelle
- b) Siliziumdiode
- c) Kupferoxydulzelle
- d) Germaniumdiode

zu 32.

- 
- Das Maßstabsverhältnis Durchlaßrichtung : Sperrichtung beträgt etwa 1 : 35. Die Maßstabsverhältnisse täuschen im Anfang der Beschäftigung mit Halbleitern oft darüber hinweg, daß die Sperrspannung das 100- bis 150fache der Durchlaßspannung beträgt (vgl. hierzu nachstehende Abbildung).

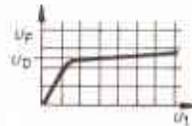
- Merke:** Jedes Spannungs-Strom-Diagramm stellt das Widerstandsverhalten eines Bauelements dar.

Bei einer Diode wird mit zunehmender Belastung der verbotene Bereich sehr leicht erreicht.



zu 33.

- 
- Das Regeldiagramm einer Begrenzerdiode muß eine fast gleichbleibende Ausgangsspannung  $U_1$  beim Erreichen der Diffusionsspannung  $U_D$  einer Universaldiode oder der Zenerspannung einer Referenzdiode zeigen (vgl. hierzu nebenstehendes Regeldiagramm).
- 
- 



zu 34.

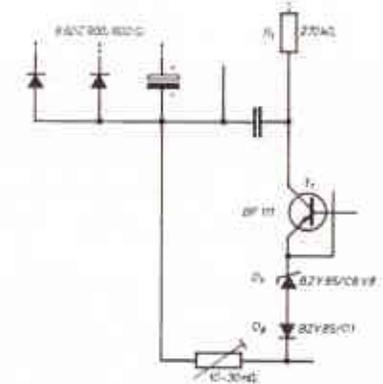
- 
- Die Siliziumdiode ist mit ihrem kleinen Durchlaßwiderstand und ihrem hohen Sperrwiderstand am besten geeignet, den EIN-AUS-Zustand eines Schalters nachzubilden. Die Diode stellt ja einen verlustbehafteten Schalter dar, dessen EIN-AUS-Zustand nicht durch Extremwerte  $R_{Ein} \approx 0 \Omega$ ,  $R_{Aus} = \infty \Omega$  gekennzeichnet ist. Je besser diese Extremwerte erreicht werden können, desto besser ist eine Diode als Schalter geeignet.
- 
- 

35. Welche der Schaltungen stellt eine Spannungsstabilisierung dar?

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

36. Wieviel Referenzdioden findet man in dem nachstehenden Schaltungsauszug?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4



37. Woran kann man in dem vorstehenden Schaltungsauszug die Referenzdioden erkennen?

- a) am Schaltzeichen
- b) an der Typenbezeichnung
- c) an der Lage in der Emitterzuleitung

zu 35.

- Als Spannungsstabilisierungsschaltung wirkt nur die Schaltung unter d).

zu 36.

- Im Schaltungsatzug befinden sich nur zwei Referenzdioden. Zwei Dioden gehören zu einer Brückenschaltung, was an der Typenbezeichnung B 60 C 900/600 Si erkennbar ist.

zu 37.

- Im allgemeinen ist die Referenzdiode sowohl am Schaltzeichen wie an der Typenbezeichnung erkennbar. Wenn sie aber statt in Sperrrichtung in Durchlaßrichtung betrieben wird, so verwendet man das Schaltzeichen der Universaldiode.

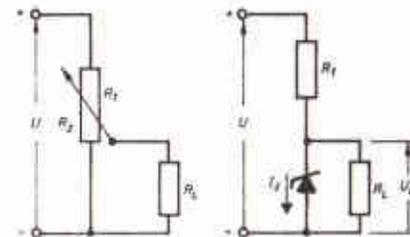
In einem Netzgerät hat die Z-Diode die Aufgabe, die Ausgangsspannung konstant zu halten (zu stabilisieren). Deshalb läßt auch die Lage in der Schaltung einen Schluß auf die Anwendung einer Zenerdiode zu.

38. Worin besteht der Unterschied im Sperrverhalten einer Universaldiode und einer Referenzdiode?

- a) Die Sperrspannung von Z-Dioden ist höher als die von Universalioden.  
 b) Die Referenzdiode kann oberhalb des Sperrbereichs betrieben werden, wenn der zulässige Sperrstrom nicht überschritten wird.  
 c) Referenzdioden werden im Gegensatz zu Universalioden vorwiegend im Sperrbereich betrieben.  
 d) Referenzdioden sind im Sperrbereich nicht zu zerstören.

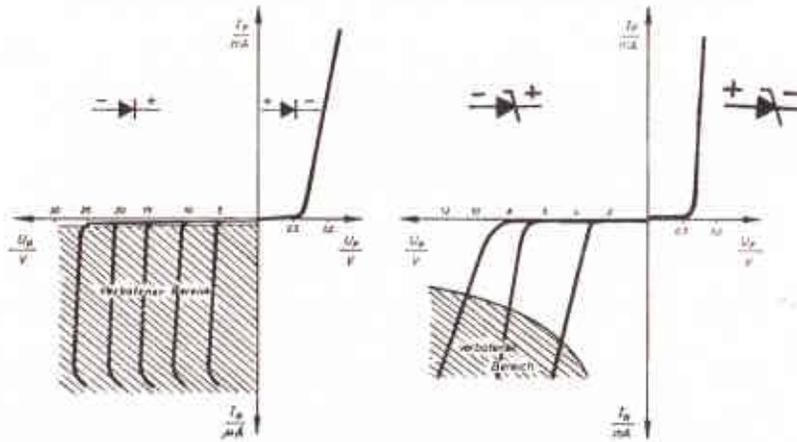
39. Eine Spannungsteilerschaltung mit Referenzdiode unterscheidet sich von der mit Widerständen (vgl. hierzu nachstehende Abbildungen) dadurch, daß Z-Diodenschaltungen

- a) nicht so hoch belastet werden können  
 b) eine höhere Spannungs Konstanz haben  
 c) höher belastet werden können



zu 38. **Merke:**

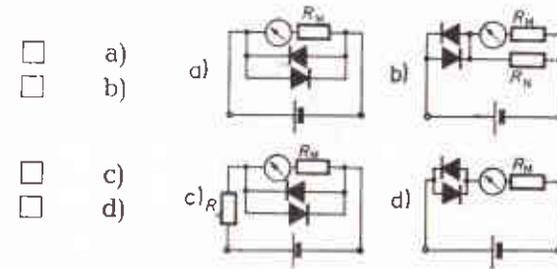
- Die Referenzdiode kann oberhalb der Sperrspannung betrieben werden, wenn der zulässige Sperrstrom nicht überschritten wird.
- Der zulässige Sperrstrom ist allerdings erheblich geringer als der zulässige Durchlaßstrom ( $I_{z,max} = P_v/U_z$ ). Wegen der Zenerwirkung wird sie allerdings vorwiegend in Sperrrichtung betrieben.
- Die Sperrspannungen geben keinen Aufschluß darüber, ob es sich um eine Referenzdiode oder eine Universaldiode handelt (vgl. hierzu nachstehende Abbildungen).



zu 39.

- Eine Spannungsteilerschaltung mit einer Referenzdiode hat eine höhere Spannungskonstanz als eine Schaltung, die ausschließlich aus Widerständen besteht. In einer Reihenschaltung verhalten sich ja die Spannungen wie die zugehörigen Widerstände. Spannungsschwankungen am Eingang entfallen prozentual auch auf den Ausgang. Lastschwankungen, d.h. Änderungen des Belastungswiderstands, verschieben die Spannungsverhältnisse an der Spannungsteilerschaltung. Beim Einsatz einer Z-Diode kann die Ausgangsspannung kaum höher als die Zenerspannung werden.

40. Welche der dargestellten Schaltungen wirkt als Überspannungs- und Verpolungsschutz für ein Meßwerk?

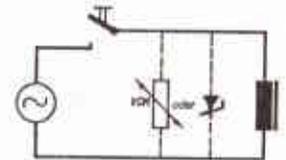


41. Kann man zum Überspannungsschutz anstelle eines Varistors einen NTC-Widerstand verwenden?

- a) nein, denn die Widerstandsänderung ist nicht groß genug
- b) nein, denn der NTC-Widerstand reagiert nur auf Temperaturschwankungen
- c) nein, denn ein NTC-Widerstand reagiert zu träge
- d) ja, denn ein NTC-Widerstand reagiert wie ein Varistor ohne Verzögerung

42. Kann in nachstehender Schaltung anstelle eines VDR-Widerstands auch eine Referenzdiode zur Funkenlöschung verwendet werden?

- a) nein, denn die Referenzdiode ist stromrichtungsempfindlich
- b) nein, denn die Z-Diode reagiert erst beim Erreichen der Zenerspannung
- c) nein, denn der Übergang vom hochohmigen in den niederohmigen Zustand ist bei der Referenzdiode zu hart

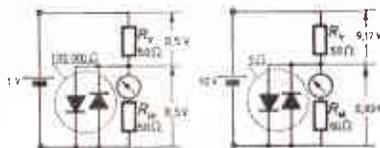


zu 40.

- 

Ein wirksamer Schutz gegen Überspannungen ist nur möglich, wenn in der Schaltung ein Vorwiderstand enthalten ist. Da die in Durchlaßrichtung liegende Diode oberhalb der Diffusionsspannung sehr niederohmig wird, tritt der größte Spannungsabfall dann am Vorwiderstand auf (vgl. folgende Abbildungen).

Da Meßinstrumente versehentlich falsch gepolt werden können, ist ein wirksamer Schutz des Meßwerks nur durch zwei antiparallelschaltete Dioden möglich.

zu 41. **Merke:**

- 

**Varistoren arbeiten verzögerungsfrei, NTC-Widerstände reagieren träge, d.h. entsprechend der Erwärmung.**

Der Überspannungsschutz muß beim Auftreten einer zu hohen Spannung sofort wirksam werden. Der Warmwiderstand wird beim NTC-Widerstand nicht schnell genug erreicht. Bei kurzzeitig auftretenden Spannungsspitzen reicht die auftretende Energie zur Erwärmung meistens nicht aus.

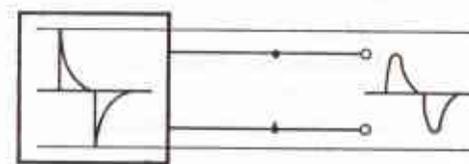
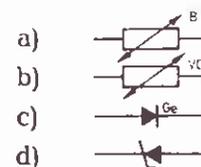
zu 42.

- 

Die Schaltung stellt einen induktiv belasteten Wechselstromkreis dar. Im Ausschaltmoment entsteht durch die Selbstinduktionsspannung am Schalter ein Öffnungsfunke. Der Strom kann sowohl während der positiven als auch während der negativen Halbwelle abgeschaltet werden. Der Überspannungsschutz muß also stromrichtungsunempfindlich sein. Von den beiden zur Wahl gestellten Halbleiter-Bauelementen kommt also nur der VDR-Widerstand in Frage.

43. Welches der nachfolgend dargestellten Bauelemente kann zur Abflachung von Nadelimpulsen an den Impulsgenerator geschaltet werden (vgl. hierzu nachstehende Abbildung)?

- 



44. Welche Bedeutung hat die Grenzfrequenz für den Einsatz einer Fotodiode?

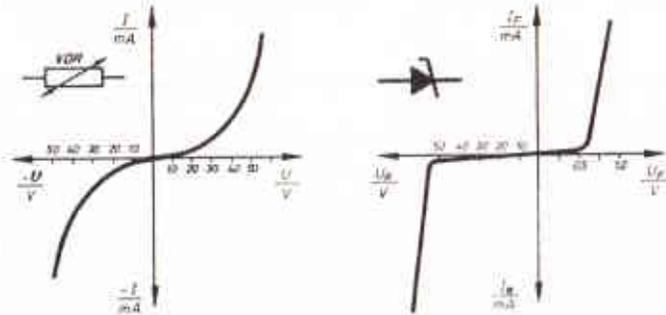
- a) Ihr  $R_i$  ist frequenzabhängig.
- b) Die Fotodiode reagiert auf Helligkeitsschwankungen bis zur Grenzfrequenz noch mit Widerstandsänderungen.
- c) Die Fotodiode reagiert auf Helligkeitsschwankungen oberhalb der Grenzfrequenz mit Widerstandsänderungen.
- d) Die Fotodiode wird beim Überschreiten der Grenzfrequenz zerstört.

zu 43. Merke:

- 

Die Widerstandsänderung eines VDR-Widerstands ist gleitend, d.h., der Übergang vom hochohmigen in den niederohmigen Zustand ist weich.

Spitze Impulse erfahren durch die gleitende Widerstandsänderung eine allmähliche Abflachung, d.h., mit zunehmender Eingangsspannung sinkt der Widerstand. Dadurch wird die Spannungsspitze nicht einfach abgeschnitten wie bei der Z-Diode, sondern gerundet (vgl. hierzu nachstehende Abbildungen). Dioden sind zudem ungeeignet, weil sie stromrichtungsempfindlich sind.



zu 44. Merke:

- 

Die Fotodiode reagiert auf Helligkeitsschwankungen bis zur Grenzfrequenz mit Widerstandsänderungen.

45. Eine Fotodiode unterscheidet sich von einem Fotowiderstand dadurch, daß sie

- a) keine Betriebsspannung braucht  
 b) auf Helligkeitsschwankungen schneller reagiert  
 c) eine höhere Grenzfrequenz hat  
 d) richtungsempfindlich ist

46. Sollte für die Abtastung der Tonspur eines Tonfilms eine Fotodiode oder besser ein Fotowiderstand verwendet werden?

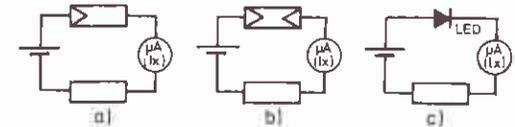
- a) eine Fotodiode, weil sie eine Grenzfrequenz von  $\sim 100$  kHz hat  
 b) ein Fotowiderstand, weil er nicht so wärmeempfindlich ist  
 c) eine Fotodiode, weil sie kleiner als ein Fotowiderstand ist  
 d) ein Fotowiderstand, weil er stromrichtungsunempfindlich ist

47. Zur Ziffernanzeige, z.B. bei elektronischen Taschenrechnern, finden Lumineszenzdioden Verwendung. Aufgrund der spektralen Empfindlichkeit des Auges sind \_\_\_\_\_-Dioden am geeignetsten.

- a) GaAs  
 b) GaAsP  
 c) GaP  
 d) Si

48. Für den Belichtungsmesser eines Fotoapparates eignet sich die Schaltung unter

- a)  
 b)  
 c)



zu 45.

- Der Fotowiderstand arbeitet im Gegensatz zur Fotodiode träge, d.h., er braucht eine längere Zeit, um bei Helligkeitsänderungen vom hochohmigen in den niederohmigen Zustand zu wechseln. Die Diode wird in Sperrichtung betrieben.

zu 46.

- Die Helligkeitsschwankungen, die die Tonspur eines Tonfilms verursacht, hängen von der Tonfrequenz (Musik und Sprache) ab und reichen von 30—20 000 Hz. Es muß also eine Fotodiode eingesetzt werden, weil deren Grenzfrequenz etwa bei 100 000 Hz liegt. Außerdem hat sie noch den Vorteil kleiner Abmessungen, so daß der Abtastkopf für die Tonspur klein gehalten werden kann.

zu 47.

- Die spektrale Empfindlichkeit des Auges deckt sich weitgehend mit der einer Galliumphosphid-Diode.

zu 48.

- Es eignet sich nur die Schaltung mit dem Fotowiderstand. Die Schaltung unter a) mit der Fotodiode ist nicht funktionsfähig, da Fotodioden nur in Sperrichtung betrieben werden. Eine Lumineszenzdiode ist für Lichtmessungen völlig ungeeignet, weil sie in Umkehrung des Prinzips der Fotodiode bei Stromfluß Licht aussendet.

49. Welche der nachfolgenden Grenzfrequenzen gilt für Lumineszenzdioden?

- a) 3 Hz  
 b) 100 kHz  
 c) 1 MHz  
 d) 100 MHz

50. Zur Darstellung der Ziffer 2 mit Leuchtdioden

- a) wird im Ziffernfeld die Ziffer mit Leuchtdioden beleuchtet  
 b) werden 2 Leuchtdioden verwendet  
 c) wird die Siebensegmentanzeige verwendet  
 d) wird die 2 symbolisch nachgebildet

51. Eine Lumineszenzdiode wird in \_\_\_\_\_ betrieben.

- a) Durchlaßrichtung  
 b) Sperrichtung  
 c) beiden Richtungen

52. Das vereinfachte Ersatzschaltbild einer Kapazitätsdiode entspricht der Darstellung unter

- a)   
 b)   
 c)   
 d) 

53. Eine Kapazitätsdiode wird in \_\_\_\_\_ betrieben.

- a) Durchlaßrichtung  
 b) Sperrichtung  
 c) beiden Richtungen

zu 49.

- Die Grenzfrequenz für Lumineszenzdioden beträgt 1 MHz.
- 
- 
- 

zu 50.

- Die Leuchtdioden-Ziffernanzeige-Bausteine bestehen aus 7 Segmenten. Es leuchten bei der Ziffer 2 fünf Segmente (vgl. hierzu nachstehende Abbildung).
- 
- 
- 



zu 51. Merke:

- Eine Leuchtdiode wird in Durchlaßrichtung betrieben.
- 
- 

zu 52.

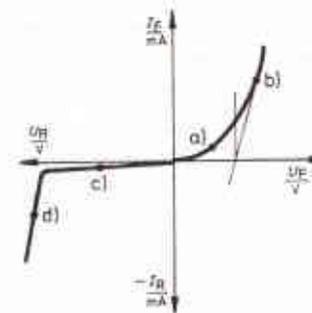
- Eine Kapazitätsdiode wird entweder durch ein Diodenschaltzeichen dargestellt oder durch ein Diodenschaltzeichen mit nebengezeichnetem Kondensatorsymbol.
- 
- 
- 

zu 53. Merke:

- Die steuerbare kapazitive Wirkung der Kapazitätsdiode tritt unter dem Einfluß der Sperrspannung auf (Entstehung der Sperrschicht).
- 
- 

54. Wo liegt der Arbeitspunkt von Kapazitätsdioden?

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



55. Durch welche Größe wird die Kapazität einer Kapazitätsdiode beeinflusst?

- a) durch Spannung
- b) durch Strom
- c) durch einen Vorwiderstand
- d) durch die „Löcher“

zu 54.

- Wenn die Kapazitätsdiode in Sperrichtung betrieben wird, muß der Arbeitspunkt unterhalb der Sperrspannung im negativen Bereich liegen. Ein Überschreiten der zulässigen Sperrspannung führt — wie bei Universaldioden — zum Durchbruch (Zerstörung).

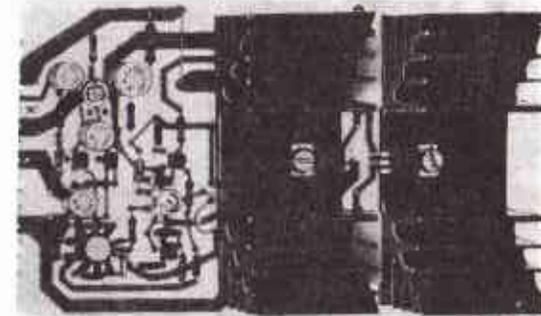
zu 55. Merke:

- Die Sperrspannung verwandelt die Kapazitätsdiode in einen Kondensator mit kleiner Kapazität, indem sie die Ladungsträger aus der Grenzschicht zurückzieht.**
- Je nach Höhe der Sperrspannung ist die an Ladungsträgern verarmte Zone unterschiedlich dick. Dadurch besteht die Möglichkeit, die Kapazität mit Hilfe der Sperrspannung zu vergrößern oder zu verringern.

## Zu Abschnitt 4

### Der Transistor

1. Welche Bauformen von Transistoren sind in der nachstehenden Abbildung eines 50W-NF-Verstärkers zu erkennen?



(Werkfoto Siemens AG)

- a) Kleinleistungstransistoren  
 b) Schalttransistoren  
 c) Fototransistoren  
 d) Leistungstransistoren

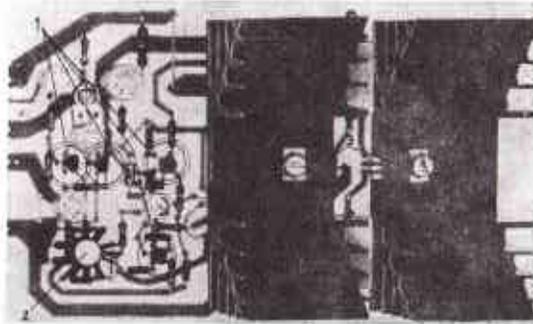
2. Bei einem Halbleiterbauelement mit der Bezeichnung AFY 11 handelt es sich um

- a) eine Referenzdiode  
 b) eine Universaldiode  
 c) einen Hochfrequenztransistor  
 d) eine Industrietype

3. NPN- und PNP-Transistoren unterscheiden sich durch

- a) die Schwellspannung (Diffusionsspannung) Basis-Emitter  
 b) die Gehäuseform  
 c) die Pfeilrichtung im Emitteranschluß des Transistor-symbols  
 d) den Sperrwiderstand

zu 1.



(Werkfoto Siemens AG)

- Die Abbildung des NF-Verstärkers (vgl. hierzu vorstehende Abbildung) zeigt 4 Kleinleistungstransistoren in Plastikgehäusen (1), einen Leistungstransistor im Metallgehäuse (2) mit aufgestecktem Kühlstern und 2 Endstufentransistoren (3), die auf große Kühlkörper montiert sind.

zu 2.

- Der erste Buchstabe gibt an, daß das Ausgangsmaterial Germanium (A) ist, F weist auf die Verwendungsmöglichkeit im HF-Bereich hin und Y sagt, daß es sich um eine Industrietype handelt. Es ist also ein HF-Germanium-Transistor für industrielle Verwendung.

zu 3. **Merke:**

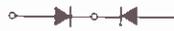
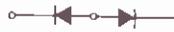
- Der Pfeil im Emitteranschluß des Transistorsymbols zeigt bei NPN-Transistoren von der Basis weg, bei PNP-Transistoren zur Basis hin. Er gibt die Durchlaßrichtung für den Basis-Emitter-PN-Übergang an.

Es gibt NPN- und PNP-Transistoren als Germanium-Transistoren und als Silizium-Transistoren. Und nur diese Ausgangsmaterialien unterscheiden sich durch ihre Diffusionsspannung. Ebenso ist auch der Sperrwiderstand kein Unterscheidungsmerkmal; er liegt in beiden Fällen bei einigen Megohm.

4. Welche Angaben gehören zu einem PNP-Transistor?

- a)  $-U_{BE} = 0,6 \text{ V}$
- b)  $-I_E = 20 \text{ mA}$
- c)  $+I_E = 2 \text{ mA}$
- d)  $+U_{CE} = 5 \text{ V}$

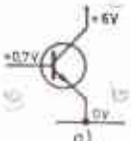
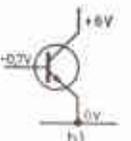
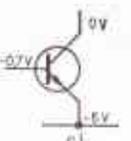
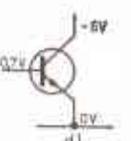
5. Dem Ersatzschaltbild eines NPN-Transistors entspricht die Darstellung

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

6. In einem älteren Transistorempfänger soll ein fehlerhafter Germanium-HF-Transistor OC 165 durch einen modernen Typ ersetzt werden. Welche Anfangsbuchstaben muß der Ersatztyp haben?

- a) AF
- b) AC
- c) BD
- d) AL

7. In einer Transistorschaltung sind die Betriebswerte an einem NPN-Transistor eingetragen. In welcher der folgenden Schaltungsauszüge stimmen die Angaben?

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

zu 4.

- Beim PNP-Transistor sind Kollektor und Basis negativ gegenüber dem Emitter. Plus liegt am Emitter; der Emitterstrom fließt in den Transistor hinein.
- 
- 
- 

zu 5.

- Beim NPN-Transistor ist die Schichtfolge N—P—N vorhanden. Die Diodensymbole zeigen also mit der Durchlaßrichtung vom mittleren Basisanschluß weg.
- 
- 
- 

zu 6.

- Die Anfangsbuchstaben AF kennzeichnen einen Transistor als Germanium-HF-Transistor.
- 
- 
- 

zu 7. **Merke:**

- Ein NPN-Transistor hat im Betriebszustand positive Spannung am Kollektor und an der Basis.
- 
- 
- 

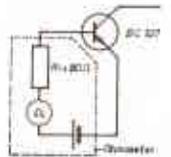
8. Bei einem PNP-Transistor AC 117 werden folgende Widerstände gemessen:

$R_{B-E}$ : 10 M $\Omega$	$R_{E-B}$ : 250 $\Omega$
$R_{B-C}$ : 1 k $\Omega$	$R_{C-B}$ : 1 k $\Omega$

Der Transistor ist

- a) brauchbar
- b) nicht brauchbar

9. Bei einem Transistor BC 107 ergeben zwei Widerstandsmessungen zwischen den Emitter-Basis-Anschlüssen in Durchgangs- und Sperrrichtung je 10 M $\Omega$  (vgl. hierzu nebenstehende Abbildung). Ist der Emitter-Basis-Übergang fehlerhaft oder gut?

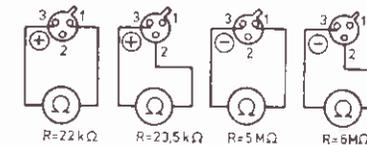


- a) Der Basis-Emitter-Übergang kann fehlerhaft sein.
- b) Der Basis-Emitter-Übergang ist fehlerhaft.
- c) Der Basis-Emitter-Übergang ist nicht fehlerhaft.

10. Bei einem unbekanntem Transistor werden zwischen den drei Anschlußdrähten 1, 2 und 3 nacheinander die in folgenden Meßschaltungen angegebenen Widerstandswerte gemessen.

Welcher Draht ist der Kollektoranschluß?

- a) 1
- b) 2
- c) 3



zu 8.

- Die Durchlaßrichtungen heißen Emitter-Basis und Kollektor-Basis, weil es sich um einen PNP-Transistor handelt (vgl. hierzu Datenblätter oder Transistor-Handbücher, die jeder Hersteller von Halbleiter-Bauelementen auf Anfrage kostenlos abgibt). Also muß der Kollektor-Basis-Widerstand in Sperrichtung hochohmig sein. Ein niederohmiger Meßwert weist auf einen defekten Transistor hin.
- 

zu 9.

- Die Durchlaßrichtung der Basis-Emitter-Diode wird beim Erreichen der Diffusionsspannung leitend, d.h., der Übergang wird niederohmig. Bleibt er bei der Messung hochohmig, so ist der Basis-Emitter-Übergang schadhaft.
- 
- 

zu 10.

- Der Anschlußdraht 1 ist der Kollektoranschluß (3 = Basis, 2 = Emitter), denn der Basis-Kollektor-Durchlaßwiderstand ist etwas kleiner als der Basis-Emitter-Durchlaßwiderstand. Die Durchlaßrichtungen liegen jeweils von der Basis zum Kollektor und zum Emitter hin. Es handelt sich um einen NPN-Transistor.
- 
- 

11. An einem Transistor mit bekannter Anschlußfolge ergeben sich folgende Widerstandswerte:

Durchlaßwiderstand E—B: 500 k $\Omega$ Durchlaßwiderstand C—B: 26 k $\Omega$ Sperrwiderstand B—E: 500 k $\Omega$ Sperrwiderstand B—C: 5 M $\Omega$ 

Wieviel PN-Übergänge sind fehlerhaft?

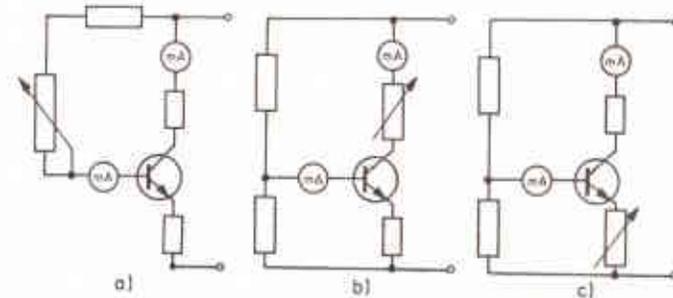
- a) 1 PN-Übergang
- b) 2 PN-Übergänge
- c) 3 PN-Übergänge
- d) kein PN-Übergang

12. Zur Ermittlung des Gleichstromverstärkungsfaktors B benötigt man die Meßwerte

- a)  $I_C$
- b)  $U_{CE}$
- c)  $\Delta I_B$
- d)  $I_B$

13. Zur Ermittlung des Wechselstromverstärkungsfaktors  $\beta$  soll eine Meßschaltung aufgebaut werden. Es geht also um das Verhältnis  $\Delta I_C / \Delta I_B$ . Vor welchen Transistoranschluß muß ein Regelwiderstand geschaltet werden, um die Stromänderungen zu erreichen (vgl. folgende Abbildungen)?

- a) Basis
- b) Emitter
- c) Kollektor



zu 11.

- Zwei Werte zeigen **einen** fehlerhaften PN-Übergang an, nämlich den Emitter-Basis-Übergang. Die Meßwerte ergeben für die Durchlaß- und Sperrichtung den gleichen Widerstand (500 k $\Omega$ ). Somit ergibt sich für den PN-Übergang Basis-Emitter keine eindeutige Durchlaß- bzw. Sperrichtung.

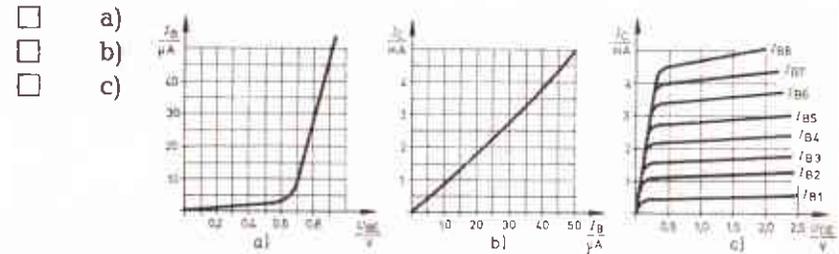
zu 12. Merke:

- Der Gleichstromverstärkungsfaktor B stellt das Verhältnis  $I_C/I_B$  dar.

zu 13.

- Die Kollektorstromänderung  $\Delta I_C$  ist im wesentlichen von der Basisstromänderung  $\Delta I_B$  abhängig. Also muß der Basisstrom geregelt werden. Das erreicht man durch einen regelbaren Basisspannungsteiler.

14. Mit Hilfe welcher Kennlinie kann man den Wechselstromverstärkungsfaktor  $\beta$  am einfachsten ermitteln?



15. Die Eingangskennlinie stellt das Verhalten des PN-Übergangs dar.

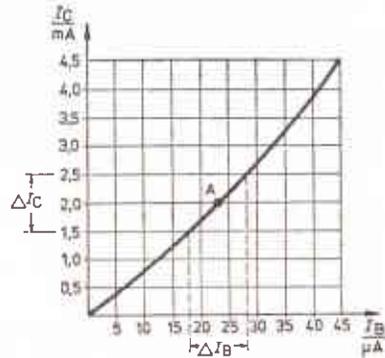
- a) Kollektor-Basis  
 b) Basis-Emitter  
 c) Emitter-Kollektor

16. Welche Abhängigkeit stellt die Eingangskennlinie dar?

- a)  $I_B = f(U_{BE})$   
 b)  $I_B = f(U_{CE})$   
 c)  $I_E = f(U_{CE})$   
 d)  $I_C = f(U_{BE})$

zu 14.

- Die Datenblätter für Transistoren geben die Durchschnittswerte des betreffenden Typs an, von denen die Meßwerte des gerade vorliegenden Transistors aufgrund der Fertigungstoleranzen abweichen können. Aus den Firmen-Kenn-daten lassen sich immer nur Angaben entnehmen, die auf den Einzelfall nur ungefähr passen. (Toleranzen von  $-50 \dots +100\%$  sind für den Verstärkungsfaktor üblich.) In der Steuerkennlinie kann der Bereich der zulässigen Änderung von Basisstrom und Kollektorstrom festgelegt werden, wenn der Arbeitspunkt bekannt ist. Aus den abgelesenen Werten läßt sich der Wechselstromverstärkungsfaktor  $\beta$  bilden (vgl. hierzu nebenstehende Abbildung).



$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$$

zu 15. Merke:

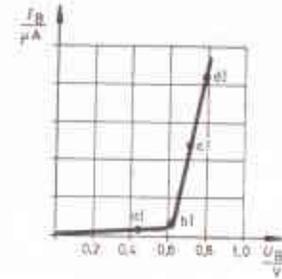
- Die Eingangskennlinie stellt das Verhalten des PN-Übergangs Basis-Emitter dar.
- Eine Emitter-Kollektor-Diode gibt es beim Transistor nicht. Die Basis ist für Kollektor und Emitter der gemeinsame Bezugspunkt.

zu 16. Merke:

- Die Eingangskennlinie ist eine  $U_{BE}/I_B$ -Kennlinie.
- Sie veranschaulicht also die Abhängigkeit des Basisstroms von der Basis-Emitter-Spannung.
- 
- 

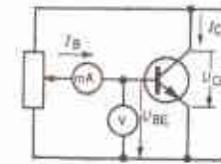
17. Wo muß der Arbeitspunkt eines Si-Transistors auf der Eingangskennlinie liegen, wenn er als NF-Verstärker dienen soll?

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



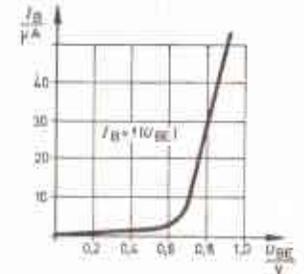
18. Welche Werte müssen bei der Aufnahme der Eingangskennlinie konstant sein (vgl. hierzu nachstehende Abbildung)?

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



19. Mit Hilfe der Eingangskennlinie läßt sich ermitteln (vgl. hierzu nachstehende Abbildung).

- a) der Gleichstromverstärkungsfaktor
- b) der Arbeitspunkt
- c) die Verlustleistung
- d) der Basis-Schutzwiderstand
- e) der Eingangswiderstand



## zu 17. Merke:

- Die Diffusionsspannung (im Kennlinienknick) beträgt für Silizium-Transistoren etwa 0,65 V.  
  
 Folglich muß der Arbeitspunkt bei einem Silizium-Transistor oberhalb des Knicks liegen, und zwar im geraden Bereich, um Verzerrungen zu vermeiden.

## zu 18. Merke:

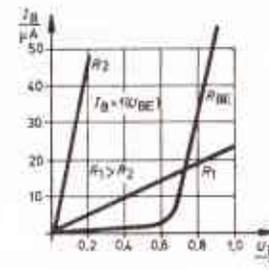
- Zur Aufnahme der Eingangskennlinie wird die Kollektor-Emitter-Spannung  $U_{CE}$  fest eingestellt (Parameter).  
  
 Der Basisstrom  $I_B$  ändert sich mit der Basisspannung  $U_{BE}$ , und der Kollektorstrom  $I_C$  ist wiederum abhängig von  $I_B$ .

## zu 19.

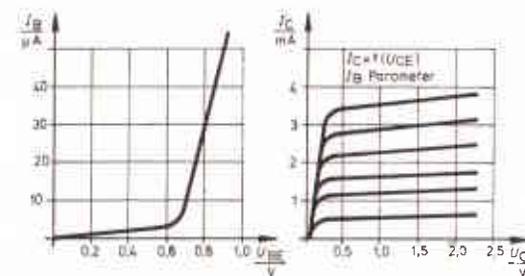
- Die Hersteller geben für den Arbeitspunkt auf der Eingangskennlinie die entsprechenden Werte  $U_{BE}$  und  $I_B$  an. Damit kann auch gleichzeitig der Eingangswiderstand ( $R_E = U_{BE} / I_B$ ) ermittelt werden.

20. Welches Widerstandsverhalten erkennt man aus der Eingangskennlinie eines Transistors (vgl. hierzu nachstehendes Diagramm)?

- a) unterhalb der Diffusionsspannung hoher Widerstand  
 b) oberhalb der Diffusionsspannung kleiner Widerstand  
 c) oberhalb der Diffusionsspannung hoher Widerstand  
 d) unterhalb der Diffusionsspannung kleiner Widerstand



21. Im Ausgangskennlinienfeld sind — im Gegensatz zum Eingangskennlinienfeld — mehrere Kennlinien dargestellt (vgl. hierzu nachstehende Diagramme), weil



- a) es sich um verschiedene Transistoren handelt  
 b) der Ausgang höher belastet werden kann als der Eingang  
 c) jede Ausgangskennlinie nur für einen bestimmten Basisstrom  $I_B$  gilt  
 d) jede Ausgangskennlinie nur für eine bestimmte Kollektor-Emitter-Spannung  $U_{CE}$  gilt

zu 20. Merke:

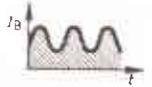
- In einem Widerstands-Diagramm bedeutet eine steile Kennlinie einen niedrigen Widerstand und ein flacher Kennlinienverlauf einen hohen Widerstand.

Deshalb hat die Eingangskennlinie unterhalb der Diffusionsspannung einen flachen Verlauf und oberhalb einen steilen Verlauf.

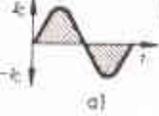
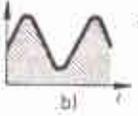
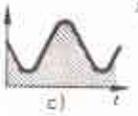
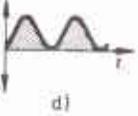
zu 21. Merke:

- Jede Ausgangskennlinie eines Transistors gilt nur für einen bestimmten Basisstrom  $I_B$  (oder eine bestimmte Basis-Emitter-Spannung  $U_{BE}$ ). Der jeweils fest eingestellte Wert von  $I_B$  bzw.  $U_{BE}$  heißt Parameter.

22. Nebenstehende Abbildung zeigt den zeitlichen Verlauf des Basisstroms  $I_B$  eines Transistors.



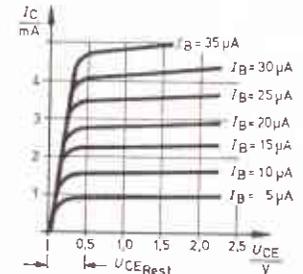
Welches der nachfolgend dargestellten Diagramme stellt den entsprechenden Verlauf des Kollektorstroms  $I_C$  richtig dar?

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

nicht maßstäblich

23. Warum beginnen die Ausgangskennlinien in den Datenblättern oft erst bei der Kollektor-Emitter-Restspannung  $U_{CE\text{Rest}}$  (vgl. hierzu nachstehende Abbildung)?

- a) weil sich der Bereich unterhalb  $U_{CE\text{Rest}}$  nicht darstellen läßt
- b) weil der Kennlinienverlauf unterhalb  $U_{CE\text{Rest}}$  uninteressant ist
- c) weil die Restspannung  $U_{CE\text{Rest}}$  das Ausgangskennlinienfeld unnötig vergrößern würde
- d) weil die Restspannung  $U_{CE\text{Rest}}$  einen konstanten Wert darstellt



24. Die Erhöhung des Kollektorstroms  $I_C$  ist abhängig von der Erhöhung

- a) der Spannung  $U_{CE}$
- b) des Stroms  $I_B$
- c) des Lastwiderstands  $R_L$
- d) des Eingangswiderstands  $R_E$

zu 22. Merke:

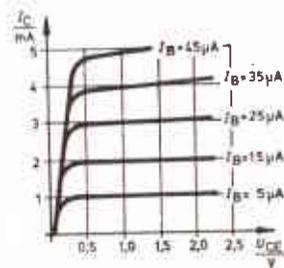
- Eine Erhöhung des Basisstroms  $I_B$  bringt eine Erhöhung des Kollektorstroms  $I_C$  mit sich.
- 
- 
- 

zu 23. Merke:

- Die Verstärkereigenschaft des Transistors wird erst nach Überschreiten der Restspannung  $U_{CE\text{Rest}}$  voll wirksam, weil dann alle Ladungsträger durch die Kollektorspannung in Bewegung gesetzt werden.
- $U_{CE\text{Rest}}$  steigt geringfügig mit der Erhöhung des Basisstroms  $I_B$ .
- 
- 

zu 24. Merke:

- Der Kollektorstrom ist im wesentlichen vom Basisstrom  $I_B$  abhängig.
- Der Kollektorstrom  $I_C$  erhöht sich nur geringfügig, wenn  $U_{CE}$  vergrößert wird (vgl. hierzu nebenstehende Abbildung).
- 
- 

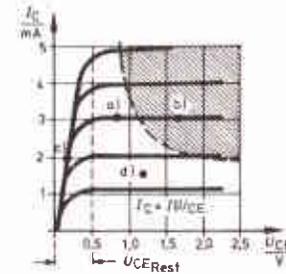


25. Die Eingangskennlinie des Transistors hat große Ähnlichkeit mit der

- a) Ausgangskennlinie  $I_C = f(U_{CE})$
- b) Steuerkennlinie  $I_C = f(U_{BE})$
- c) Kennlinie eines Heißleiters
- d) Diodenkennlinie  $I_F = f(U_F)$

26. Welcher der im Ausgangskennlinienfeld eingezeichneten Arbeitspunkte liegt für einen Transistor als Verstärker richtig?

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

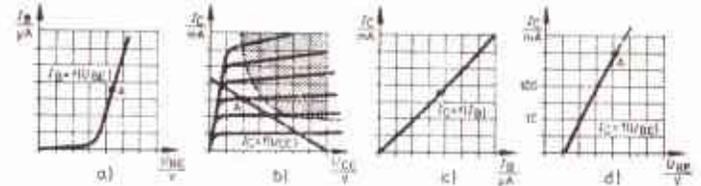


27. Mit Hilfe der Stromsteuerkennlinie  $I_C = f(I_B)$  lässt sich der Gleichstromverstärkungsfaktor  $B$  finden, indem man

- a) den Steigungswinkel ermittelt
- b) das Verhältnis aus  $U_{CE}$  (Parameter) zu  $I_B$  bestimmt
- c) für den festgelegten Arbeitspunkt die zugehörigen Werte für  $I_C$  und  $I_B$  abliest

28. Aus welchem der Kennlinienfelder mit eingezeichnetem Arbeitspunkt lässt sich erkennen, ob die zulässige Verlustleistung nicht überschritten wird?

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



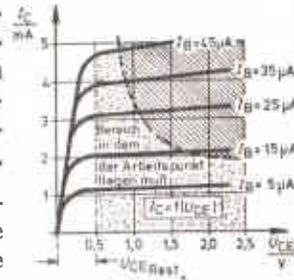
zu 25. Merke:

- Die Steuerkennlinie  $I_C = f(U_{BE})$  hat starke Ähnlichkeit mit der Eingangskennlinie, weil  $I_C$  unmittelbar von  $I_B$  und  $I_B$  von  $U_{BE}$  abhängt.
- Ihr Verlauf entspricht dem einer Diodenkennlinie.

zu 26. Merke:

- Der Arbeitspunkt muß im Ausgangskennlinienfeld stets unterhalb der Leistungshyperbel liegen (vgl. hierzu nebenstehende Abbildung), damit die zulässige Verlustleistung nicht überschritten wird.

Für Verstärker muß der Arbeitspunkt so liegen, daß sowohl eine Zunahme als auch eine Abnahme des Kollektorstroms als Folge des Steuervorgangs möglich ist.



zu 27. Merke:

- Anhand der Steuerkennlinie  $I_C = f(I_B)$  kann für einen bestimmten Arbeitspunkt der Gleichstromverstärkungsfaktor  $B$  aus dem Verhältnis von  $I_C$  zu  $I_B$  errechnet werden.

$$B = \frac{I_C}{I_B}$$

zu 28. Merke:

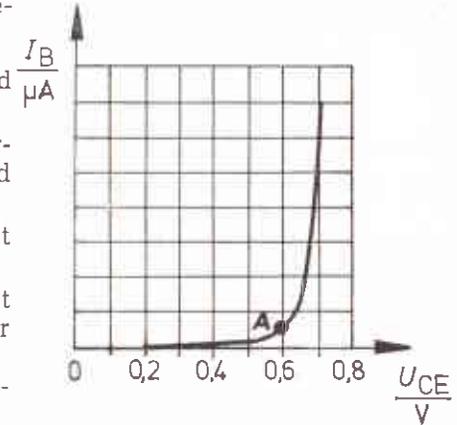
- Für die Einhaltung der Verlustleistung ist die richtige Lage des Arbeitspunkts im Ausgangskennlinienfeld zu beachten.
- Es tritt zwar auch im Eingang des Transistors eine Verlustleistung auf, und zwar durch Basisstrom und Basisspannung, aber diese ist vernachlässigbar klein.

29. Von der Stromsteuerung eines Transistors spricht man, wenn

- a)  $R_i$  der Stromquelle im Basiskreis groß ist
- b) der Kollektorstrom  $I_C$  groß ist
- c) der Wechselstromverstärkungsfaktor  $\beta$  groß ist
- d)  $R_i$  der Stromquelle im Basiskreis klein ist

30. Was geschieht, wenn ein Siliziumtransistor im Bereich  $U_{BE1} = 0,5 \text{ V}$  —  $U_{BE2} = 0,65 \text{ V}$  durch eine Wechsellspannung gesteuert wird (vgl. hierzu nebenstehendes Diagramm)?

- a) Der Transistor wird durchgesteuert.
- b) Die zulässige Verlustleistung wird überschritten.
- c) Der Transistor bleibt gesperrt.
- d) Der Transistor gibt eine gegenüber der Eingangsspannung verzerrte Ausgangsspannung ab.



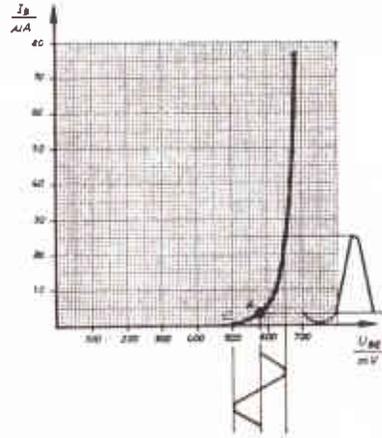
31. Wenn der Lastwiderstand  $R_L$  eines Verstärkers groß ist gegenüber dem Innenwiderstand  $R_i$ , so handelt es sich um die
- a) Spannungsverstärkung
- b) Stromverstärkung
- c) Leistungsverstärkung

zu 29. **Merke:**

- Die Stromsteuerung wird bei einem hohen  $R_i$  der vorhergehenden Stufe des Basiskreises bewirkt.**
- Eine Änderung der EMK bewirkt im hochohmigen Stromkreis überwiegend eine Stromänderung.

zu 30.

- Die Änderung der Basisspannung  $\Delta U_{BE}$  weist auf die Spannungsverstärkung hin. Liegt diese im Bereich des Kennlinienknicks, so kommt es zu Verzerrungen (vgl. hierzu nebenstehende Abbildung).



zu 31.

- Man unterscheidet zwar zwischen den 3 genannten Verstärkungsarten, in Wirklichkeit gibt es aber nur die Leistungsverstärkung. Weil zur Steuerung eines Transistors grundsätzlich eine elektrische Leistung (Spannung mal Strom) benötigt wird, ist — anders als bei der Röhre — eine reine Spannungsverstärkung nicht möglich. Strom- und Spannungsverstärkung unterscheiden sich nach dem Grad der Anpassung.

**Merke:**

Ist der Lastwiderstand niederohmig, so fließt ein relativ großer Strom und man spricht von Stromverstärkung. Ist der Lastwiderstand dagegen hochohmig, so fällt an ihm eine relativ hohe Spannung ab, entsprechend heißt es Spannungsverstärkung.

32. Die Versorgungsspannung  $U_b$  ist bei Transistor-Schaltungen höher als die Kollektor-Emitter-Spannung  $U_{CE}$ , weil

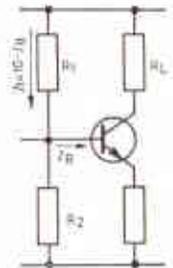
- a) meistens mehrere Transistorstufen versorgt werden müssen
- b) zusätzlich ein Spannungsabfall am Lastwiderstand  $R_L$  auftritt
- c) es nicht möglich ist, mit Netzgeräten kleine Versorgungsspannungen stabil zu halten
- d) zusätzlich die Basisruhespannung  $U_{BE}$  erzeugt werden muß

33. Die Stromversorgung einer Transistorstufe kann mit einer einzigen Spannungsquelle sichergestellt werden, weil

- a) bei mehreren Transistorstufen, die hintereinandergeschaltet sind, die vorhergehende der nachfolgenden Stufe den Basisruhestrom liefert
- b) die Basis-Emitter-Spannung durch einfache Schaltungsmaßnahmen aus der gleichen Spannungsquelle entnommen werden kann wie die Kollektor-Emitter-Spannung
- c) der Basiskreis wenig Strom benötigt
- d) das Eingangssignal die Basis-Emitter-Spannung liefert

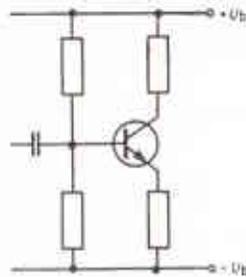
34. Warum soll der Strom im Basisspannungsteiler 5- bis 10mal höher sein als der Basisstrom (vgl. hierzu nachstehenden Schaltungsauszug)?

- a) weil die Widerstände des Spannungsteilers bei kleinerem Verhältnis  $I_1/I_B$  zu groß sein müßten, um den Strom zu begrenzen
- b) weil der erforderliche Spannungsabfall nur durch einen großen Strom erreicht werden kann
- c) weil der Arbeitspunkt dadurch stabilisiert wird
- d) weil die Verstärkung dadurch erhöht wird



zu 32. Merke:

- Die Versorgungsspannung muß außer den Spannungen an Transistor-Bahnwiderständen auch noch die Spannungsabfälle an den Lastwiderständen der Schaltung sicherstellen.
- Dazu kommen noch Spannungsabfälle bei weiteren Schaltungsmaßnahmen, z.B. am Emitterwiderstand bei der Stromgegenkopplung (vgl. hierzu nebenstehenden Schaltungsauszug).



zu 33. Merke:

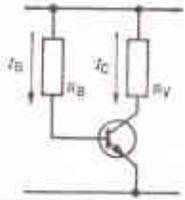
- Für die Erzeugung der Basisruhespannung ist keine zweite Spannungsquelle erforderlich. Sie kann mit Hilfe eines Basisvorwiderstands oder eines Basisspannungsteilers aus der Spannungsquelle im Kollektorkreis abgegriffen werden.
- 
- 
- 

zu 34. Merke:

- Der höhere Strom im Basisspannungsteiler stabilisiert den Arbeitspunkt.
- Der Innenwiderstand  $R_i$  eines Transistors vermindert sich bei Erwärmung. Dadurch erhöht sich auch der Basisstrom. Der Arbeitspunkt würde zu höheren Strömen hin verschoben. Wenn aber der Strom im Basisspannungsteiler 5- bis 10mal so groß ist wie der Basisstrom selbst, so kann eine Änderung des Basisstroms nur unwesentliche Spannungsänderungen am Basisspannungsteiler hervorrufen.
- 
- 

35. Was geschieht in der nachstehenden Schaltung während des Betriebes?

- a) Der Kollektorstrom  $I_C$  steigt.
- b) Der Kollektorstrom  $I_C$  fällt.
- c) Der Basisstrom  $I_B$  steigt.
- d) Der Basisstrom  $I_B$  fällt.



36. Unter einer Kopplung versteht man

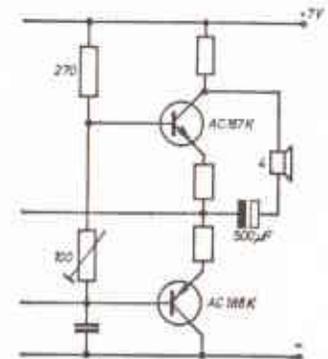
- a) eine Lötverbindung
- b) eine galvanische Verbindung
- c) eine Verbindung über einen Kondensator
- d) einen Widerstand
- e) die Verbindung zweier drehbarer Bauelemente

37. Die C-Kopplung wird angewandt,

- a) damit die Einstellung des Arbeitspunkts durch den Basisruhestrom nicht durch vorhergehende Stufen gestört wird
- b) damit der Stromverbrauch klein bleibt
- c) zur Anpassung
- d) weil ein Transistor nur mit Wechselstrom gesteuert werden kann

38. Für eine Endstufe nach folgender Abbildung ist als untere Grenze des Übertragungsbereichs 30 Hz angegeben. Stimmt die Angabe?

- a) Die Angabe stimmt.
- b) Die Angabe stimmt nicht.
- c) Die Angabe kann anhand der Schaltung nicht überprüft werden.
- d) Die untere Grenzfrequenz liegt höher als 30 Hz.



zu 35. Merke:

- Der Kollektorstrom  $I_C$  und der Basisstrom  $I_B$  werden steigen, weil aufgrund der Eigenerwärmung durch die Verlustleistung die Bahnwiderstände Kollektor-Emitter und Basis-Emitter kleiner werden.
- 
- 
- 
- Der steigende Basisstrom hat außerdem eine Erhöhung des Kollektorstroms zur Folge.

zu 36. Merke:

- Unter Kopplung versteht man eine Verbindung zwischen zwei Stromkreisen, z.B. Verstärkerstufen.
- Zwei Stromkreise können über Widerstände (galvanisch) oder über Kondensatoren (kapazitiv) oder mit Hilfe eines Transformators (induktiv) gekoppelt sein.
- 
- 

zu 37. Merke:

- Bei der C-Kopplung von Verstärkerstufen beeinflusst nur die Wechselfspannung die nachfolgende Stufe. Verschiebungen des Arbeitspunkts durch Übergreifen der Kollekt Ruhe-spannung der vorhergehenden Stufe auf den Basis-kreis können nicht eintreten.
- 
- 
- 

zu 38.

- Mit Hilfe des Koppelkondensators kann die Angabe überprüft werden:
- 
- 

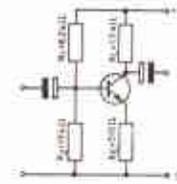
$$R = \frac{1}{2\pi f C_K} \quad f = \frac{1}{2\pi C_K \cdot R}$$

$$= \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 500 \cdot 10^{-6} \cdot 4} = \underline{\underline{80 \text{ Hz}}}$$

Bei den üblichen Lautsprecherimpedanzen von  $4 \Omega$  ergibt ein Kondensator von  $500 \mu\text{F}$  eine untere Grenzfrequenz von überschläglich  $100 \text{ Hz}$ , ein Kondensator von  $1000 \mu\text{F}$  eine Grenzfrequenz von  $50 \text{ Hz}$ . Damit läßt die Größe des Koppelkondensators einen unmittelbaren Schluß auf die untere Grenzfrequenz zu.

39. Der Transistor in der folgenden Schaltung wird heiß, weil der Widerstand \_\_\_\_\_ falsch bemessen ist.

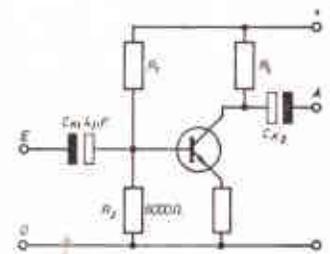
- a)  $R_L$
- b)  $R_1$
- c)  $R_2$
- d)  $R_E$



40. Strom- und Spannungsgegenkopplung dienen zur

- a) Arbeitspunktstabilisierung
- b) Stabilisierung der Betriebstemperatur
- c) Begrenzung des Kollektorstroms
- d) Ein- und Auskopplung des Signals

41. Für den Eingang eines Verstärkers nach nebenstehender Abbildung wird ein Koppelkondensator  $C_{K1} = 4 \mu\text{F}$  zur Übertragung der niedrigsten Frequenz von etwa  $30 \text{ Hz}$  benötigt. Da für den Aufbau des Verstärkers nur Kondensatoren mit einer Kapazität von  $1 \mu\text{F}$  vorrätig sind, soll der Mangel durch Verändern von  $R_2$  behoben werden. Ist die Lösung richtig?



- a) nein, weil auch die Basisspannung  $U_{BE}$  geändert wird
- b) Die Lösung ist richtig.
- c) nein, der Arbeitspunkt wird verschoben
- d) ja, außerdem wird noch die Temperaturstabilisierung verbessert
- e) Die Lösung ist nicht durchführbar.

zu 39.

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

Der Basis-Spannungsteiler soll so bemessen sein, daß das Verhältnis  $I_1 : I_2$  etwa 10 : 1 beträgt.

Der Basisspannungsteiler ist im Beispiel so ausgelegt, daß etwa 2/3 der Betriebsspannung zwischen Basis und 0-Potential liegen. Damit wird die Spannung  $U_{BE}$  zu groß. Der Transistor nimmt zu großen Kollektorstrom  $I_C$  auf und heizt sich auf.

zu 40. Merke:

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

**Strom- und Spannungsgegenkopplung dienen der Stabilisierung des Arbeitspunkts bei Schwankungen der Versorgungsspannung, der Temperatur und bei sog. Exemplarstreuungen.**

(Exemplarstreuungen = Abweichungen in den Betriebsdaten von den im Datenblatt angegebenen Werten.)

zu 41.

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

Durch Verändern des Spannungsteilerwiderstands  $R_2$  läßt sich die Grenzfrequenz nicht auf 30 Hz einstellen, wenn statt des 4- $\mu$ F-Kondensators nur einer mit 1  $\mu$ F eingebaut wird. (Der Basis-Emitter-Bahnwiderstand wird mit 2000  $\Omega$  angenommen.)

$$R_2 = \frac{1}{2 \pi f \cdot C_{K1}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 30 \cdot 10^{-6}} = \underline{\underline{5000 \Omega}}$$

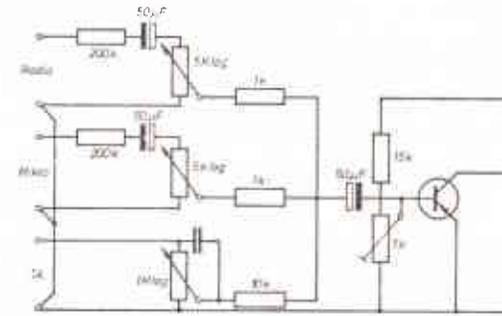
Die Vergrößerung von  $R_2$  würde nur die Basisspannung erhöhen und damit den Arbeitspunkt verschieben.

**Merke:**

**Die untere Grenzfrequenz läßt sich nur durch die Kapazität des Koppelkondensators beeinflussen.**

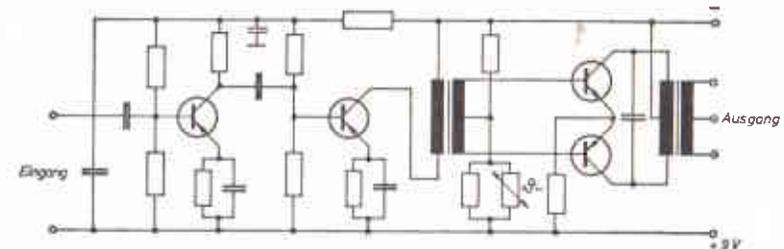
(Lösung des Problems: 4 Kondensatoren mit je 1  $\mu$ F parallel schalten).

42. Welche Maßnahmen zur Einstellung der Basisspannung wurden bei dem Eingang eines Mischpultverstärkers in nachstehender Schaltung getroffen?



- 
- a) Halbierung der Versorgungsspannung
- 
- 
- b) Basis-Spannungsteiler
- 
- 
- c) Basis-Vorwiderstand
- 
- 
- d) Spannungsgegenkopplung

43. Welche Maßnahmen zur Arbeitspunktstabilisierung wurden bei der nachstehenden Schaltung eines NF-Verstärkers getroffen?



- 
- a) Stromgegenkopplung
- 
- 
- b) Spannungsgegenkopplung
- 
- 
- c) Basis-Vorwiderstand
- 
- 
- d) Heißeleiter
- 
- 
- e) Stabilisierung durch Dioden
- 
- 
- f) Basis-Spannungsteiler

zu 42.

- Der Eingang der Transistorstufe enthält einen Basis-Spannungsteiler.
- 

zu 43.

- Alle drei Stufen enthalten Basis-Spannungsteiler und einen Emitterwiderstand zur Stromgegenkopplung. Der Arbeitspunkt der Endstufe wird zusätzlich durch einen Heißeiter stabilisiert.
- 

44. Die Arbeitspunktstabilisierung ist für einen Vorverstärker am einfachsten zu erzielen durch eine
- a) Spannungsteiler-Schaltung
  - b) Stromgegenkopplung
  - c) Spannungsgegenkopplung
  - d) Korrektur mit Hilfe eines Heißeiters
  - e) Halbierung der Versorgungsspannung
- 

45. Die Stromgegenkopplung unterscheidet sich von der Spannungsgegenkopplung dadurch, daß
- a) bei kleinem Lastwiderstand Stromgegenkopplung, bei großem Lastwiderstand dagegen Spannungsgegenkopplung auftritt
  - b) bei der Stromgegenkopplung eine zusätzliche Stromquelle erforderlich ist und bei der Spannungsgegenkopplung nicht
  - c) die Stromgegenkopplung auf Änderung des (Emitter-) Stroms reagiert und die Spannungsgegenkopplung auf Änderung der (Kollektor-)Spannung
  - d) bei der Stromgegenkopplung ein Widerstand in der Emitterzuleitung liegt und bei der Spannungsgegenkopplung der Basisvorwiderstand am Kollektor liegt
- 

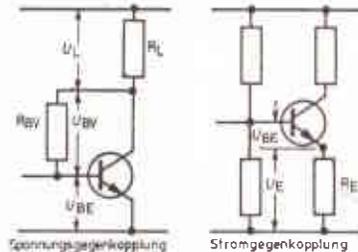
46. Für die optimale Leistung einer Verstärkerstufe bei gegebener Versorgungsspannung ist \_\_\_\_\_ entscheidend.
- a) der Verstärkungsfaktor
  - b) die Anpassung
  - c) die Stromgegenkopplung
  - d) die Spannungsgegenkopplung
-

zu 44.

- Der ohnehin erforderliche Lastwiderstand kann gleichzeitig zur Halbierung der Versorgungsspannung ausgenutzt werden. Weil bei Vorverstärkern mit niedriger Arbeitspunkteinstellung gearbeitet wird, machen sich Verschiebungen des Arbeitspunkts kaum bemerkbar.

zu 45.

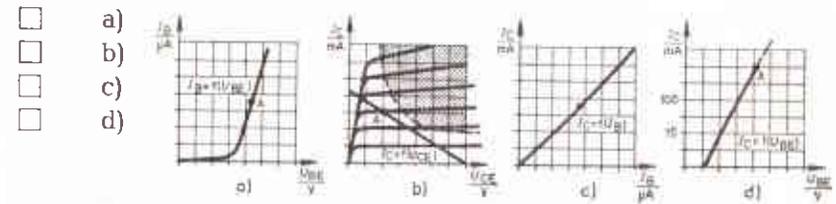
- Die Stromerhöhung aufgrund der Widerstandsverminderung im Transistor ruft am Emitterwiderstand  $R_E$  einen zusätzlichen Spannungsabfall hervor. Die Basisruhespannung  $U_{BE}$  wird dadurch vermindert (vgl. hierzu nebenstehenden Schaltungsauszug).
- Bei der Spannungsgegenkopplung wird die Basisruhespannung vermindert, wenn sich der Spannungsabfall am Lastwiderstand  $R_L$  erhöht (vgl. hierzu nebenstehenden Schaltungsauszug).
- Für einen Transistorverstärker stellt z.B. der Lautsprecher den Außenwiderstand dar und die Transistorstufe den Innenwiderstand.



zu 46. Merke:

- Eine Energiequelle ( $\hat{=}$  Verstärker) gibt die maximale Leistung ab, wenn der Außen- oder Belastungswiderstand gleich dem Innenwiderstand ist.
- Für einen Transistorverstärker stellt z.B. der Lautsprecher den Außenwiderstand dar und die Transistorstufe den Innenwiderstand.

47. In welchem Kennlinienfeld läßt sich der Lastwiderstand für einen Transistor grafisch ermitteln?



48. Der Lastwiderstand soll

- a) zur Stabilisierung des Arbeitspunkts die Spannung halbieren
- b) die Transistorverstärkung ausnutzen
- c) eine Stromgegenkopplung bewirken
- d) die Basisruhespannung erzeugen

49. Wenn der Lastwiderstand kleiner gewählt wird, als er nach der Berechnung sein dürfte, wird

- a) der Transistor überlastet
- b) die optimale Ausgangsleistung nicht erreicht
- c) der Basisvorwiderstand bzw. Basisspannungsteiler überlastet
- d) der Lastwiderstand überlastet

50. Was geschieht, wenn der Lastwiderstand größer gewählt wird, als er nach der Berechnung sein könnte?

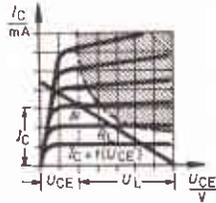
- a) Der Transistor wird überlastet.
- b) Die optimale Ausgangsleistung wird nicht erreicht.
- c) Es entsteht eine Spannungsgegenkopplung.
- d) Der Lastwiderstand wird überlastet.

zu 47.

- Die Widerstandsgerade des Lastwiderstands gehört ins Ausgangskennlinienfeld.

Für den Arbeitspunkt werden  $U_{CE}$  und  $I_C$  festgelegt. Die Spannungsdifferenz zwischen  $U_{CE}$  und Versorgungsspannung muß am Lastwiderstand abfallen (vgl. hierzu das nebenstehende Diagramm). Mit Hilfe von  $I_C$  kann aus der Spannungsdifferenz  $R_L$  errechnet werden

$$(R_L = \frac{U - U_{CE}}{I_C}).$$



zu 48.

- Der Lastwiderstand soll die durch den Transistor verstärkten Stromschwankungen nutzbar machen. Infolge der Stromschwankungen treten am Lastwiderstand Spannungsschwankungen ( $\Delta U_L = \Delta I_C \cdot R_L$ ) und somit auch eine Wechselstromleistung auf. Er kann so bemessen werden, daß er eine Arbeitspunktstabilisierung durch Halbierung der Versorgungsspannung zusätzlich bewirkt.

zu 49. Merke:

- Eine Transistorstufe gibt nur dann die optimale Leistung ab, wenn der Lastwiderstand richtig bemessen ist.
- Wird der Lastwiderstand kleiner bemessen, so steigt der Kollektorstrom und am Transistor fällt die größere Spannung ab. Die zulässige Verlustleistung wird überschritten.

zu 50.

- Wird der Lastwiderstand zu groß bemessen, so begrenzt er den Strom  $I_C$  und außerdem erhält der Transistor nicht die erforderliche Kollektor-Emitterspannung  $U_{CE}$ . Die optimale Leistung wird nicht erreicht.

51. Als Mikrofonverstärker für einen Lautsprecher mit 10 W Leistung genügt eine einzelne Transistorstufe nicht, weil

- a) das Eingangssignal zu schwach ist
- b) die Verstärkung zu gering ist
- c) dann die Anpassung zu schwierig ist
- d) die Basiswechselspannung zu klein ist

52. Die Spannungsverstärkung einer Transistorstufe läßt sich durch einen ..... vergrößern.

- a) größeren Basisvorwiderstand
- b) kleineren Basisvorwiderstand
- c) größeren Lastwiderstand  $R_L$
- d) kleineren Lastwiderstand  $R_L$

53. Wie lautet die Formel für die Leistungsverstärkung?

- a)  $v_P = \frac{P_2}{P_1}$
- b)  $P_v = \frac{P_1}{P_2}$
- c)  $S_v = \frac{S_1}{S_2}$
- d)  $v_P = \frac{P_1}{P_2}$

zu 51.

- Zwar werden für Transistoren Verstärkungsfaktoren in der Größenordnung von  $\beta \geq 400$  angegeben, doch liegt die tatsächliche Verstärkung je Stufe im allgemeinen bei 100. Die elektrische Leistung eines Mikrofons von etwa  $0,01 \mu\text{W}$  reicht aber nicht aus, um am Ausgang einer einzigen Transistorstufe eine Leistung von  $10 \text{ W}$  zu erzeugen. Das käme einer Verstärkung von  $1000 \cdot 10^6$  gleich. Gerade bei Vorverstärkern darf die mögliche Verstärkung nicht ausgenutzt werden, weil sich das Rauschen zu stark bemerkbar macht.

**Merke:**

Bei Verstärkern, die Energie zum Betrieb von Lautsprechern liefern sollen, sind mehrere Transistorstufen erforderlich.

zu 52. **Merke:**

- Je größer der Lastwiderstand  $R_L$  gemacht werden kann, desto höher ist die Spannungsverstärkung einer Transistorstufe.

zu 53. **Merke:**

- $$v_P = \frac{P_2}{P_1}$$
 Der Verstärkungsfaktor stellt bei der Leistungsverstärkung  $v_P$  das Verhältnis der Ausgangsleistung  $P_2$  zur Eingangsleistung  $P_1$  dar.

54. Ein Lautsprecher benötigt für Zimmerlautstärke eine Leistung von

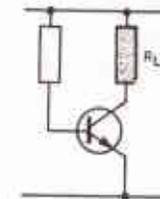
- a)  $0,5 \text{ W}$   
 b)  $10 \text{ W}$   
 c)  $25 \text{ W}$   
 d)  $50 \text{ W}$

55. Unter der Eingangsempfindlichkeit eines Verstärkers versteht man

- a) das Verhältnis der Eingangsspannung  $U_1$  zur Ausgangsspannung  $U_2$   
 b) den Grad der Anpassung  
 c) das Verhältnis von Ausgangsleistung zur Eingangsspannung  
 d) den Verstärkungsfaktor

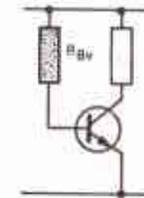
56. Für die Berechnung des Lastwiderstands eines Verstärkers werden die Größen benötigt (vgl. hierzu nachstehenden Schaltungsauszug).

- a)  $I_B$   
 b)  $I_C$   
 c)  $U_{BE}$   
 d)  $U_{CE}$   
 e)  $U_b$  (Versorgungsspannung)



57. Für die Ermittlung des Basisvorwiderstands sind folgende Angaben erforderlich (vgl. hierzu nachstehenden Schaltungsauszug).

- a)  $I_C$   
 b)  $I_B$   
 c)  $U_{CE}$   
 d)  $U_{BE}$   
 e)  $U_b$  (Versorgungsspannung)





zu 58.

- - 
  - 
  - 
  -
- Bei den gegebenen Werten  $U$ ,  $U_{BE}$  und  $I_C$  fehlt zur Berechnung des Basisspannungsteilers nur der Gleichstromverstärkungsfaktor  $B$ . Er dient zur Ermittlung des Basisstroms  $I_B$ .

Beispiel:  $I_C = 10 \text{ mA}$ ,  $B = 100$

$$I_B = \frac{I_C}{B} = \frac{10\,000 \mu\text{A}}{100} = \underline{\underline{100 \mu\text{A}}}$$

$$I_1 \approx 10 \cdot 100 \mu\text{A} = \underline{\underline{1 \text{ mA}}}$$

Mit Hilfe der Versorgungsspannung und Basisruhespannung  $U_{BE}$  lassen sich dann die Teilwiderstände  $R_1$  und  $R_2$  des Spannungsteilers errechnen.

zu 59. **Merke:**

- - 
  - 
  -
- Der Spannungsabfall am Emitterwiderstand bei einer Stromgegenkopplung muß durch die Spannungsquelle zusätzlich aufgebracht werden. Der Lastwiderstand  $R_L$  kann aber dafür unabhängig von Stabilisierungsmaßnahmen optimal bemessen werden.

zu 60. **Merke:**

- - 
  - 
  -
- Im Basisspannungsteiler soll der 10fache Wert des Basisstroms  $I_B$  fließen.  
Die Richtigkeit der angegebenen Werte kann nur durch eine Rechnung nachgeprüft werden:

$$U_2 = U_{BE} = 0,6 \text{ V}$$

$$U_1 = U - U_{BE} = 4,5 \text{ V} - 0,6 \text{ V} = \underline{\underline{3,9 \text{ V}}}$$

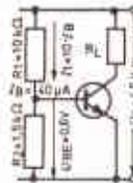
$$I_1 = 10 \cdot I_B = 10 \cdot 40 \mu\text{A} = 400 \mu\text{A} = \underline{\underline{0,4 \text{ mA}}}$$

$$R_1 = U_1 : I_1 = 3,9 \text{ V} : 0,4 \text{ mA} = 9750 \Omega \approx \underline{\underline{10 \text{ k}\Omega}}$$

(Normwert)

$$R_2 = U_2 : I = 0,6 \text{ V} : 0,36 \text{ mA} = 1666 \Omega \approx \underline{\underline{1,5 \text{ k}\Omega}}$$

(Normwert)



61. Vor dem Zusammenbau eines Verstärkers ist ein Versuchsaufbau zu empfehlen,

- a) um zu prüfen, ob der Verstärker wirklich mit den berechneten Bauteilen arbeitet
- b) um die Funktion der Schaltung mit Bauteilen zu prüfen, deren Istwerte infolge Toleranzen von den Sollwerten abweichen
- c) um die Funktion der Stabilisierungsschaltung zu prüfen
- d) um Schaltfehler zu vermeiden

62. Welche Aufgabe hat ein Vorverstärker?

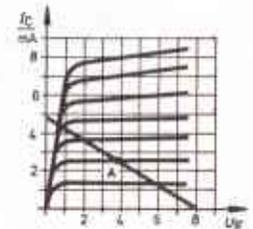
- a) Er soll den Basisvorwiderstand der Leistungsstufe ersetzen.
- b) Er dient zur Anpassung.
- c) Er soll die Verstärkung vorbereiten.
- d) Er soll die Spannung des Eingangssignals verstärken.

63. Reicht die Verstärkung eines einstufigen Vorverstärkers aus, um ein Signal mit 1 mV Spannung hörbar zu machen?

- a) nein, die Verstärkung einer Stufe reicht nicht aus
- b) ja, um einen Lautsprecher zu betreiben
- c) ja, um einen hochohmigen Kopfhörer zu betreiben
- d) nein, weil keine Leistungsverstärkung stattfindet

64. Der Arbeitspunkt eines Transistors, der als Verstärker eingesetzt wird (vgl. hierzu nachstehendes Kennlinienfeld), muß niedrig eingestellt werden, weil

- a) mit niedrigen Versorgungsspannungen gearbeitet wird
- b) das Eingangssignal an der Treiberstufe sonst zu hoch wird
- c) sich sonst das Wärmerauschen des Transistors zu stark bemerkbar macht
- d) das Eingangssignal zu klein ist



zu 61. **Merke:**

- 
- Die handelsüblichen Normwerte von Widerständen und Kondensatoren stimmen selten mit den errechneten Werten einer Transistorschaltung überein. Hinzu kommen noch mögliche Toleranzen (bis 20 %!).
- Die verwendeten Werte sind meistens etwas größer oder kleiner. Daher ist es sinnvoll, die Schaltung zunächst provisorisch auszuprobieren, um gegebenenfalls Bauteile leicht austauschen zu können.
- 

zu 62.

- Die von Mikrofonen und Tonabnehmern abgegebene Spannung bzw. Leistung ist so gering, daß eine Spannungsverstärkung notwendig ist, bevor eine Treiberstufe angesteuert werden kann.
- 
- 
- 

zu 63. **Merke:**

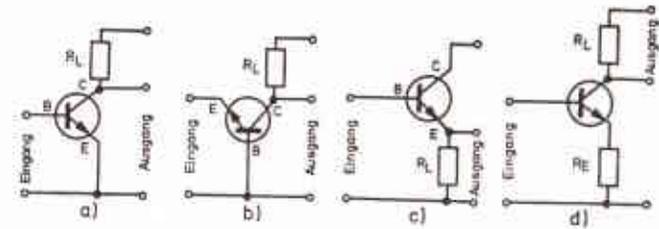
- Die Verstärkung eines Vorverstärkers reicht aus, um damit einen hochohmigen Kopfhörer zu betreiben.
- Ein empfindlicher Kopfhörer spricht bereits auf eine Leistung von  $10^{-12}$  W hörbar an.
- 
- 

zu 64. **Merke:**

- Eine hohe Arbeitspunkteinstellung verursacht in einem Transistor eine größere Verlustleistung (durch Vergrößerung der Basisruhespannung wird  $I_C$  erhöht und damit  $P_c$ ).
- Die Verlustwärme erzeugt im Transistor eine Rauschspannung, die sich dem verstärkten Signal überlagert.
- 
- 

65. Welche der dargestellten Transistorschaltungen ergibt die größte Spannungsverstärkung?

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



66. Der Lautstärkereglер befindet sich \_\_\_\_\_ eines mehrstufigen Transistorverstärkers.

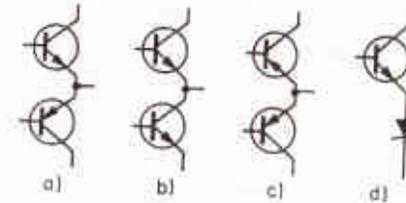
- a) in der Treiberstufe
- b) im Vorverstärker
- c) in der Leistungsstufe

67. Warum enthält ein Leistungsverstärker meistens eine eisenlose Gagnetaktendstufe?

- a) damit man mit einem niedrigen Ruhestrom  $I_C$  auskommt
- b) wegen des Wärmerauschens
- c) zur Erzielung einer hohen Ausgangsleistung
- d) zur Anpassung
- e) um Verzerrungen durch den Eisenkern eines Übertragers zu vermeiden

68. Ein Komplementär-Transistorpaar ist in der nachstehenden Schaltung unter \_\_\_\_\_ dargestellt.

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



zu 65. **Merke:**

- Für eine hohe Spannungsverstärkung eignet sich besonders die Emitterschaltung.  
  
 (Die Stromgegenkopplung in Abb. d) setzt die Verstärkung herab).

zu 66. **Merke:**

- Der Lautstärkereglert liegt im Vorverstärker.

zu 67. **Merke:**

- Die Endstufe eines Verstärkers ist meistens als Gegentaktendstufe ausgeführt, um eine hohe Ausgangsleistung und einen niedrigen Ruhestrom zu erzielen. Bei Ausgangsübertragern muß zur Vormagnetisierung ein bestimmter Ruhestrom fließen.  
  
 Auch zur Einkopplung des Signals wendet man heute kaum noch Transformatoren an, da sie teuer, schwer und großvolumig sind und außerdem Verzerrungen verursachen (Hysterese).

zu 68. **Merke:**

- Ein Komplementär-Transistorpaar besteht aus je einem NPN- und PNP-Transistor mit gleichen Eigenschaften (z.B. gleichem Verstärkungsfaktor).  
  
  
 Die negative und positive Halbwelle der Tonwechselspannung wird über je einen Transistor verstärkt. Deshalb stellen die Emitter beider Transistoren den gemeinsamen Anschluß für den Lautsprecher dar. Weil aber die Versorgungsspannung den Strom in gleicher Richtung durch beide Transistoren treibt, muß der eine Transistor die Schichtfolge NPN und der andere PNP haben.

69. Wie wirkt eine einfache Klangregelung?

- a) Die Emitter-Kollektor-Kapazität wird durch die Regelung von  $U_{CE}$  verändert, eine große Kapazität bildet für hohe Frequenzen einen kleinen Widerstand.  
 b) Die Emitter-Kollektor-Kapazität wird durch die Regelung von  $U_{CE}$  verändert, eine große Kapazität bildet für hohe Frequenzen einen großen Widerstand.  
 c) RC-Glieder mit veränderbarem Widerstand R dienen als regelbarer Hoch- oder Tiefpaß.

70. Ein Mikrofon- oder Phonoverstärker wird aus mehreren Stufen aufgebaut, weil

- a) ein Transistor eine zu geringe Verstärkung aufweist  
 b) das Wärmerauschen sich bei einer Stufe zu stark bemerkbar macht  
 c) die Versorgungsspannung bei einer Stufe zu hoch sein muß  
 d) der Transistor bei nur einer Stufe überlastet wird

71. Eine Z-Diode soll in einer Stabilisierungsschaltung stabilisieren.

- a) die Eingangsspannung  
 b) die Ausgangsspannung  
 c) den Strom  
 d) den Innenwiderstand

72. Wovon hängt die Höhe der Ausgangsspannung einer Spannungsquelle ab?

- a) von der Leerlaufspannung  $U_0$   
 b) vom inneren Widerstand  $R_i$   
 c) von der Belastbarkeit  
 d) von der Belastung

zu 69. **Merke:**

- Bei einer einfachen Klangregelung werden entweder die hohen oder die tiefen Frequenzen durch ein RC-Glied gedämpft. Die Wirkung läßt sich dabei durch Verändern eines Widerstands beeinflussen.
- Differenzierglieder wirken als Hochpaß, dagegen Integrierglieder als Tiefpaß (vgl. hierzu auch Abschnitt 7 des Handbuchs „Grundlagen der Elektronik“).
- 

zu 70.

- Die Ausgangsleistung von üblichen Signalquellen wie Mikrofonen, Tonabnehmern usw. liegt zwischen 0,01 und 0,1  $\mu\text{W}$ , das unverstärkte NF-Signal von Rundfunkgeräten steht mit max. etwa 1  $\mu\text{W}$  zur Verfügung. Die erforderliche Leistung zum Betrieb von Lautsprechern beträgt für Zimmerlautstärke aber etwa 0,5 W. Der Verstärkungsfaktor  $v_p$  müßte also  $5 \cdot 10^6$  bis  $5 \cdot 10^7$  betragen. Die Leistungsverstärkung einer Transistorstufe in Emitterschaltung liegt bei max.  $5 \cdot 10^5$ .
- 
- 
- 

zu 71. **Merke:**

- Eine Z-Diode soll in einer Stabilisierungsschaltung die Ausgangsspannung stabilisieren.
- 
- 
- 

zu 72. **Merke:**

- Die Höhe der Ausgangsspannung einer Spannungsquelle hängt von der Höhe der Leerlaufspannung, vom  $R_i$  und auch von der Belastung ab.
- 
- 
- $$U_K = U_0 - I \cdot R_i$$

73. Womit läßt sich die Stabilisierungsschaltung zur Konstanthaltung der Ausgangsspannung vergleichen?

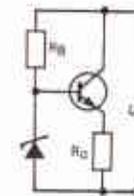
- a) mit lastabhängigen Widerständen
- b) mit einer selbsttätigen Regelschaltung
- c) mit einer veränderbaren Zusatzlast
- d) mit einem regelbaren  $R_i$

74. Wodurch unterscheidet sich die Serienstabilisierung von der Parallelstabilisierung?

- a) Bei der Serienstabilisierung wird der Regeltransistor in Reihe, bei der Parallelstabilisierung parallel zum Verbraucher geschaltet.
- b) Bei der Serienstabilisierung wird der Regeltransistor parallel zum Verbraucher geschaltet, bei der Parallelstabilisierung in Reihe.
- c) Die Serienstabilisierung ist leerlaufest, die Parallelstabilisierung kurzschlußfest.
- d) Die Serienstabilisierung ist kurzschlußfest, die Parallelstabilisierung leerlaufest.

75. Die Serienstabilisierung (vgl. nachstehende Abbildung) hat den Nachteil, daß sie

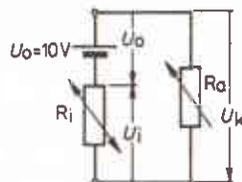
- a) wenig wirksam ist
- b) kurzschlußgefährdet ist
- c) leerlaufgefährdet ist
- d) nur gering belastbar ist



zu 73. **Merke:**

- Die Stabilisierungsschaltung bildet mit der Spannungsquelle eine Einheit und wirkt wie ein veränderbarer Innenwiderstand. Dieser paßt die Klemmenspannung selbsttätig der Belastung und der Ursprungung an.
- 

Bei Verringerung von  $R_a$  fällt an  $R_a$  eine kleinere, an  $R_i$  eine größere Spannung ab. Durch Verändern des Innenwiderstands wird das Sollverhältnis  $U_a : U_i$  wiederhergestellt (vgl. nebenstehende Abbildung).



zu 74. **Merke:**

- Die Serienstabilisierung ist leerlaufest, die Parallelstabilisierung kurzschlußfest.

Bei der Serienstabilisierung liegt der Regeltransistor in Reihe zum Verbraucher, bei der Parallelstabilisierung parallel dazu.

zu 75. **Merke:**

- Die Serienstabilisierung ist kurzschlußgefährdet.

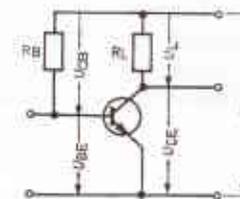
Wenn  $R_a = 0$  wird, liegt zwischen Basis und Emitter die Spannung  $U_z$ , die zur Zerstörung des Transistors führt.

76. Eine Spannungs-Stabilisierungsschaltung wirkt durch

- a) Spannungssteuerung eines Transistors
- b) Verändern der Kollektor-Emitter-Spannung
- c) Verändern der Stromgegenkopplung
- d) Vergleichen der Ausgangsspannung mit dem Spannungsnormal  $U_z$  (Durchbruchspannung der Zener-Diode)

77. Welche der angegebenen Spannungen (vgl. hierzu nachstehende Schaltung) bringt den Schalttransistor von der Schalterstellung AUS in die Stellung EIN?

- a)  $U_{CE}$
- b)  $U_{CB}$
- c)  $U_{BE} \approx U_{Diff}$
- d)  $U_L$



78. Ein Transistor, der als Schalter eingesetzt wird, läßt sich vergleichen mit einem

- a) handbetätigten Schalter
- b) Relais
- c) Drehwähler
- d) Bimetallkontakt

79. Welchen Einfluß hat die Kollektor-Emitter-Restspannung  $U_{CEsat}$  auf den Schaltzustand des Transistors?

- a) Wenn  $U_{CEsat}$  groß ist, dann ist der Widerstand in der EIN-Stellung groß.
- b) Wenn  $U_{CEsat}$  klein ist, dann ist der Widerstand in der EIN-Stellung klein.
- c) Wenn  $U_{CEsat}$  groß ist, dann ist der Widerstand in der EIN-Stellung klein.
- d) Wenn  $U_{CEsat}$  klein ist, dann ist der Widerstand in der EIN-Stellung groß.

## zu 76. Merke:

- Die Stabilisierungsschaltung sorgt dafür, daß die Ausgangsspannung  $U_2 =$  Zenerspannung der Stabilisierungsdiode  $U_Z$  nicht überschritten wird.
- Die Differenz zwischen der Ausgangsspannung und der Zenerspannung dient zur Steuerung eines Regeltransistors ( $\Delta U = U_2 - U_Z$ ).

## zu 77. Merke:

- Wenn der Transistor als Schalter betrieben wird, muß die Diffusionsspannung des PN-Übergangs Basis-Emitter durch die Basis-Emitter-Spannung  $U_{BE}$  überwunden werden, damit der Transistor durchschaltet.

## zu 78. Merke:

- Ein Transistorschalter läßt sich mit einem Relais vergleichen.
- Bei einem Relais steuert der Steuerstrom den Schalterstromkreis. Beim Transistor steuert der Basisstrom den Kollektorstromkreis.

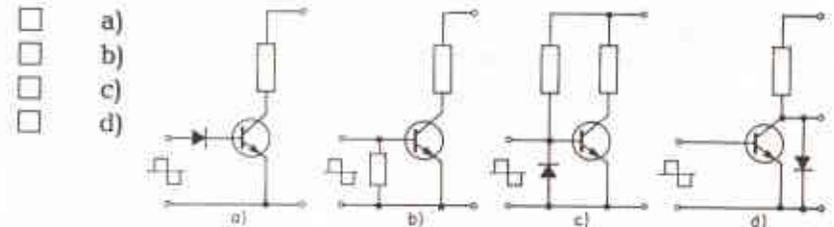
## zu 79. Merke:

- Je kleiner die Restspannung  $U_{CEsat}$  ist, um so kleiner ist der Widerstand des Schalttransistors im durchgeschalteten Zustand.
- 
- 
- 

## 80. Die „Übersteuerung“ eines Schalttransistors bedeutet:

- a) Überlastung
- b)  $U_{CE}$  wird größer gewählt, als im Datenblatt angegeben.
- c)  $I_B$  wird größer gewählt, als für den maximalen Kollektorstrom  $I_C$  erforderlich ist.
- d) Die Restspannung  $U_{CEsat}$  wird auf den geringstmöglichen Wert gesenkt.

## 81. In welcher der nachfolgenden Schaltungen wird die AUS-Stellung eines Schalttransistors durch Unterbrechung erzielt?



## 82. Welchen Vorteil hat die Sperrung des Basiskreises mit Hilfe einer Sperrspannung gegenüber dem Kurzschluß oder der Unterbrechung des Basiskreises, um einen Schalttransistor in AUS-Stellung zu bringen?

- a) Es ist kein Basisvorwiderstand erforderlich.
- b)  $U_{CE}$  kann niedrig gehalten werden.
- c) Es fließt bei der AUS-Stellung der geringstmögliche Kollektorstrom  $I_C$ .
- d) Es wird keine Diode benötigt.

## 83. Bei einem als Kurzschlußschalter betriebenen Transistor ist der Ausgang

- a) hochohmig, wenn am Eingang kein Signal vorhanden ist
- b) niederohmig, wenn am Eingang kein Signal vorhanden ist
- c) hochohmig, wenn am Eingang ein Signal vorhanden ist
- d) niederohmig, wenn am Eingang ein Signal vorhanden ist

zu 80. **Merke:**

- Durch einen überhöhten Basisstrom kann die Restspannung  $U_{CE\text{rest}}$  weiter gesenkt werden.**
- 
- 
- 

zu 81. **Merke:**

- Zur Unterbrechung des Basisstroms wird eine Diode in die Basiszuleitung geschaltet, die z.B. negative Impulse sperrt.**
- 
- Beim Anlegen einer Spannung in Sperrichtung wird die Diode sehr hochohmig, wodurch praktisch der Basisstromkreis unterbrochen wird.
- 

zu 82. **Merke:**

- Ein Schalttransistor läßt sich am besten dadurch in AUS-Stellung schalten, daß zwischen Basis und Emitter eine Spannung in Sperrichtung angelegt wird.**
- 
- 
- Diese Schaltmaßnahme führt zum geringstmöglichen Kollektorstrom und wird daher bevorzugt angewendet.

zu 83. **Merke:**

- Der Kollektor-Emitter-Bahnwiderstand eines leitenden Transistors ist niederohmig, eines gesperrten Transistors hochohmig.**
- Der niederohmige Ausgang wirkt als geschlossener Schalter.
- 
- 

84. **Wodurch unterscheidet sich die Mitkopplung von einer Gegenkopplung?**

- a) Die Mitkopplung wirkt gegenphasig, die Gegenkopplung dagegen gleichphasig zum Eingangssignal.
- b) Die Mitkopplung wirkt gleichphasig, die Gegenkopplung gegenphasig.
- c) Bei einer Gegenkopplung hebt das Ausgangssignal das Eingangssignal ganz oder teilweise auf, bei einer Mitkopplung verstärkt es das Eingangssignal.
- d) Bei einer Gegenkopplung addieren sich Eingangssignal und Ausgangssignal.

85. **Eine Schwingung ist**

- a) die periodische Änderung eines Zustands
- b) das Ausklingen eines Tons
- c) die Rückkopplung eines Signals
- d) ein Sinuston

86. **Eine gedämpfte Schwingung unterscheidet sich durch ..... von einer ungedämpften.**

- a) die abklingende Amplitude im zeitlichen Verlauf
- b) Abnahme der Frequenz
- c) Spannungsverstärkung
- d) plötzliches Aufhören der Schwingung

87. **Die Rückkopplung hat bei einem Schwingungserzeuger die Aufgabe,**

- a) das erzeugte Signal zu verstärken
- b) die erzeugte Schwingung zu entdämpfen
- c) die erzeugte Frequenz zu stabilisieren
- d) die erzeugte Schwingung zu schwächen

zu 84. Merke:

- Bei einer Mitkopplung wirkt das rückgekoppelte Signal gleichphasig, bei einer Gegenkopplung gegenphasig ( $180^\circ$  phasenverschoben) zum Eingangssignal.

Bei Mitkopplung verstärkt also das rückgekoppelte Ausgangssignal das Eingangssignal, bei einer Gegenkopplung schwächt es das Eingangssignal.

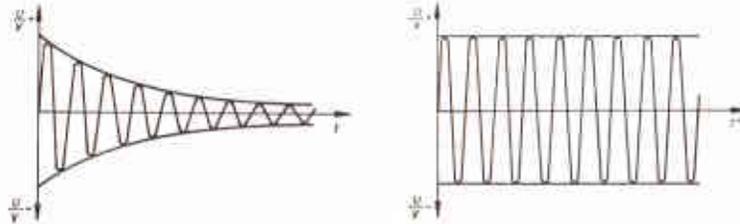
zu 85. Merke:

- Eine Schwingung ist die periodische Änderung eines Zustands.

In der Elektronik wird insbesondere der Schwingungsvorgang von Wechselstrom mit Sinus- oder Rechteckform im Zeitdiagramm dargestellt.

zu 86.

- Die Amplitude einer gedämpften Schwingung nimmt im Laufe der Zeit ab, die einer ungedämpften Schwingung bleibt gleich (vgl. hierzu nachstehende Abbildungen).

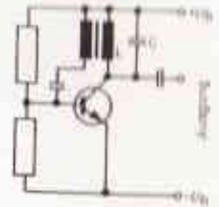


zu 87.

- Eine Rückkopplung hat die Aufgabe, die erzeugte Schwingung zu entdämpfen. Die Verstärkung muß genauso groß oder größer sein, wie die Verluste im Rückkopplungsweg. Dann schwingt der Schwingungserzeuger mit gleichbleibender Amplitude (ungedämpfte Schwingungen).

88. Welche Aufgabe hat das LC-Glied beim LC-Generator (vgl. hierzu nachstehende Schaltung)?

- a) Es erzeugt die Schwingung einer bestimmten Frequenz.
- b) Es verstärkt die Schwingung.
- c) Es sperrt die Resonanzfrequenz.
- d) Es koppelt das Ausgangssignal auf den Eingang zurück.



89. Die zur Mitkopplung erforderliche  $360^\circ$ -Phasenverschiebung wird beim LC-Generator ermöglicht durch

- a) eine Kapazität im Rückkopplungsweg
- b) die Phasenverschiebung im Transistor
- c) entsprechende Polung der Wicklungsanschlüsse des Transformators
- d) den Basisspannungsteiler

90. Warum verwendet man statt eines LC-Generators meistens einen RC-Generator?

- a) wegen der Dämpfung, die in der Spule für die Schwingung entsteht
- b) wegen der Phasenumkehrung durch die Spule
- c) wegen der einfacheren Änderungsmöglichkeit der Frequenz durch eine Widerstands- bzw. Kapazitätsänderung
- d) weil ein RC-Generator ungedämpfte Schwingungen liefert

91. Bei einem Wien-Robinson-Generator werden für Tonfrequenzen in der Rückkopplung Festkondensatoren und nicht Drehkondensatoren verwendet, weil

- a) ihre Werte sich während des Betriebes nicht verändern
- b) Drehkondensatoren nur mit kleinen Kapazitäten gebaut werden können
- c) bei RC-Gliedern die Widerstände eine bessere Feinregelung gestatten
- d) Festkondensatoren kleinere Fertigungstoleranzen haben

zu 88. **Merke:**

- Das LC-Glied dient der Schwingungserzeugung.**

Im Schwingkreis (LC-Glied) schwingt die Energie zwischen elektrischem und magnetischem Feld in bestimmtem Rhythmus hin und her. Die an den Klemmen auftretende Spannung der Resonanzfrequenz wird auf den Eingang zurückgekoppelt und am Ausgang abgenommen.

zu 89.

- Eine Transistorstufe in Emitterschaltung führt zwischen Eingangs- und Ausgangssignal zu einer Phasenverschiebung von  $180^\circ$  (steigt  $U_{BE}$ , so fällt  $U_{CE}$  und umgekehrt). Um die zur Schwingungserzeugung erforderliche  $360^\circ$ -Phasenverschiebung zu erzielen, können die Wicklungsanschlüsse des Transformators im Rückkopplungsweg entsprechend gepolt werden.

zu 90.

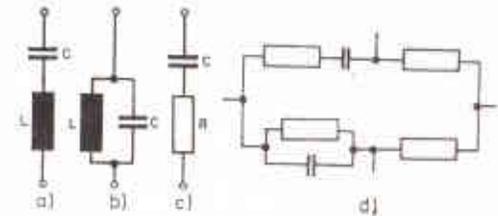
- Die Resonanzfrequenz eines RC-Generators läßt sich durch Kapazitätsänderung und Widerstandsänderung leichter regeln als durch die Änderung der Induktivität bei einem LC-Glied.

zu 91.

- Drehkondensatoren werden mit Kapazitäten bis zu etwa 500 pF hergestellt. Dieser Wert ist für die Erzeugung von Tonfrequenzen zu gering.

92. Der frequenzbestimmende Teil eines Wien-Robinson-Generators besteht aus einer Schaltung nach Darstellung

- a)  
 b)  
 c)  
 d)



93. Wieviel Transistorstufen hat ein Wien-Robinson-Generator?

- a) 1  
 b) 2  
 c) 3  
 d) 4

94. Worin unterscheidet sich ein Feldeffekt-Transistor von einem herkömmlichen Transistor?

- a) Der FET benötigt eine Steuerleistung, der herkömmliche Transistor nicht.  
 b) Der FET ist größer als ein herkömmlicher Transistor gleicher Leistung.  
 c) Der FET hat im Gegensatz zum herkömmlichen Transistor keine PN-Übergänge.  
 d) Der FET benötigt keine Steuerleistung im Gegensatz zum herkömmlichen Transistor.

95. Zwischen welchen FET-Anschlüssen liegt der „Kanal“ (vgl. hierzu nachstehendes Schaltzeichen)?

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



zu 92. **Merke:**

- Zur genauen Einstellung der Schwingfrequenz dient beim Wien-Robinson-Generator ein Spannungsteiler oder eine Brücke mit Widerständen und Kapazitäten.
- 
- 
- 

zu 93. **Merke:**

- Ein Wien-Robinson-Generator benötigt zur Aufhebung der Phasendrehung zwei Transistorstufen.
- 
- Da eine Transistorstufe in Emitterschaltung grundsätzlich zwischen Eingangs- und Ausgangssignal eine Phasenverschiebung von  $180^\circ$  erzeugt, müssen zwei Emitterstufen hintereinandergeschaltet werden:
- $$180^\circ + 180^\circ = 360^\circ \hat{=} 0^\circ$$

zu 94. **Merke:**

- Der FET benötigt im Gegensatz zum herkömmlichen Transistor keine Steuerleistung.
- Da die Steuerelektroden S und G in Sperrichtung betrieben werden, fließt kein Strom. Der FET hat in seinem Verhalten große Ähnlichkeit mit einer Röhre.
- 
- 

zu 95.

- Der Kanal des FET liegt zwischen den Anschlüssen S und D.
- 
- 

96. Der Kanalstrom eines N-Kanal-FET nimmt zu, wenn

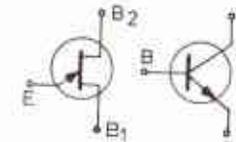
- a) die negative Vorspannung an der Steuerelektrode G steigt
- b) die negative Vorspannung an der Steuerelektrode G fällt
- c) die negative Vorspannung an der Steuerelektrode ausgeschaltet wird
- d) die Temperatur des FET steigt

97. Ein MOS-FET unterscheidet sich von einem FET durch

- a) den höheren Kanalwiderstand
- b) den höheren Eingangswiderstand
- c) den höheren Ausgangswiderstand
- d) die Verwendung eines anderen Grundmaterials

98. Der Anschluß ..... des UJT ist mit der Basis des herkömmlichen Transistors vergleichbar (vgl. hierzu nachstehende Schaltzeichen).

- a)  $B_1$
- b)  $B_2$
- c) E



99. Welches elektrische Bauelement zeigt ein ähnliches elektrisches Verhalten wie ein UJT?

- a) ein NTC-Widerstand
- b) ein PTC-Widerstand
- c) eine Glühlampe
- d) eine Fotodiode

100. Welche Basisspannung muß bei einem Fototransistor angelegt werden, um ihn durchzusteuern?

- a) 0,64 V
- b) 0 V
- c) 0,4 V
- d) 0,2 V

zu 96.

- Über einen N-Kanal-FET fließt der stärkste Kanalstrom, wenn kein negatives Potential an der Steuerelektrode G liegt. Zunehmende negative Vorspannung an der Steuerelektrode G führt zur Einschnürung des Kanals und somit zur Abnahme der Kanalstromstärke. Wie bei allen Halbleiter-Bauelementen auf Germanium- oder Siliziumbasis zeigt sich auch bei FET eine starke Widerstandsverminderung mit steigender Temperatur.
- 
- 
- 

zu 97. **Merke:**

- Ein MOS-FET unterscheidet sich von einem FET durch den höheren Eingangswiderstand.
- 
- Die Siliziumoxidschicht zwischen Steuerelektroden und Kanal besitzt einen Eingangswiderstand von einigen  $G\Omega$ .
- 

zu 98. **Merke:**

- Der Emitter E des UJT entspricht der Basis eines herkömmlichen Transistors.
- 
- Beim UJT ist der Emitter die Steuerelektrode.

zu 99.

- Der UJT wird erst leitend, wenn die Emitterspannung  $U_E > (U_{Diff} + U_{B1})$ . Damit verhält sich der UJT ähnlich wie eine Glimmlampe, die bei Überschreitung der Zündspannung leitend wird.
- 
- 
- 

zu 100. **Merke:**

- Der Fototransistor erhält seine Basisspannung durch die Lichteinwirkung, er benötigt keine zusätzliche Basisruhespannung.
- 
- 
- Manchmal wird jedoch zum Zweck der Arbeitspunktstabilisierung eine Steuerspannung an die Basis gelegt.

## Zu Abschnitt 5

### Vierschichtthalbleiter-Bauelemente

1. Unter welcher Voraussetzung wird eine Vierschichtdiode stromdurchlässig?
- a) Plus der angelegten Spannungsquelle an der Anode und Minus an der Katode
- b) Plus an der Katode, Minus an der Anode
- c) Anlegen der Haltespannung
- d) Überschreiten der Diffusionsspannung für den gesperrten PN-Übergang
- e) Überschreiten der Zündspannung
- 
2. Am Vorwiderstand einer Vierschichtdiode liegt der höhere Spannungsabfall
- a) vor der Zündung
- b) nach der Zündung
- c) im gelöschten Zustand
- d) im Durchlaßzustand
- 
3. Eine durchlässig geschaltete Vierschichtdiode geht in den Sperrzustand über, wenn
- a) die Zündspannung unterschritten wird
- b) die Haltespannung unterschritten wird
- c) die Haltespannung überschritten wird
- d) der Haltestrom überschritten wird
- e) die angelegte Spannung umgepolt wird
- 
4. Ein Thyristor unterscheidet sich von einer Vierschichtdiode
- a) durch einen zusätzlichen 3. Anschluß
- b) dadurch, daß er ein Fünfschichtthalbleiter ist
- c) dadurch, daß er steuerbar ist
- d) durch den Haltepunkt

zu 1. **Merke:**

- Wenn Plus der Spannungsquelle an der Anode und Minus an der Katode der Vierschichtdiode liegen, ist sie in Durchlaßrichtung geschaltet. Sie wird jedoch erst beim Überschreiten der Zündspannung stromdurchlässig.
- 
- Das bedeutet, daß zwei der drei PN-Übergänge von vornherein in Durchlaßrichtung liegen. Der mittlere PN-Übergang wird durch einen Ladungsträgerdurchbruch ähnlich wie die Z-Diode beim Erreichen einer bestimmten Durchbruchspannung leitend.
- 

zu 2. **Merke:**

- Nach der Zündung ist die Vierschichtdiode niederohmig.
- An ihr tritt also im Durchlaßzustand der kleinere Spannungsabfall auf. Der größere Spannungsabfall verlagert sich nach Erreichen der Zündspannung auf den Vorschaltwiderstand.
- 
- 

zu 3.

- Eine durchlässig geschaltete Vierschichtdiode geht in den Sperrzustand über, wenn die Haltespannung unterschritten wird. Der Vorgang wird als Löschen bezeichnet. Wird die angelegte Spannung umgepolt, so liegen zwei PN-Übergänge in Sperrichtung, was ebenfalls zum Löschen führt.
- 
- 
- 
- 

zu 4. **Merke:**

- Ein Thyristor ist eine steuerbare Vierschichtdiode.
- Die Höhe der Zündspannung kann durch den unterschiedlich hohen Steuerstrom verändert werden. Der Thyristor zündet bereits bei geringerer Zündspannung, wenn ein höherer Steuerstrom zugeführt wird.
- 
- 

5. Läßt sich ein Thyristor auch ohne Steuerelektrode zünden?

- a) nein, weil dann alle PN-Übergänge sperren
- b) nein, weil  $R_i$  dann zu hoch ist
- c) ja, mit Hilfe der Nullkippspannung
- d) ja, mit Hilfe der Kollektor-Emitter-Spannung

6. Ein durchlässig geschalteter Thyristor wird gelöscht, wenn

- a) die Nullkippspannung unterschritten wird
- b) die Steuerspannung abgeschaltet wird
- c) ein Mindestwert der Steuerspannung unterschritten wird
- d) der Thyristor kurzgeschlossen wird
- e) die Haltespannung unterschritten wird

7. Die stufenlose Drehzahlregelung einer Handbohrmaschine läßt sich am einfachsten und ohne merklichen Energieverlust mit erreichen.

- a) einem Regelwiderstand
- b) einem Transformator
- c) einer Phasenanschnittsteuerung
- d) einem Transistor

zu 5. **Merke:**

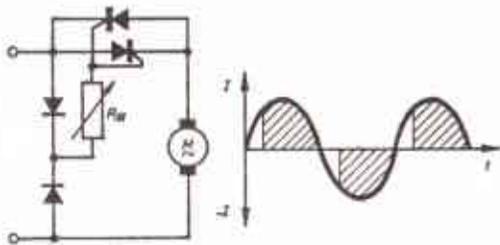
- Ohne Steuerstrom verhält sich der Thyristor wie eine Vierschichtdiode.
- Dann ist die höchste Zündspannung erforderlich, die auch Nullkippspannung genannt wird.

zu 6. **Merke:**

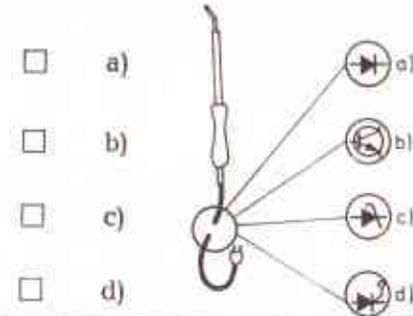
- Ein durchlässig geschalteter Thyristor bleibt auch gezündet, wenn keine Steuerspannung mehr an der Steuerelektrode liegt. Das Löschen ist nur durch eindeutiges Unterschreiten der Haltespannung zu erreichen.
- An Wechselspannung wird ein Thyristor z.B. beim Nulldurchgang der Spannung gelöscht.
- Andere Maßnahmen zur Löschung sind Kurzschluß des Thyristors oder Unterbrechung des Stromkreises.

zu 7. **Merke:**

- Bei der Phasenanschnittsteuerung wird nicht die Amplitude des Stroms, sondern die Flußdauer begrenzt. Sie ist jedoch nur bei pulsierendem Gleichstrom oder Wechselstrom anwendbar (vgl. untenstehende Abbildung).
- Die Thyristorsteuerung ermöglicht eine verlustarme Steuerung. Die geringe Einschaltdauer der Halbwellen setzt den zeitlichen Mittelwert für Spannung und Strom herab.



8. Mit welchem der in der Abbildung symbolisch dargestellten Halbleiter-Bauelemente läßt sich die Leistungsaufnahme eines elektrischen Lötkolbens auf die Hälfte drosseln?



9. Welche Bedeutung hat die Stärke des Steuerstromimpulses für das Durchschalten eines Thyristors?

- a) Es muß ein bestimmter Mindestwert des Steuerstroms erreicht werden.
- b) Die Stärke des Steuerstroms hat keinen Einfluß.
- c) Ein hoher Steuerstrom kann zur Zerstörung des Thyristors führen.
- d) Je stärker der Steuerstrom ist, desto geringer ist die zum Zünden zwischen Anode und Katode benötigte Spannung.

10. Wodurch unterscheidet sich der Thyristor in seinem Verhalten vom Transistor?

- a) Er ist nicht stetig steuerbar wie der Transistor.
- b) Er ist für höhere Ströme geeignet als der Transistor.
- c) Man kann beim Thyristor nicht einen beliebigen Arbeitspunkt einstellen wie beim Transistor.
- d) Er benötigt im Gegensatz zum Transistor keinen Steuerstrom, sondern nur eine Steuerspannung.

zu 8.

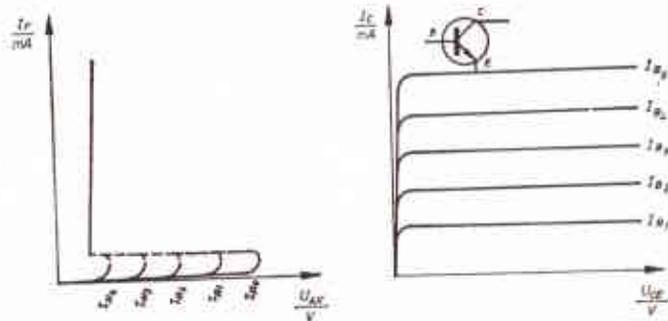
- Eine Diode begrenzt die Leistung auf die Hälfte, weil sie eine Halbwelle sperrt. Die Anwendung eines Thyristors wäre viel zu aufwendig und teuer.
- 
- 
- 

zu 9. Merke:

- Durch die Stärke des Steuerstroms wird der Zündelnsatz des Thyristors beeinflusst.
- Je stärker der Stromsteuerimpuls ist, desto geringer ist die zum Zünden zwischen Anode und Katode benötigte Spannung. Bei einer Wechselfspannung wird somit durch die Stärke des Steuerstroms auch der zeitliche Zündelnsatz beeinflusst. Ein starker Steuerstrom kann u.U. zur Zerstörung des Thyristors führen.
- 
- 

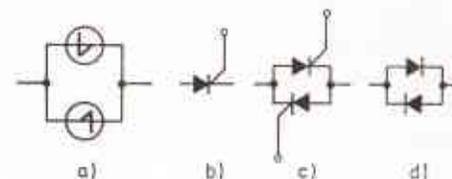
zu 10. Merke:

- Der Thyristor ist für Impulssteuerung eingerichtet (vgl. hierzu nachstehende Abbildung).
- Er kippt bei steigender Spannung plötzlich in den leitenden Zustand.
- 



11. Welche der dargestellten Schaltungen mit Halbleiter-Bauelementen hat die Wirkungsweise eines DIACs?

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



12. Worin unterscheiden sich DIACs in ihrem Verhalten von Gehörschutzgleichrichtern?

- a) DIACs sind im Gegensatz zu Gehörschutzgleichrichtern durch eindeutige Schaltzustände gekennzeichnet.
- b) DIACs sind im Durchlaßzustand hochohmig, Gehörschutzgleichrichter niederohmig.
- c) DIACs werden in Sperrichtung betrieben, Gehörschutzgleichrichter in Durchlaßrichtung.
- d) DIACs werden erst bei höheren Spannungen niederohmig, Gehörschutzgleichrichter bereits bei Spannungen unter 1 V.

13. Wenn ein DIAC ohne Vorwiderstand betrieben wird,

- a) wird er überlastet
- b) ist die Schutzfunktion wirkungslos
- c) wird die Zündspannung nicht erreicht
- d) verhält er sich wie ein VDR-Widerstand

14. Wie verhält sich die Leistungsaufnahme eines mit DIAC geschützten Fernhörers beim Erreichen der Zündspannung?

- a) Die Leistung bleibt konstant.
- b) Die Leistung nimmt ab.
- c) Die Leistung nimmt zu.

zu 11. **Merke:**

- Ein DIAC läßt sich durch zwei antiparallelgeschaltete Vierschichtdioden ersetzen.
- Der Unterschied zwischen einer Vierschichtdiode und einem DIAC besteht nur in der Richtungsunempfindlichkeit des DIACs.
- 
- 

zu 12. **Merke:**

- DIACs kippen beim Erreichen der Zündspannung vom hochohmigen in den niederohmigen Zustand.
- Bei Gehörschutzgleichrichtern ist dagegen der Übergang fließend. DIACs unterdrücken daher die Spannungsspitzen der Störgeräusche wirkungsvoller. Der Übergang in den niederohmigen Zustand erfolgt bei DIACs jedoch erst bei Spannungen von 20 ... 30 V, bei Gehörschutzgleichrichtern schon bei 0,4 ... 0,5 V.
- 
- 

zu 13.

- Die Schutzfunktion spannungsabhängiger Widerstände besteht darin, daß sie beim Erreichen der zulässigen Höchstspannung niederohmig werden und den Spannungsabfall auf einen Vorwiderstand verlagern. Fehlt der Vorwiderstand, so sinkt zwar der Widerstand der Parallelschaltung aus DIAC und dem zu schützenden Bauteil, die Spannung vermindert sich jedoch nicht. Damit liegt das zu schützende Bauteil (z.B. Meßwerk) nach wie vor an Überspannung und wird zerstört.
- 
- 
- 

zu 14.

- Der DIAC schützt den Fernhörer vor Überspannungen, wenn er parallel zu ihm geschaltet wird. Im niederohmigen Zustand wird der größere Spannungsabfall auf einen Vorwiderstand verlagert, so daß an der Parallelschaltung nach der Zündung nur eine kleine Spannung abfällt. Dadurch vermindert sich die Leistungsaufnahme des Fernhörers erheblich.
- 
- 

15. Welchen Vorteil bietet ein TRIAC gegenüber einem Thyristor?

- a) Ein TRIAC ist auch zur Gleichrichtung geeignet.
- b) Ein TRIAC läßt sich bei Wechselstromanwendung einfacher steuern.
- c) Ein TRIAC läßt Wechselstrom passieren.
- d) Ein TRIAC braucht nicht gelöscht zu werden.

16. Für welche Nullkippspannung muß ein TRIAC hergestellt sein, wenn er zur Leistungsregelung in 220-V-Netzen eingesetzt werden soll?

- a) 200 V
- b) 220 V
- c) 250 V
- d) 320 V

17. TRIACs werden eingesetzt

- a) zur Spannungsbegrenzung für Verbraucher
- b) als steuerbare Gleichrichter
- c) zur Leistungsregelung in Gleichstromnetzen
- d) zur Leistungsregelung in Wechselstromnetzen
- e) als Überlastungsschutz

zu 15. Merke:

- Ein TRIAC verhält sich wie zwei antiparallelgeschaltete Thyristoren.
- Er ist stromrichtungsunabhängig und läßt Wechselstrom passieren. Der Hauptstrom kann wie beim Thyristor durch den Steuerstrom im Phasenanschnitt gesteuert werden. Die Steuerschaltung ist bei Wechselstromanwendung einfacher als für zwei antiparallelgeschaltete Thyristoren.
- 
- 
- 

zu 16. Merke:

- Ein TRIAC zündet auch ohne Ansteuerung über die Steuerelektrode u.U. unbeabsichtigt, wenn die anliegende Spannung mindestens die Höhe der Nullkippspannung erreicht.
- 
- 
- Um ein ungewolltes Zünden zu vermeiden, muß die Nullkippspannung bei 220-V-Netzen größer als der Maximalwert der Wechselspannung, also größer als  $1,414 \cdot 220 \text{ V} = 311 \text{ V}$  sein.
- 

zu 17.

- TRIACs werden fast ausschließlich zur Leistungsregelung in Wechselstromnetzen verwendet. Da sie die Wirkungsweise zweier antiparallelgeschalteter Thyristoren besitzen, ist der Schaltungsaufwand geringer als für Thyristoren.
- 
- 
- 
- 
- 

## Zu Abschnitt 6 Elektronenröhren

1. Die Elektronenemission kann bei einer Röhre bewirkt werden durch
- a) Anlegen einer Spannung an Anode und Katode
- b) Heizen des Heizfadens
- c) Vakuiere des Glaskolbens
- d) Aufbringen einer Emissionsschicht auf den Heizfaden
- 
2. Das Kennzeichen der indirekten Heizung ist
- a) der verhältnismäßig geringe Heizleistungsbedarf
- b) die lange Anheizzeit
- c) die Wärmeempfindlichkeit des Heizsystems
- d) die Verwendungsmöglichkeit von Wechselstrom
- 
3. Eine Zweipolröhre ist stromdurchlässig
- a) nur in der Richtung Katode-Anode
- b) nur in der Richtung Anode-Katode
- c) in beiden Richtungen
- d) bei geheizter Katode
- 
4. Die Zweipolröhre findet als ..... Verwendung.
- a) Gleichrichterröhre
- b) Verstärkerröhre
- c) Schwingungserzeuger
- d) Anzeigeröhre
- 
5. Warum steigt bei einer Zweipolröhre der Strom von einer bestimmten Grenze an nicht weiter, obgleich die Spannung erhöht wird?
- a) weil die Stromquelle nicht mehr Elektronen abgibt
- b) weil bereits alle emittierten Elektronen von der Anode angezogen werden, wenn die Spannung noch nicht ihren Höchstwert erreicht hat
- c) weil die Sekundärelektronen von der Anode den Elektronenstrom verringern
- d) weil die Raumladungswolke die Elektronen zurückhält
-

zu 1.

- Die Elektronenemission wird bei einer Elektronenröhre durch das Heizen des Heizfadens bewirkt.

zu 2. Merke:

- Die Kennzeichen der indirekten Heizung sind die verhältnismäßig lange Anheizzeit und die Unempfindlichkeit gegen Stromschwankungen.

zu 3. Merke:

- Eine Zweipolröhre läßt den Elektronenstrom nur in einer Richtung, nämlich von der Katode zur Anode passieren, wenn die Katode geheizt ist.

zu 4.

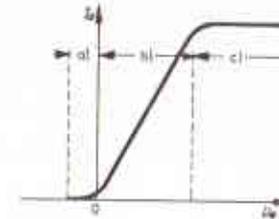
- Die Zweipolröhre findet als Gleichrichterröhre Verwendung.

zu 5.

- Wenn alle emittierten Elektronen bereits durch die eingestellte Anodenspannung angezogen werden, kann eine weitere Erhöhung der Anodenspannung keine Verstärkung des Anodenstroms mit sich bringen.

6. Der Abschnitt ..... in der nachstehend dargestellten Kennlinie einer Zweipolröhre ist der Arbeitsbereich.

- a)  
 b)  
 c)



7. Was geschieht, wenn das negative Potential am Steuergitter einer Dreipolröhre erhöht wird?

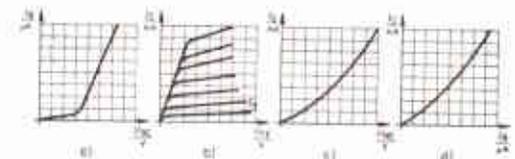
- a) Der Elektronenstrom steigt.  
 b) Der Elektronenstrom bleibt unverändert.  
 c) Der Elektronenstrom sinkt.  
 d) Der Heizstrom steigt.

8. Der Durchgriff D wird in % von der ..... angegeben.

- a) Anodenstromstärke  
 b) Anodenspannung  
 c) Heizleistung  
 d) Gittervorspannung

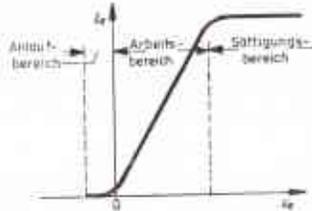
9. Die  $I_a/U_g$ -Kennlinie einer Dreipolröhre kann mit der .....-Kennlinie eines Transistors verglichen werden (vgl. nachstehende Kennlinien).

- a) Eingangs  
 b) Ausgang  
 c) Spannungs-Steuer  
 d) Strom-Steuer



zu 6.

- Der Arbeitsbereich einer Zweipolröhre ist der gerade Teil der Kennlinie zwischen dem Anlaufbereich und dem Sättigungsbereich (vgl. hierzu nachstehende Kennlinie).
- 
- 



zu 7.

- Wenn die Spannung am Steuergitter einer Dreipolröhre erhöht wird, sinkt der Elektronenstrom, weil das negative Potential des Gitters Elektronen abstößt.
- 
- 
- 

zu 8. Merke:.

- Der Durchgriff  $D$  wird in % von der Anodenspannung angegeben.
- 
- 
- 

zu 9.

- Die  $I_a/U_g$ -Kennlinie einer Dreipolröhre kann mit der  $I_c/U_{BE}$ -Steuerkennlinie eines Transistors verglichen werden.
- 
- 
- 

10. Zum Steuern einer Verstärkerröhre benötigt man im Gitterkreis

- a) eine minimale Leistung
- b) eine hohe Leistung
- c) keine Leistung
- d) eine Wechselstromleistung

11. Als Steilheit bezeichnet man das Verhältnis

- a)  $S = \frac{U_g}{U_a}$
- b)  $S = \frac{I_a}{U_a}$
- c)  $S = \frac{I_a}{U_g}$
- d)  $S = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_g}$

12. Die Steilheit drückt aus, um wieviel

- a) mA der Anodenstrom sich ändert, wenn die Anodenspannung um 1 V verändert wird
- b) Volt die Anodenspannung sich ändert, wenn die Gitterspannung um 1 V verändert wird
- c) mA der Anodenstrom sich ändert, wenn die Gitterspannung um 1 V verändert wird
- d) Volt die Gitterspannung sich ändert, wenn der Anodenstrom um 1 mA verändert wird

13. Worauf beruht die Verstärkerwirkung einer Dreipolröhre?

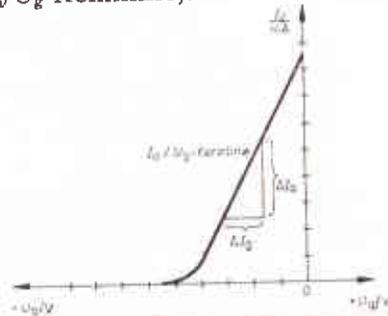
- a) Die Gittervorspannung bewirkt eine Erhöhung des Anodenstroms.
- b) Die Gitterwechselspannung bewirkt eine große Änderung des Anodenstroms.
- c) Die Gitterwechselspannung bewirkt eine große Änderung der Anodenspannung.
- d) Die Gittervorspannung bewirkt eine Verringerung des Anodenruhestroms  $I_a$ .

zu 10. Merke:

- Zum Steuern einer Verstärkerröhre benötigt man im Gitterkreis keine Leistung, sondern nur eine Spannung.
- 
- 
- 

zu 11. Merke:

Als Steilheit bezeichnet man das Verhältnis  $S = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_g}$  (vgl. hierzu nebenstehende  $I_a/U_g$ -Kennlinie).



- 
- 
- 
- 

zu 12. Merke:

- Die Steilheit drückt aus, um wieviel mA der Anodenstrom sich ändert, wenn die Gitterspannung um 1 Volt verändert wird.
- 
- 
- 

zu 13. Merke:

- Die Verstärkerwirkung einer Dreipolröhre besteht darin, daß eine kleine Gitterspannungsänderung eine große Anodenstromänderung zur Folge hat.
- 
- 
- 

14. Die Gittervorspannung ist notwendig, um

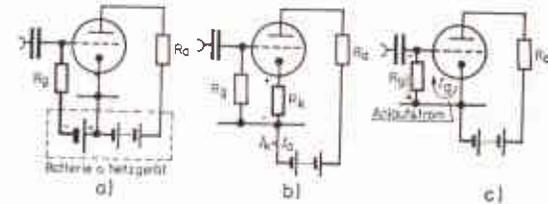
- a) den Arbeitspunkt auf der  $I_a/U_g$ -Kennlinie festzulegen
- b) den Anodenstrom  $I_a$  zu stabilisieren
- c) eine Ansteuerung der Röhre mit Wechselspannung zu ermöglichen
- d) bei der Verstärkung eine Halbwelle der Gitterwechselspannung zu unterdrücken

15. Der Verstärkungsfaktor sagt aus, um wieviel

- a) Volt sich die Anodenspannung ändert, wenn die Gitterspannung  $U_g$  um 1 Volt verändert wird
- b) Volt sich die Spannung am Lastwiderstand  $R_a$  ändert, wenn die Gitterspannung um 1 Volt verändert wird
- c) mA sich der Anodenstrom ändert, wenn die Gitterspannung um 1 Volt verändert wird
- d) % sich die Spannung am Lastwiderstand  $R_a$  ändert, wenn die Gitterspannung um 1 Volt verändert wird

16. Welche der nachstehenden Schaltungen ist geeignet, wenn eine belastungsunabhängige Arbeitspunkteinstellung gewünscht wird?

- a)
- b)
- c)



zu 14. Merke:

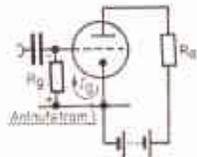
- Die Gittervorspannung legt den Arbeitspunkt auf der  $I_a/U_g$ -Kennlinie fest und ermöglicht die Ansteuerung der Röhre mit Wechselspannung.
- 
- 

zu 15. Merke:

- Der Verstärkungsfaktor sagt aus, um wieviel Volt die Spannung am Lastwiderstand  $R_L$  sich ändert, wenn die Gitterspannung  $U_g$  um 1 Volt verändert wird.
- 
- 
- 

zu 16.

- Wenn eine belastungsunabhängige Arbeitspunkteinstellung gewünscht wird, sind die Schaltungen unter a) und c) zu verwenden, weil im Fall b) Anodenstromschwankungen zusätzliche Änderungen der Gitterspannung hervorrufen. Allerdings ist die Arbeitspunkteinstellung im Fall c) wegen des Anlaufstroms sehr ungenau (vgl. hierzu nebenstehende Schaltung).
- 
- 



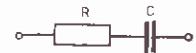
## Zu Abschnitt 7

### RC-Glieder

1. Was versteht man unter der Zeitkonstante  $\tau$  eines RC-Glieds?
  - a) die Zeit, die der Kondensator eines RC-Glieds bis zur vollen Aufladung benötigt
  - b) die Zeit, die der Kondensator bis zur Erreichung von 63 % seiner vollen Ladespannung benötigt
  - c) die Zeit, die ein Kondensator bis zur Entladung auf 63 % der Ladespannung benötigt
  - d) die Zeit, die ein Kondensator zur Entladung auf 37 % seiner Ladespannung benötigt

2. Die Zeitkonstante  $\tau$  des dargestellten RC-Glieds kann vergrößert werden durch

- a) Vergrößerung des Widerstands R
- b) Verringerung des Widerstands R
- c) Vergrößerung der Kapazität C
- d) Verringerung der Kapazität C



3. Wann tritt am Widerstand einer Reihenschaltung aus R und C eine Spannung auf?

- a) beim Anlegen einer Gleichspannung
- b) beim Abschalten einer Gleichspannung
- c) beim Anlegen einer Gleichspannung
- d) beim Anlegen einer Wechselspannung

4. Bei welcher der nachfolgenden Schaltungen handelt es sich um ein Differenzierglied?

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

zu 1. **Merke:**

- Die Lade- und Entladekurve der Kapazität  $C$  entspricht der Kurve des natürlichen Wachstums.
- Danach sind während des Ladevorgangs nach der Zeit  $\tau$  bereits 63 % der Ladespannung vorhanden, während der Entladung hat sich die Ladespannung um 63 % (bzw. auf 37 %) vermindert.

zu 2. **Merke:**

- Die Zeitkonstante  $\tau$  hängt vom Widerstand  $R$  und der Kapazität  $C$  des RC-Glieds ab.

$$\tau = R \cdot C$$

Wird der Widerstand bzw. die Kapazität vergrößert, so dauert es länger, bis der Kondensator aufgeladen oder entladen ist.

zu 3.

- Wenn ein Kondensator und ein Widerstand in Reihe geschaltet sind, tritt nur während der Ladung und Entladung des Kondensators am Widerstand ein Spannungsabfall auf.

zu 4.

- Beim Differenzierglied liegt der Kondensator im Längs-zweig und der Widerstand im Querszweig.
- 
- 
- 

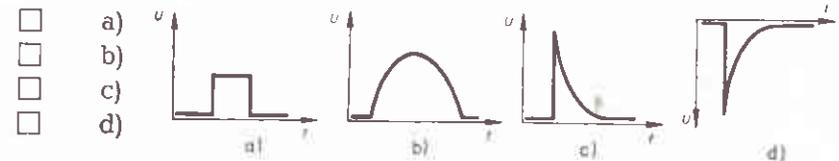
5. Was geschieht beim Kurzschluß am Eingang eines Differenzierglieds (Betriebszustand)?

- a) Die Ladung des Kondensators wird beendet.
- b) Das Ausgangssignal fällt auf Null.
- c) Das Ausgangssignal tritt auf.
- d) Der Kondensator entlädt sich.

6. Wovon hängt der Verlauf des Ausgangssignals eines Differenzierglieds ab, wenn eine Gleichspannung an den Eingang gelegt wird?

- a) von der Form des Eingangssignals
- b) von der Höhe der Eingangsspannung
- c) von der Zeitkonstante  $\tau$
- d) von der Größe des Belastungswiderstands

7. An den Eingang eines Differenzierglieds wird eine Rechteckspannung gelegt. Den zeitlichen Verlauf der Ausgangsspannung zeigt das Diagramm



8. An den Eingang eines Differenzierglieds wird eine Rechteckwechselspannung gelegt. Wie verändert sich der zeitliche Verlauf der Ausgangsspannung beim Verringern der Zeitkonstante?

- a) Die Frequenz der Ausgangswechselspannung wird kleiner.
- b) Die Frequenz der Ausgangswechselspannung wird größer.
- c) Die Abfallflanken der Pulsspannung verlaufen steiler.
- d) Am Ausgang ergibt sich eine Rechteckwechselspannung mit kleinerer Amplitude.

zu 5.

- Der Kurzschluß am Eingang des Differenzierglieds bedeutet, daß der Kondensator sich über den Widerstand entladen kann. Das Ausgangssignal, die Ladespannung des Kondensators, fällt auf den Wert Null.
- 

zu 6.

- Die Werte des RC-Glieds bestimmen die Zeitkonstante und damit die Kurvenform des Ausgangssignals. Bei kleiner Zeitkonstante fällt die Ladespannung des Kondensators schnell ab, bei großer Zeitkonstante dauert es länger, bis die Ladung abgeklungen ist. Da der parallelgeschaltete Belastungswiderstand den Gesamtwiderstand  $R$  vermindert, ändert sich mit der Belastung auch die Zeitkonstante des Differenzierglieds.
- 

zu 7.

- Über einen Kondensator fließt nur dann Strom, wenn sich die anliegende Spannung ändert. Somit tritt am Widerstand  $R$  eines Differenzierglieds nur beim Laden und Entladen des Kondensators ein Spannungsabfall auf. Da Lade- und Entladestrom entgegengesetzte Richtung haben, treten am Ausgang des Differenzierglieds kurzzeitige Impulse wechselnder Richtung auf.
- 

zu 8.

- Kleinere Zeitkonstante bedeutet für ein RC-Glied, daß der Kondensator in kürzerer Zeit geladen bzw. entladen wird. Die Abfallflanken der Ausgangsimpulse verlaufen also steiler.
- 

9. Welche Aufgabe hat ein Differenzierglied?

- a) Es soll sinusförmige Impulse in Rechteckimpulse umwandeln.
- b) Es soll die Zeitabstände zwischen den ankommenden und abgehenden Impulsen vergrößern.
- c) Es soll Impulse größerer Impulsdauer in kurzzeitige Impulse umformen.
- d) Es nutzt die Differenz zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung zur Impulsformung.

10. Wie lassen sich mit Hilfe eines Differenzierglieds Impulse gleicher Richtung erzeugen?

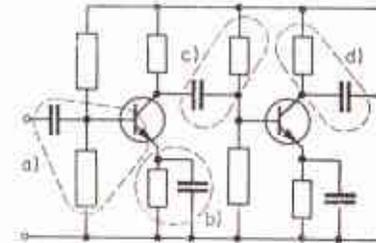
- a) indem man eine Pulsspannung mit nur einseitigen Rechteckimpulsen zuführt
- b) indem man periodisch unterbrochene Gleichspannung an den Eingang legt
- c) durch Einschalten eines Gleichrichters vor das Differenzierglied
- d) durch Einschalten eines Gleichrichters hinter das Differenzierglied

11. Wie ändert sich die Impulsform am Ausgang eines Differenzierglieds, wenn die Frequenz der zugeführten Rechteckwechselspannung verringert wird?

- a) Die Impulse werden schmaler.
- b) Die Impulse bleiben unverändert.
- c) Die Impulsform wird breiter.
- d) Die Amplitude der Impulse wird kleiner.

12. Bei welchen Verbindungen von Widerständen und Kondensatoren in der folgenden Verstärkerschaltung (gestrichelte Umrahmung) handelt es sich um ein Differenzierglied?

- a)   
 b)   
 c)   
 d)



zu 9. Merke:

- Ein Differenzierglied soll die Impulse größerer Impulsdauer in kurzzeitige Impulse umformen.
- 
- 
- 

zu 10.

- Die Richtung der Ausgangsimpulse ändert sich beim Laden und Entladen des Kondensators. Einseitige Impulse lassen sich daher nur mit Hilfe eines nachgeschalteten Gleichrichters erzielen.
- 
- 
- 

zu 11.

- Die Form der Ausgangsimpulse wird beim Differenzierglied nicht durch die Frequenz der zugeführten Rechteckspannung, sondern ausschließlich durch die Zeitkonstante des Differenzierglieds selbst bestimmt. Trotz Verringerung der Frequenz bleibt also die Impulsform gleich.
- 
- 
- 

zu 12.

- Die RC-Kopplung zwischen zwei Röhren- oder Transistorstufen stellt ein Differenzierglied dar. Dabei ergibt der Kopplungskondensator die Kapazität, der Eingangswiderstand der Röhre bzw. des Transistors mit ggf. parallelgeschaltetem Widerstand den Widerstand des RC-Glieds.
- 
- 
- 

13. Ein Integrierglied ..... die Impulse.

- a) kürzt
- b) verlängert
- c) unterbricht
- d) beschneidet

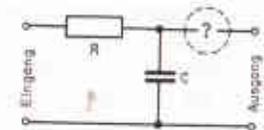
14. Wenn ein Differenzierglied mit Rechteckimpulsen angesteuert wird, tritt am ..... ein Impuls nachfolgender Abbildung auf.

- a) Widerstand
- b) Kondensator
- c) Ausgang

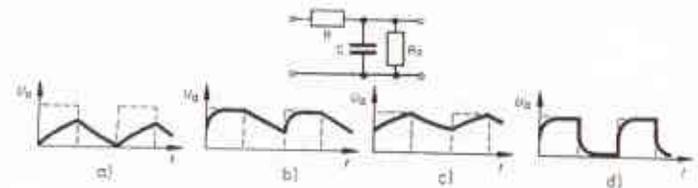


15. Welches Bauteil muß an der gekennzeichneten Stelle in die folgende Schaltung eingebaut werden, damit das Integrierglied Kippschwingungen erzeugt?

- a) ein Transistor
- b) eine Diode
- c) eine Referenzdiode
- d) eine Vierschichtdiode

16. Wenn bei einem Integrierglied  $R$  klein und  $R_a$  groß ist, entsteht bei Ansteuerung mit Rechteckimpulsen ein Diagramm nach

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

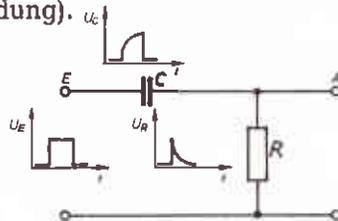


zu 13. **Merke:**

- Ein Integrierglied verlängert die Impulse.

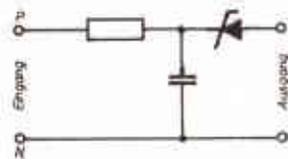
zu 14.

- Es handelt sich um den Spannungsverlauf am Widerstand — also am Ausgang — beim Anstieg der Steuerspannung (vgl. hierzu nachstehende Abbildung).



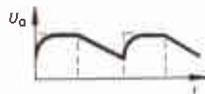
zu 15.

- Eindeutige Schaltzustände, d.h. EIN bzw. AUS, liefern nur die Referenzdiode und die Vierschichtdiode, wenn man von den steuerbaren Dioden (Thyristor) absieht (vgl. hierzu nachstehende Abbildung).  
  
 Die Diffusionsspannung der Siliziumdiode reicht für eine eindeutige Festlegung nicht aus. Ebenso ist ein Transistor bereits bei geringem Basisstrom leitend.



zu 16.

- Wenn der Widerstand R des Integrierglieds klein ist, dauert die Aufladung des Kondensators nur eine kurze Zeit (Flankenanstieg). Wenn der Lastwiderstand  $R_L$  am Ausgang groß ist, dauert die Entladung länger (Flankenabfall) (vgl. hierzu nebenstehende Abbildung).



17. Welchen Einfluß hat ein Differenzierglied auf die Übertragung eines breiten Frequenzbandes in einem Verstärker?

- a) Es hat keinen Einfluß.  
 b) Niedrige Frequenzen werden bevorzugt durchgelassen.  
 c) Hohe Frequenzen werden bevorzugt durchgelassen.  
 d) Es ruft nichtlineare Verzerrungen hervor.

18. Wenn ein Integrierglied an eine 100-V-Gleichspannung gelegt und eine Glimmlampe (ohne eingebauten Vorwiderstand) parallel zum Kondensator geschaltet wird,

- a) lädt der Kondensator sich auf  
 b) ist der Ausgang gesperrt  
 c) entsteht eine Kippschwingung  
 d) bleibt die Schaltung nach der Zündung der Glimmröhre leitend

19. Was bewirkt ein RC-Glied als Beschleuniger in der Basisleitung einer Transistorstufe?

- a) eine höhere Frequenz  
 b) den schnelleren Anstieg des Basistroms und damit des Kollektorstroms  
 c) eine Umwandlung von längeren in kürzere Impulse

20. Ein Beschleuniger kompensiert bei einer Transistorstufe den unerwünschten Einfluß

- a) der Eingangskapazität  $C_{BE}$   
 b) der Ausgangskapazität  $C_{CE}$   
 c) eines RC-Glieds, das dem Eingang vorgeschaltet ist  
 d) des Koppelkondensators

zu 17. **Merke:**

- Ein Differenzierglied wirkt wie ein Hochpaß.  
 Bei der Übertragung eines breiten Frequenzbandes werden also hohe Frequenzen bevorzugt, niedrige dagegen stark abgeschwächt durchgelassen.
- 

zu 18. **Merke:**

- Eine Glimmlampe zündet erst, wenn die Zündspannung von ca. 70 V erreicht ist.  
   
 Bei der angegebenen Schaltung würde die Glimmlampe jedesmal zünden, wenn sich der Kondensator bis zur Zündspannung aufgeladen hat. Die gezündete Glimmlampe hat einen kleinen Widerstand und entlädt den Kondensator bis sie erlischt und damit wieder hochohmig wird. Der Kondensator kann jetzt erneut über den Vorwiderstand aufgeladen werden. Es entsteht eine Kippschwingung.
- 

zu 19.

- Ohne Beschleuniger wird der Kollektorstromanstieg durch die Eingangskapazität verzögert. Durch das RC-Glied wird ein sofortiger Anstieg des Kollektorstroms auf den Maximalwert erreicht.
- 

zu 20. **Merke:**

- Der Beschleuniger kompensiert den Einfluß der Eingangskapazität des Transistors.
- 

21. Wodurch bewirkt ein RC-Glied die Beschleunigung des Stromanstiegs?

- a) durch die Widerstandserhöhung im Einschaltmoment  
 b) durch den Einschaltstromstoß des Kondensators  
 c) durch die Kapazitätsverminderung  
 d) durch die Kapazitätserhöhung
- 

22. Der Widerstand im Beschleuniger dient

- a) zur Begrenzung des Einschaltstroms  
 b) zur Anpassung  
 c) zur Aufrechterhaltung des Stroms im Eingangskreis  
 d) als Basisvorwiderstand
- 

23. Als Grenzfrequenz  $f_0$  eines RC-Glieds gilt die Frequenz, bei der ..... ist.

- a)  $X_C = R$   
 b)  $X_C < R$   
 c)  $X_C > R$   
 d)  $X_C \ll R$
-

zu 21. Merke:

- Der Kondensator des RC-Beschleunigers hat im Einschaltmoment den geringsten Widerstand, der sich während der Ladung erhöht.
- Durch den geringen Anfangswiderstand ist der Einschaltstrom sehr groß. Dadurch wird die Aufladung der Eingangskapazität  $C_{BE}$  beschleunigt, d.h. die Zeitkonstante verkleinert.

zu 22.

- Wenn der Kondensator des Beschleunigers aufgeladen ist, ist der Impuls noch nicht beendet. Es muß also noch weiter ein Basisstrom fließen können, auch wenn der Kondensator geladen ist.

zu 23. Merke:

- Als Grenzfrequenz  $f_0$  eines RC-Glieds gilt die Frequenz, bei der  $X_C = R$  ist. Unter dieser Bedingung liegt am Ausgang des RC-Glieds noch 70 % der Eingangswchselspannung.

## Zu Abschnitt 8

### Kippstufen

1. Eine Kippstufe ist

- a) eine Transistor-Schalterstufe mit verzögerter Ein- und Ausschaltzeit
- b) eine Transistorschaltung, die schnelle Potentialsprünge verursacht und nur zwei bestimmte Schaltzustände einnehmen kann
- c) eine Verstärkerschaltung, in der eine  $180^\circ$ -Phasenverschiebung auftritt (Phasenumkehrstufe)
- d) der Verstärkerteil eines Oszilloskops

2. Wodurch unterscheiden sich Kippstufe und Multivibrator?

- a) durch die Anzahl der Transistorstufen
- b) durch die Aufgabe
- c) gar nicht
- d) durch die Schaltzeit

3. Die Rückkopplung dient bei Kippstufen zur

- a) Entdämpfung
- b) Auskopplung des Signals
- c) Durchsteuerung und Sperrung
- d) Ansteuerung

4. Was versteht man unter Signalumkehrung?

- a) Rückkopplung
- b) Eingang: Signal  $\hat{=}$  Ausgang: kein Signal
- c) Eingang: kein Signal  $\hat{=}$  Ausgang: Signal
- d) negatives statt positives Potential am Ausgang

zu 1.

- Eine Kippstufe besteht aus zwei Transistoren, die durch Rückkopplung voll durchgesteuert werden. Infolge der kräftigen Durchsteuerung treten sehr schnelle Potential-sprünge auf. Von den beiden Transistoren einer Kippstufe ist zum gleichen Zeitpunkt immer einer durchgeschaltet und der andere gesperrt.
- 
- 
- 

zu 2. Merke:

- Kippstufen werden auch als Multivibratoren (Vielschwinger) bezeichnet.**
- 
- 
- 

zu 3. Merke:

- Mit Hilfe der Rückkopplung hält der gesperrte Transistor einer Kippstufe den Signalzustand 0 aufrecht.**
- 
- Am gesperrten Transistor tritt während des Kippvorgangs zwischen Emitter und Kollektor die Versorgungsspannung auf. Diese teilt sich über die Rückkopplung auch dem jetzt leitend gewordenen Transistor an der Basis mit. An dem leitend gewordenen Transistor liegt jetzt nur noch die Kollektor-Emitter-Restspannung  $U_{CE\text{rest}}$  bzw.  $U_{CE\text{sat}}$ , die nicht ausreicht, um den gesperrten Transistor durchzusteuern.
- 

zu 4.

- Liegt am Transistoreingang (Basis) das Signal 0, so tritt am Ausgang das Signal 1 auf. Liegt am Eingang das Signal 1, so tritt am Ausgang das Signal 0 auf. Die Signalzustände zwischen Eingang und Ausgang sind vertauscht.
- 
- 
- 

5. Eine Transistorstufe in Emitterschaltung verursacht eine Signalumkehrung, weil

- a) zwischen Eingangs- und Ausgangssignal eine zeitliche Verzögerung auftritt
- b) eine große Basis-Emitter-Spannung zu einer sehr kleinen Kollektor-Emitter-Restspannung führt
- c) im gesperrten Zustand am Lastwiderstand  $R_L$  der größte Spannungsabfall auftritt
- d) Koppelkondensatoren am Ein- und Ausgang Phasenverschiebungen hervorrufen

6. Was sind die Kennzeichen der „negativen Logik“?

- a)  $+9\text{ V} \triangleq \text{Signal 1}$ ,  $0\text{ V} \triangleq \text{Signal 0}$
- b)  $-9\text{ V} \triangleq \text{Signal 1}$ ,  $0\text{ V} \triangleq \text{Signal 0}$
- c)  $0\text{ V} \triangleq \text{Signal 1}$ ,  $+9\text{ V} \triangleq \text{Signal 0}$
- d)  $0\text{ V} \triangleq \text{Signal 1}$ ,  $-9\text{ V} \triangleq \text{Signal 0}$

7. Flipflop ist die Bezeichnung für

- a) eine astabile Kippstufe
- b) eine bistabile Kippstufe
- c) eine monostabile Kippstufe
- d) einen RC-Generator

8. Wenn an den Eingang eines zweistufigen Transistorverstärkers mit Rückkopplung Signal 0 gelegt wird, tritt am Ausgang

- a) eine Spannung auf
- b) keine Spannung auf
- c) das ursprüngliche Signal auf
- d) Signal 0 auf

zu 5. Merke:

- Am gesperrten Transistor tritt die volle Betriebsspannung auf, am leitenden, durchgesteuerten Transistor nur noch die Kollektor-Emitter-Restspannung  $U_{CE\text{Rest}}$ .
- 
- 
- 

zu 6. Merke:

- Die negative Logik beruht auf der Vereinbarung, daß Spannung als Signal 0 und 0 V als Signal 1 bezeichnet werden.
- 
- Die Spannung (Signal 0) kann dabei je nach Schaltung sowohl positiv als auch negativ sein.
- 

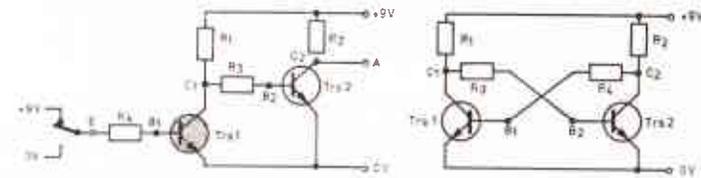
zu 7.

- Als Flipflop wird eine bistabile Kippstufe bezeichnet. Bistabil bedeutet, daß sie zwei stabile Ruhelagen hat. Sie kippt während des von außen gesteuerten Schaltvorgangs von der einen in die andere Ruhelage.
- 
- 
- 

zu 8.

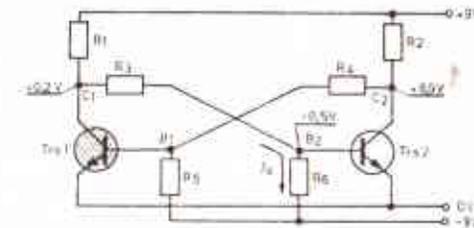
- Wenn an den Eingang das Signal 0 gelegt wird, dann tritt eine Spannung an der Basis des ersten Transistors auf. Der Transistor wird durchgesteuert und zwischen Emitter und Kollektor tritt nur noch die Restspannung  $U_{CE\text{Rest}}$  auf. Dadurch wird der zweite Transistor gesperrt und am Ausgang des Transistorschalters liegt die volle Betriebsspannung, also Signal 0.
- 
- 
- 

9. Ein zweistufiger Transistorschalter ohne Rückkopplung unterscheidet sich von einer bistabilen Kippstufe (vgl. hierzu nachstehende Abbildung) durch



- a) zwei stabile Schaltzustände
- b) nur einen stabilen Schaltzustand
- c) instabile Schaltzustände
- d) größere Verstärkung

10. Bei einer bistabilen Kippstufe dient die Hilfsspannung (vgl. hierzu die nachfolgende Abbildung)



- a) zur Auslösung des Kippvorgangs
- b) zum Durchschalten des nichtleitenden Transistors
- c) zur sicheren Sperrung des zweiten Transistors
- d) zur Festlegung der Ruhelage

zu 9.

- Eine bistabile Kippstufe hat zwei stabile Schaltzustände.  
 Ein Transistorschalter mit zwei Transistoren ohne Rückkopplung hat nur eine stabile Ruhelage. Der Ausgang des Transistors 2 zeigt nur dann den Signalzustand 0, wenn am Eingang des Transistors 1 ebenfalls Signal 0 anliegt. Fehlt das Eingangssignal, so kippt er sofort in die Ruhelage  $\hat{=}$  Signal 1 am Ausgang.

zu 10.

- Die Kollektor-Emitter-Restspannung des jeweils durchgeschalteten Transistors beträgt ca. 0,2 V und kann bei Erwärmung noch steigen. Das kann zur Folge haben, daß der folgende Transistor nicht mehr sicher gesperrt wird. Um das zu verhindern, wird an den zu sperrenden Transistor eine zusätzliche Basis-Emitter-Hilfsspannung in Sperrrichtung gelegt.

11. Worin besteht der Kippvorgang bei einem Flipflop?

- a) Der leitende Transistor wird gesperrt, der gesperrte durchgeschaltet.  
 b) Die Versorgungsspannung wird umgepolt.  
 c) An den gesperrten Transistor wird eine Hilfsspannung gelegt.  
 d) Die beiden Eingänge werden miteinander verbunden.

12. Bei einer bistabilen Kippstufe liegen die Eingänge an den

- a) Emitteranschlüssen  
 b) Kollektoranschlüssen  
 c) Basisanschlüssen  
 d) Basisvorwiderständen

13. Wie wird eine Kippstufe angesteuert?

- a) 0 V an die Basis des leitenden Transistors legen  
 b) 0 V an die Basis des gesperrten Transistors legen  
 c) positives Potential an die Basis des leitenden Transistors legen  
 d) positives Potential an die Basis des gesperrten Transistors legen

14. Welchen Vorteil bietet die Ansteuerung mit Nullpotential gegenüber der Ansteuerung mit positivem Potential?

- a) Es wird keine Hilfsspannung benötigt.  
 b) Die Eingänge brauchen nicht entkoppelt zu werden.  
 c) Es sind keine Vorwiderstände erforderlich.  
 d) Es ist keine Steuerspannung erforderlich.

zu 11. Merke:

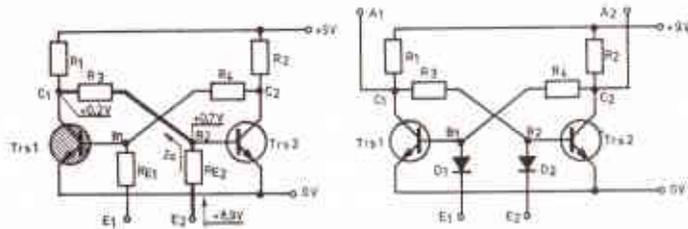
- Beim Kippvorgang wird der gesperrte Transistor leitend und der leitende Transistor gesperrt.
- 
- 
- 

zu 12.

- Zum Ansteuern einer Kippstufe muß der leitende Transistor gesperrt und der gesperrte Transistor leitend werden. Das erreicht man aber nur durch Kurzschließen der Basis oder Anlegen einer Basissspannung. Also liegen die Eingänge einer bistabilen Kippstufe an den Basisanschlüssen der Transistoren.
- 
- 
- 

zu 13.

- Eine bistabile Kippstufe kann sowohl mit positivem Potential als auch mit Nullpotential angesteuert werden. Entweder wird der gesperrte Transistor durch ein positives Potential leitend oder der leitende Transistor durch das Nullpotential an der Basis gesperrt (vgl. hierzu nachstehende Abbildung).
- 
- 
- 



zu 14.

- Der Vorteil der Ansteuerung mit Nullpotential liegt im Fortfall der Steuerspannung. Die Stufe wird lediglich durch Kurzschluß des Basiskreises des leitenden Transistors gekippt. Dabei entfallen auch die sonst zusätzlich erforderlichen Basisvorwiderstände.
- 
- 
- 

15. Für die Entkopplung der Eingänge eines Flipflops werden Gedioden verwendet, damit die

- a) angesteuerte Stufe sicher sperrt
- b) angesteuerte Basis sicher leitend wird
- c) Diffusionsspannung der Entkopplungsdioden weit genug unterhalb der zum Durchschalten eines Si-Transistors führenden Basis-Emitter-Spannung liegt
- d) geringstmögliche Restspannung  $U_{CERest}$  des leitenden Transistors eingehalten wird

16. Was ist das Kennzeichen der statischen Eingänge einer bistabilen Kippstufe?

- a) Ansteuerung mit Nullpotential
- b) Ansteuerung mit positivem Potential
- c) die Hilfsspannung
- d) Ein Gleichstromsignal wird galvanisch eingekoppelt.

17. Welches der folgenden Symbole stellt ein FF mit dynamischen Eingängen dar?

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

18. Ein FF wirkt als Frequenzteiler, weil das FF

- a) nur bei einem bestimmten Potentialsprung kippt
- b) bei jedem Potentialsprung kippt
- c) nur bei jedem zweiten Eingangssignal am Ausgang einen Potentialsprung erzeugt
- d) eine festgelegte Ruhelage hat

zu 15. Merke:

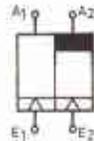
- Zur Entkopplung eignen sich Ge-Dioden wegen ihrer geringen Diffusionsspannung von 0,2 V.
- 
- Bei Verwendung von Si-Dioden würde der Spannungsabfall von 0,6—0,7 V ausreichen, um den gesperrten Transistor durchzusteuern.
- 

zu 16. Merke:

- Bei statischen Eingängen wird das Eingangssignal galvanisch an die Transistoren gelegt. Zur Ansteuerung dienen Gleichstromsignale.
- 
- 
- Demgegenüber kann der Kippvorgang auch durch kurzzeitige Impulse ausgelöst werden. Dann wendet man aber meistens dynamische Eingänge an.

zu 17.

- Das Symbol unter c) zeigt ein FF mit dynamischen Eingängen (vgl. hierzu nebenstehendes Symbol).
- 
- 
- 
- 



zu 18.

- Bei Ansteuerung mit Nullpotential kippt das FF nur beim Übergang von positivem auf Nullpotential. Also erst nach jedem zweiten Impuls kippt das FF in die Ausgangslage zurück, d.h., am Ausgang tritt das gleiche Signal auf wie vor Beginn des ersten Impulses. Die nachfolgende Stufe erhält nur noch halb so viele Impulse wie die vorhergehende.
- 
- 
- 

19. Eine monostabile Kippstufe läßt sich mit einem \_\_\_\_\_ vergleichen.

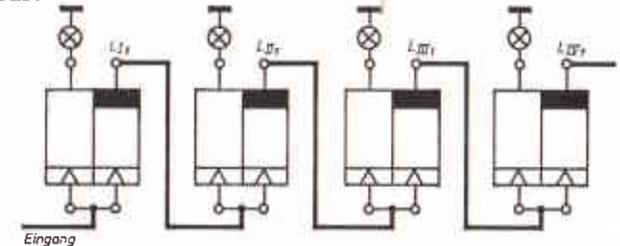
- a) neutralen Relais
- b) gepolten Relais
- c) Wechselstromwecker
- d) Gleichstromwecker

20. Eine monostabile Kippstufe regeneriert Impulse durch

- a) die einseitige Ruhelage
- b) die Unabhängigkeit der Kippdauer von der Länge des Eingangsimpulses
- c) die zweiseitige Ruhelage
- d) das selbsttätige Zurückkippen

21. Wodurch wird die Kippdauer einer astabilen Kippstufe bestimmt?

- a) durch die Transistorkennwerte
- b) durch die Werte der Koppelkondensatoren und Basisvorwiderstände
- c) durch die Größe der Belastungswiderstände  $R_L$
- d) durch die Dauer der Eingangssignale

22. Nach welchem Impuls leuchtet die Lampe  $I_{V1}$  in der nachstehenden Schaltung auf?

- a) sofort
- b) nach dem 3. Impuls
- c) am Anfang des 4. Impulses
- d) bei Beendigung des 4. Impulses
- e) bei Beendigung des 8. Impulses

zu 19.

- Eine monostabile Kippstufe läßt sich mit einem neutralen Relais vergleichen. Es fällt wie die monostabile Kippstufe nach Beendigung des Eingangssignals wieder in seine Ruhelage zurück.
- 

zu 20. Merke:

- Die Dauer des Kippvorgangs (Zeitkonstante) einer monostabilen Kippstufe ist nur abhängig von den Widerstands- und Kapazitätswerten der Kippstufe, dagegen nicht von der Dauer (= Länge) des Eingangsimpulses.  
  
 Während der Entladezeit eines Kondensators erscheint am Ausgang der Kippstufe das Signal.
- 

zu 21.

- Die Kippdauer einer astabilen Kippstufe wird durch die Werte der Koppelkondensatoren und Basisvorwiderstände bestimmt. Die Ladezeit des Kondensators (Zeitkonstante) bestimmt die Dauer der Durchschaltung des Transistors.
- 

zu 22. Merke:

- Jede bistabile Kippstufe kippt erst nach jedem 2. Impuls am Ausgang  $A_2$  von Signal 0 nach Signal 1.  
  
 Vor dem Kippvorgang hat jede Stufe am Ausgang  $A_2$  das Signal 1  $\cong$  0 V. Folglich führt der Ausgang  $A_1$  jeder Stufe so lange Spannung (Signal 0), bis die Stufe kippt. Das ist bei der IV. Stufe nach dem 8. Impuls der Fall.
- 

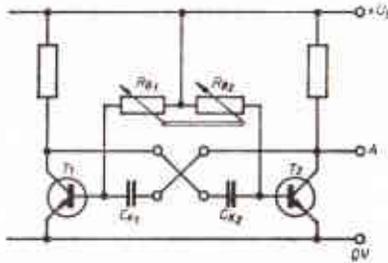
23. Wie kann die Sperrdauer der Transistoren einer astabilen Kippstufe verändert werden?

- a) durch Regeln der Basiswiderstände  
 b) durch Änderung der Kapazität der Kondensatoren  
 c) durch Regeln der Speisespannung  
 d) durch den Einbau von Regelwiderständen als Lastwiderstände
-

zu 23. Merke:



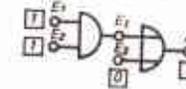
Die Sperrdauer der Transistoren ist von der Zeitkonstante  $\tau$  der RC-Glieder aus  $C_K$  und  $R_B$  abhängig. Die Umladezeit läßt sich daher durch Veränderung der Basisvorwiderstände beeinflussen (vgl. hierzu nachstehende Abbildung). Da eine Kapazitätsregelung zu aufwendig ist, wird davon kaum Gebrauch gemacht.



## Zu Abschnitt 9

### Verknüpfungsglieder

1. Welches Signal liegt am Ausgang der folgenden Schaltung, wenn an den Eingängen  $E_1$  und  $E_2$  der ersten Verknüpfung jeweils Signal 1 liegt?



- a) Signal 1  
 b) Signal 0  
 c) die Schaltungen lassen sich nicht verknüpfen  
 d) positives Potential

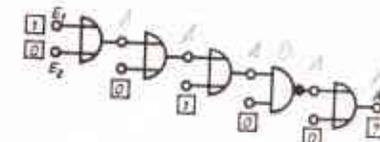
2. Um welche Verknüpfung handelt es sich bei der folgenden Funktionstabelle?

- a) UND  
 b) ODER  
 c) NICHT  
 d) Flipflop

$E_1$	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1
$E_2$	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1
$E_3$	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0
$E_4$	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1
A	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

3. Welches Signal erscheint am Ausgang folgender Verknüpfung (negative Logik)?

- a) Signal 0  
 b) Signal 1  
 c) positives Potential  
 d) 0 V



zu 1. **Merke:**

- Am UND liegt am Ausgang das Signal 1, wenn alle Eingänge (also Eingang 1 UND Eingang 2) Signal haben. Am ODER liegt am Ausgang das Signal 1, wenn an einem Eingang (also am Eingang 1 ODER Eingang 2) das Signal 1 liegt.
- 
- 
- 

Folglich liegt in der Schaltung der Aufgabe am Ausgang das Signal 1.

zu 2. **Merke:**

- Kennzeichen einer UND-Verknüpfung ist, daß nur dann am Ausgang Signal 1 erscheint, wenn sämtliche Eingänge Signal 1 gleichzeitig erhalten. Das trifft für die dargestellte Funktionstabelle zu.
- 
- 
- 

zu 3.

- Am Ausgang der ersten, zweiten und dritten ODER-Verknüpfung ergibt sich jeweils Signal 1. Somit erhält die UND-Verknüpfung am ersten Eingang Signal 1 und am zweiten Eingang Signal 0. An ihrem Ausgang würde sich somit das Signal 0 ergeben. Da jedoch am Ausgang der UND-Verknüpfung eine Signalumkehrung vorgenommen wird, erscheint tatsächlich das Signal 1. Somit wird das letzte ODER wieder an einem Eingang mit Signal 1 angesteuert. Daher muß am Ausgang A ebenfalls Signal 1 vorhanden sein.
- 

4. Kennzeichen eines ODER-Glieds in der Funktionstabelle sind:

- a) am Ausgang liegt das Signal 0, wenn sämtliche Eingänge mit Signal 0 angesteuert werden
- b) am Ausgang ergibt sich Signal 0, wenn nur an einem Eingang Signal 0 liegt
- c) am Ausgang liegt Signal 1, wenn mindestens ein Eingang Signal 1 führt
- d) am Ausgang liegt Signal 1 nur, wenn sämtliche Eingänge Signal 1 führen

5. Ein UND-Glied hat \_\_\_\_\_ Eingänge.

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) beliebig viele

6. Worin besteht der Unterschied in der Arbeitsweise zwischen UND- und ODER-Gliedern?

- a) Ein UND-Glied spricht nur an, wenn an allen Eingängen gleiche Signale auftreten, ein ODER-Glied bereits bei einem Eingangssignal.
- b) Ein UND-Glied spricht an, wenn an einem Eingang ein Eingangssignal auftritt, ein ODER-Glied nur, wenn an allen Eingängen gleiche Eingangssignale auftreten.
- c) Ein UND verhält sich umgekehrt wie ein ODER, d.h., bei einem UND tritt am Ausgang Signal 1 auf, wenn am Eingang Signal 1 liegt, bei einem ODER tritt in dem Fall Signal 0 auf.
- d) Ein UND-Glied wird bei positiver Logik verwendet, ein ODER-Glied bei negativer Logik.

zu 4. **Merke:**

- Das ODER hat in der Funktionstabelle nur einmal am Ausgang das Signal 0, nämlich dann, wenn an sämtlichen Eingängen Signal 0 liegt. Wird mindestens ein Eingang mit dem Signal 1 angesteuert, so ergibt sich am Ausgang ebenfalls das Signal 1.
- 
- 
- 

zu 5. **Merke:**

- Ein UND-Glied kann beliebig viele Eingänge haben, es müssen aber mindestens zwei vorhanden sein.
- 
- 
- 

zu 6. **Merke:**

- Ein UND-Glied bringt nur dann das Ausgangssignal 1, wenn an allen Eingängen gleichzeitig das Signal 1 auftritt. Ein ODER-Glied zeigt bereits das Ausgangssignal 1, wenn nur an einem Eingang das Signal 1 liegt.
- 
- 
- 

7. Ein Verknüpfungsglied ist mit Transistoren ausgeführt. Wenn bei negativer Logik an sämtlichen Eingängen gleichzeitig Signal 1 herrscht, erscheint am Ausgang ebenfalls Signal 1. Um welche Verknüpfung handelt es sich?

- a) UND-Glied
- b) ODER-Glied
- c) NICHT-Glied
- d) Flipflop

8. Ein NICHT-Glied hat die Aufgabe, ein anliegendes Signal

- a) nicht weiterzugeben
- b) unverändert weiterzugeben
- c) in sein Gegenteil umzuwandeln
- d) zu löschen

9. Welches Potential kann am Ausgang eines Verknüpfungsglieds bei negativer Logik liegen, wenn am Eingang Signal 1 anliegt?

- a) Nullpotential
- b) positives Potential
- c) negatives Potential

10. Es soll ein NICHT-Glied in negativer Logik mit einem Relais gebaut werden. Zur Schaltung des Ausgangssignals wird ein .....-kontakt benötigt?

- a) Umschalte
- b) Ruhe
- c) Arbeits
- d) Folge

zu 7.

- Es kann sich sowohl um ein UND-Glied als auch um ein ODER-Glied handeln. Bei einem UND-Glied tritt am Ausgang ein Signal auf, wenn an allen Eingängen gleichzeitig ein Signal liegt. Aber auch ein ODER-Glied zeigt ein Ausgangssignal, wenn an allen Eingängen gleichzeitig ein Signal liegt. Bei ODER-Gliedern muß an mindestens einem Eingang ein Signal liegen, es kann aber auch an allen Eingängen gleichzeitig ein Signal liegen.

zu 8. Merke:

- Ein NICHT-Glied hat die Aufgabe, ein anliegendes Signal in sein Gegenteil umzuwandeln, d.h. aus Signal 0 wird Signal 1 bzw. aus Signal 1 wird Signal 0.

zu 9. Merke:

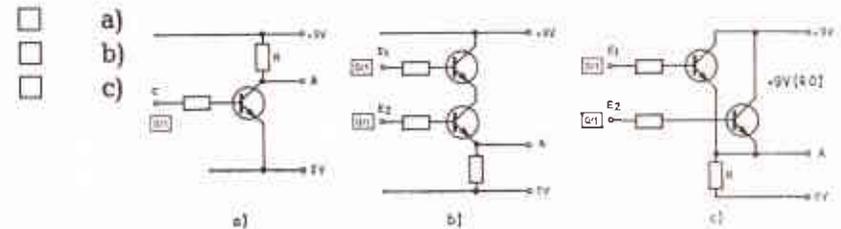
- Das Kennzeichen der negativen Logik ist: Nullpotential  $\hat{=}$  Signal 1. Dementsprechend muß beim Eingangssignal 1 am Ausgang ein bestimmtes, von Null abweichendes Potential auftreten.

Das Potential kann dabei je nach Art der Schaltung positiv oder negativ sein.

zu 10.

- Ein NICHT-Glied arbeitet mit einem Ruhekontakt. Wenn das Relais beim Anlegen einer Spannung (Signal 1) anzieht, öffnet der Ruhekontakt den Ausgangstromkreis. Am Arbeitswiderstand tritt somit kein Spannungsabfall auf (Signal 1).

11. Welche der folgenden Transistorschaltungen ist ein NICHT-Glied?



zu 11.


Die Transistorschaltung unter a) hat die Funktion eines NICHT-Glieds.

### Teil 3 — Datenverarbeitung; Technik und Betrieb

Nachdem im ersten und zweiten Teil des „Handbuchs der Elektronik“ die Grundlagen der Elektronik und ihre Anwendung in der linearen und der digitalen Technik eingehend behandelt worden sind, werden diese Themen im dritten Teil weitergeführt. Im einzelnen werden folgende Stoffgebiete ausführlich behandelt:

**Arbeitsweise und Organisation von EDV-Anlagen** (Aufbau einer EDV-Anlage mit Ein- und Ausgabe, Rechen- und Steuerwerk, Speicher, Aufbau und Ablauf eines Befehls, Programmierung).

**Leitwerk** (Befehlsdecodierung, Befehlszähler, Befehls- und Adressenregister, Indexregister; Zusammenarbeit von Leitwerk mit Rechenwerk und Speicher).

**Rechenwerk** (Serien- und Parallelrechenwerk, dezimales und duales Rechenwerk).

**Speicher** (Speicherverfahren, Speichermedien, Adressierung, Speicherorganisation, Auswahlverfahren).

**Geräte der Peripherie** (Trommel-, Platten-, Band- und Magnetkartenspeicher, Lochkarten- und Lochstreifenengeräte, Schnelldrucker, Datensichtgeräte).

**Einführung in die Mengenlehre**

**Grundzüge der Aussagenlogik**

**Wesen der Schaltalgebra**

**Boolesche Algebra**

Das Lehr- und Lernbuch enthält eine Vielzahl von Abbildungen und viele ausführliche Rechenbeispiele, die für den Techniker auf praktische Fälle zugeschnitten sind.

## Fachwörter der Elektronik

— Zur Ergänzung des Lehrprogramms Halbleitertechnik und Elektronik —

In diesem Nachschlagewerk, das in enger Beziehung zu den vorgenannten Lehr- und Lernbüchern steht, sind alle wichtigen Fachwörter und Begriffe der Halbleitertechnik und der Elektronik in alphabetischer Reihenfolge übersichtlich geordnet zusammengestellt. Zum besseren Verständnis werden die Stichwörter durch Erläuterungen und Erklärungen sinnvoll ergänzt. Hier können die vielen, oft für den Leser neuen und noch nicht fest in sein Bewußtsein eingeordneten technischen Begriffe oder Bezeichnungen schnell nachgelesen und Unklarheiten rasch beseitigt werden.

Unabhängig von dieser Zielsetzung findet der bereits versierte Elektroniker in dem Fachwörterverzeichnis viele Erklärungen, die ihm das Lesen der Funktionsbeschreibungen für die im praktischen Betrieb eingeführten elektronischen Anlagen ganz wesentlich erleichtern werden.

## Tabellenbuch der Nachrichtentechnik

Das neue Nachschlagewerk umfaßt rd. 290 Seiten mit mehr als 800 Abbildungen und erscheint im Dreifarbendruck (Format DIN A 5); es gliedert sich in folgende große Abschnitte:

1. Fernmelderechnen,
2. Fernmeldebauteile und
3. Fernmeldefachbereiche.

Eine Übersicht über sämtliche in der Fernmeldetechnik verwendeten Schaltzeichen schließt das Tabellenbuch ab. Das schnelle Auffinden der nachzuschlagenden Tabellen, Wertangaben, Daten usw. ist anhand eines ausführlichen Sachwortverzeichnisses leicht möglich. Bei der Stoffdarstellung ist weitgehend auf DIN-Vorschriften sowie die VDE- und PTZ-Vorschriften zurückgegriffen worden.

# **Gesamtübersicht über das Lehrmittelvorhaben Elektrotechnik Halbleitertechnik Elektronik Datenverarbeitung**

---

- **Grundlagen der Elektrotechnik**
  - Repetitor „Grundlagen der Elektrotechnik“
- **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**
  - **Fachwörter der Elektronik**
  - **Tabellenbuch der Nachrichtentechnik**
- 

Sämtliche Lehrwerke können bestellt werden bei dem

*Institut zur Entwicklung moderner Unterrichtsmedien e. V.*

28 Bremen 1, Bahnhofstraße 10

Fernsprecher 0421 / 31 52 85