

ELEKTRONIK

Analogtechnik

1. Signale

- 1.1 Informationsgehalt von Signalen
- 1.2 Frequenzdarstellung
- 1.3 Wechselstromkenngrößen
- 1.4 Signalmessung

2. Passive Bauteile

- 2.1 Eigenschaften
- 2.2 Widerstand
- 2.3 Kondensator
- 2.4 Spule
- 2.5 Filter
- 2.6 Diode
- 2.7 Gleichrichter
- 2.8 Leuchtdiode
- 2.9 Optokoppler
- 2.10 Sensoren
- 2.11 Halbleiterwiderstände

3. Aktive Bauteile

- 3.1 Bipolartransistor
- 3.2 Feldeffekt-Transistor
- 3.3 Operationsverstärker

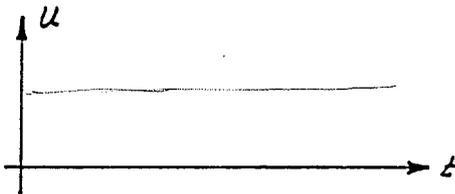
1. Signale

Das Gebiet der Elektronik befasst sich hauptsächlich mit der Verarbeitung und Uebertragung von Signalen.

1.1. Informationsgehalt von Signalen

Von Signalen wird gesprochen, wenn in Funktionen der Zeit Informationen übertragen werden.

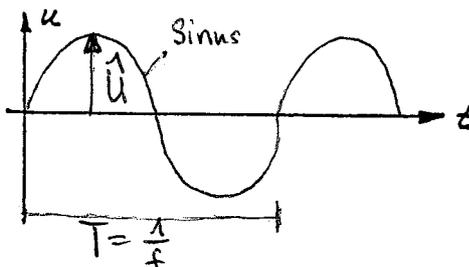
Gleichspannung



enthält 1 Information
(Spannungswert variiert nicht)

Wechselspannung

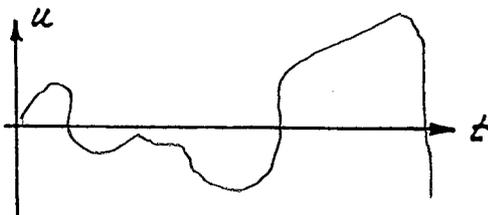
periodische Wechselspannung



enthält 3 Informationen
(Amplituden, Signalform, Frequenz)

Bsp: Ton von Musikinstrument (Lautstärke, Klangfarbe, Tonhöhe)

nichtperiodische Signale



enthält beliebig viele Informationen
(Werte verändern sich zeitlich beliebig)

Bsp: menschliche Sprache, Musik

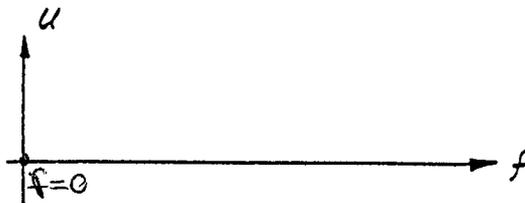
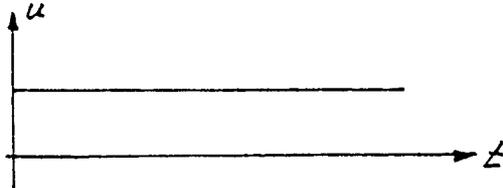
1.2. Frequenzdarstellung

Signale lassen sich immer als Funktion der Zeit und als Funktion der Frequenz darstellen. Umrechnung \Rightarrow Fouriers-Transformation.

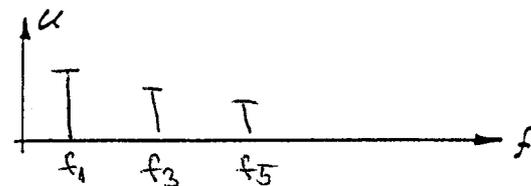
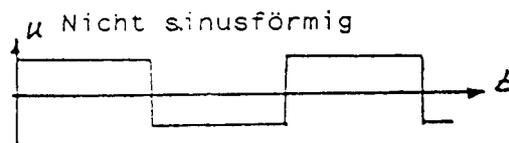
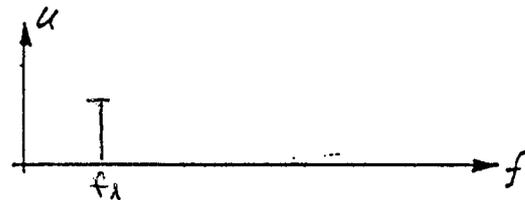
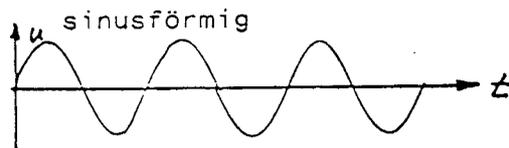
Darstellung als Funktion der
Zeit

Frequenz

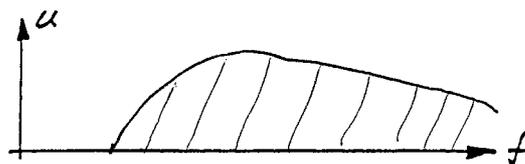
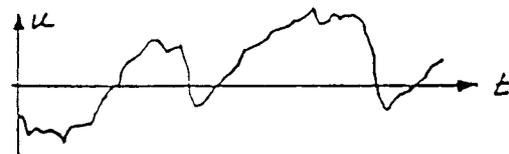
Gleichspannung:



periodische Wechselspannung:



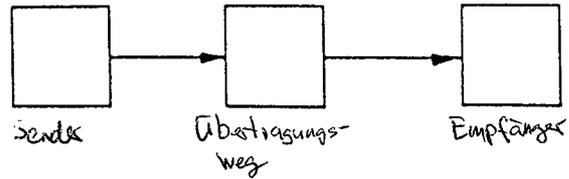
nichtperiodische Wechselspannung:



Die Darstellung der Frequenzen zeigt, dass alle Signale aus einer oder mehreren Sinusschwingungen zusammengesetzt sind.

Übertragung von Informationen:

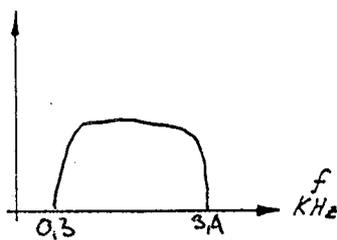
Bei der Übertragung von Informationen gibt es immer verschiedene Teile:



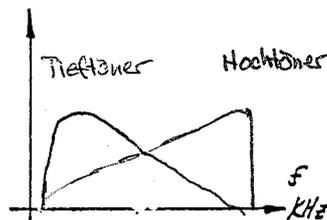
Frequenzgang

Oft verfälscht oder reduziert der Übertragungsweg das Signal. Ein mass für die Fähigkeit, Signale zu übertragen ist da Frequenzgang.

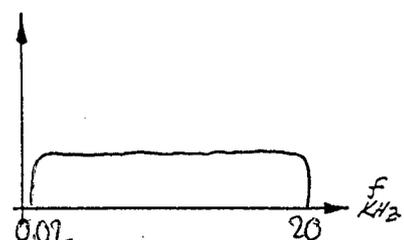
Beispiele:



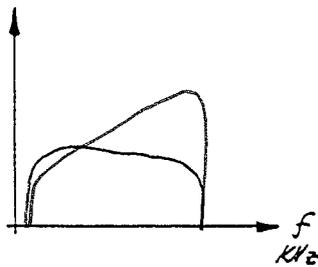
Telephonleitung



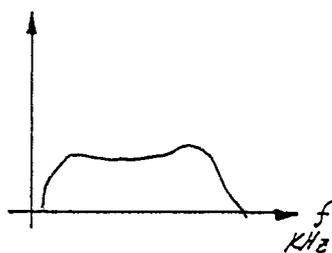
Lautsprecher



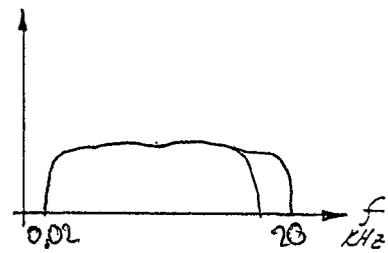
HiFi-Verstärker



Tonbandkassette



Mikrophon



Menschliches Gehör



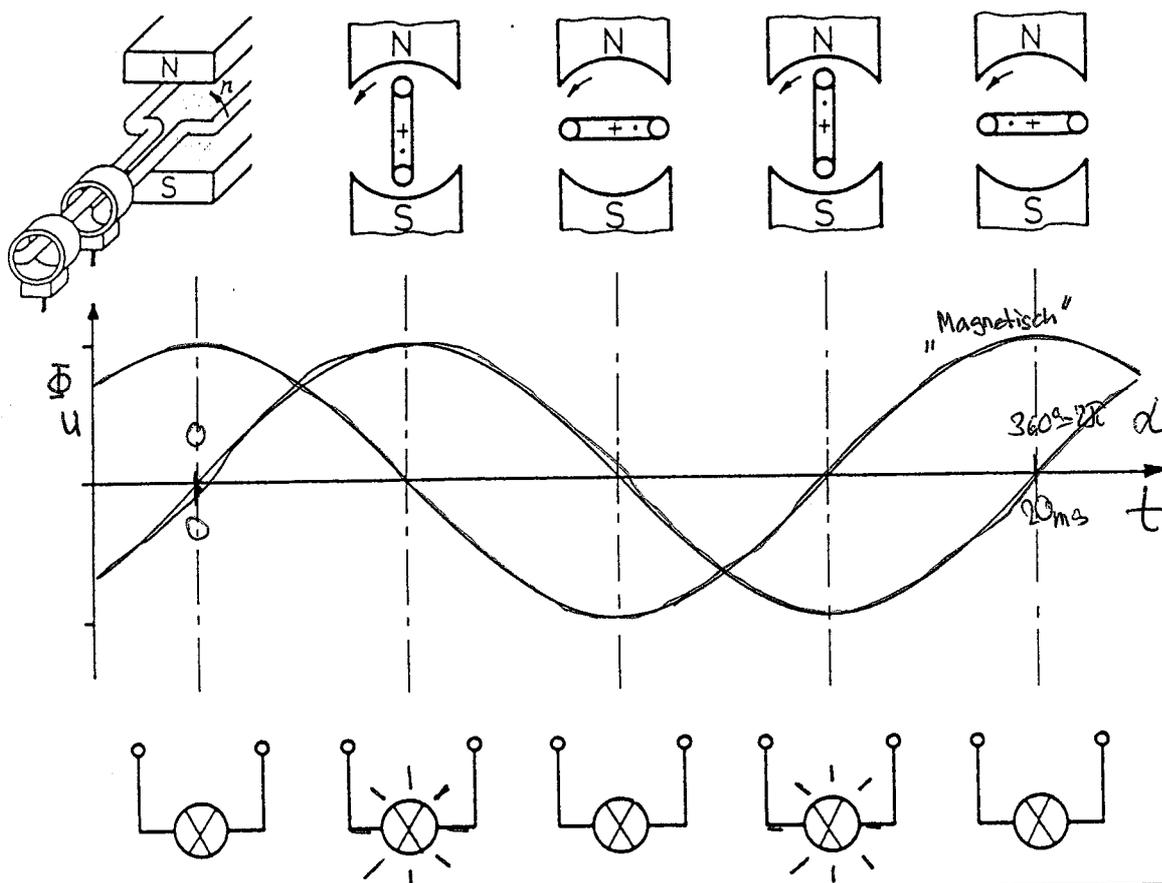
1.3 Wechselstromkenngrossen

Am Anfang der Elektrifizierung existierte fast nur die Gleichstromtechnik. Mit der Erfindung der Dynamomaschine verbreitete sich dann die Wechselstromtechnik sehr schnell. Die wichtigsten Vorteile des Wechselstroms gegenüber dem Gleichstrom sind:

- Transformierbarkeit
- Bau einfacherer Maschinen
- gut schaltbar
- verschiedene Frequenzen möglich

Ab 1890 verdrängte die Wechselstromtechnik die meisten Gleichstromanwendungen. Erst in den letzten Jahrzehnten gewann der Gleichstrom dank den Entwicklungen in der Energietechnik und der Leistungselektronik wieder an Bedeutung.

Erzeugung der Wechselspannung



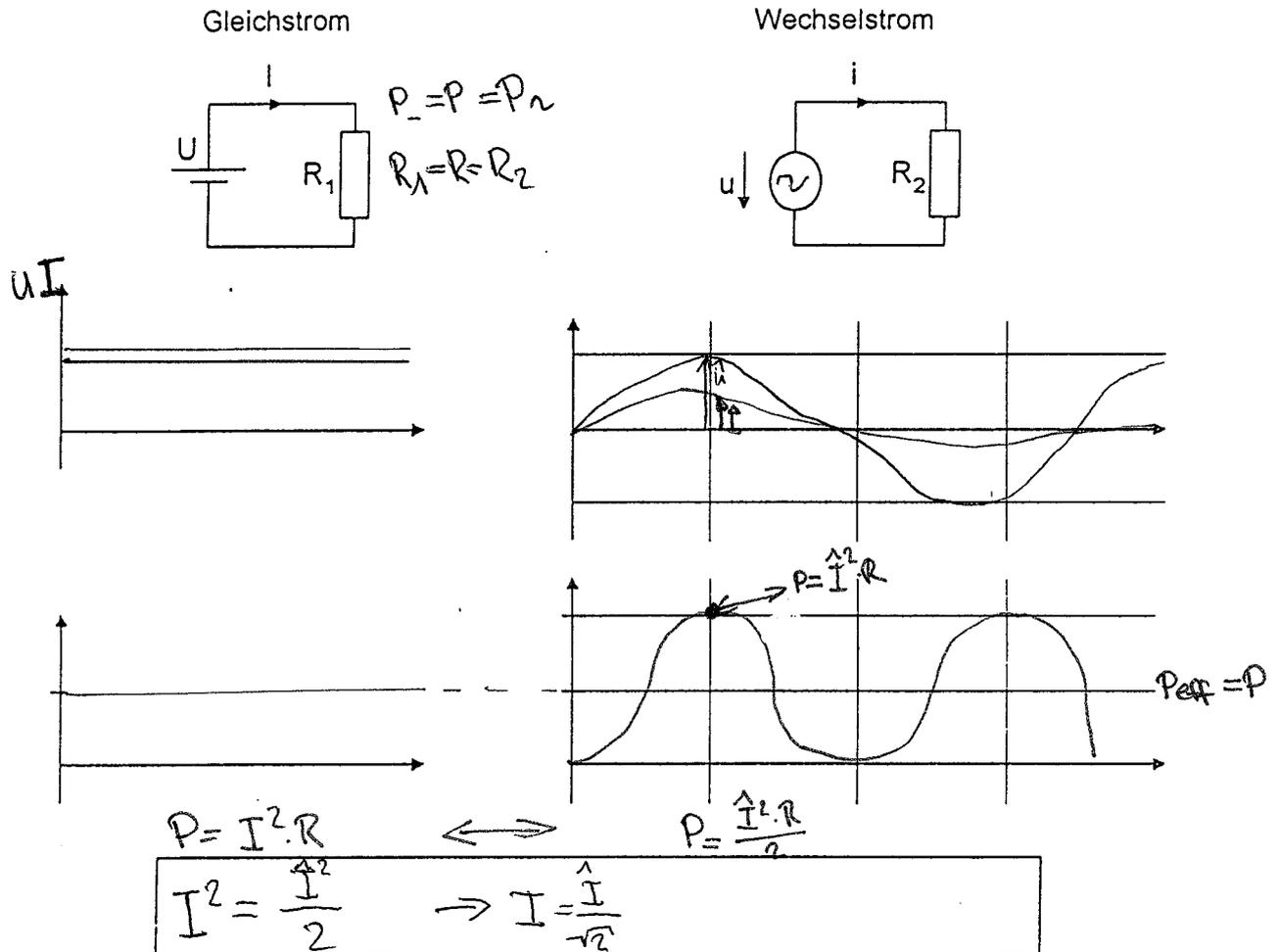
Wird eine Leiterschleife in einem homogenen Magnetfeld gedreht, so entsteht eine sinusförmige Wechselspannung

Uebung Kenngrößen 2

<p>1. Wie groß ist die Periodendauer T (in ms) des technischen Wechselstroms, dessen Frequenz 50 Hz beträgt?</p> <p> <input type="radio"/> 1 $T = 2 \text{ ms}$ <input type="radio"/> 2 $T = 5 \text{ ms}$ <input checked="" type="radio"/> 3 $T = 20 \text{ ms}$ <input type="radio"/> 4 $T = 50 \text{ ms}$ <input type="radio"/> 5 $T = 200 \text{ ms}$ </p>	<p>2. Die deutsche Bundesbahn fährt mit Wechselstrom der Frequenz $16\frac{2}{3} \text{ Hz}$. Wie groß ist die Periodendauer T (in ms) dieses Wechselstroms?</p> <p> <input type="radio"/> 1 $T = 6 \text{ ms}$ <input type="radio"/> 2 $T = 15 \text{ ms}$ <input checked="" type="radio"/> 3 $T = 60 \text{ ms}$ <input type="radio"/> 4 $T = 150 \text{ ms}$ <input type="radio"/> 5 $T = 600 \text{ ms}$ </p>	
<p>3. Wie groß ist die Periodendauer T (in ms) des hochfrequenten Wechselstroms von 20 kHz?</p> <p> <input type="radio"/> 1 $T = 0,0005 \text{ ms}$ <input type="radio"/> 2 $T = 0,002 \text{ ms}$ <input checked="" type="radio"/> 3 $T = 0,005 \text{ ms}$ <input type="radio"/> 4 $T = 0,02 \text{ ms}$ <input checked="" type="radio"/> 5 $T = 0,05 \text{ ms}$ </p>	<p>4. Bei der Auswertung eines Oszillogramms liest sich für die Periodendauer eine Zeit von 3 ms ermitteln. Wie groß ist die Frequenz der Wechselspannung f (in Hz)?</p> <p> <input type="radio"/> 1 $f = 30 \text{ Hz}$ <input type="radio"/> 2 $f = 33 \text{ Hz}$ <input type="radio"/> 3 $f = 300 \text{ Hz}$ <input checked="" type="radio"/> 4 $f = 333 \text{ Hz}$ <input type="radio"/> 5 $f = 3000 \text{ Hz}$ </p>	
<p>5. Auf dem Bildschirm eines Oszilloskops ist die gezeichnete Schwingung sichtbar. Die Zeit zwischen zwei Scheitelwerten beträgt 0,01 s. Wie groß ist die Frequenz f (in Hz) dieser Schwingung?</p> <p> <input type="radio"/> 1 $f = 25 \text{ Hz}$ <input type="radio"/> 2 $f = 50 \text{ Hz}$ <input checked="" type="radio"/> 3 $f = 100 \text{ Hz}$ <input type="radio"/> 4 $f = 500 \text{ Hz}$ <input type="radio"/> 5 $f = 1000 \text{ Hz}$ </p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p>6. Zwei Wechselspannungen von 60 V/50 Hz durchlaufen ihre Nulldurchgänge 3 ms nacheinander (u_1 eilt u_2 voraus). Wie groß ist die Phasenverschiebung φ zwischen den beiden Spannungen?</p> <p> <input type="radio"/> 1 $\varphi = 7,2^\circ$ <input type="radio"/> 2 $\varphi = 14^\circ$ <input type="radio"/> 3 $\varphi = 20^\circ$ <input checked="" type="radio"/> 4 $\varphi = 54^\circ$ <input type="radio"/> 5 $\varphi = 72^\circ$ </p> <div style="text-align: center;"> </div>	
<p>7. Wie groß ist die Kreisfrequenz ω (in s^{-1}) eines Wechselstroms, dessen Frequenz 50 Hz beträgt?</p> <p> <input type="radio"/> 1 $\omega = 50 \text{ s}^{-1}$ <input type="radio"/> 2 $\omega = 98,5 \text{ s}^{-1}$ <input type="radio"/> 3 $\omega = 157 \text{ s}^{-1}$ <input type="radio"/> 4 $\omega = 262 \text{ s}^{-1}$ <input checked="" type="radio"/> 5 $\omega = 314 \text{ s}^{-1}$ </p>	<p>8. Wie groß ist die Kreisfrequenz ω (in s^{-1}) eines Wechselstroms, dessen Frequenz $16\frac{2}{3} \text{ Hz}$ beträgt?</p> <p> <input type="radio"/> 1 $\omega = 10,5 \text{ s}^{-1}$ <input type="radio"/> 2 $\omega = 31,4 \text{ s}^{-1}$ <input checked="" type="radio"/> 3 $\omega = 105 \text{ s}^{-1}$ <input type="radio"/> 4 $\omega = 314 \text{ s}^{-1}$ <input type="radio"/> 5 $\omega = 1050 \text{ s}^{-1}$ </p>	<p>9. Auf dem Bildschirm eines Oszilloskops ist die gezeichnete Schwingung sichtbar. Die Zeit zwischen zwei Scheitelwerten beträgt 0,01 s. Wie groß ist die Kreisfrequenz ω (in s^{-1}) dieser Schwingung?</p> <p> <input type="radio"/> 1 $\omega = 912 \text{ s}^{-1}$ <input checked="" type="radio"/> 2 $\omega = 628 \text{ s}^{-1}$ <input type="radio"/> 3 $\omega = 422 \text{ s}^{-1}$ <input type="radio"/> 4 $\omega = 314 \text{ s}^{-1}$ <input type="radio"/> 5 $\omega = 63 \text{ s}^{-1}$ </p> <div style="text-align: center;"> </div>

Effektivwert

Die Spitzenspannung \hat{U} (Amplitude) wird bei jeder Periode nur ein einziges Mal und unendlich kurz erreicht. Als Vergleichsgrösse wird daher meistens die Leistung an einem R verwendet.



Der Effektivwert gibt an, wie gross der Gleichstrom sein muss, um an einem Widerstand die gleiche Leistung umzusetzen.

Effektivwerte:

$$I = \frac{\hat{I}}{\sqrt{2}} \quad u = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$$

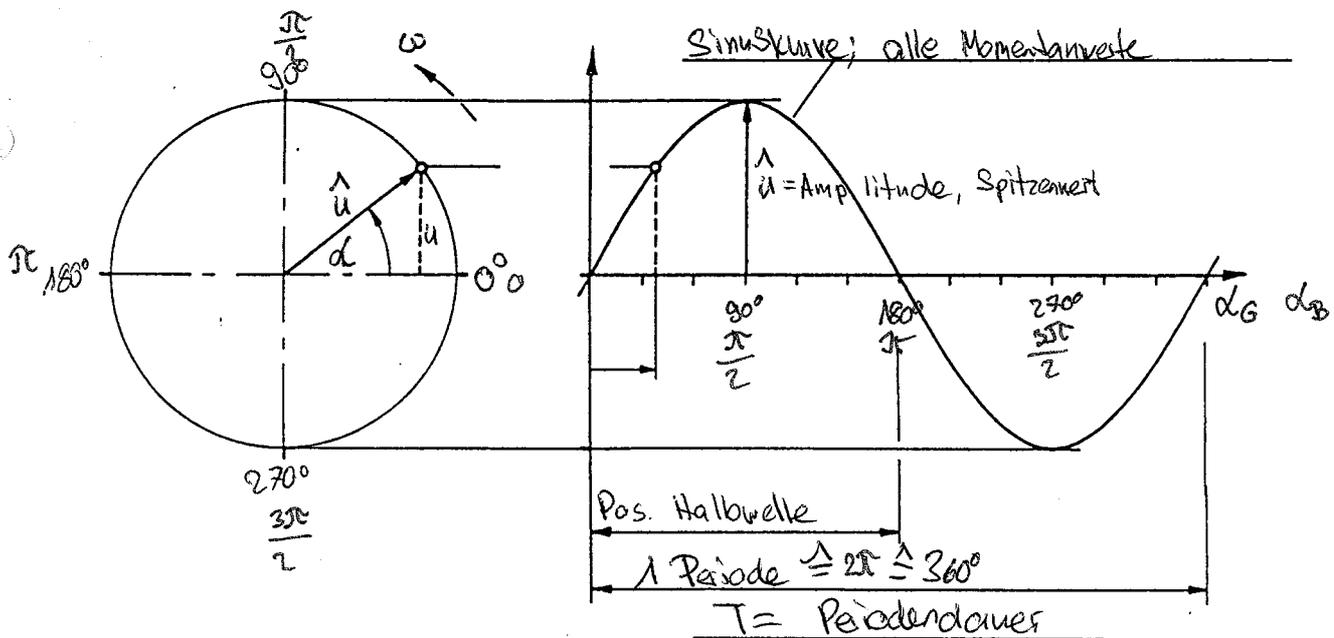
Amplituden:

$$\hat{I} = I \cdot \sqrt{2} \quad \hat{u} = u \cdot \sqrt{2}$$

Sinusförmige Wechselspannung

Bei sich wiederholenden Vorgängen spricht man von periodischen Signalen.

Eine Periode umfasst eine positive und eine negative Halbwelle.



Amplitude, Spitzenwert \hat{u}, \hat{i}
 Momentanwert u, i

$u = \hat{u} \cdot \sin \alpha$ $i = \hat{i} \cdot \sin \alpha$

$u = \hat{u} \cdot \sin(\omega t) = \hat{u} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t) = \hat{u} \cdot \sin(\omega t)$

Kreisfrequenz ω

$\omega = 2\pi \cdot f$

$\omega = \frac{2\pi}{T}$

$\omega = \frac{ds}{dt}$

$[\omega] = \frac{1}{s} = s^{-1}$

Frequenz f:

Frequenz ist die Anzahl periodischer Vorgänge pro Sekunde:

$[f] = \text{Hz (Hertz)}$

$[f] = \frac{1}{s} = s^{-1}$

Periodendauer T:

Periodendauer ist die Zeit, die verstreicht, bis eine Periode durchlaufen ist.
(Eine Umdrehung im Einheitskreis)

$T = \frac{1}{f}$

$[T] = s$

Uebung Kenngrößen 1

- 1) Wie lange dauert in unserem Einheitsnetz mit $f=50\text{Hz}$ eine Periode? Wie lange dauert in den USA mit $f=60\text{Hz}$ eine Periode?

$$T = 20\text{ms}, T_{\text{USA}} = 16,7\text{ms}$$

- 2) Der Frequenzgenerator von Radio 24 schwingt mit $f=102,8\text{MHz}$. Wie lange dauert
a) eine Periode?
b) eine Halbwelle?

$$T = 9,73\text{ns}$$

$$t = 4,86\text{ns}$$

- 3) Der Normalton a schwingt in der Sekunde 440 mal. Berechnen Sie die Frequenz f , die Kreisfrequenz ω und die Periodendauer T !

$$f = 440\text{Hz} \quad \omega = 2766\text{s}^{-1}$$

$$T = 2,27\text{ms}$$

- 4) Zur Vermeidung von Uebertragungsfehlern werden Fernsprechsingnale durch einen Bandpassfilter auf das international genormte Frequenzband $300\text{...}3400\text{Hz}$ begrenzt. In welchem Bereich variiert die Periodendauer?

$$T = 3,33\text{ms} \dots 294\mu\text{s}$$

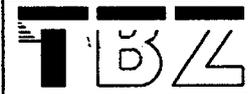
- 5) Zur Steuerung von Strassenlampen sendet eine Rundsteuerung eine Frequenz von 1060Hz ins Netz. Wie gross ist die Kreisfrequenz und die Periodendauer?

$$\omega = 6660\text{s}^{-1}$$

$$T = 935\mu\text{s}$$

- 6) Die Kreisfrequenz einer Spannung ist 314s^{-1} . Wie gross ist die Frequenz?

$$f = 50\text{Hz}$$



Übung Sinusförmige Wechselspannung

- 1) Welcher Maximalwert der Spannung tritt an einer 230V-Steckdose auf?
- 2) Mit einem KO wird eine Sinusspannung von $\hat{U} = 125\text{V}$ gemessen. Wie gross ist U_{eff} ?
- 3) Ein Kondensator hat eine Maximalspannung von 500V. Welche Spannung (U_{eff} !) darf angelegt werden?
- 4) Wie gross ist der Maximalwert eines Wechselstromes mit $I_{\text{eff}} = 500\text{A}$?
- 5) Berechnen Sie für eine Sinusspannung mit $U_{\text{eff}} = 500\text{V}$ die Momentanwerte bei 30° , 45° , 60° , 90° und 300° !
- 6) Ein sinusförmiger Wechselstrom erreicht nach einem Winkel von 145° einen Momentanwert von 38,6A. Wie gross ist der Scheitelwert?
- 7) Berechnen Sie bei einer Wechselspannung von $\hat{U} = 73\text{V}$ und $f = 1200\text{Hz}$ für die Momentanwerte von $u = 12\text{V}$
 - a) die Winkel
 - b) die Zeiten!

Signalmessung

Grundbegriffe

Durch **Messen** bestimmt man den Zahlenwert einer Meßgröße. Die Messung erfaßt eine physikalische Größe, z. B. eine Länge, Kraft, Temperatur, elektrische Stromstärke oder einen elektrischen Widerstand. Durch Messen wird die Meßgröße mit der entsprechenden Einheit verglichen. Der Meßwert ist also das Vielfache einer Einheit, z. B. von einem Meter, Newton, Grad Celsius, Ampere oder Ohm.

Durch **Zählen** ermittelt man die Anzahl gleichartiger Ereignisse oder Dinge, z. B. die Zahl elektrischer Impulse, die Windungszahl einer Wicklung oder die Teilchenzahl beim radioaktiven Zerfall. Gezählt wird meist mit Zählleinrichtungen.

Mit **Prüfen** stellt man fest, ob die Probe (der Prüfgegenstand) vorgeschriebene Eigenschaften einhält oder nicht, insbesondere vorgegebene Fehlergrenzen oder Toleranzen. Geprüft wird objektiv mit Prüfgeräten oder subjektiv durch Sinneswahrnehmung. Das Ergebnis einer Prüfung kann z. B. sein: Der Kondensator hat der Prüfspannung von 20 kV standgehalten, der Widerstandswert liegt innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen von $2\Omega \pm 0,1\Omega$, der Elektromotor läuft z. B. durch Lagergeräusche zu laut (Hörprüfung).

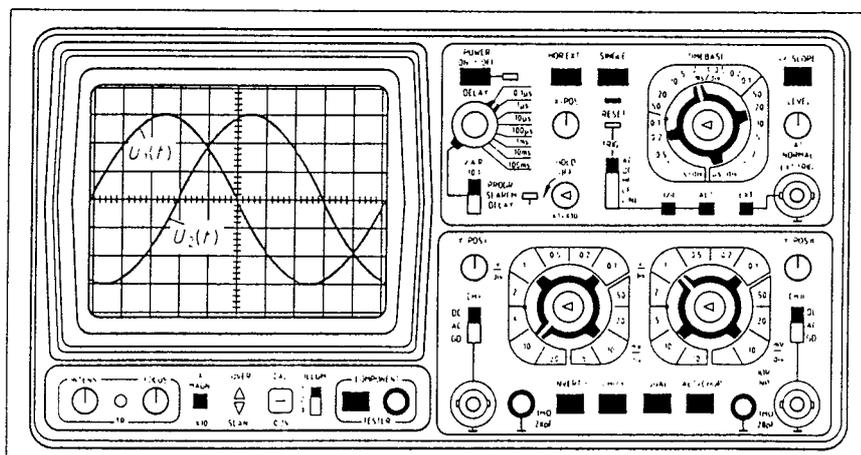
Durch **Kalibrieren** (Einmessen) stellt man fest, wie sich bei einem Meßgerät die Anzeige abhängig von der Meßgröße ändert. Man ermittelt z. B. bei einem Spannungsmesser, daß sich die Anzeige alle 5 V um ein Skalenteil erhöht.

Justieren (Abgleichen) gleicht ein Meßgerät oder eine Maßverkörperung, z. B. einen Meßwiderstand, so ab, daß die Ausgangsgröße (Anzeige) möglichst wenig vom richtigen Wert abweicht. So wird ein Drahtwiderstand durch Ändern der Drahtlänge, z. B. mit einem veränderbaren Abgriff, auf den richtigen Wert justiert.

Unter **Eichen** eines Meßgeräts oder einer Maßverkörperung versteht man das amtliche Eichen: Die Eichbehörde nimmt die vorgeschriebenen Prüfungen an dem zu eichenden Gerät vor und beglaubigt dann, daß die Eichvorschriften eingehalten sind. Sie bestätigt insbesondere, daß die Eichfehlergrenzen nicht überschritten werden.

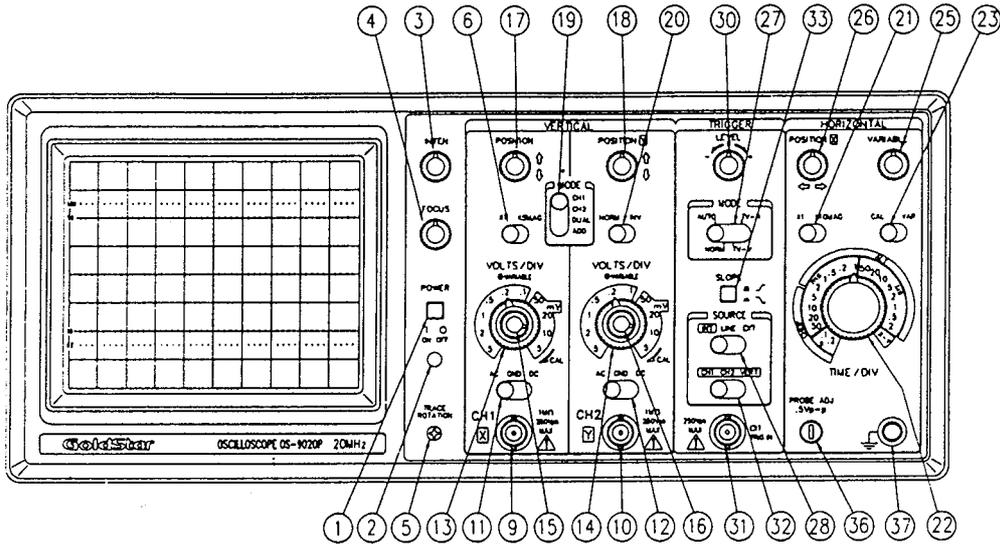
Im technischen Sprachgebrauch wird allerdings das Wort „Eichen“ auch im Sinne von Kalibrieren oder Justieren oder für beides verwendet.

Quelle: Fachkunde Elektrotechnik, Europa Lehrmittel

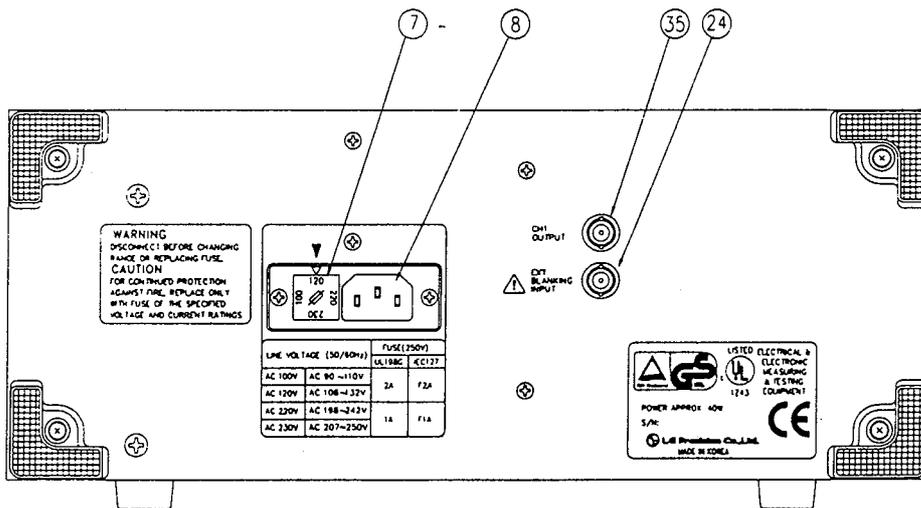


Laborgeräte

Oszilloskop



(A) FRONT PANEL ITEMS



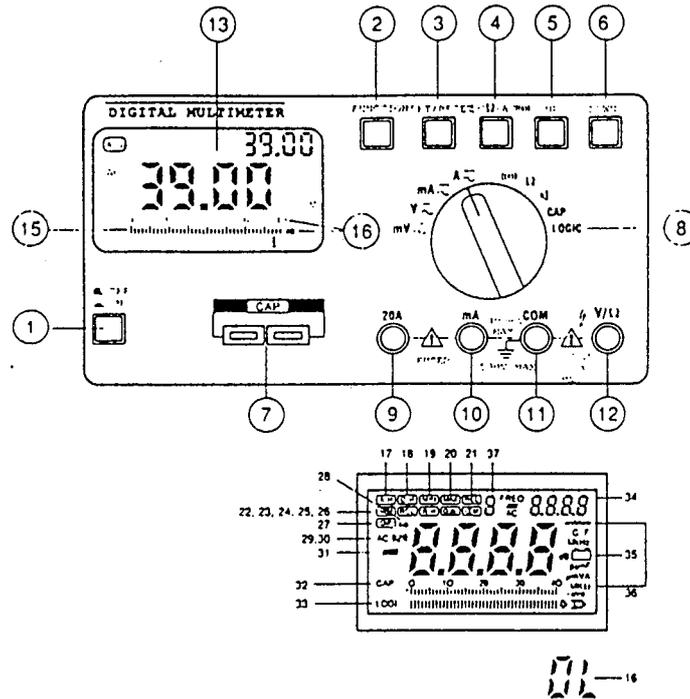
(B) REAR PANEL ITEMS

Die wichtigsten Elemente:

- 1 Ein-Schalter
- 2 Ein-Lampe
- 3 Helligkeit (Intensity)
- 4 Strahlschärfe (Focus)
- 9 Messbuchse BNC Kanal 1 (Channel 1)
- 10 " " " 2 " 2
- 11 Kopplung Kanal 1 AC GND DC
- 12 ~~Vertikalverstärkung~~ Kanal 2
- 13 Vertikalverstärkung Kanal 1 V/DIV
- 14 " " " 2 "
- 15 Variable Verstärkung Kanal 1 \rightarrow auf "CAL"
- 16 " " 2 "
- 17 Vertikale Position Kanal 2
- 18 " "
- 19 Anzeigewahl: Kanal 1 / Kanal 2 / beide / Addition
- 20 Polaritätswachsel Kanal 2: Normal / Invertiert
- 22 Zeitablenkung S/DIV
- 23 Zeitmaß: Kalibriert (fest)
- 24 Externer Z-Eingang
- 25 Variable Zeitablenkung
- 26 Horizontale Position
- 27 Triggerauslösung: Automatisch / Normal / Δ TV
- 28 Triggequelle intern / 50Hz / Extern
- 30 Triggerlevel (Trigger Spannung)
- 31 Externer Triggeringang
- 32 Triggerwahl: Kanal 1 / Kanal 2
- 33 Triggerflanke: Positiv / Negativ
- 36 Ausgangssignal zur Justierung des Ko-Sonde
- 37 Messanschluss

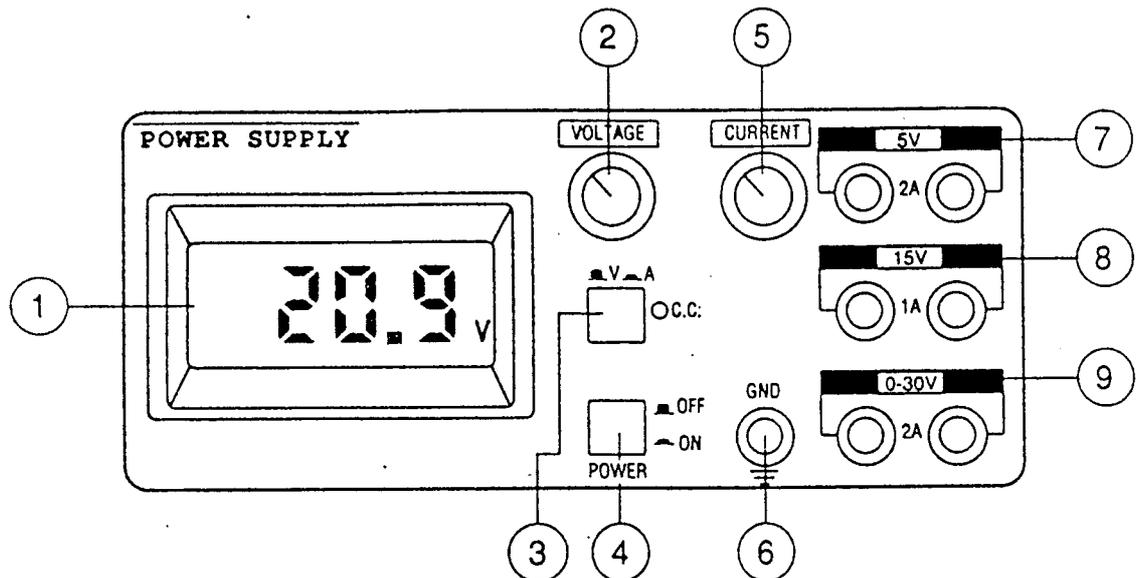
Digitalmultimeter

Bedienungselemente



1. Gerät Ein / Aus
2. Drucktaster für Function (=Funktion)
Mit dieser Taste stellen Sie die verschiedenen Unterfunktionen ein, wie MIN/MAX, REL,DUAL usw.
3. Set/Reset-Taste
Mit dieser Taste wird das Gerät wieder in den Grundzustand zurückgesetzt (reset = zurücksetzen)
4. DC / AC -Taste
Mit dieser Taste schalten Sie um von der Messung von Gleich- auf Wechselgrößen oder auch bei der Widerstandsmessung von der eigentlichen Widerstandsmessung auf Durchgangsprüfung
5. Up Taste („plus“-Taste)
6. Down Taste („minus“-Taste)
7. Kapazitätsmeßsockel
In diesem Sockel können ungeladene Kapazitäten gemessen werden.
8. Drehschalter zur Einstellung der verschiedenen Betriebsarten (Spannungsmessung, Strommessung usw.)
9. A-Eingangsbuchse zur Messung von Gleich- und Wechselströmen bis max. 20 A.
10. mA-Eingang
An diesem Eingang können Gleich- und Wechselströme bis max. 200 mA gemessen werden
11. Com (-)-Eingangsbuchse (COM- bzw. Minusanschluß)
12. V-Ohm-(+)-Eingangsbuchse (= Plusanschluß)
13. LCD-Display (3 1/2-stellig, größter Anzeigewert: 3999)
14. Analog Bargraph
15. Bargraph-Strichunterteilung
16. Overload „OL“- Anzeige
Wenn „OL“ in der Anzeige erscheint bedeutet dies Überlauf = Bereichsüberschreitung

Netzgerät



Bedienungselemente

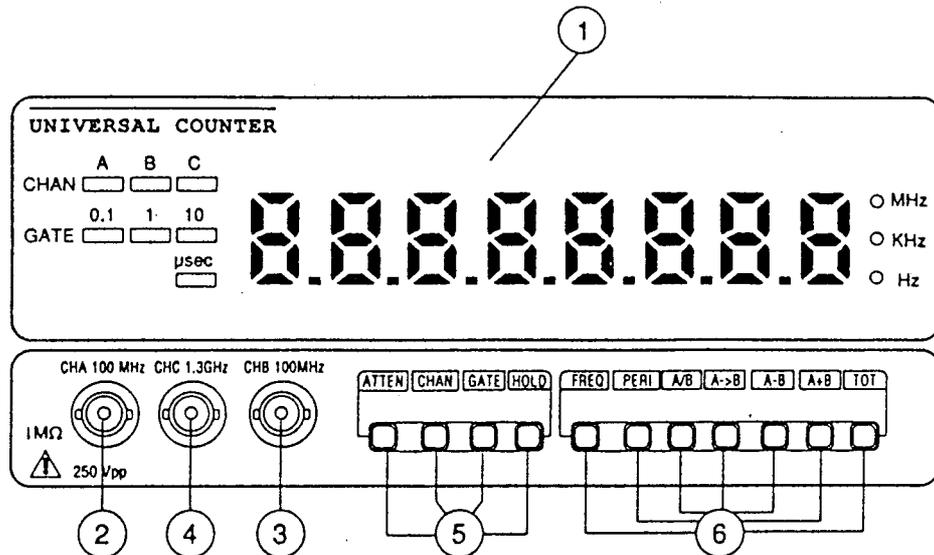
- | | |
|---|---------------------------------|
| 1. beleuchtetes 3 1/2-stelliges 17 mm hohes LCD-Display | 5. einstellbare Strombegrenzung |
| 2. Spannungseinstellung | 6. Erdanschluß |
| 3. Displayumschalter V/A | 7. Festspannungsausgang 5V / 2A |
| 4. Netzhauptschalter | 8. Festspannungsausgang 15V/ 1A |
| | 9. Regelausgang 0-30 V / 0-2 A |

Kennzeichen der Strombegrenzung

Alle 3 Ausgänge sind, jeder für sich, gegen Überlast und Kurzschluß durch eine separate Strombegrenzungsschaltung geschützt.

- | | |
|----------------------------------|--|
| a) Ausgang 0 bis 30 V, 2 A: | geschützt durch Strombegrenzung. Steigt der Ausgangsstrom durch einen Verbraucher über 2 A an, so wird die Ausgangsspannung zurückgeregelt (bei Kurzschluß bis auf ca. 0,2 V). |
| b) Festspannungsausgang 5V / 2A: | geschützt durch eine feste Stromgrenze (Stabilisatorschaltung). Sollte der Laststrom den Wert von 2,2A überschreiten, wird die Ausgangsspannung zurückgeregelt. |
| c) Festspannungsausgang 15V/ 1A: | geschützt durch eine feste Stromgrenze (Stabilisatorschaltung). Sollte der Laststrom den Wert von 1,2 A überschreiten, wird die Ausgangsspannung zurückgeregelt. |

Frequenzzähler



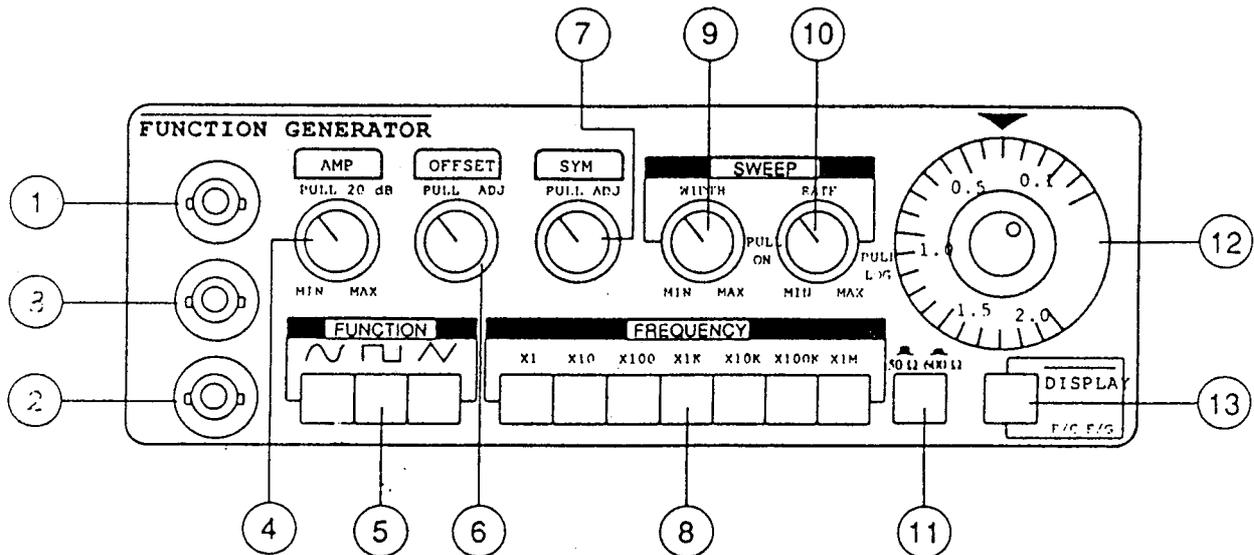
Bedienungselemente des Frequenzzählers

1. LED-Anzeige (Display)
2. Eingangsbuchse A für 5 Hz bis 100 MHz an 1 MOhm
3. Eingangsbuchse B für 0,2 Hz bis 100 MHz an 50 Ohm
4. Eingangsbuchse C für 100 MHz bis 1300 MHz, 50 Ohm
5. Funktionstastenblock I:

ATTEN =	Abschwächer für ankommendes Signal
CHAN =	Kanalwahl zwischen A, B und C
GATE =	Einstellung der Torzeit zwischen 0,1s, 1s und 10s
HOLD =	Festhalten eines Frequenzwertes
6. Funktionstastenblock II:

FREQ =	Anzeige des Meßwertes in Hz, KHz oder MHz
PERI =	Anzeige der Periodendauer in us.
A/B =	Verhältnis A/B
A->B =	Zeitintervallmessung
A - B =	Differenz zwischen Kanal A und Kanal B
A + B =	Addition der Kanäle A und (plus) B
TOT =	Total = Impulszähler

Funktionsgenerator



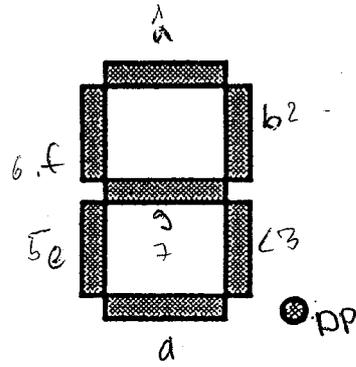
- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. VCF Eingangsbuchse 2. FG-Ausgangsbuchse 3. TTL-Pegel-Ausgang 4. Amplituden-Stellknopf 5. Schalter für Kurvenformen 6. OFF-Set-Stellknopf 7. Symmetrie-Stellknopf | <ul style="list-style-type: none"> 8. Umschalter für Frequenzbereiche 9. Steller für SWEEP-(Band)-Breite 10. Steller für SWEEP-Geschwindigkeit. 11. Umschalter für Anschlußimpedanz 12. Frequenzeinstellung mit Skala 13. Display-Umschalter Zähler/Generator |
|---|---|

Laborübung 7-Segment-Anzeige

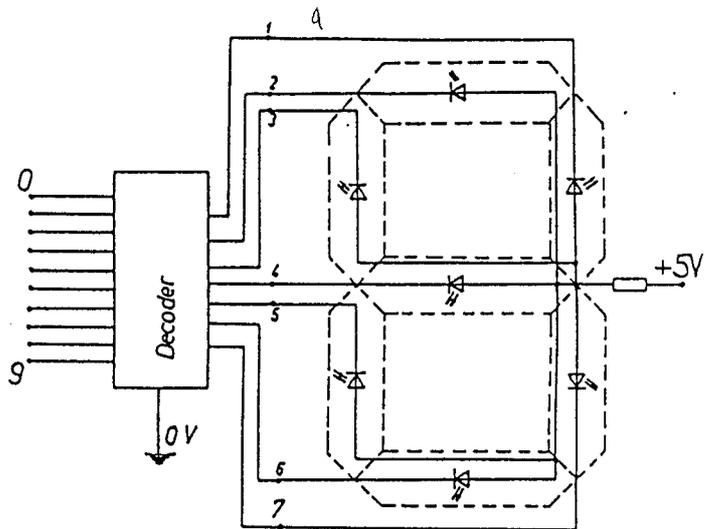
- 1) Probieren Sie die Funktion der 7-Segment-Anzeige aus:
Rote Buchse 5V- auf +5V, Anschlüsse a bis g und DP je nach Wahl auf 0V.

a) Tragen Sie die Bezeichnungen der Anschlüsse beim richtigen Segment ein!

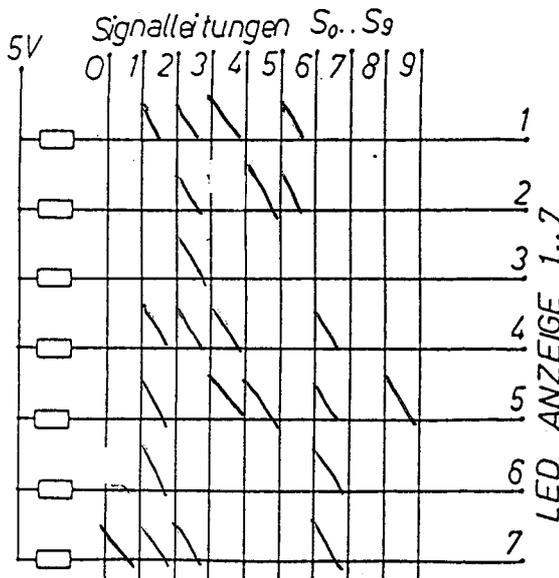
b) Stellen Sie ein paar Ziffern auf der Anzeige richtig dar!



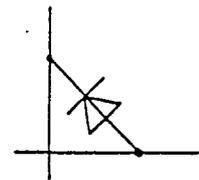
- 2) Die Zuweisung der richtigen Segmente zur Darstellung der Ziffern geschieht in der Praxis mit einem Decoder. In der dargestellten Decoderschaltung liegen alle Segment-Anschlüsse auf +5V. Sobald eine der Signalleitungen S_0 bis S_9 auf Masse gelegt wird, kann durch die entsprechenden LEDs ein Strom fließen und die gewünschte Ziffer leuchtet auf. Die jeweiligen Verbindungen im Decoder werden mit Dioden durchgeführt; grafisch wird dies in einer *Decodermatrix* dargestellt.



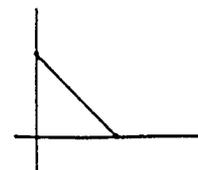
Aufgabe: Zeichnen Sie in der Decodermatrix die richtigen Dioden (vereinfacht) ein!



Anordnung der Diode



Vereinfachte Darstellung





Uebung Passive Bauteile 1

- 1) Was ist der Unterschied zwischen einem passiven und einem aktiven Bauteil?
- 2) Was ist ein ohmscher Widerstand?
- 3) Was ist der Unterschied zwischen einem Kondensator und einer Kapazität?
- 4) Welches passive Bauteil „wehrt“ sich gegen eine Stromänderung?
- 5) Nennen sie zwei passive Bauteile, die Energie speichern können!
- 6) Welches Bauteil ist im ersten Moment des Einschaltens als Kurzschluss zu betrachten?
- 7) Welches ist die massgebende Kenngrösse einer Spule?
- 8) Wie sieht das Symbol eines Tiefpasses aus?
- 9) Wie heisst ein Filter, der nur bestimmte Frequenzen durchlässt?
- 10) Erklären Sie die Funktion einer Diode!
- 11) Warum braucht eine Z-Diode normalerweise einen Vorwiderstand?
- 12) Wieviele Dioden braucht ein Gleichrichter mit einer Zweipuls-Brückenschaltung?
- 13) Wie muss eine LED (Leuchtdiode) gepolt sein, damit sie leuchtet?
- 14) Was ist eine galvanische Trennung?
- 15) Welche Funktion hat ein Sensor?
- 16) Wie funktioniert ein VDR?

2. Passive Bauteile

2.1 Eigenschaften

Aktive Bauelemente sind Elemente, die etwas verstärken, wie z.B. ein Signal.

Beispiel: ~~Kondensator~~ Transistor

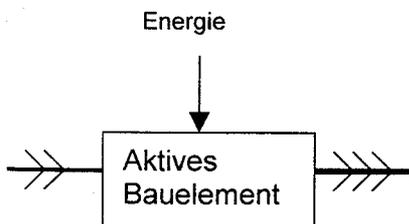
Besonderheit: Das Aktive Bauelement braucht eine Energie, die hineinfließt.

Passive Bauelemente sind Elemente, die etwas verringern, wie z.B. ein Signal.

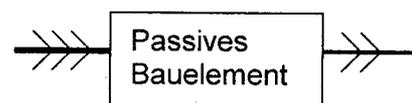
Beispiel: Widerstand

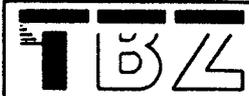
Grafisches Beispiel:

Aktives Bauelement



Passives Bauelement





2.2 Widerstand

1)

a) Ohmscher Widerstand: U proportional zu I
Widerstände bei denen der Strom linear mit der Spannung wächst.

b) Einstellbar, Gewickelte, Kohlestrich, Chip

c) in Ω ,

Ziffern + Ziffern = Widerstandswert in Ω

1. Farbstreifen + 2. Farbst. = \downarrow

3. Multiplikator

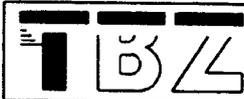
4. Toleranz

d) 1. Auf die Widerstandsgröße

2. Abmessungen

3. Ob verstellbar sein soll.

2. Photos und weitere Infos findet ihr im
Fachkunde Elektrotechnik auf Seite 28/29/30.

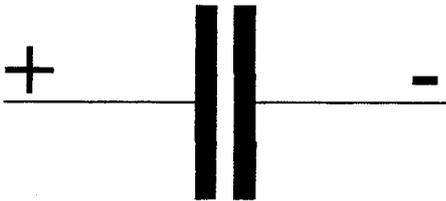


2.3 Kondensator

2.3.1 Typen und Bauformen

- Bipolare- Kondensatoren
- Durchführungs- Kondensatoren
- Elektrolyt- Kondensatoren
- Aluminium- Elektrolyt- Kondensator
- Tantal- Elektrolyt- Kondensator
- Gold Cap
- Entstör- Kondensatoren
- Folien- Kondensatoren
- Keramik- Kondensatoren
- SMD- Kondensatoren
- Syroflex- Kondensatoren
- Tonfrequenz- Kondensatoren
- Trimmer- Kondensatoren

2.3.2 Symbol



2.3.3 Wichtigster Kennwert

Kapazität in Farad F

2.3.4 Besondere Eigenschaften

Der Kondensator

- kann elektrische Ladung speichern.
- sperrt nach dem Aufladen den Gleichstrom.
- lädt und entlädt sich in einer E-Funktion
- wirkt im Einschaltaugenblick wie ein Kurzschluss

2.3.5 In folgenden Fachbüchern kann man noch mehr über den Kondensator erfahren

Fachkunde Elektrotechnik

Kondensator im Gleichstromkreis

Seite 65

Kondensator im Wechselstromkreis

Seite 134

Formeln für Elektrotechniker

Seite 21

2.4 Spule

- 1) Das Merkblatt beantwortet folgende Fragen:
 - a) Was ist eine Spule? Wie sieht das Symbol aus?
 - b) Wo werden Spulen verwendet?
 - c) Was ist der wichtigste Kennwert einer Spule?
 - d) Welche besonderen Eigenschaften haben Spulen?
- 2) Das Merkblatt weist auf die entsprechenden Seiten im Fachbuch hin

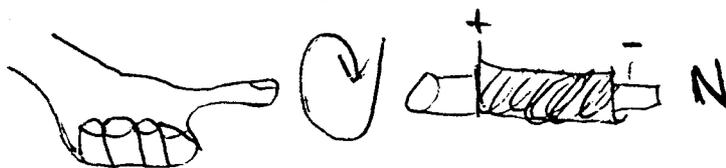
a) Eine Spule ist ein auf ein Gehäuse gewickelter Draht.

b) Spulen werden vor allem dazu verwendet um ein Magnetfeld zu erzeugen. Man kann aber auch Spulen dazu verwenden für Transformatoren oder Elektromotoren oder weiteres.

c) Ein sehr wichtiger Kennwert einer Spule ist seine Windungszahl.

d) Linke-Hand-Regel für Spulen:

umfasst man die Spule so mit der linken Hand, dass die Finger in die Richtung des Elektronenflusses zeigen (vom Minus - zum Pluspol), so zeigt der Daumen in Nordrichtung der Spule.



2.5 Filter

Filter = Siebschaltungen

Man unterscheidet bei den Filtern zwischen folgenden vier Typen:

1. Tiefpass
2. Hochpass
3. Bandpass
4. Bandsperre

Filter benützt man zur Unterdrückung oder Schwächung unerwünschter Bereiche eines Frequenzgemisches (Tabelle 1).

Tabelle 1: Pässe und Sperren		
Bezeichnung, Symbol	Frequenzbereiche	Erklärung
 Filter, allgemein		Am Eingang einer Siebschaltung ist ein Frequenzgemisch aus allen Frequenzen vorhanden.
 Tiefpaß		Der Tiefpaß läßt tiefe Frequenzen durch. Hohe Frequenzen gelangen nicht zum Ausgang.
 Hochpaß		Der Hochpaß unterdrückt alle tiefen Frequenzen. Hohe Frequenzen gelangen ungeschwächt zum Ausgang.
 Bandpaß		Der Bandpaß läßt nur Frequenzen eines begrenzten Frequenzbereichs zum Ausgang. Alle übrigen Frequenzen werden unterdrückt.
 Bandsperre		Die Bandsperre unterdrückt alle Frequenzen eines begrenzten Frequenzbereiches. Die übrigen Frequenzen gelangen zum Ausgang.

Phasenverschiebung

Der Phasenverschiebungswinkel zwischen Eingangsspannung und Ausgangsspannung wächst beim Tiefpass mit zunehmender Frequenz und nimmt beim Hochpass mit steigender Frequenz ab.

Grenzfrequenz

Der Übergang vom Durchlassbereich zum Sperrbereich einer Siebschaltung ist nicht sprunghaft, sondern stetig. Man nennt diesen Bereich Grenzfrequenz, hier ist bei einfachen RL und RC Siebschaltungen der Blindwiderstand und Wirkwiderstand gleich gross. Bei der Grenzfrequenz beträgt der Phasenverschiebungswinkel zwischen Eingangsspannung und Ausgangsspannung 45° .

2.6 Diode

1. a)

Eine Halbleiterdiode leitet, wenn man sie in Durchlassrichtung polt, und sie speert den elektrischen Strom, wenn sie entgegengesetzt gepolt ist.



b) Begrenzerdioden werden immer in Sperrrichtung betrieben.



c) Begrenzerdioden (Zener - Dioden oder Z-Dioden) haben in Rückwärtstrichtung einen schauf einsetzenden steilen Abstieg des Sperrstromes (Durchbruchbereich). Sie brauchen zur Strombegrenzung immer einen Vorwiderstand.

2.7 Gleichrichter

1a.) Typen

- ungesteuerte Einpuls-einwegschaltung, die Einpuls-einwegschaltung lässt immer eine Halbwelle Eingangsspannung zurlast durch und sperrt während der anderen der anderen Halbwelle.
- ungesteuerte Zweipuls-Mittelschaltung benötigt einen Transformator mit Mittelanzapfung.
- ungesteuerte Zweipuls-Brückenschaltung werden beide Netzhalfwellen genutzt.

1b.) Glätten und Sieben

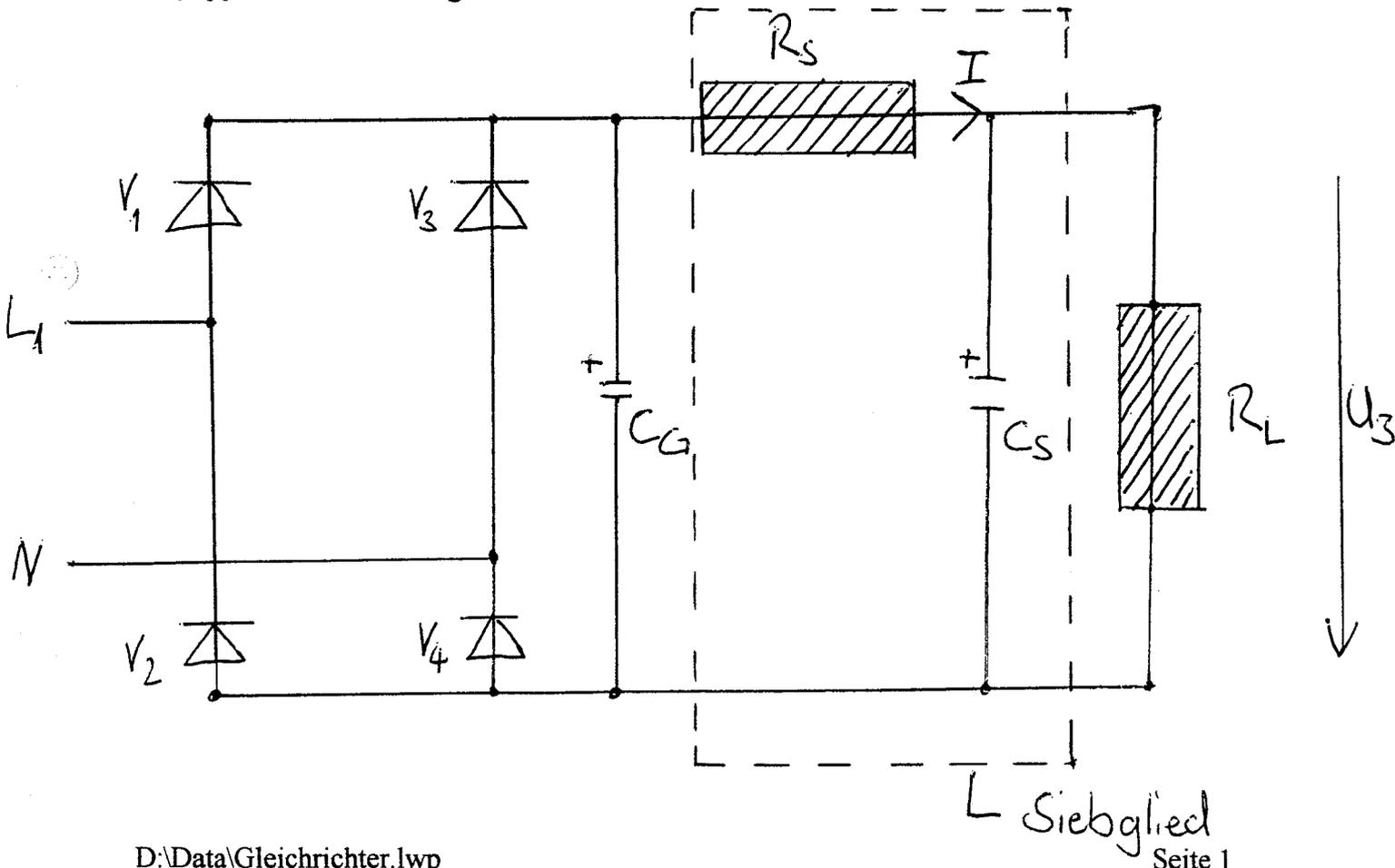
Glättungsschaltung

- Ein Kondensator am Ausgang eines Gleichrichteres angeschlossen, welcher die Ausgangsspannung glättet, so dass die Gleichstromspannung möglichst ohne Berge und Täler ist.

Siebschaltung

- Eine Siebschaltung ist eine Erweiterung zur Glättungsschaltung und dient zu weiteren Begradigung der Gleichstromkurve. Dazu wird auch ein Kondensator verwendet.

1c.) typische Schaltung eines Gleichrichters



2.8 Leuchtdiode

1) a) Leuchtdioden (LED's) wandeln den elektrischen Strom in Licht um. Schema:



b) Grenzwerte von Typischen LED's sind:

1,6 - 2V / 10 - 20mA

c) Jede Leuchtdiode braucht einen Vorwiderstand, um den vorgegebenen Strom nicht zu überschreiten.

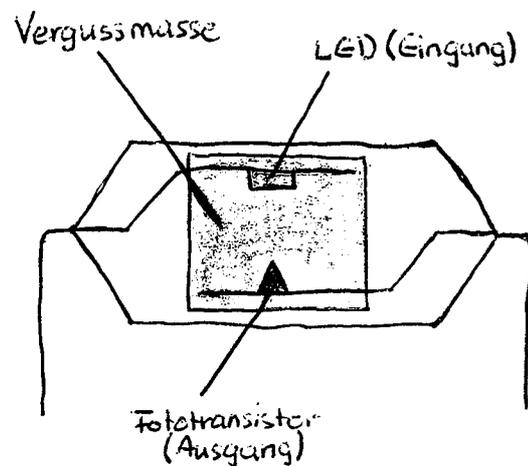
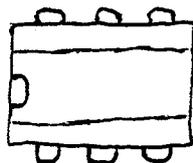
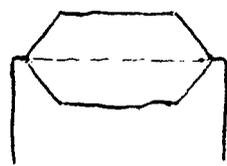
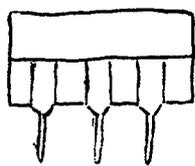
⇒ genauere Informationen findet man auf den Seiten 180, 181 im Fachkunde Elektrotechnik Buch.

2.9 Optokoppler

Optokoppler, auch optoelektronische Koppellemente genannt, ermöglicht die Übertragung von Signalen zwischen zwei voneinander galvanisch getrennten Stromkreisen.

Im Innern des Optokopplers befinden sich eine Leuchtdiode als Sender und z.B. ein Fototransistor als Empfänger.

Sender und Empfänger finden sich einander optisch gegenüber. Sie sind lichtdicht nach aussen abgeschirmt. Der Optokoppler überträgt Informationen auf optischem Weg von der Leuchtdiode zum Fototransistor.



Galvanisches Element

Ein Element nach Luigi Galvani gemacht.

Ein galvanisches Element gewinnt elektrische Energie direkt aus Chemischer Energie. An den Grenzflächen zwischen Metall und Elektrolyten findet durch chemische Reaktion eine Ladungstrennung statt.

2.10 Sensoren

- 1) Das Merkblatt beantwortet folgende Fragen:
 - a) Was sind Sensoren?
 - b) Was sind typische Beispiele/Anwendungen von zu messenden Grössen?
- 2) Das Merkblatt weist auf die entsprechenden Seiten im Fachbuch hin

Ein Sensor ist ein Aufnehmer, der eine physikalische in eine elektronische Grösse umwandelt.

Aktive Sensoren erzeugen das Messsignal selbst.

Passive Sensoren benötigen eine Hilfsenergie
Verweis auf Seite 392

Bsp. Anwendungen

Lichtschranken

Maus

Temperatur

Bewegungssensor

Infrarotsensor

Wetterstation

Ganzes Kapitel 392 - 404

2.11 Halbleiterwiderstände

Halbleiterwiderstände sind meist aus polykristallinen Werkstoffen gefertigt: Sie bestehen aus vielen kleinen, gesinterten Kristallen.

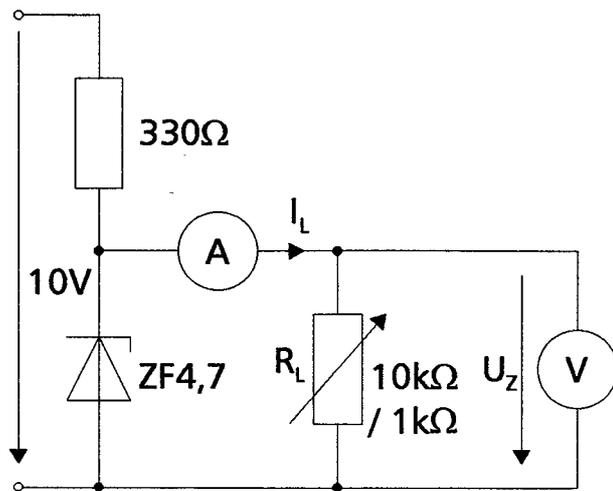
- Spannungsabhängige Widerstände (Varistoren oder auch VDR-Widerstand)
Die angelegte Spannung beeinflusst den Widerstandswert des Varistors.
Anwendungen: Überspannungsschutz, Transistorschutz, Spannungsbegrenzung
- Heißleiter Widerstände (auch NTC-Widerstand)
Der Widerstandswert eines Heißleiters nimmt mit steigender Temperatur ab.
Anwendungen: Christbaum-Beleuchtung, Temperaturmessung, Relais-Anzugsverzögerung, Temperaturkompensation
- Kaltleiter Widerstände (auch PTC-Widerstand)
Der Widerstandswert eines Kaltleiters nimmt mit steigender Temperatur zu.
Anwendungen: Temperaturmessung, Niveaufühler, Entmagnetisieren, Überlastsicherung.

Laborübung Zenerdiode

- 1) Messen Sie die Zenerspannung U_z bei verschiedenen Lastströmen I_L . Das $10\text{k}\Omega$ -Potentiometer soll durch ein $1\text{k}\Omega$ -Poti ersetzt werden, wenn eine Feineinstellung nicht mehr möglich ist.

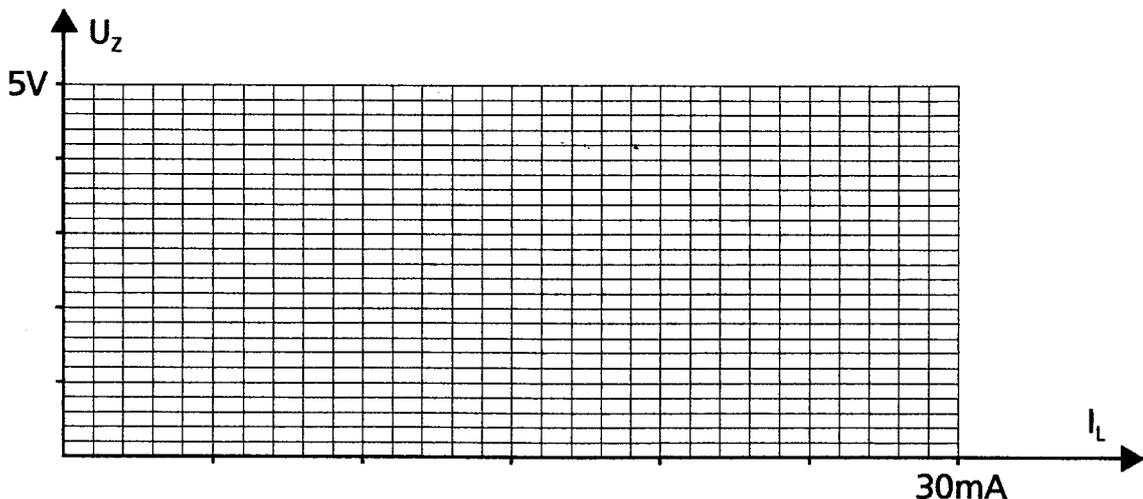
Bauelemente und Messaufbau

DC-Speisung 10V
A-Meter, V-Meter
 $R_V = 330\Omega$
 $Z = 4,7\text{V}$
Potentiometer: $10\text{k}\Omega$ bzw. $1\text{k}\Omega$



I_L [mA]	0	2	4	6	8	10	12	14
U_z [V]	4,18	4,12	4,1	4,37	4,33	4,28	4,21	4,11
R_L [Ω]		2210	1100	728	541	428	350	293
I_L [mA]	16	18	20	22	24	26	28	30
U_z [V]	3,95	3,67	3,23	2,71	2,01	1,11	0,72	0,08
R_L [Ω]	24687	203	161	123	83	54	25	0,3

- 2) Berechnen Sie mit Hilfe der Messungen die jeweiligen Lastwiderstände R_L und tragen Sie die Werte in die Tabelle ein!
- 3) Tragen Sie in dem Koordinatensystem die Funktion $U_z = f(I_L)$ ein.

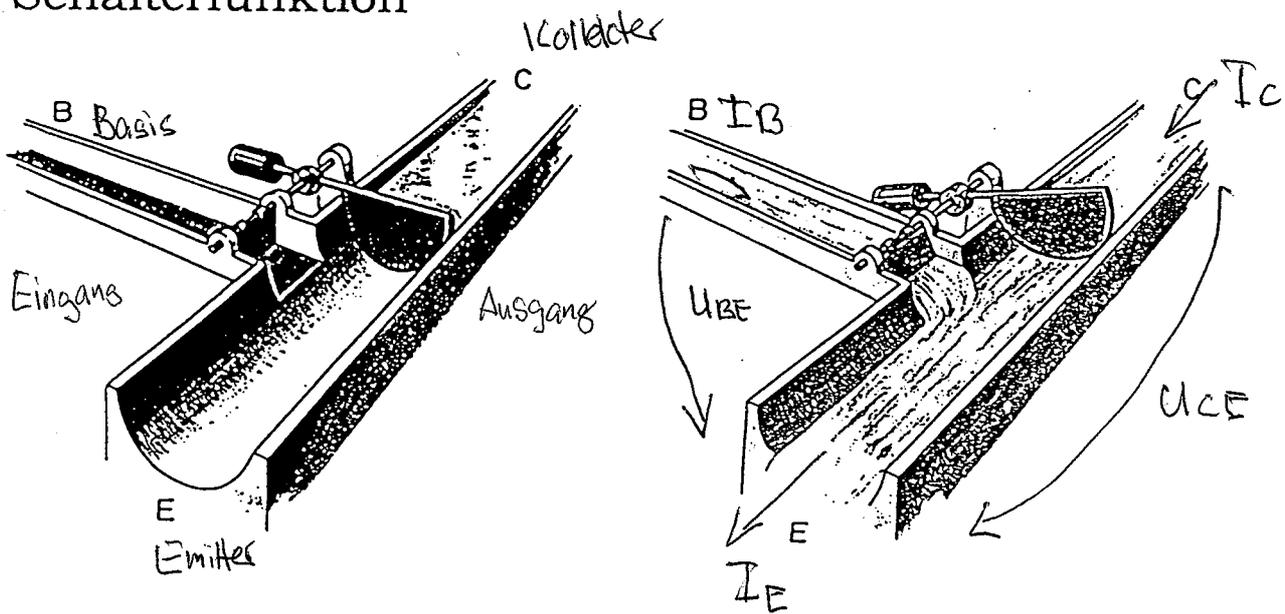


- 4) Berechnen Sie den theoretisch maximalen Laststrom, der sich aus den Werten von $U_z = 4,7\text{V}$, $R_V = 330\Omega$ und $U = 10\text{V}$ ergibt. Tragen Sie den Wert in der Grafik ein!

3. Aktive Bauteile

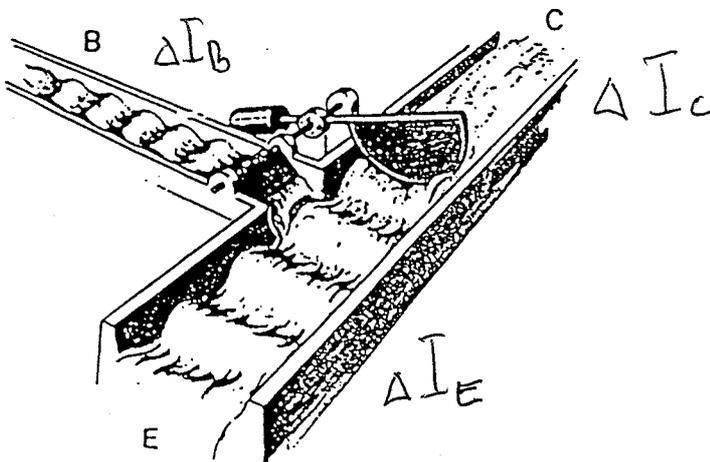
3.1 Bipolartransistor

Schalterfunktion



Verstärkerfunktion

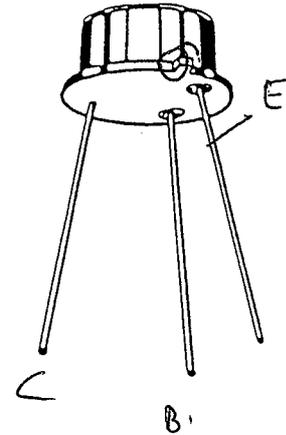
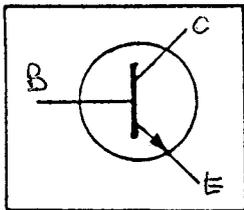
$$I_E = I_B + I_C$$



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

$$P_V = U_{CE} \cdot I_C$$

Schon ein kleiner Basisstrom verursacht bei einem bipolaren Transistor einen grossen Kollektorstrom. Somit können grosse Leistungen durch kleine Leistungen gesteuert werden, obwohl die Abmessungen des Transistors relativ klein sind und die Wärmeentwicklung (Verlustleistung!) auch gering ist.



Schalter:

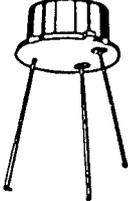
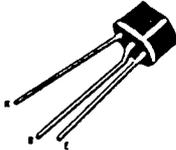
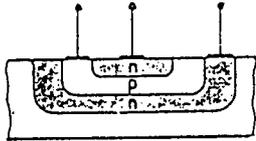
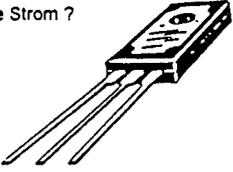
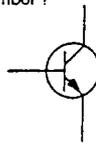
Steuerstrom I_B	Kollektor - Emitterwiderstand	Schalterzustand
sehr klein	sehr gross	\emptyset (gespart)
sehr gross	sehr klein	\wedge (leitet)



Verstärkerelement:

Steuerstrom I_B	Kollektor - Emitterwiderstand	Verstärkung
Mittel	ändert mit I_B	$B = \frac{I_C}{I_B}$

Uebung Bipolare Transistoren 2

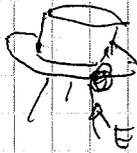
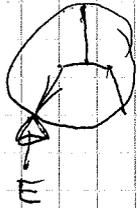
<p>1. Wie könnte man die Funktion eines Transistors in einem Computer (Schalttransistor) umschreiben ?</p> <p>(1) Generator (2) gesteuerter Widerstand (3) gesteuerte Diode <input checked="" type="checkbox"/> (4) elektronischer Schalter</p> 	<p>2. Wie könnte man die Funktion eines Transistors in einem Verstärker (Signaltransistor) umschreiben ?</p> <p>(1) Generator <input checked="" type="checkbox"/> (2) gesteuerter Widerstand (3) gesteuerte Diode (4) elektronischer Schalter</p>
<p>3. Welches ist der empfindlichste Anschluss des Transistors ?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> (1) Basis (2) Emitter (3) Kollektor (4) alle gleich</p> 	<p>4. Welche Anschlüsse werden bei der Emitterschaltung als Eingang benutzt (U1) ?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> (1) Kollektor + Basis (2) Kollektor + Emitter <input checked="" type="checkbox"/> (3) Basis + Emitter</p> 
<p>5. Welche Anschlüsse werden bei der Emitterschaltung als Ausgang benutzt (U2) ?</p> <p>(1) Kollektor + Basis <input checked="" type="checkbox"/> (2) Kollektor + Emitter (3) Basis + Emitter</p>	<p>6. Welche Spannung ist am Transistor immer bekannt ?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> (1) $U_{BE} = 0,7V$ (2) U_{CE} (3) U_{CB} (4) keine</p> 
<p>7. In welchem Transistor - Anschluss fliesst der grösste Strom ?</p> <p>(1) Basis - Strom <input checked="" type="checkbox"/> (2) Emitter - Strom (3) Kollektor - Strom (4) Emitter- und Kollektor - Strom sind etwa gleich gross</p> 	<p>8. Was bedeutet der Pfeil im Transistor - Symbol ?</p> <p>(1) PNP - Transistor <input checked="" type="checkbox"/> (2) NPN - Transistor (3) Diese Seite muss an Masse gelegt werden (4) Wichtigster Anschluss am Transistor</p> 

2) a) Im bipolaren Transistor steuert I_B bei Basisstrom den Kollektorstrom.

b) Transistor mit positiv Impuls, bzw. mit negativ Impuls.

c) beide ergänzen sich.

3) Giltig

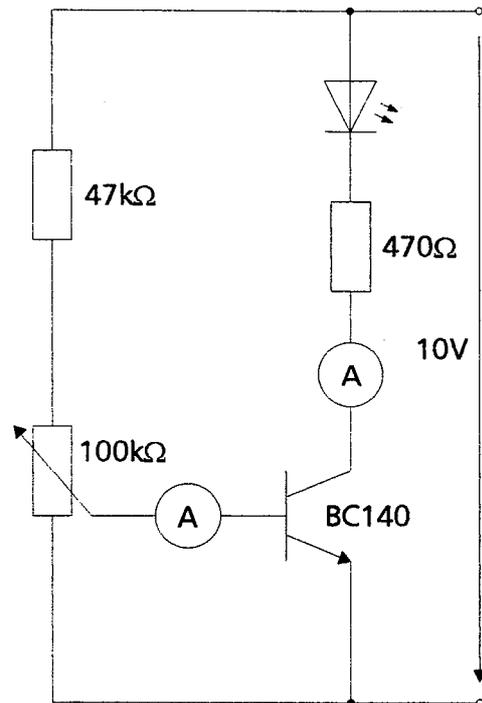


Uebung Stromverstärkung

- 1) Messen Sie den Kollektorstrom I_C bei verschiedenen Basisströmen I_B und tragen Sie die Werte in die Tabelle ein.

Bauelemente und Messaufbau

DC-Speisung 10V
2x A-Meter
Transistor: BC140 oder BC141
LED
Widerstände: 47k Ω und 470 Ω
Potentiometer: 100k Ω

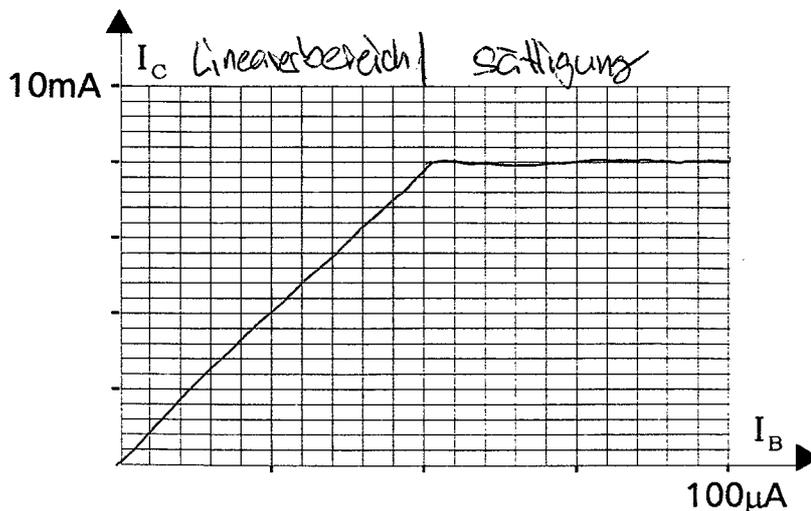


- 2) Berechnen Sie die Stromverstärkungen B und tragen Sie die Werte in die Tabelle ein.

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

I_B [μ A]	0	5	10	20	30	40
I_C [mA]						
B						
I_B [μ A]	50	60	70	80	90	100
I_C [mA]						
B						

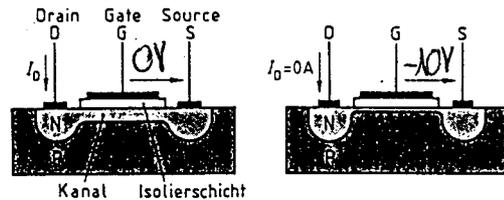
- 3) Tragen Sie in dem Koordinatensystem die Funktion $I_C = f(I_B)$ ein.



- 4) Wie gross ist die Stromverstärkung im linearen Bereich?

3.2 Feldeffekt-Transistor

Feldeffekt-Transistoren (FET) gehören zu den *unipolaren* Transistoren, da nur eine Ladungsträgerart (Leitungselektronen oder Löcher) am Verstärkungsvorgang beteiligt ist. Der Laststrom fließt nicht wie beim bipolaren Transistor über einen PN-Übergang, sondern über eine Halbleiterstrecke desselben Leitungstyps (N- oder P-Leiter). Die Halbleiterstrecke wird als *Kanal* bezeichnet und besitzt die Anschlüsse *Source* und *Drain*. Der Steueranschluss oder die Steuerelektrode wird *Gate* genannt.



- Der Widerstand der Source-Drain-Strecke wird durch ein elektrisches Feld gesteuert
- Die Gate-Source-Spannung U_{GS} steuert den Drainstrom I_D praktisch leistungslos!

Der vierte Anschluss eines FET wird als *Substrat* bezeichnet. Oft ist das Substrat im Innern des FET mit dem Source verbunden. Ist dies nicht der Fall, muss es in der Schaltung mit dem Sourceanschluss verbunden werden.

Tabelle 1: Feldeffekttransistoren		
Trennung zwischen Gate und Kanal	P-Kanal	N-Kanal
Isolierschicht	<p>Selbstsperrender Anreicherungs-Isolierschicht-FET mit P-Kanal (Anreicherungs-IG-FET mit P-Kanal)</p>	<p>Selbstleitender Verarmungs-Isolierschicht-FET mit N-Kanal (Verarmungs-IG-FET mit N-Kanal)</p>
Sperrschicht	<p>Sperrschicht-FET mit P-Kanal (PN-FET mit P-Kanal)</p>	<p>Sperrschicht-FET mit N-Kanal (PN-FET mit N-Kanal)</p>

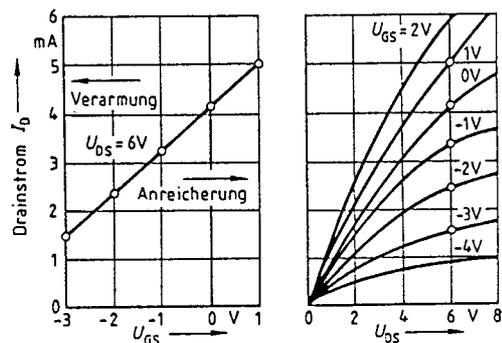


Bild 1: Kennlinien eines Verarmungs-IG-FET mit N-Kanal

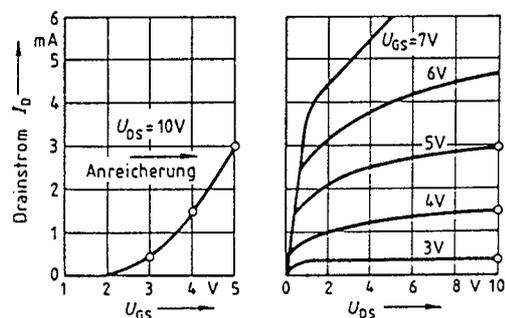


Bild 2: Kennlinien eines Anreicherungs-IG-FET mit N-Kanal

Übung Aktive Bauteile 1

- 1) Wie heißen die Anschlüsse eines bipolaren Transistors?

Basis, Emittter, Kollektor

- 2) Wie heißen die Anschlüsse eines FET?

Gate, Source, Drain

- 3) Wodurch lässt sich der Kollektorstrom eines bipolaren Transistors steuern?

Basisstrom

- 4) Wodurch lässt sich der Drainstrom eines FET steuern?

Gate-Source-Spannung

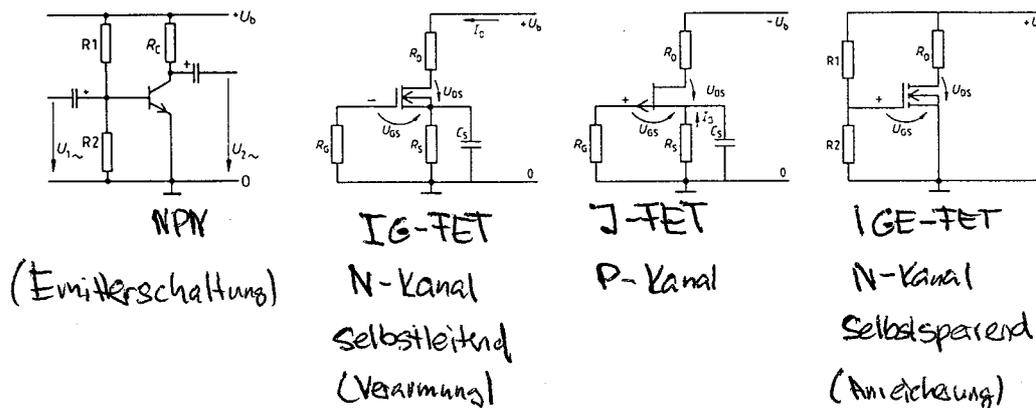
- 5) Was ist der Vorteil eines FET gegenüber einem bipolaren Transistor?

Leistunglose Ansteuerung

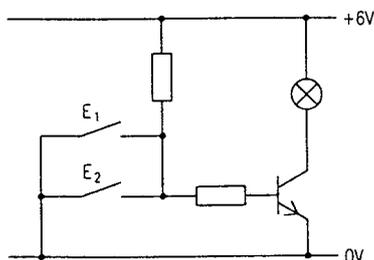
- 6) Welche Formel beschreibt die Gleichstromverstärkung eines Transistors?

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

- 7) Bestimmen Sie die Typen der Transistoren in den Schaltungen!



- 8) Wie müssen E₁ und E₂ geschaltet sein, damit die Lampe brennt?



Beide offen!