

Prof. Dr.-Ing. Olaf Ziemann  
Wissenschaftlicher Geschäftsführer  
Polymerfaser-Anwendungszentrum der  
Georg-Simon-Ohm Fachhochschule Nürnberg  
Wassertorstr. 10  
90489 Nürnberg  
Tel.: (0911) 5880-1060  
Fax.: (0911) 5880-5060  
e-mail: olaf.ziemann@pofac.fh-nuernberg.de

## **Aufgabensammlung BE-1**

Aufgabenschwerpunkte:

- 1: Widerstände
- 2: Kondensatoren
- 3: Spulen
- 4: Leitungen
- 5: Schwingkreise
- 6: Allgemeines

Stand 26. November 2001

Prüfungstermine (vorläufig):

F3: am 24.01.2002 in Raum E 013 um 11<sup>00</sup>

N3: am 25.01.2002 in Raum E 013 um 11<sup>00</sup>

erlaubte Hilfsmittel:

Vorlesungsmitschriften und Fachliteratur  
Taschenrechner (keine Laptops oder PDA)

## Prüfungsthemen zu den Vorlesungen:

### BE01:

- Berechnen des Widerstandes aus Länge Querschnitt und spezifischer Leitfähigkeit
- Berechnung der effektiven Driftgeschwindigkeit aus Stromstärke, Querschnitt und Elektronendichte
- Erläuterung des Bändermodells für Metalle, Halbleiter und Isolatoren
- Atommodell mit diskreten Energieniveaus - Bildung von Bändern im Festkörper
- Warum steigt der spezifische Widerstand von Metallen bei Erwärmung
- Eigenschaften von Bändern
- Nennen Sie Beispiele für Metalle, Halbleiter und Isolatoren

### BE02:

- Ermittlung eines Widerstandswertes aus Farbkodierung (nach Tabelle)
- Widerstandskennzeichnung mit Zahlen/Buchstaben
- Prinzip der E-Reihen mit Toleranz beschreiben
- Ersatzschaltbild für thermisch rauschenden Widerstand
- Berechnen der effektiven Rauschspannung (alternativ Rauschstrom) aus Bandbreite
- Frequenzabhängigkeit von Widerständen
- typische Einsatzbereiche verschiedener Widerstandstypen (Draht-, Kohleschicht- oder Metallschichtwiderstände)
- was ist Supraleitung
- wodurch wird der Skineffekt verursacht

### BE03:

- Berechnen der Skintiefe bzw. der Grenzfrequenz
- Kennlinien  $R(T)$  von NTC und PTC-Widerständen schematisch aufzeichnen und Näherungsformel angeben
- $U(I)$  bzw.  $I(U)$ -Kennlinie des NTC/PTC schematisch zeigen und den Effekt der Eigenerwärmung erläutern
- Anwendungsbeispiele für NTC und PTC zeigen
- Berechnen des Großsignalwiderstandes in Abhängigkeit der Spannung unter Verwendung der Näherungsformeln
- $R(U)$ -Kennlinie eines Varistors schematisch wiedergeben
- Größen zur Beschreibung des Varistors aufzeigen
- Berechnen von Groß- und Kleinsignalwiderstand, Spannung bzw. Strom
- Anwendungsbeispiele eines Varistors
- $U(I)$ -Kennlinie schematisch und nach Angabe der Parameter darstellen
- Beschreiben der Bauform von zylindrischen und SMD-Widerständen mit Nennung der bauartbedingten Vor- und Nachteile

### BE04:

- Definition der Kapazität
- Kapazität des Plattenkondensators mit und ohne Dielektrikum
- Typen der Polarisierung
- Kenngrößen zur Beschreibung von Kondensatoren
- Komplexer Widerstand eines Kondensators
- Ersatzschaltbild und Herleitung des Verlaufs der komplexen Impedanz

## BE05:

- Im Kondensator gespeicherte Energie ausrechnen (z.B. aus Angabe des Plattenabstandes und der Durchschlagfestigkeit)
- Eigenschaften verschiedener Kondensatoren
- daraus typische Anwendungen herleiten (in Schwingkreisen, Koppelkondensatoren, Siebkondensatoren...)
- Wechselspannungsbelastbarkeit von Kondensatoren berechnen (3 Bereiche unterschieden )
- dazu Frequenzen  $f_1$  und  $f_2$  erläutern und berechnen können
- Abhängigkeit der Parameter von Kondensatoren von der Temperatur qualitativ erläutern
- Dimensionierungsbeispiel bei Vorgabe der Charakteristik
- Anwendungsbeispiele für Elkos, Doppelschicht-kondensatoren und Akkumulatoren mit Vergleich derer wichtigster Parameter (Innenwiderstand, Energiespeicherdichte, Grenzfrequenzen)

## BE06:

- Eigenschaften von Folienkondensatoren
- Berechnen der Kapazität von Serien- und Parallelschaltungen von Kondensatoren
- Ermitteln der Spannungsfestigkeit von Serien- und Parallelschaltungen
- Anwendungsbeispiele für Kondensatoren

## BE07:

## BE08:

## BE09:

## BE10:

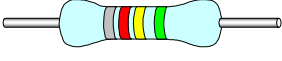
wird noch ergänzt

### Aufgabe 1.1

Sie erhalten einen Widerstand mit Farbmarkierung.

Bestimmen Sie Wert und Toleranz.

Hinweis: Benutzen Sie die Tabelle aus Vorlesung BE01

als Beispiel:  (silber) (rot) (orange) (grün)

### Aufgabe 1.2:

Berechnen Sie

- den Widerstand und
- die Induktivität eines langen Kupferdrahtes mit folgenden Parametern:
  - spezifische Leitfähigkeit:  $5,7 \cdot 10^7 \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$
  - Länge: 1 km
  - Durchmesser: 0,1 mm

### Aufgabe 1.3:

Als Bonddraht werde Golddraht mit einem Durchmesser von 35  $\mu\text{m}$  bei einer Länge von 1 cm verwendet. Die Leitfähigkeit sei  $4,55 \cdot 10^7 \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$ . Durch den Draht fließe ein Strom von 100 mA.

- Berechnen Sie den Widerstand des Drahtes.
- Welche Verlustleistung entsteht am Draht.
- Berechnen Sie die mittlere Geschwindigkeit der Elektronen im Draht.  
(benutzen Sie für die Elektronendichte den Wert  $6 \cdot 10^{22} \text{cm}^{-3}$ )
- Überprüfen Sie, ob durch den Skineneffekt die Übertragung von Frequenzen von 100 MHz bereits gestört wird.  
Hinweis: Nähern Sie  $\mu_r = 1$   
Ermitteln Sie die Skintiefe und vergleichen Sie diese mit dem Drahtradius
- Berechnen Sie die Induktivität des Drahtes  
Hinweis: nehmen Sie den Draht als sehr lang an
- Der Eingangswiderstand der nachfolgenden Stufe betrage 50  $\Omega$ . Berechnen Sie die Grenzfrequenz des entsprechenden LR-Tiefpasses. Vergleichen Sie das Ergebnis mit Teilaufgabe d.

### Aufgabe 1.4:

Der Glühdraht einer Lampe (40 W) sei 75 cm lang.

- Berechnen Sie den Widerstand des Drahtes, damit bei 230 V<sub>eff</sub> die Leistung 40 W beträgt.
- Im Betrieb sei die Leitfähigkeit  $2 \cdot 10^6 \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$ ; berechnen Sie den Durchmesser des Glühdrahtes

### Aufgabe 1.5:

Berechnen Sie den Effektivwert (Spannung) des thermischen Rauschens für einen Widerstand von 1300  $\Omega$  bei 3500 K für eine Bandbreite von 1 KHz.

Hinweis: Rechnen Sie mit der Kelvin-Temperatur ( $0^\circ\text{C} = 273,15 \text{K}$ )

### Aufgabe 1.6:

In einem Meßgerät wird eine breitbandiges Signal mit 2 GHz Bandbreite und einer Leistung von 1 nW an einem 50  $\Omega$ -Widerstand gemessen ( $T = 25^\circ\text{C}$ ).

Hinweis: Rechnen Sie mit der Kelvin-Temperatur ( $0^\circ\text{C} = 273,15 \text{K}$ )

- Bestimmen Sie die effektive Rauschspannung
- Ermitteln Sie das Spannungsverhältnis zwischen Signal und Rauschen

**Aufgabe 1.7:**

Ein Widerstand wird zur Strombegrenzung in einer Schaltung eingesetzt. Der zulässige Temperaturbereich ist  $-20^{\circ}\text{C}$  bis  $+85^{\circ}\text{C}$ . Der Wert des Widerstandes soll  $500\ \Omega$  nicht unterschreiten. Berechnen Sie den Nennwert des Widerstandes (bei  $25^{\circ}\text{C}$ ) unter folgenden Annahmen:

- Drahtwiderstand aus Konstantan (30 ppm/K), Reihe E96
- Drahtwiderstand aus Kupfer (3.800 ppm/K), Reihe E12

Hinweis: Nehmen Sie die Widerstandsänderung als linear und bezogen auf  $25^{\circ}\text{C}$  an.

Berücksichtigen Sie zusätzlich zum Temperatureinfluß die Toleranzen. Wählen Sie den nächsten passenden Wert aus der Reihe aus.

- Geben Sie für beide Fälle den maximalen Widerstandswert an.

**Aufgabe 1.8:**

Ein NTC-Widerstand habe folgende Parameter:

- $R_{\infty} = 1\ \Omega$
- $B = 3000\ \text{K}$

Hinweis: Rechnen Sie mit der Kelvin-Temperatur ( $0^{\circ}\text{C} = 273,15\ \text{K}$ )

- Berechnen Sie  $R(T)$  bei  $+25^{\circ}\text{C}$  und  $+85^{\circ}\text{C}$
- Am NTC liege eine Spannung von  $2\ \text{V}$  an. Bei welcher Temperatur übersteigt der Strom  $1\ \text{mA}$ ?

**Aufgabe 1.9:**

Ein PTC-Widerstand habe folgende Parameter:

$$A = 50\ \Omega$$

$$G = 10^{-12}\ \Omega$$

$$H = 0,1\ \text{K}^{-1}$$

- Ermitteln Sie den Widerstand bei  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $40^{\circ}\text{C}$ ,  $60^{\circ}\text{C}$ ,  $80^{\circ}\text{C}$  und  $100^{\circ}\text{C}$
- Stellen Sie den Widerstandsverlauf graphisch dar.

Hinweis: Rechnen Sie mit der Kelvin-Temperatur ( $0^{\circ}\text{C} = 273,15\ \text{K}$ )  
Tragen Sie den Widerstand logarithmisch ab

- Ermitteln Sie die Bezugstemperatur  $\nu_b$

Hinweis: Sie können sie Bezugstemperatur aus Ihre Darstellung ablesen  
Die genaue Berechnung wird mit 2 Zusatzpunkten bewertet

**Aufgabe 1.10:**

Ein Varistor habe folgende Parameter:

- $U_0 = 30\ \text{V}$
- $\beta = 0,020$

ermitteln Sie :

- Die Spannung für  $I = 100\ \text{mA}$
- den Strom bei  $U = 32\ \text{V}$
- den Großsignalwiderstand bei  $U_0$
- den Großsignalwiderstand bei  $32\ \text{V}$
- den Kleinsignalwiderstand bei  $U_0$

**Aufgabe 1.11:**

Beschreiben Sie schematisch den Aufbau folgender Widerstände:

- Kohle-Massewiderstand

- Metall-Drahtwiderstand
- SMD-Dünnschichtwiderstand

Nennen Sie je mindestens zwei bauartbedingte Eigenschaften

#####

**Aufgabe 2.1:**

Zeichnen Sie schematisch den Verlauf des Scheinwiderstandes in Abhängigkeit von der Frequenz von Folienkondensatoren verschiedener Kapazität in ein Diagramm.

Beschreiben Sie die wesentlichen Abschnitte der Kurven (abfallender Teil, ansteigender Teil, Minimum)

Hinweis: Tragen Sie die Größen jeweils logarithmisch auf

**Aufgabe 2.2:**

Welche Kondensatorart ist für besonders große Kapazitäten geeignet.

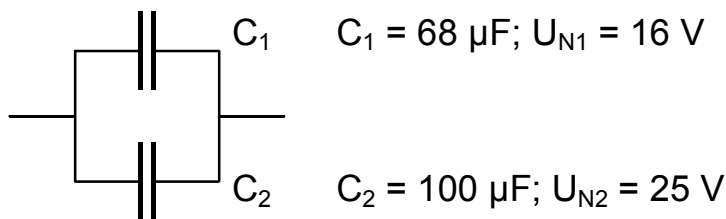
Beschreiben Sie den Aufbau und die Gründe für die großen möglichen Kapazitäten.

Skizzieren Sie eine typische Anwendung.

Hinweis: Zur Auswahl stehen zwei Arten von Kondensatoren

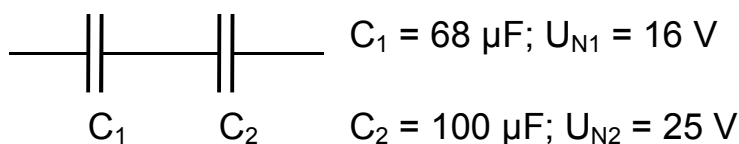
**Aufgabe 2.3:**

Berechnen Sie C und  $U_N$  für folgende Schaltung



**Aufgabe 2.4:**

Berechnen Sie C und  $U_N$  für folgende Schaltung



**Aufgabe 2.5:**

Luft hat eine Durchschlagfestigkeit von 3 MV/m.

- a) Berechnen Sie die Dimension eines Luftkondensators mit 600 V Spannungsfestigkeit und 1 pF Kapazität und diskutieren Sie das Ergebnis.

Ihnen stehen zwei Dielektrika mit folgenden Parametern zur Verfügung:

Durchschlagfestigkeit von 20 kV/mm;  $\epsilon_r = 500$ .

Durchschlagfestigkeit von 5 kV/mm;  $\epsilon_r = 2$ .

- b) Ermitteln Sie erneut die Dimensionen

**Aufgabe 2.6:**

Für einen Kondensator sind folgende Parameter bekannt:

- Kondensator mit 220 pF
- $\tan \delta = 2 \cdot 10^{-3}$
- $P_{W, \max} = 200 \text{ mW}$ ,  $I_{\max} = 1,5 \text{ A}$
- $P_{B, \max} = 100 \text{ VA}$
- Nennspannung 400 V

- a) Berechnen Sie die Grenzfrequenzen  $f_1$  und  $f_2$
- b) Erläutern Sie die drei Bereiche, in denen sich die Spannungsbelastbarkeit eines Kondensators unterschiedlich verhält.
- c) Berechnen Sie die Wechselspannungsfestigkeit für 50 Hz und 90 MHz.

#####

**Aufgabe 3.1:**

Berechnen Sie die magnetische Feldstärke im Inneren einer Spule mit 150 Windungen, bei einem Durchmesser von 15 mm und einer Länge von 200 mm. Durch die Spule fließt ein Strom von 20 mA

#####

Aufgaben zu den Schwerpunkten Spulen, Leitungen und Schwingkreisen werden noch ergänzt.

#####

**Aufgabe 6.1:**

Berechnen Sie die Elektronendichte in Gold.

Hinweise: nehmen Sie ein Leitungselektron pro Atom an. Die Dichte von Gold beträgt  $19,32 \text{ gcm}^{-3}$ . Die relative Atommasse ist 197 g/mol. Die Avogadro-Konstante ist  $6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

**Aufgabe 6.2:**

Erklären Sie die Abnahme der Leitfähigkeit von Metallen mit steigender Temperatur

**Aufgabe 6.3:**

Geben Sie ein Beispiel für die Temperaturabhängigkeit der Leitfähigkeit (außer Metallen).  
Vergleichen Sie die Leitfähigkeit mit typischen Metallen.

**Aufgabe 6.4:**

Erläutern Sie die Bandstruktur für Metalle, Halbleiter und Isolatoren.

- a) Zeichnen Sie die Bandstruktur qualitativ auf
- b) Beschreiben Sie die Bildung eines Bandes aus den Energieniveaus eines Atoms
- c) Nennen Sie je zwei Beispiele für die Stoffgruppen