



***Fachbereich Angewandte Informatik***

**Bachelor of Science  
in  
Angewandte Informatik - Applied Computer Science  
und  
Digitale Medien**

***Modul Technische Grundlagen der Informatik***

**Teil 1**

# ***Elektrotechnik***

## ***Übungsaufgaben***

**Prof. Dr.-Ing. K. Khakzar**  
karim.khakzar@informatik.hs-fulda.de

**bearbeitet zum WS2017/18 von**  
**Dr. Solveig Schüßler**  
solveig.schuessler@et.hs-fulda.de

## **Übungen**

### **Aufgabe 1:**

Über eine Leitung wurde in 10 h eine Ladung von 500 C transportiert. Wie groß war die mittlere Stromstärke? Wie viele Elektronen wurden insgesamt bewegt?

**Aufgabe 2:**

Eine Autobatterie ist in der Lage eine maximale Ladungsmenge von  $Q = 86\,400\text{ C} = 24\text{Ah}$  abzugeben. Bei brennender Fahrzeug-Innenbeleuchtung fließt ein konstanter Strom von  $0.2\text{ A}$ . Wie lange würde es dauern bis die Autobatterie restlos entleert wäre?  
(Anm.: die Verhältnisse sind idealisiert.)

**Aufgabe 3:**

Durch einen Kupferdraht mit kreisförmigem Querschnitt soll ein Gleichstrom  $I$  geleitet werden. Um eine unzulässige Erwärmung des Drahtes zu vermeiden, darf eine Stromdichte  $J$  nicht überschritten werden.

- a) Geben Sie den kleinsten zulässigen Durchmesser in Abhängigkeit von  $I$  und  $J$  an.
- b) Wie groß ist  $d$  in mm für  $I = 5 \text{ A}$  und  $J = 6 \text{ A/mm}^2$ .

**Aufgabe 4:**

Ein Kupferdraht der Länge  $l=3\text{m}$  hat eine Querschnittsfläche von  $A=2,5\text{ mm}^2$ . Bei  $20^\circ\text{C}$  beträgt der spezifische Widerstand des Kupfers  $\rho_{\text{Cu}}=1,8\cdot 10^{-2}\text{ }\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ . Der Temperaturkoeffizient von Kupfer hat einen Wert von  $\alpha_{\text{Cu}}=4,0\cdot 10^{-3}\text{ 1/}^\circ\text{C}$ .

a) Wie groß ist der Widerstand des Drahtes bei  $20^\circ\text{C}$ ?

Es fließt nun ein Strom  $I$  von  $500\text{ mA}$  durch den Kupferdraht. Man kann beobachten, dass sich die Temperatur des Kupferdrahtes als Folge des Stroms ändert.

b) Warum ändert sich die Temperatur des Kupferdrahtes (kurze physikalische Erklärung)?  
Erniedrigt oder erhöht sich die Temperatur?

Die Temperatur hat sich durch den Strom um  $10^\circ\text{C}$  geändert.

c) Wie groß ist jetzt der Widerstand?

d) Welche Spannung fällt nun am Kupferdraht ab?

**Aufgabe 5:**

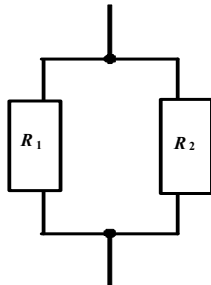
Für eine Starkstromleitung der Länge  $l=1\text{km}$  war ein Kupferdraht ( $\rho_{\text{Cu}} = 1,8 \text{ } \mu\Omega\text{cm}$ ) mit kreisförmigem Querschnitt und dem Durchmesser  $d=20 \text{ mm}$  vorgesehen. Aus Kostengründen soll die Leitung aus Aluminium ( $\rho_{\text{Al}} = 2,7 \text{ } \mu\Omega\text{cm}$ ), ebenfalls mit kreisförmigem Querschnitt, aufgebaut werden. Dabei soll der ohmsche Widerstand der Aluminium-Leitung bei gleicher Länge  $l$  gegenüber der Kupferleitung unverändert bleiben.

- a) Wie groß ist der gesamte Widerstand der Kupferleitung?
- b) Welchen Durchmesser  $d_i$  muss die oben erwähnte Aluminium-Leitung besitzen?
- c) Beide Leitungen werden von  $20^\circ\text{C}$  auf  $35^\circ\text{C}$  erwärmt. Um wie viel Prozent ändern sich dabei die jeweiligen Widerstände?  
(Temperaturkoeffizienten:  $\alpha_{\text{Cu}} = 3,93 \cdot 10^{-3} \text{ } 1/^\circ\text{C}$ ,  $\alpha_{\text{Al}} = 3,77 \cdot 10^{-3} \text{ } 1/^\circ\text{C}$ )

**Aufgabe 6:**

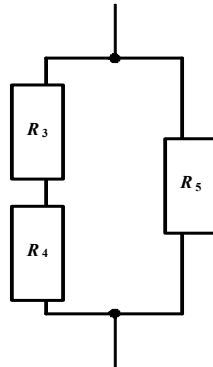
Berechnen Sie die Ersatzwiderstände folgender Anordnungen:

a)



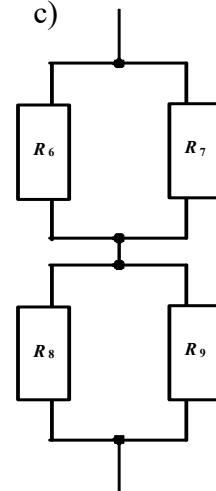
mit  $R_1 = 60\Omega$   
 $R_2 = 60\Omega$   
 $R_3 = 4\text{k}\Omega$

b)



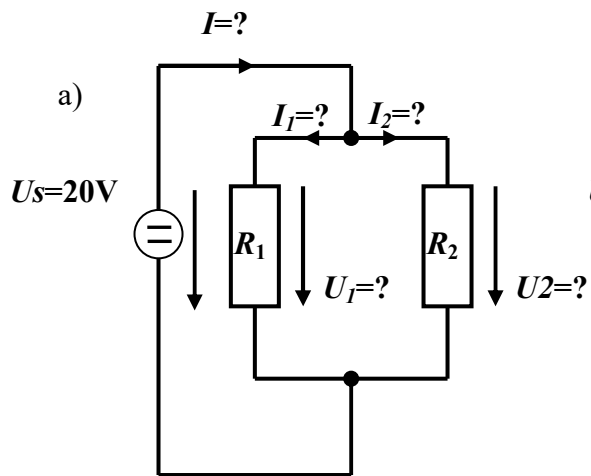
$R_2 = 40\Omega$   
 $R_5 = 90\Omega$   
 $R_8 = 20\text{k}\Omega$   
 $R_3 = 30\Omega$   
 $R_6 = 1\text{k}\Omega$   
 $R_9 = 5\text{k}\Omega$

c)



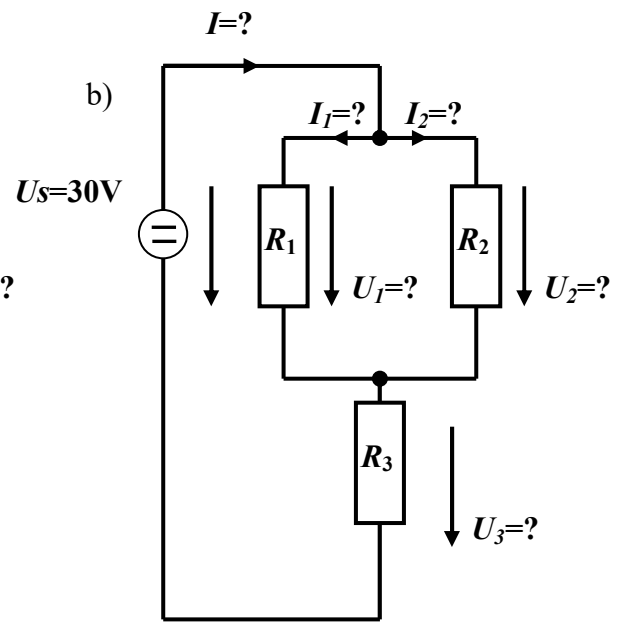
**Aufgabe 7:**

Berechnen Sie die mit einem '?' gekennzeichneten Größen:



mit  $R_1 = 120\Omega$

$R_2 = 80\Omega$

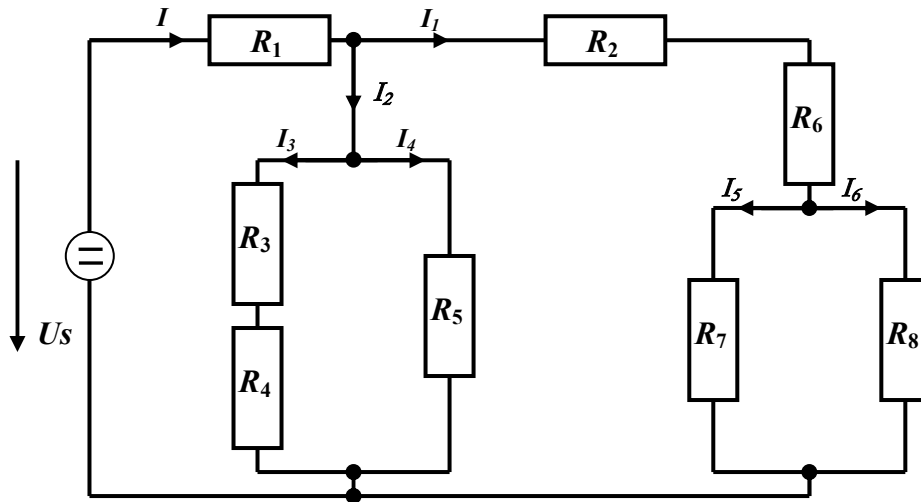


$R_3 = 42\Omega$



**Aufgabe 8:**

Gegeben ist die dargestellte Schaltung. Berechnet werden soll der Gesamtstrom  $I$  und alle Teilströme  $I_1$  bis  $I_6$  sowie die Spannungen an den Widerständen  $R_1$  bis  $R_8$ .



Die Spannung  $U_s$  beträgt 24 V.

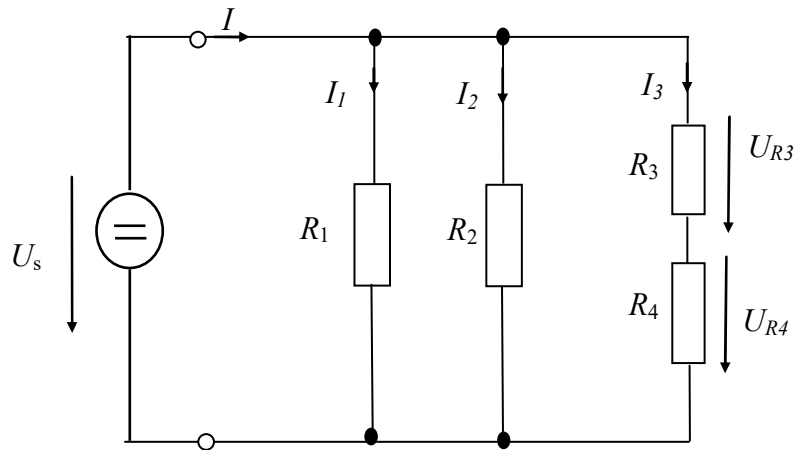
Die Widerstände haben folgende Werte:

$R_1 = 4 \, \Omega$ ,  $R_2 = 8 \, \Omega$ ,  $R_3 = 3 \, \Omega$ ,  $R_4 = 7 \, \Omega$ ,  $R_5 = 10 \, \Omega$ ,  $R_6 = 2 \, \Omega$ ,  $R_7 = 20 \, \Omega$ ,  $R_8 = 20 \, \Omega$ ,

**Aufgabe 9:**

Die gegebene Schaltung soll untersucht werden. Die Spannung  $U_s$  beträgt 10V.

- Berechnen Sie den Ersatzwiderstand  $R_{\text{ers}}$  der Schaltung.
- Wie groß ist der Strom  $I$ ?
- Wie groß sind die Ströme  $I_1$ ,  $I_2$  und  $I_3$ ?
- Berechnen Sie die Spannungen  $U_{R3}$  und  $U_{R4}$ , die an den Widerständen  $R_3$  und  $R_4$  abfallen.



$$R_1 = 10 \, \Omega$$

$$R_2 = 20 \, \Omega$$

$$R_3 = 8 \, \Omega$$

$$R_4 = 12 \, \Omega$$

$$Ws = Nm$$

$$[F] = N = \frac{kg \cdot m}{s^2}$$

$$g = 9,81 \frac{m}{s^2}$$

**Aufgabe 10:**

Mit einem Motor soll eine Kiste mit einer Masse von 100 kg in 20s um 1m gehoben werden.

a) Welche Arbeit muss dabei verrichtet werden?

$$W = F \cdot s$$

$$F = m \cdot g$$

b) Welche Leistung muss dabei verrichtet werden?

Der Motor hat einen Wirkungsgrad von  $\eta=0,5$  und wird mit einer konstanten Spannung von 50V betrieben.

c) Wie groß ist der Strom, der beim Heben der Kiste fließt?

**Aufgabe 11:**

Betrachtet wird ein geladener Plattenkondensator. Auf eine kleine Probeladung  $Q = 10^{-12}$  C, die sich zwischen den Platten befindet, wirkt die Kraft  $F = 2 \cdot 10^{-9}$  N.

- a) Wie groß ist das elektrische Feld zwischen den Platten?
- b) Welche Spannung liegt am Kondensator, wenn der Abstand  $d = 5$  mm beträgt?

Der geladene Plattenkondensator kann als Batterie eingesetzt werden, um einen Verbraucher bei Ausfall der Netzversorgung zu speisen.

In einem konkreten Fall wurde der in Bild A11 dargestellte Verlauf der Ladungsmenge  $Q(t)$  über der Zeit  $t$  gemessen.

- c) Berechnen Sie für diesen Fall den Stromverlauf  $I(t)$ .

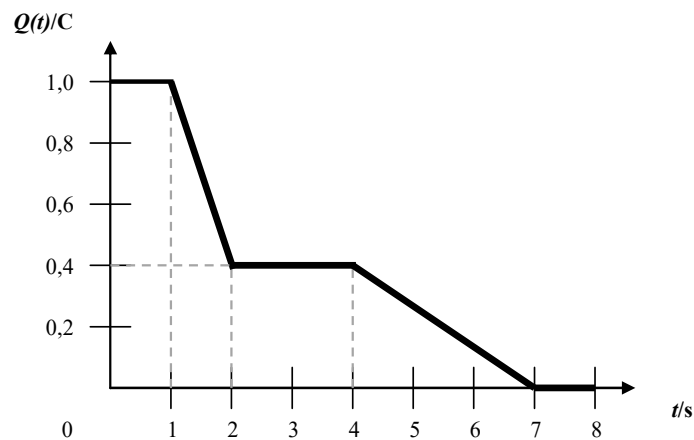


Bild A11 : zeitlicher Verlauf der Ladung auf dem Plattenkondensator

**Aufgabe 12:**

Ein Kondensator mit einem Plattenabstand von  $d = 5\text{mm}$ , einer Plattenfläche von  $A = 10\text{cm}^2$  und Luft als Isolator ( $\epsilon_r = 1$ ) wird mit einer Spannungsquelle verbunden und auf  $U_i = 1000\text{V}$  aufgeladen. (Hinweis:  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$ )

- a) Welche Ladung ist auf dem Kondensator geladen?
- b) Welche Energie ist im Kondensator gespeichert?

Nun wird die Spannungsquelle vom Kondensator getrennt. Die Ladung auf dem Kondensator soll sich dabei nicht ändern. Anschließend wird der Plattenabstand auf  $4\text{mm}$  verringert.

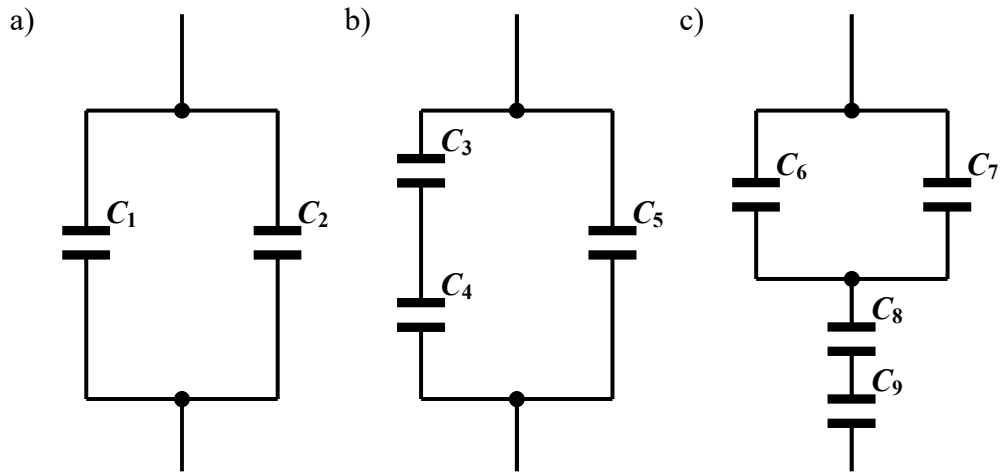
- c) Wie groß ist die Spannung  $U_s$ , die jetzt am Kondensator anliegt?

Jetzt wird ein Dielektrikum zwischen die Platten gebracht. Die relative Dielektrizitätskonstante beträgt  $\epsilon_r = 5$ .

- d) Welche Spannung  $U_s$  stellt sich nun ein?

**Aufgabe 13:**

Berechnen Sie die Gesamtkapazitäten folgender Anordnungen:

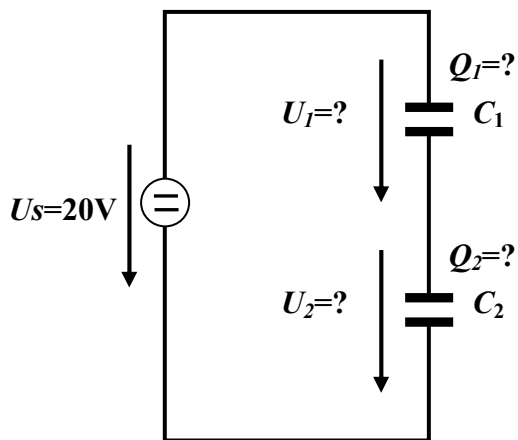


mit  $C_1 = 600 \text{ pF}$        $C_2 = 1,2 \text{ nF}$        $C_3 = 0,4 \text{ }\mu\text{F}$   
 $C_4 = 600 \text{ nF}$        $C_5 = 160 \text{ nF}$        $C_6 = 1 \text{ nF}$   
 $C_7 = 0,009 \text{ }\mu\text{F}$        $C_8 = 0,2 \text{ }\mu\text{F}$        $C_9 = 50 \text{ nF}$

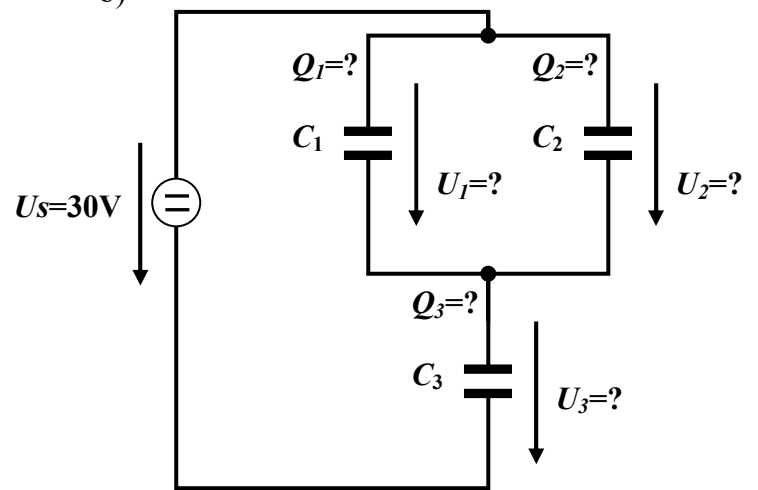
**Aufgabe 14:**

Berechnen Sie die mit einem '?' gekennzeichneten Größen:

a)

mit  $C_1 = 30\text{nF}$  $C_2 = 60\text{nF}$ 

b)

 $C_3 = 10\,000\text{pF}$

**Aufgabe 15:**

Die Reihenschaltung zweier Kondensatoren  $C_1 = 40\text{nF}$  und  $C_2 = 200\text{nF}$  liegt an einer Gleichspannungsquelle von  $U = 120\text{V}$ .

- a) Wie groß ist die sich ergebende Gesamtkapazität?
- b) Welche Werte nehmen die über  $C_1$  und  $C_2$  abfallenden Teilspannungen an?
- c) Welche Gesamtkapazität ergibt sich bei der Parallelschaltung der Kondensatoren?

Beide Kondensatoren sind als Wickelkondensatoren aus Metallfolien von 6 cm Breite aufgebaut, die durch Papierstreifen von 0,02 mm Dicke voneinander getrennt sind. Die relative

Dielektrizitätskonstante von Papier beträgt  $\epsilon_r = 2,2$ .

- d) Welche Längen müssen für die Metallfolien gewählt werden, damit sich die Kapazität von  $C_1 = 40\text{nF}$  bzw.  $C_2 = 200\text{nF}$  ergibt? Verwenden Sie die Formel für den Plattenkondensator. (Hinweis:  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$ )



**Aufgabe 16:**

An einem Kondensator mit der Kapazität  $C = 25\text{nF}$  wird eine Wechselspannung  $u(t)$  angelegt. Der zeitliche Verlauf der Wechselspannung  $u(t)$  ist gegeben mit:

$$\begin{aligned} u(t) &= 2\text{V} \cdot t/\text{ms} && \text{für } 0 \leq t \leq 5\text{ms} \\ u(t) &= 15\text{V} - 1\text{V} \cdot t/\text{ms} && \text{für } 5\text{ms} \leq t \leq 15\text{ms} \\ u(t) &= 0\text{V} && \text{sonst} \end{aligned}$$

- a) Skizzieren Sie den Verlauf der Spannung  $u(t)$ .
- b) Berechnen Sie den zeitlichen Verlauf des Stroms  $i_c(t)$  in den Kondensator.

Nun liegt eine sinus-förmige Spannung  $u(t)$  am Kondensator. Es gilt:

$$\begin{aligned} u(t) &= 4\text{V} \sin(2\pi \cdot t/10\text{ms}) && \text{für } 0 \leq t \leq 20\text{ms} \\ u(t) &= 0\text{V} && \text{sonst} \end{aligned}$$

- c) Skizzieren Sie den Verlauf der Spannung  $u(t)$ .
- d) Berechnen Sie den zeitlichen Verlauf des Kondensatorstroms  $i_c(t)$ .

**Aufgabe 17:**

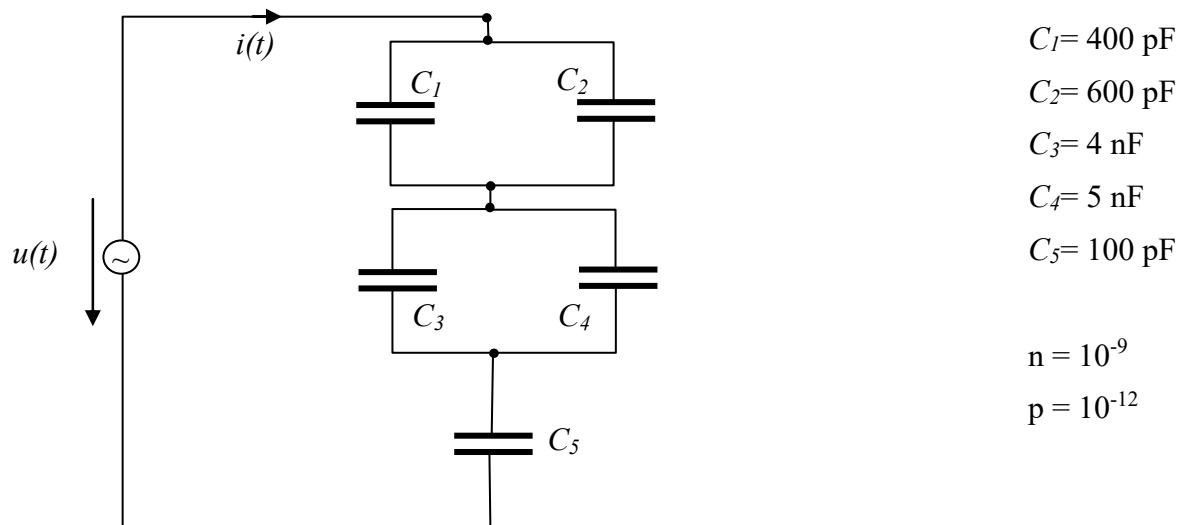
Die beiden Metallplatten eines Plattenkondensators besitzen einen Abstand von  $d = 5 \text{ mm}$ . Zwischen den Platten befindet sich Luft ( $\epsilon_r = 1$ ). Die Platten werden mit einer Spannungsquelle auf die Spannung  $U = 500 \text{ V}$  aufgeladen.

- a) Man kann davon ausgehen, dass das elektrische Feld  $E$  zwischen den Platten näherungsweise konstant ist. Wie groß ist das elektrische Feld  $E$  zwischen den Platten?
- b) Die Platten besitzen eine Fläche von  $A = 2000 \text{ mm}^2$ . Wie groß ist die Kapazität  $C$  des Plattenkondensators? (Anm:  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm} = 8,85 \text{ pF/m}$ )
- c) Der Abstand zwischen den Platten wird nun verringert. Wie ändert sich das elektrische Feld  $E$  (kleiner, größer, bleibt gleich) ?
- d) Wenn die Feldstärke zwischen den Platten die Durchbruchfeldstärke  $E_D = 40\,000 \text{ V/cm}$  erreicht hat, wird Luft leitend, und es kommt zum Durchschlag. Geben Sie an, bei welchem Plattenabstand  $d_D$  dies geschieht, wenn man annimmt, dass die Spannung konstant bleibt.

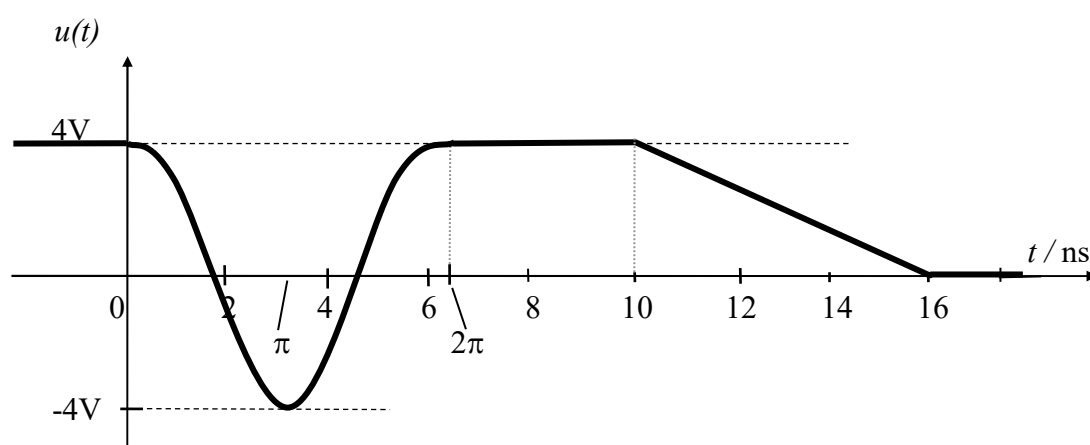
**Aufgabe 18:**

In Bild A18.1 ist eine Schaltung mit mehreren Kondensatoren dargestellt.

- Ersetzen Sie die fünf Kondensatoren  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  und  $C_5$  durch einen Ersatzkondensator  $C_{ers}$ . Welche Kapazität besitzt  $C_{ers}$ ?
- Welcher allgemeine Zusammenhang (Formel) besteht zwischen  $u(t)$  und  $i(t)$ ?
- Zwischen  $t = 0$  ns und  $t = 2\pi$  ns besitzt die Spannung  $u(t)$  einen cosinus-förmigen Verlauf wie in Bild A18.2 gezeigt. Geben Sie für diesen Zeitbereich die Funktion  $u(t)$  an.
- Es wird nun die Spannung  $u(t)$  mit dem Verlauf gemäß Bild A18.2 angelegt. Berechnen Sie den Strom  $i(t)$  für die Spannung  $u(t)$  für alle Zeiten.
- Skizzieren Sie den Verlauf von  $i(t)$ .



**Bild A18.1: Schaltung mit Kondensatoren**

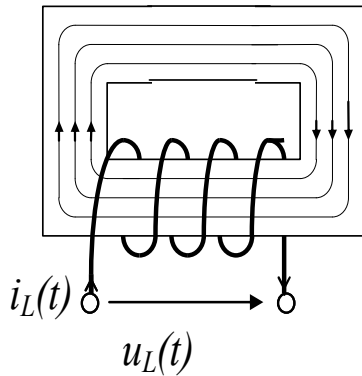


**Bild A18.2: Zeitabhängige Spannung  $u(t)$**

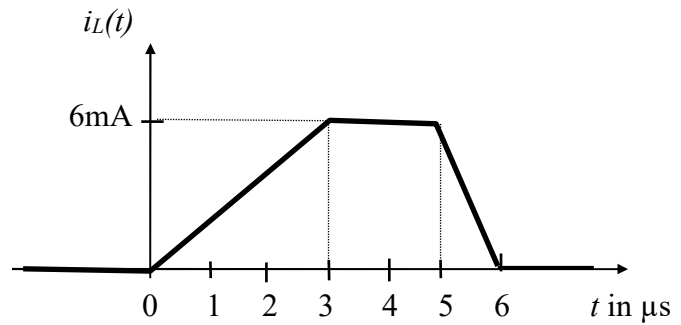
**Aufgabe 20:**

Eine Spule mit Eisenkern gemäß Bild A20.1 besitzt eine Induktivität von 6 mH.

- Welcher allgemeine Zusammenhang (Formel) besteht zwischen dem Spulenstrom  $i_L(t)$  und der induzierten Spulenspannung  $u_L(t)$ ?
- Durch die Spule fließt ein zeitabhängiger Strom  $i_L(t)$  gemäß Bild A20.2. Berechnen Sie die induzierte Spannung  $u_L(t)$  für diesen Strom.
- Skizzieren Sie die induzierte Spannung  $u_L(t)$ .



**Bild A20.1:** Spule mit Eisenkern  
Spule

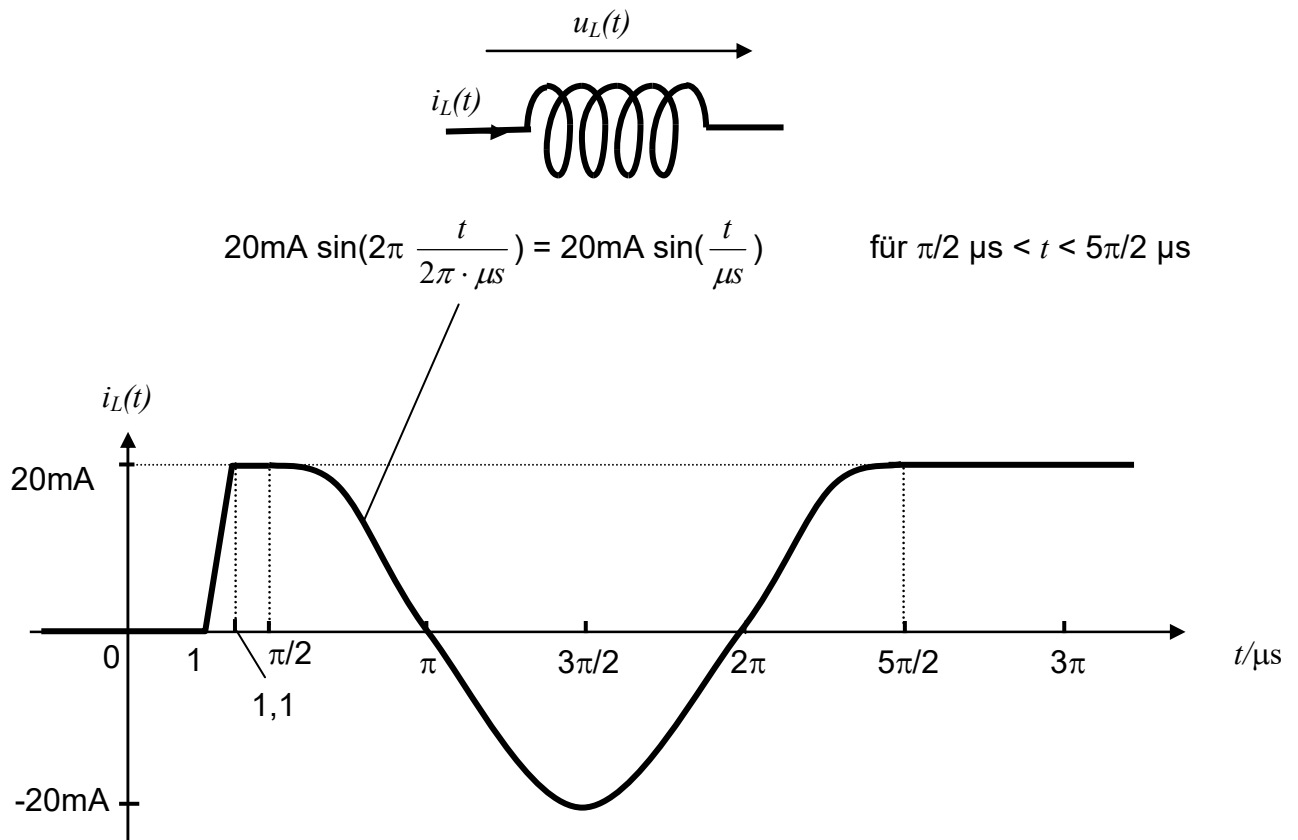


**Bild A20.2:** Strom durch die  
Spule

**Aufgabe 21:**

Durch eine Spule mit der Induktivität  $L=1\text{mH}$  fließt der Strom  $i_L(t)$  gemäß Bild A21.

Bestimmen Sie die Spannung  $u_L(t)$ , die in der Spule induziert wird, für die Zeit  $0 < t < 3\pi \mu\text{s}$  und skizzieren Sie den Verlauf von  $u_L(t)$ .



**Bild A21: Zeitabhängiger Strom durch Spule**

**Aufgabe 22:**

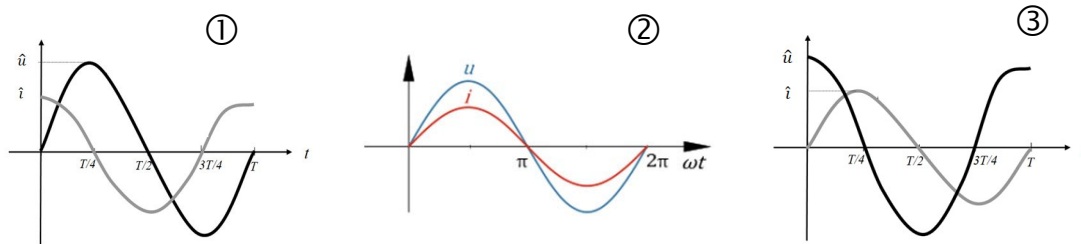
Zeichnen Sie die folgenden Wechselgrößen und berechnen Sie jeweils den Effektivwert:

a)  $i(t) = 2A \sin\left(8\frac{1}{s} t + 90^\circ\right)$

b)  $u(t) = 50V \cos\left(1250\frac{1}{s} t\right)$

**Aufgabe 23:**

Es sind Zeitverläufe von Strom und Spannung an Widerständen, Kondensatoren oder Spulen gegeben. Entscheiden Sie jeweils, um welches Bauteil es sich handelt!

**Aufgabe 24:**

Durch einen Widerstand  $R = 216 \Omega$  fließt der Strom  $i(t) = 1,5A \sin\left(314\frac{1}{s} t\right)$ .

- Skizzieren Sie den Zeitverlauf des Stromes!
- Skizzieren Sie den Zeitverlauf der Spannung am Widerstand!
- Welche mittlere Leistung wird im Widerstand umgesetzt?
- Skizzieren Sie den Zeitverlauf der Leistung im Widerstand!