

Übung und Seminar zur Vorlesung „Grundlagen der Technischen Informatik 1“

2. Aufgabenkomplex

1. Aufgabe

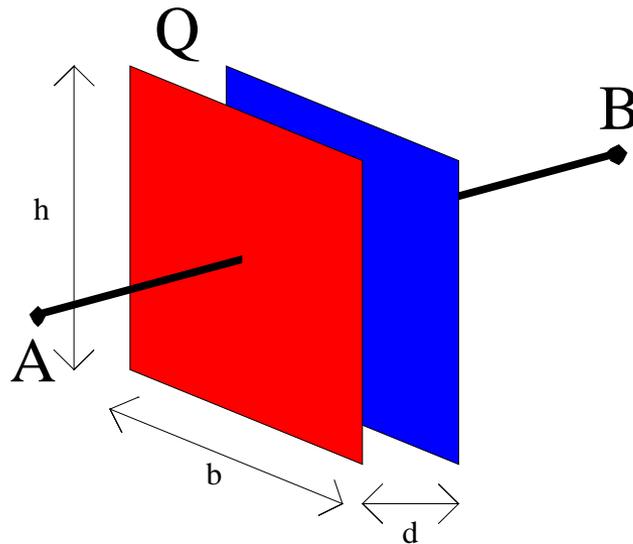
1. Aufgabe

Elektrische Kennwerte eines Kondensators

Gegeben ist ein Plattenkondensator

Nach dem Anlegen der Spannung ist die rote Seite (A) positiv und die blaue- (B) negativ geladen.

Plattenkondensator

**Werte:**

$$U_{AB} = 100V$$

$$b = 200\text{mm}$$

$$h = 300\text{mm}$$

$$d = 500\mu\text{m}$$

$$\epsilon_0 = 1,602 \cdot 10^{-19}\text{C}$$

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}\text{As/Vm}$$

$$\epsilon_{r\text{-Luft}} = 1$$

$$\epsilon_{r\text{-Glimmer}} = 8$$

1. Aufgabe

1. Aufgabe

Elektrische Kennwerte eines Kondensators

- 1.1. Bestimmen Sie die Kapazität C_L des Plattenkondensators.
- 1.2. Bestimmen Sie die Ladung Q_{B-L} auf der Platte B, die mehr als im ungeladenen Zustand auf der Platte sind.
- 1.3. Bestimmen Sie die Anzahl der Elektronen n_{B-L} auf der Platte B, die mehr als im ungeladenen Zustand auf der Platte sind.
- 1.4. Bestimmen Sie vom Kondensator gespeicherte Energie W_L .
- 1.5. Bestimmen Sie die Kraft F_{AB-L} zwischen den Platten.
- 1.6. Bestimmen Sie die Feldstärke E_{AB-L} zwischen den Platten.

Nun wird zwischen die Platten Glimmer gegeben. Die Ladung auf dem Kondensator ändert sich dabei nicht.

- 1.7. Bestimmen Sie die Kapazität C_G des Plattenkondensators mit dem Glimmer.
- 1.8. Bestimmen Sie die Spannung U_{AB-G} des Plattenkondensators mit dem Glimmer.
- 1.9. Bestimmen Sie vom Kondensator gespeicherte Energie W_G . ****nicht gefordert****

1. Aufgabe

Formeln und Maßeinheiten:

Formeln:

$$Q = C \cdot U$$

$$E = \frac{U}{d} = \frac{2 \cdot F}{Q}$$

$$Q_A = Q = Q_1 \quad Q_B = -Q = Q_2 \quad Q_A = -Q_B$$

$$A = b \cdot h$$

$$W = F \cdot s = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 \Rightarrow F = \frac{C \cdot U^2}{2 \cdot s}$$

$$F = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 A}{2s^2} \cdot U^2 \quad \text{mit } s = d$$

$$Q_A = n \cdot e_0 \quad Q_B = -n \cdot e_0$$

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} = \epsilon_r \epsilon_0 \cdot \frac{b \cdot h}{d}$$

$$A = b \cdot h$$

Maßeinheiten:

$$[U] = V$$

$$[Q] = C = As$$

$$[C] = F = \frac{As}{V}$$

$$[d] = [l] = [h] = m$$

$$[\epsilon_r] = \text{---}$$

$$[\epsilon_0] = \frac{As}{Vm}$$

$$[F] = N = \frac{kgm}{s^2} = \frac{Ws}{m}$$

Dies erhält man über die Energie:

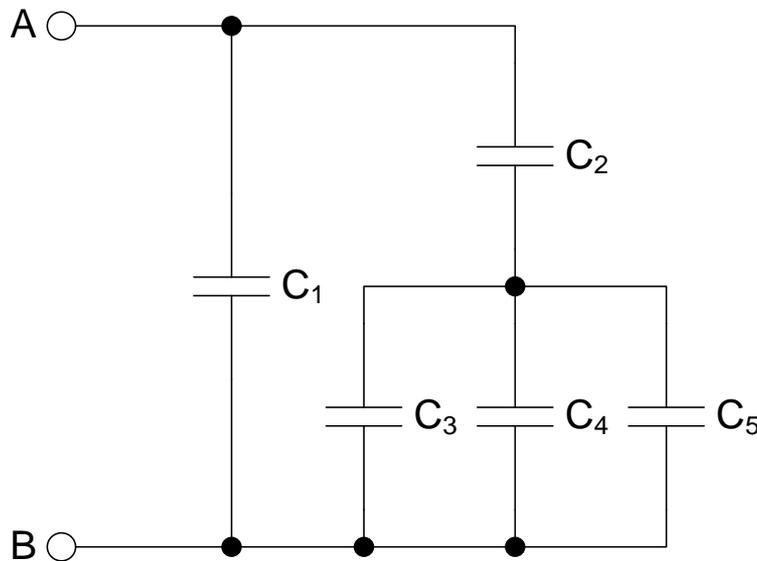
$$[W] = 1J = 1Ws = 1Nm = 1 \frac{kgm^2}{s^2}$$

2. Aufgabe

2. Aufgabe

Serienschaltung von Kondensatoren

Gegeben ist folgende Schaltung:

**Werte:**

$$C_1 = 25\text{nF}$$

$$C_2 = 50\text{nF}$$

$$C_3 = 5\text{nF}$$

$$C_4 = 15\text{nF}$$

$$C_5 = 30\text{nF}$$

Bestimmen Sie die Ersatzkapazität C_{AB} zwischen den Punkten A und B

2. Aufgabe

2. Aufgabe

Serienschaltung von Kondensatoren

- 2.1. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität C_{345} der Kondensatoren C_3 bis C_5 .
- 2.2. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität C_{2-5} der Kondensatoren C_2 bis C_5 .
- 2.3. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität $C_{AB} = C_{1-5}$ der Kondensatoren C_1 bis C_5 .

2. Aufgabe

Formeln und Maßeinheiten:

*Formel:**Reihenschaltung von 2 Kondensatoren:*

$$C_{ers} = \left[\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right]^{-1} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Parallelschaltung von Kondensatoren:

$$C_{ers} = \sum_{k=1}^n C_k$$

Reihenschaltung von Kondensatoren:

$$\frac{1}{C_{ers}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{C_k}$$

mit: $C_{ers}^* = \frac{1}{C_{ers}}$ und $C_k^* = \frac{1}{C_k}$ folgt

$$C_{ers}^* = \sum_{k=1}^n C_k^*$$

Maßeinheit:

$$[U] = V$$

$$[I] = A$$

$$[C] = F = \frac{C}{V} = \frac{As}{V}$$

$$[C^*] = F^{-1} = \frac{V}{C} = \frac{V}{As}$$

Punkteverteilung:

Gesamtpunktzahl: 30 Punkte

Aufgabe 1.1-1.8 je 3 Punkte

Aufgabe 2.1-2.3 je 2 Punkte

Bemerkung:

- In allen Formeln mit Zahlen sind die Maßeinheiten mitzuschleifen.
- Bei den Endergebnissen sind die Maßeinheiten zu verwenden, die, wenn vorhanden, aus einem Buchstaben bestehen. Während der Rechnung können Sie nach eigenem Ermessen verfahren.
- Bei den Endergebnissen sind die $10^{\pm 3}$ Präfixe konsequent zu verwenden. Während der Rechnung können Sie nach eigenem Ermessen verfahren. Präfixe nur verwenden, wenn eine Maßeinheit dahinter ist.
- Alle Aufgaben auf eine Mantissengenauigkeit von 4 Stellen genau berechnen, wenn in der Aufgabe nicht anders angegeben (Exponent-Mantissendarstellung).
- Die Aufgaben sind zu nummerieren, auch die Teilaufgaben.
- Der Rechenweg muß ersichtlich sein. Gegebenenfalls das Schmierblatt anheften.
- Jedes Blatt ist wie folgt zu nummerieren Seite/Gesamtzahl der Seiten (z.B. Seite 6/8)

Nichtbeachtung wird mit Punktabzug geahndet!

Präfixe zur Kennzeichnung des Vielfachen von gesetzlichen Einheiten (dezimal):

Präfix	Faktor	Bezeichnung	Präfix	Faktor	Bezeichnung
Y	10^{24}	Yotta	m	10^{-3}	Milli
Z	10^{21}	Zetta	μ	10^{-6}	Mikro
E	10^{18}	Exa	n	10^{-9}	Nano
P	10^{15}	Peta	p	10^{-12}	Piko
T	10^{12}	Tera	f	10^{-15}	Femto
G	10^9	Giga	a	10^{-18}	Atto
M	10^6	Mega	z	10^{-21}	Zepto
k	10^3	Kilo	y	10^{-24}	Yokto

Umgang mit den Präfixen am Beispiel der Mantissengenauigkeit von 4 Stellen:

---,- Präfix Maßeinheit

--,-- Präfix Maßeinheit

-,--- Präfix Maßeinheit

Beispiele:

216,4 μ F; 33,45kHz; 2,456M Ω ; 7,482A

1. Aufgabe Lösung

Elektrische Kennwerte eines Kondensators

- 1.1. Bestimmen Sie die Kapazität C_L des Plattenkondensators.
- 1.2. Bestimmen Sie die Ladung Q_{B-L} auf der Platte B, die mehr als im ungeladenen Zustand auf der Platte sind.
- 1.3. Bestimmen Sie die Anzahl der Elektronen n_{B-L} auf der Platte B, die mehr als im ungeladenen Zustand auf der Platte sind.
- 1.4. Bestimmen Sie vom Kondensator gespeicherte Energie W_L .
- 1.5. Bestimmen Sie die Kraft F_{AB-L} zwischen den Platten.
- 1.6. Bestimmen Sie die Feldstärke E_{AB-L} zwischen den Platten.

Nun wird zwischen die Platten Glimmer gegeben. Die Ladung auf dem Kondensator ändert sich dabei nicht.

- 1.7. Bestimmen Sie die Kapazität C_G des Plattenkondensators mit dem Glimmer.
- 1.8. Bestimmen Sie die Spannung U_{AB-G} des Plattenkondensators mit dem Glimmer.

Lösung - 1. Aufgabe

1.1. Bestimmen Sie die Kapazität C_L des Plattenkondensators.

$$C = \varepsilon_r \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{d} = \varepsilon_r \varepsilon_0 \cdot \frac{b \cdot h}{d}$$

$$A = b \cdot h$$

$$A = 200\text{mm} \cdot 300\text{mm} = 60000\text{mm}^2 = 0,06\text{m}^2$$

$$C_L = 1,8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot \frac{0,06\text{m}^2}{500\mu\text{m}} = 1,8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot \frac{0,06\text{m}^2}{500 \cdot 10^{-6}\text{m}} =$$

$$= 1,8,854 \cdot 10^{-6} \frac{\text{As}}{\text{V}} \cdot \frac{0,06}{500} = 0,001062 \cdot 10^{-6} \text{F}$$

$$= 1,062\text{nF}$$

1.2. Bestimmen Sie die Ladung Q_{B-L} auf der Platte B, die mehr als im ungeladenen Zustand auf der Platte sind.

$$Q_{B-L} = C_L \cdot U_{AB-L}$$

$$Q_{B-L} = -1,062\text{nF} \cdot 100\text{V} = -1,062 \cdot 10^{-9} \frac{\text{As}}{\text{V}} \cdot 100\text{V}$$

$$= -106,2 \cdot 10^{-9} \text{As} = -106,2 \cdot 10^{-9} \text{C}$$

$$= -106,2\text{nC}$$

Lösung - 1. Aufgabe

1.3. Bestimmen Sie die Anzahl der Elektronen n_{B-L} auf der Platte B, die mehr als im ungeladenen Zustand auf der Platte sind.

$$Q_{B-L} = n \cdot e_0 \Rightarrow n = \frac{Q_{B-L}}{e_0}$$
$$n_{B-L} = \frac{106,2 \text{ nC}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = \frac{106,2 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = \frac{106,2 \cdot 10^{10}}{1,602}$$
$$= 66,29 \cdot 10^{10} = 662,9 \cdot 10^9$$

1.4. Bestimmen Sie vom Kondensator gespeicherte Energie W_L .

$$W = F \cdot s = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$$
$$W_L = \frac{1}{2} \cdot 1,062 \text{ nF} \cdot [100 \text{ V}]^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,062 \cdot 10^{-9} \frac{\text{As}}{\text{V}} \cdot 10^4 \text{ V}^2$$
$$= 0,531 \cdot 10^{-5} \text{ Ws} = 5,31 \cdot 10^{-6} \text{ Ws}$$
$$= 5,31 \mu\text{J}$$

Lösung - 1. Aufgabe

1.5. Bestimmen Sie die Kraft F_{AB-L} zwischen den Platten.

$$F_{AB} = \frac{C_L \cdot U_{AB}^2}{2d}$$

$$F_{AB-L} = \frac{1,062nF \cdot (100V)^2}{2 \cdot 500\mu m} = \frac{1,062 \cdot 10^{-9} \frac{As}{V} \cdot 1 \cdot 10^4 \cdot V^2}{10^3 \cdot 10^{-6} m}$$

$$= 1,062 \cdot 10^{-2} \frac{VAs}{m} = 10,62 \cdot 10^{-3} \frac{Ws}{m}$$

$$= 10,62mN$$

1.6. Bestimmen Sie die Feldstärke E_{AB-L} zwischen den Platten.

$$E_{AB} = \frac{U_{AB}}{d} \left[= \frac{F_{AB}}{Q} \right]$$

$$E_{AB-L} = \frac{100V}{500\mu m} = \frac{100V}{500 \cdot 10^{-6} m}$$

$$= 0,2 \cdot 10^6 \frac{V}{m} = 200 \cdot 10^3 \frac{V}{m}$$

$$= \frac{200kV}{m} = \frac{200V}{mm}$$

1. Aufgabe

Nun wird zwischen die Platten Glimmer gegeben. Die Ladung auf dem Kondensator ändert sich dabei nicht.

1.7. Bestimmen Sie die Kapazität C_G des Plattenkondensators mit dem Glimmer.

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} = \epsilon_r \epsilon_0 \cdot \frac{b \cdot h}{d} \quad A = b \cdot h$$

$$\epsilon_{r-\text{Glimmer}} = 8$$

$$A = 200\text{mm} \cdot 300\text{mm} = 60000\text{mm}^2 = 0,06\text{m}^2$$

$$C_L = 8 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot \frac{0,06\text{m}^2}{500\mu\text{m}} = 8 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot \frac{0,06\text{m}^2}{500 \cdot 10^{-6}\text{m}} =$$

$$= 8 \cdot 8,854 \cdot 10^{-6} \frac{\text{As}}{\text{V}} \cdot \frac{0,06}{500} = 70,832 \cdot 10^{-6} \frac{\text{As}}{\text{V}} \cdot \frac{0,06}{500} = 0,008496 \cdot 10^{-6}\text{F}$$

$$= 8,4998\text{nF} \approx 8,5\text{nF}$$

1.8. Bestimmen Sie die Spannung U_{AB-G} des Plattenkondensators mit dem Glimmer.

$$Q_{B-G} = C_G \cdot U_{AB-G} \Rightarrow U_{AB-G} = \frac{Q_{B-G}}{C_G}$$

$$U_{AB-G} = \frac{106,2\text{nC}}{8,5\text{nF}} = \frac{106,2 \cdot 10^{-9}\text{As}}{8,5 \cdot 10^{-9} \frac{\text{As}}{\text{V}}} = 12,49\text{V}$$

1. Aufgabe

1.9. Bestimmen Sie vom Kondensator gespeicherte Energie W_G . ****nicht gefordert****

$$W_G = F \cdot s = \frac{1}{2} \cdot C_G \cdot U_{AB-G}^2$$

$$C_G = 8,5nF \quad \bullet \quad U_{AB-G} = 12,49V$$

$$\begin{aligned} W_L &= \frac{1}{2} \cdot 8,5nF \cdot [12,49V]^2 = \frac{1}{2} \cdot 8,5 \cdot 10^{-9} \frac{As}{V} \cdot 156,0V^2 \\ &= 663,0 \cdot 10^{-9}Ws = 663,0nJ \end{aligned}$$

2. Aufgabe Lösung

Serienschaltung von Kondensatoren

- 2.1. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität C_{345} der Kondensatoren C_3 bis C_5 .
- 2.2. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität C_{2-5} der Kondensatoren C_2 bis C_5 .
- 2.3. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität $C_{AB} = C_{1-5}$ der Kondensatoren C_1 bis C_5 .

Lösung - 2. Aufgabe

2.1. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität C_{345} der Kondensatoren C_3 bis C_5 .

$$C_{345} = C_3 + C_4 + C_5$$
$$C_{345} = 5nF + 15nF + 30nF$$
$$= 50nF$$

2.2. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität C_{2-5} der Kondensatoren C_2 bis C_5 .

$$\frac{1}{C_{2-5}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_{345}}$$
$$\frac{1}{C_{2-5}} = \frac{1}{50nF} + \frac{1}{50nF} = 20 \cdot 10^6 F^{-1} + 20 \cdot 10^6 F^{-1} = 40 \cdot 10^6 F^{-1}$$
$$C_{2-5} = \frac{1}{40 \cdot 10^6 F^{-1}} = 25nF$$

2.3. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität $C_{AB} = C_{1-5}$ der Kondensatoren C_1 bis C_5 .

$$C_{AB} = C_{1-5} = C_1 + C_{2-5}$$
$$C_{AB} = 25nF + 25nF = 50nF$$