Aufgaben Kondensator

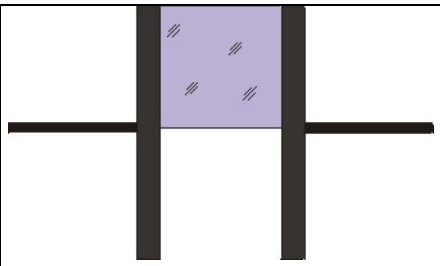
42. Prüfung 1994/1995)
a) Kondensatoren sind in vielen Bereichen der Technik unentbehrliche Bauelemente. Erläutern Sie ein Beispiel für die Anwendung von Kondensatoren.

b) Nennen Sie die Definition des Begriffes „Elektrisches Feld“ und stellen Sie den Zusammenhang zur Größe „Elektrische Feldstärke“ her.

c) Ein Plattenkondensator (Plattenabstand 4,00 mm; Plattenfläche 520 cm²; Dielektrikum Luft) wird bei einer Ladespannung von 2000 V aufgeladen und nach dem Ladevorgang wieder von der Spannungsquelle getrennt.
Berechnen Sie die Kapazität des Kondensators sowie den Betrag der Ladung.
d) In den Innenraum wird nun eine 4,00 mm dicke Glasplatte geschoben. In welcher Weise ändert sich dadurch die Kapazität? Begründen Sie Ihre Aussage. ($\varepsilon_r = 5$)
e) Berechnen Sie die Kapazität jeweils für den Fall, dass die Glasplatte den Innenraum vollständig bzw. genau zur Hälfte ausfüllt.
f) Welche weiteren Möglichkeiten gäbe es, die Kapazität des Kondensators zu vergrößern? Begründen Sie jeweils Ihre Aussage.
g) Die im Kondensator gespeicherte Energie sei nach einer gewissen Zeit auf ein Viertel ihres Ausgangswertes gesunken. Welche Ladung befindet sich zu diesem Zeitpunkt noch auf dem Kondensator?

55. An einen Plattenkondensator mit der Plattenfläche A=500 cm² und dem Plattenabstand d=4mm im Vakuum wird die Spannung U=400 V angelegt.
a) Welche Ladung nimmt der Kondensator auf?
b) Welche Feldstärke hat das elektrische Feld im Kondensator?
c) Wie ändert sich die Ladung und die Feldstärke, wenn der Plattenabstand bei Beibehaltung der Verbindung zur Spannungsquelle auf 6 mm vergrößert wird?
d) Wie ändert sich die Ladung, die Feldstärke und die Spannung, wenn die Vergrößerung des Plattenabstandes nach Abklemmen der Spannungsquelle erfolgt?

Lösungen
42.
a) Beispiele: Glätten von pulsierender Gleichspannung, Sieben von Gleich- und Wechselstrom, Schwingkreis
b) elektrisches Feld: Zustand des Raumes um geladene Körper, erkennbar durch Kraftwirkung auf andere geladene Körper
elektrische Feldstärke: Aussage über der Größe der Kraft auf einen Probekörper

<table>
<tr><td>geg.:</td><td>$d = 4 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{m}$
$A = 520 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{m^2}$
$\varepsilon_{r1} = 1$
$\varepsilon_{r2} = 5$
$U = 2000\ \mathrm{V}$</td><td>ges.:</td><td></td></tr>
<tr><td>Lösung:</td><td colspan="3">c)
$C = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{A}{d}$
$C_1 = 8{,}854 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{F m^{-1}} \cdot 1 \cdot \frac{520 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{m}}{4 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{m}}$
$C_1 = 115\ \mathrm{pF}$
$C = \frac{Q}{U}$
$Q = C \cdot U$
$Q_1 = 115\ \mathrm{pF} \cdot 2000\ \mathrm{V}$
$Q_1 = 2{,}3 \cdot 10^{-7}\ \mathrm{C}$</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">d) Kapazität steigt, da sich die Dielektrizitätskonstante vergrößert, Luft=1
e) Es wird die Kapazität mit der neuen Dielektrizitätskonstante berechnet. Die Kapazität ist die ursprüngliche Kapazität um den Faktor der Dielektrizitätskonstante vergrößert.
$C_2 = C_1 \cdot \varepsilon_{r2}$
$C_2 = 575\ \mathrm{pF}$</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Der Kondensator wird als zwei parallel geschaltete Kondensatoren betrachtet. Der eine ist mit Luft, der andere mit Glas gefüllt. Die Fläche der neuen Kondensatoren entspricht jeweils der Hälfte des ursprünglichen Kondensators.</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">$C_{ges} = C_L + C_G$
$C_{ges} = \varepsilon_0 \cdot \frac{\frac{A}{2}}{d} + \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{\frac{A}{2}}{d}$
$C_{ges} = 57{,}5\ \mathrm{pF} + 287\ \mathrm{pF}$
$C_{ges} = 345\ \mathrm{pF}$</td></tr>
</table>

	f) Fläche vergrößern oder Abstand verkleinern **g)** Ursprüngliche Energie: $E = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$ $E = 2{,}3 \cdot 10^{-4}\ J$ Davon ein viertel: $E_{\frac{1}{4}} = 5{,}75 \cdot 10^{-5}\ J$ Die Ladung: $E = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$ $E = \frac{1}{2} \cdot C \cdot \frac{Q^2}{C^2}$ $E = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$ $Q = \sqrt{2 \cdot E \cdot C}$ $Q = 1{,}15 \cdot 10^{-7}\ C$

55.

geg.:	$A = 500 \cdot 10^{-4}\,m^2$ $d = 4 \cdot 10^{-3}\,m$ $U = 400\,V$ $\varepsilon_r = 1$	ges.:	a) Q b) E

Lösung:

a)

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

$$C = \frac{Q}{U}$$

$$Q = C \cdot U$$

$$Q = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{A}{d} \cdot U$$

$$Q = 4{,}43 \cdot 10^{-8}\,C$$

b)

$$E = \frac{U}{d}$$

$$E = \frac{400\,V}{4 \cdot 10^{-3}\,m}$$

$$E = 100\,000\,\frac{V}{m}$$

c) Wird die Verbindung zur Spannungsquelle beibehalten, ändert sich die Spannung nicht. Da sich aber durch die Vergrößerung des Plattenabstandes die Kapazität verkleinert, verändern sich auch die Ladungen auf den Platten.

$$Q = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{A}{d} \cdot U$$

$$Q = 2{,}95 \cdot 10^{-8}\,C$$

$$E = \frac{U}{d}$$

$$E = 66\,66\,\frac{V}{m}$$

d) Wird Plattenabstand nach dem Abklemmen der Spannungsquelle vergrößert, bleiben die Ladungen auf den Platten erhalten. Damit ändert sich die Spannung zwischen den Platten.

$$Q = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{A}{d} \cdot U$$

$$U = \frac{Q \cdot d}{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot A}$$

$$U = 600\,V$$

Aus der letzten Gleichung ist zu entnehmen, dass U proportional zum Plattenabstand ist. Das heißt, der Quotient aus U und d ist konstant. Das ist aber gerade die Feldstärke, die sich damit nicht ändert.

Antwort:	a) Ladung $4{,}43*10^{-8}$ C b) Feldstärke 100 000 V/m c) Feldstärke: 666 66 V/m Ladung: $2{,}95*10^{-8}$ C d) Feldstärke: 100 000 V/m Spannung: 600 V