

Aufgaben zu Kapazitäten / Kondensatoren

Zusammenschaltung von Kapazitäten

Formeln:

Parallelschaltung

$$C_{\text{ges}} = C_1 + C_2 + C_3$$

Reihenschaltung

$$C_{\text{ges}} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \quad \frac{1}{C_{\text{ges}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

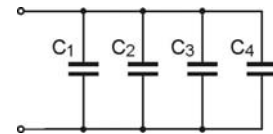
Reihenschaltung n gleicher Kapazitäten

$$C_{\text{ges}} = \frac{C_1}{n}$$

A1: (803)

Berechnen Sie die Gesamtkapazität folgender Schaltung!

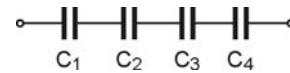
$$C_1 = 0,4 \mu\text{F}, \quad C_2 = 0,2 \mu\text{F}, \quad C_3 = 0,1 \mu\text{F}, \quad C_4 = 0,05 \mu\text{F}$$



A2: (804)

Berechnen Sie die Gesamtkapazität folgender Schaltung!

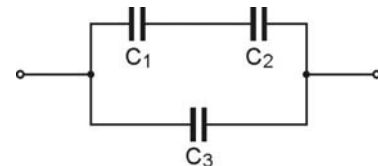
$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = 2 \mu\text{F}$$



A3: (806)

Berechnen Sie die Gesamtkapazität folgender Schaltung!

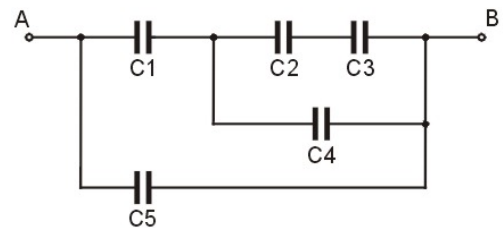
$$C_1 = 2 \mu\text{F}, \quad C_2 = 3 \mu\text{F}, \quad C_3 = 4 \mu\text{F}$$



A4: (807)

Berechnen Sie die Gesamtkapazität folgender Schaltung!

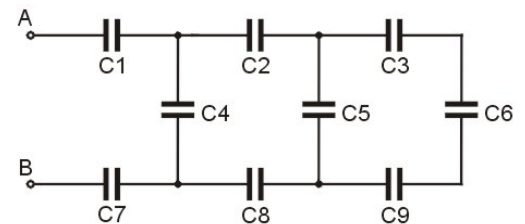
$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C_5 = 450 \text{ pF}$$



A5: (809)

Berechnen Sie die Gesamtkapazität folgender Schaltung!

$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C_5 = C_6 = C_7 = C_8 = C_9 = 200 \text{ pF}$$

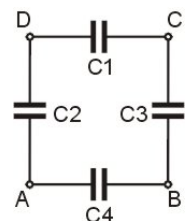


A6: (810)

Berechne die Kapazitäten nebenstehender Schaltung (Bild) bei Anschluss an die Klemmen

a) AB, b) BC, c) CD, d) DA, e) AC und f) BD!

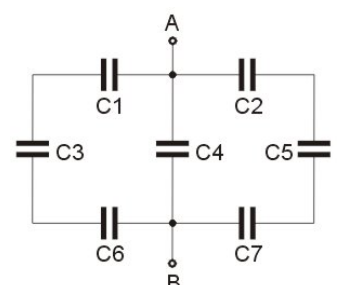
$$C_1 = 400 \text{ pF}, \quad C_2 = 100 \text{ pF}, \quad C_3 = 300 \text{ pF}, \quad C_4 = 200 \text{ pF}$$



A7: (811)

Berechne die Kapazitäten (Bild) bei zwischen den Klemmen A und B!

$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C_5 = C_6 = C_7 = 1,5 \mu\text{F}$$



Aufgaben zu Kapazitäten / Kondensatoren

A8: (812)

Welche Kapazitätswerte haben zwei Kondensatoren, die parallel 300 pF und in Reihe geschaltet 50 pF ergeben?

A9: (814)

Eine gegebene Kapazität von 35 μF soll um 20% vergrößert werden. Welche Kapazität ist anzuschließen? Schaltung?

A10: (815)

Von 3 in Reihe geschalteten Kondensatoren von 150 pF, 250 pF und 480 pF ist der letztgenannte durchgeschlagen. Um a) welchen Wert und b) um wie viel Prozent ist die Kapazität dadurch angewachsen?

A11: (817)

Drei gleich große, im Dreieck geschaltete Kondensatoren haben zwischen je 2 Klemmen eine Kapazität von 2500 pF. Welche Kapazität hat jeder einzelne Kondensator?

A12: (818)

Die Kapazität eines Drehkondensators hat einen Anfangs- bzw. Endwert von 30 pF bzw. 500 pF.

a) Welchen Wert hat das Kapazitätsverhältnis

b) wie ändert sich dieses, wenn ein Blockkondensator von 200 pF in Reihe dazugeschaltet wird?

A13: (820)

Zwei in Reihe geschaltete Kondensatoren von 0,6 μF bzw. 0,3 μF sind auf insgesamt 220 V geladen.

a) Welche Ladungen sitzen auf den Platten

b) welches sind die Teilspannungen?

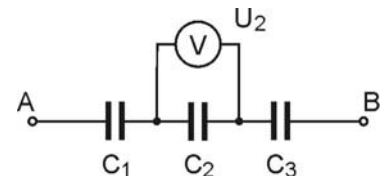
A14: (821)

Zwei in Reihe geschaltete Kondensatoren gleicher Kapazität sind, mit einer Batterie der Spannung U verbunden. Um welchen Betrag ändert sich die an jedem der beiden Kondensatoren liegende Spannung, wenn der eine Kondensator mit einem Dielektrikum (ϵ_r) gefüllt wird?

A15: (822)

Am Kondensator C_2 wird die Spannung $U_2 = 48 \text{ V}$ gemessen. Wie groß sind die Spannungen U_1 , U_3 und die an der Schaltung liegende Gesamtspannung U_{AB} ?

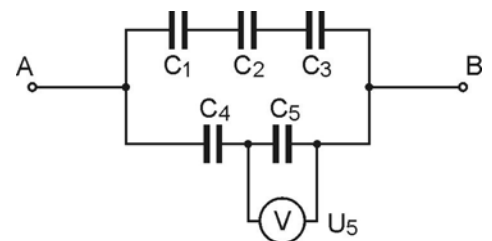
$C_1 = 3 \mu\text{F}$, $C_2 = 5 \mu\text{F}$, $C_3 = 1,5 \mu\text{F}$



A16: (823)

Am Kondensator C_2 wird die Spannung $U_5 = 24 \text{ V}$ gemessen. Welche Spannungen liegen an den übrigen Kondensatoren und wie groß ist die Gesamtspannung U_{AB} ?

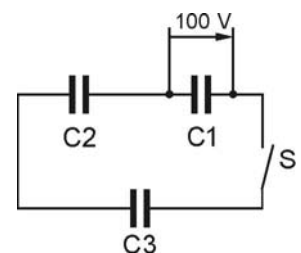
$C_1 = 2 \mu\text{F}$, $C_2 = 3 \mu\text{F}$, $C_3 = 4 \mu\text{F}$, $C_4 = 2 \mu\text{F}$, $C_5 = 3 \mu\text{F}$



A17: (825)

Welche Spannungen U_1 , U_2 , U_3 liegen an den Kondensatoren, wenn anfänglich nur der Kondensator C_1 mit $U = 100 \text{ V}$ geladen ist und hernach der Schalter geschlossen wird?

$C_1 = 3 \mu\text{F}$, $C_2 = 2 \mu\text{F}$, $C_3 = 1 \mu\text{F}$



Aufgaben zu Kapazitäten / Kondensatoren

Berechnung der Kapazität von Kondensatoren

Formeln:

$$Q = UC$$

Zweiplattenkondensator:

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$$

Kondensator mit n-1 Metallfolien und n Isolierplatten:

$$C = (n-1) \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$$

Wickelkondensator:

$$C = \frac{2 \cdot \epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$$

Röhrchenkondensator:

$$C = \frac{2 \cdot \epsilon_0 \epsilon_r \pi l r}{d}$$

Freie Kugel in Luft:

$$C = 4\pi\epsilon_0 r$$

Größe	Zeichen	Einheit
Spannung	U	V
Verschiebungsladung (Ladungsmenge)	Q	C=As
Kapazität	C	F=As/V
Dielektrizitätszahl	ϵ_r	
Oberfläche	A	m ²
Dicke Dielektrikum	d	m
mittlerer Röhrchenradius	r	m
Länge	l	m
Kugelradius	r	m
elektrische Feldkonstante	ϵ_0	As/Vm

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

A18: (828)

Ein Blockkondensator besteht aus 18 Aluminiumfolien mit einer wirksamen Oberfläche von je 14 mm X 28 mm und Glimmerscheiben von je 0,06 mm Dicke ($\epsilon_r = 7,0$). Wie groß ist seine Kapazität?

Nach einer Reparatur hatte dieser Kondensator eine Kapazität von nur noch 4850 pF. Wie viel Metallfolien waren entfernt worden?

A19: (830)

Ein Wickelkondensator enthält 2 paraffinierte Papierstreifen ($\epsilon_r = 2,16$) von 0,025 mm Dicke und 2 Metallfolien von je 12 m Länge und 5 cm Breite. Wie groß ist seine Kapazität?

A20: (831)

Wie viel Meter Wickelband sind erforderlich, um eine Kapazität von 2 F zu erzielen? Das Band besteht aus zwei paraffinierten Papierstreifen ($\epsilon_r = 2,16$) von 0,032 mm Dicke und 2 Aluminiumfolien von 38 mm Breite.

A21: (834)

Die Belegungen eines Röhrchenkondensators sind 15 mm lang, der Außendurchmesser beträgt 5 mm, die Dicke des Dielektrikums 0,16 mm ($\epsilon_r = 55$). Wie groß ist die Kapazität?

A22: (835)

Wie dick muss das Dielektrikum ($\epsilon_r = 82$) eines Röhrchenkondensators von 20 mm wirksamer Belagslänge sein, wenn bei einem Außendurchmesser von 6 mm die Kapazität 2 nF betragen soll?

A23: (838, 839)

Welche Kapazität hat eine Kugel von 1 cm Radius?

Welche Kapazität hat die Oberfläche der Erdkugel? (Erdradius $r = 6378 \text{ km}$)

A24: (840)

Auf den wievielfachen Wert steigt die Kapazität eines Kondensators mit n Platten, wenn alle linearen Abmessungen verdoppelt werden?

A25: (841)

Auf den wievielfachen Wert steigt die Kapazität eines Röhrchenkondensators, wenn die linearen Abmessungen verdoppelt werden, die Schichtdicke jedoch dieselbe bleibt?

A26: (843)

Welche Oberfläche müsste ein Zweiplattenkondensator haben, wenn er bei einer Spannung von 220 V und einem Plattenabstand von 1 mm die Ladung 1 C tragen soll?

Aufgaben zu Kapazitäten / Kondensatoren

Berechnung der Kapazität von Kabeln und Leitungen

Formeln:

Konzentrisches Kabel:

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_r l}{\ln \frac{r_a}{r_i}}$$

Einzelleitung:

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_r l}{\ln \frac{2h}{r}}$$

Doppelleitung:

$$C = \frac{\pi\epsilon_0\epsilon_r l}{\ln \frac{d}{r}}$$

Größe	Zeichen	Einheit
Spannung	U	V
Kapazität	C	F=As/V
Dielektrizitätszahl	ϵ_r	
Radius Innenleiter	r_i	m
Radius Außenleiter	r_a	m
mittlerer Röhrrchenradius	r	m
Länge	l	m
Radius des Einzeldrahtes	r	m
Leiterabstand	d	m
Höhe über Erdboden	h	
elektrische Feldkonstante	ϵ_0	As/Vm
	$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm} = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Vm}}$	

A27: (844, 845)

Welche Kapazität hat ein abgeschirmtes Antennenkabel von 18 m Länge mit den Durchmessern $d_a = 8 \text{ mm}$ und $d_i = 0,8 \text{ mm}$? ($\epsilon_r = 2,4$) Wie lang darf dieses Kabel höchstens sein, wenn die Kapazität 850 pF nicht überschreiten soll?

A28: (846)

Welchen Durchmesser muss der Außenleiter eines konzentrischen Kabels von 12 m Länge haben, wenn bei einem Durchmesser des Innenleiters von 2,4 mm die Kapazität 600 pF betragen soll ($\epsilon_r = 2,4$)?

A29: (847)

Ein konzentrisches Kabel soll je Kilometer eine Kapazität von 50 nF aufweisen. Welchen Durchmesser muss der Außenleiter bei folgenden Durchmessern des Innenleiters haben ($\epsilon_r = 2,4$):

a) 1 mm, b) 2 mm, c) 3 mm, d) 4mm?

A30: (848)

In welchem Verhältnis müssen die Durchmesser von Außen- und Innenleiter eines Kabels von 0,3 μF je Kilometer zueinander stehen ($\epsilon_r = 2,1$)?

A31: (849)

Eine durchschnittlich 7,5 m über dem Erdboden verlaufende Telegrafenerleitung von 85 km Länge hat einen Durchmesser von 3 mm. Welche Kapazität hat sie?

A32: (850)

Um die Bruchstelle einer in 6,5 m Höhe verlaufenden Telegrafenerleitung (Durchmesser 2,5 mm) zu finden, wurde die Kapazität gemessen und mit 0,043 μF bestimmt. In welcher Entfernung befindet sich die Unterbrechung?

A33: (851)

Um wie viel Prozent verringert sich die Kapazität einer in 3,5 m Höhe laufenden 2,5 mm dicken Einzelleitung, wenn sie 1m höher verlegt wird?

A34: (852)

Welche Kapazität hat eine Doppelleitung von 75 m einfacher Länge, deren beide Drähte von 3,5 mm Dicke im Abstand von 15 cm verlaufen?

A35: (853)

Zwei parallele Drähte von 1,8 mm Durchmesser werden durch solche von 2,5 mm Durchmesser ersetzt. Um das Wievielfache muss ihr Abstand vergrößert werden, wenn sich die Kapazität nicht verändern soll?

A36: (854)

Der 20 cm betragende Abstand der beiden Drähte (Durchmesser 2 mm) einer Doppelleitung wird verdoppelt. Das Wievielfache kann bei gleicher Kapazität die Länge betragen?

A37: (855)

Wie muss der Abstand zweier paralleler Drähte verändert werden, wenn bei a) doppelter und b) dreifacher Leitungslänge die Kapazität unverändert bleiben soll?

A38: (856)

Mit Berücksichtigung der Erde ist die Kapazität einer Doppelleitung: Unter welcher Voraussetzung kann statt dessen die eingangs angeführte Gleichung verwendet werden?

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0 l}{\ln \frac{(2h/r)^2}{1 + (2h/d)^2}}$$

Aufgaben zu Kapazitäten / Kondensatoren

Kapazitäten im geschichteten Dielektrikum

Formeln:

$$U_1 = \frac{U\alpha}{1+\alpha}, \quad U_2 = \frac{U}{1+\alpha}$$

wobei:

$$\alpha = \frac{U_1}{U_2} = \frac{\epsilon_2 d_1}{\epsilon_1 d_2} \quad C = \epsilon_0 A \frac{\epsilon_1 \epsilon_2}{\epsilon_2 d_1 + \epsilon_1 d_2}$$

Größe	Zeichen	Einheit
Spannung	U, U ₁ , U ₂	V
Schichtdicken	d ₁ , d ₂	C=As
Dielektrizitätszahlen	ε ₁ , ε ₂	
Kapazität des Plattenkondensators mit zweifach geschichtetem Dielektrikum	C	F=As/V

A39: (857)

Zwischen 2 Kondensatorplatten (Abstand 8 mm, U = 2500 V) befindet sich eine Glasplatte von 2,5 mm Dicke (ε_r = 7,5). Der restliche Zwischenraum ist mit Luft gefüllt. Berechne

- die beiden Teilspannungen im Glas und im Luftspalt und
- die Feldstärken.

A40: (858)

Die Glasplatte in der vorigen Aufgabe ist bei sonst gleichen Verhältnissen 7,8 mm dick. Wie groß sind

- die Teilspannungen,
- die Feldstärken?
- Weshalb wird die Luftschicht nunmehr durchschlagen?

A41: (859)

Die beiden auf 1500 V geladenen Platten eines Kondensators sind 0,2 mm dick mit Schellack (ε_r = 3,0) überzogen. Der Luftzwischenraum beträgt 0,5 mm.

- Welche Spannung liegt an der Luftschicht?
- Welche Feldstärken herrschen in der Luft und im Lack?
- Wie groß ist die Feldstärke in der Luft, wenn der Lacküberzug fehlt?

A42: (860)

Welche Kapazitäten ergeben sich bei einer Plattengröße von 15 cm² für den in Aufg. A41 behandelten Kondensator

- mit und
- ohne Lacküberzug und
- wenn der Zwischenraum ganz mit Schellack ausgefüllt ist?

A43: (861, 862, 864)

Zwischen 2 auf die Spannung U geladene Kondensatorplatten werden Hartgummischeiben verschiedener Dicke eingeschoben. Welcher formelmäßige Ausdruck ergibt sich für die Feldstärke im Hartgummi, dessen Dicke hierbei mit d₁ einzusetzen ist?

Berechne nach der ermittelten Formel die Feldstärke in Hartgummi (ε_r 3,0) von a) 0,1 mm, b) 1 mm, c) 2 mm, d) 3 mm, e) 4 mm, f) 5 mm und g) 6 mm Dicke Der Plattenabstand des auf 4000 V geladenen Kondensators betrage in allen Fällen 6 mm.

Stelle den Verlauf der Feldstärke im Luftspalt und im Dielektrikum in Abhängigkeit von der Dicke der Luftschicht grafisch dar.

A44: (865)

Wie dick darf eine in den 5 mm breiten Luftzwischenraum eines auf 3000 V geladenen Kondensators geschobene Glimmerscheibe (ε_r = 7,0) höchstens sein, wenn die verbleibende Luftstrecke nicht durchschlagen werden soll (d.h. bei 20000 V/cm)?

A45: (866)

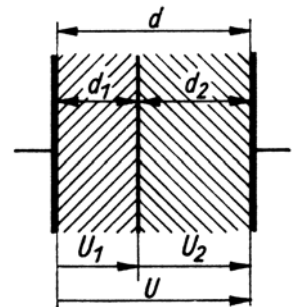
Zwischen den 12 cm² großen Platten eines Kondensators ist eine Quarzscheibe (ε_r = 3,7) von 4 mm Dicke eingeklemmt. Wegen mangelhafter Bearbeitung ist beiderseits eine Luftschicht von je 0,05 mm mittlerer Dicke vorhanden. Berechne

- die Kapazität in diesem Zustand,
- die Kapazität bei einwandfreiem Schliff und
- wenn die Quarzscheibe zur Verhinderung von Sprühentladungen mit Paraffin (ε_r = 2,1) von 0,1 mm mittlerer Schichtdicke eingekittet ist.

A46: (867, 868)

Die Platten eines Kondensators von 20 cm² Oberfläche sollen zum Schutz gegen Kurzschluß mit einem Lacküberzug (ε_r = 3,0) versehen werden. Die Kapazität soll 20 pF betragen. Wie dick muß der Überzug sein, wenn die Platten unlackiert einen Abstand von 1 mm haben?

Welche Spannung darf an diesem Kondensator höchstens liegen, wenn die Feldstärke im Luftzwischenraum 8000 V/cm nicht überschreiten soll?



Aufgaben zu Kapazitäten / Kondensatoren

Ein- und Ausschaltvorgänge mit Kapazitäten

Formeln:

Zeitkonstante:

$$\tau = RC$$

Ladestrom:

$$i = I e^{-t/\tau}$$

Entladestrom:

$$i = -I e^{-t/\tau}$$

Ladespannung:

$$u = U (1 - e^{-t/\tau})$$

Entladespannung:

$$u = U e^{-t/\tau}$$

Energie des Kondensators

$$W = \frac{1}{2} CU^2$$

Größe

Zeichen Einheit

Größe	Zeichen	Einheit
Zeitkonstante	τ	s
Basis natürl. Logarithmus (Eulersche Zahl)	e	
Momentanwerte von Strom, Spannung	i, u	A, V
Anfangs- bzw. Endwerte von Strom, Spannung	I, U	A, V
Energie des Kondensators	W	Ws

A47: (869, 870)

Ein Kondensator von 2 μF wird über einen Widerstand von 3 M Ω auf eine Spannung von 150 V geladen. Welche Werte hat der Ladestrom a) 0,3 s, b) 1,2 s, c) 2,4 s, d) 6 s und e) 15 s nach dem Einschalten? Welche Spannung liegt zu diesen Zeitpunkten an dem Kondensator?

A48: (871)

Ein auf 320 V geladener Kondensator von 1,5 μF wird über einen Widerstand von 80 k Ω entladen. Welche Werte hat die noch vorhandene Spannung nach:

a) 0,006 s, b) 0,012 s, c) 0,06 s, d) 0,12 s und e) 0,36 s?

A49: (872)

Nach welcher Zeit sinkt der Ladestrom eines über einen Vorschaltwiderstand von 2,5 M Ω zu ladenden Kondensators von 0,2 μF auf die Hälfte seines Anfangswertes ab?

A50: (873)

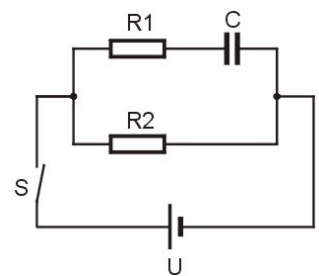
Ein Kondensator von 3,5 μF soll mit einem Vorschaltwiderstand von 500 Ω eine Zeitkonstante von 0,002 s ergeben. Welche Kapazität ist noch parallel zu schalten?

A51: (874)

Es liegen zwei Kondensatoren von 1,8 μF bzw. 2,5 μF sowie ein Widerstand von 85 k Ω in Reihe. Welche Zeitkonstante hat das System?

A52: (875)

Berechne formelmäßig den durch die nebenstehende Schaltung fließenden Ladestrom (2 Teilströme!) bei gegebener Spannung U. Welche Werte hat der Strom zur Zeit $t = 0$ und $t = \infty$? (Bild)



A53: (876)

Wie viel Sekunden nach dem Einschalten sind die durch R_1 und R_2 fließenden Ströme gleich groß, wenn $R_1 = 2 \text{ M}\Omega$, $R_2 = 5 \text{ M}\Omega$, $C = 2 \mu\text{F}$ und $U = 60 \text{ V}$ betragen? (Bild)

A54: (877)

Welchen Wert muss der Widerstand R_2 haben, wenn der Strom durch R_2 gleich dem halben Anfangswert des durch R_1 fließenden Stromes sein soll ($R_1 = 0,25 \text{ M}\Omega$, $U = 125 \text{ V}$, $C = 0,8 \mu\text{F}$)? (Bild)
Wie viel Sekunden nach dem Einschalten sind die Ströme gleich groß?

A55: (878)

Welche Kapazität muss der Kondensator haben, wenn 1,5 s nach dem Einschalten der Gesamtstrom die Hälfte des Anfangsstromes betragen soll?
 $R_1 = 50 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 80 \text{ k}\Omega$, $U = 300 \text{ V}$ (Bild)

A56: (EU5511)

Ein Kondensator von 10 μF wird über einen Vorwiderstand $R_1 = 1 \text{ M}\Omega$ an Gleichspannung von 110V aufgeladen. Berechnen Sie die Zeitkonstante und die Ladezeit!

A57: (EU5512)

Ein Kondensator von 4,7 μF ist an Gleichspannung von 220V aufgeladen. Nun wird er einen Widerstand $R_e = 1,5 \text{ M}\Omega$ entladen. Berechnen Sie die Zeitkonstante und die Entladedauer!

Aufgaben zu Kapazitäten / Kondensatoren

A58: (EU5513)

Eine Reihenschaltung besteht aus einem Widerstand $R = 100 \Omega$ und einem Kondensator. Nach einer Zeit von $0,1 \text{ ms}$ fließt kein Strom mehr. Welche Kapazität hat der Kondensator?

A59: (EU5514)

Aus Sicherheitsgründen muss nach DIN VDE ein Kompensationskondensator von $6 \mu\text{F}$ in 60s von $U = 230 \text{ V}$ auf $U \leq 50 \text{ V}$ entladen sein: Berechnen Sie den Entladewiderstand!

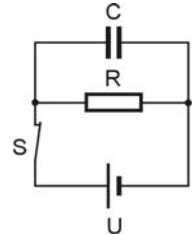
A60: (EU5515)

Ein Kondensator wird im ungeladenen Zustand über einen Widerstand an eine Gleichspannung von $U = 1 \text{ kV}$ angelegt. Berechnen Sie die Kondensatorspannung nach 4τ !

A61: (EU5523)

Ermitteln Sie im nebenstehenden Bild bei gegebener Spannung $U = 220\text{V}$ und Kapazität $C = 12 \mu\text{F}$:

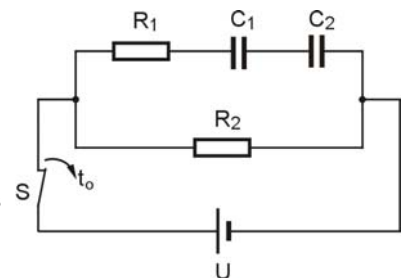
- den Strom durch den Widerstand $R = 1,5 \text{ k}\Omega$ wenn der Schalter S geschlossen und der Kondensator voll geladen ist
- die Zeitkonstante der Schaltung beim Entladen (Schalter geöffnet)
- die Spannung am Kondensator genau $8,4 \text{ ms}$ nach dem Öffnen des Schalters S
- den Strom durch den Widerstand R $33,6 \text{ ms}$ nach dem Öffnen des Schalters S
- die Energie des geladenen Kondensators!



A62: (EU5524)

Die gemischte Schaltung aus den Widerständen $R_1 = 220 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$, $C_1 = 6,8 \mu\text{F}$, $C_2 = 3 \mu\text{F}$ wird über den Schalter S an DC 120V geschaltet. Berechnen Sie

- die Zeitkonstante τ für den Ladevorgang
- die maximale Stromstärke der Gesamtschaltung beim Laden
- die Stromstärke der Gesamtschaltung 130 ms nach dem Schließen des Schalters S
- die Spannung und die Energie an C_1 und C_2 nach Beenden des Ladevorgangs
- der Entladestrom nach 180 ms nach dem Öffnen des Schalters S ! (Kondensatoren zuvor voll geladen)!



A63: (EU5526)

Eine Zeitverzögerung ist mit einem Relais K_1 , dem Widerständen $R = 1 \text{ k}\Omega$ und einem Kondensator $C = 1800 \mu\text{F}$ wie im nebenstehenden Bild aufgebaut. Der Widerstand des Relais beträgt 570Ω , die Abfallspannung 9V und die Betriebsspannung U beträgt 24 V .

Es ist zu berechnen:

- die Stromstärke im Einschaltmoment
- den Betriebsstrom
- die Zeit, nach der das Relais abfällt nachdem die Betriebsspannung U abgeschaltet wurde
- die Energie des Kondensators im Moment des Abfallens des Relais!

