

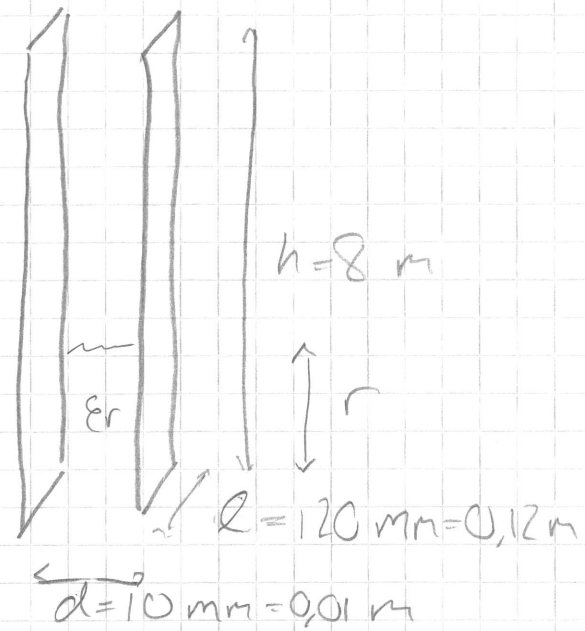
Övning 3 - uppgi fler 3.1

Oljenivåmätare - I 2002-03-05

Givet: platt kondensator

$\epsilon_r = 5,6$ för olja

Sökt: plotte C som funktion av oljans höjd i ett diagram med gradeade axlar



Formler $\rightarrow$ övning 3 $\rightarrow$ plattkondensator

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d} \quad (3,3)$$

ϵ_0 - elektriska konstanten

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

Dela upp C för olja och luft

Anta: $\epsilon_r = 1$ för luft

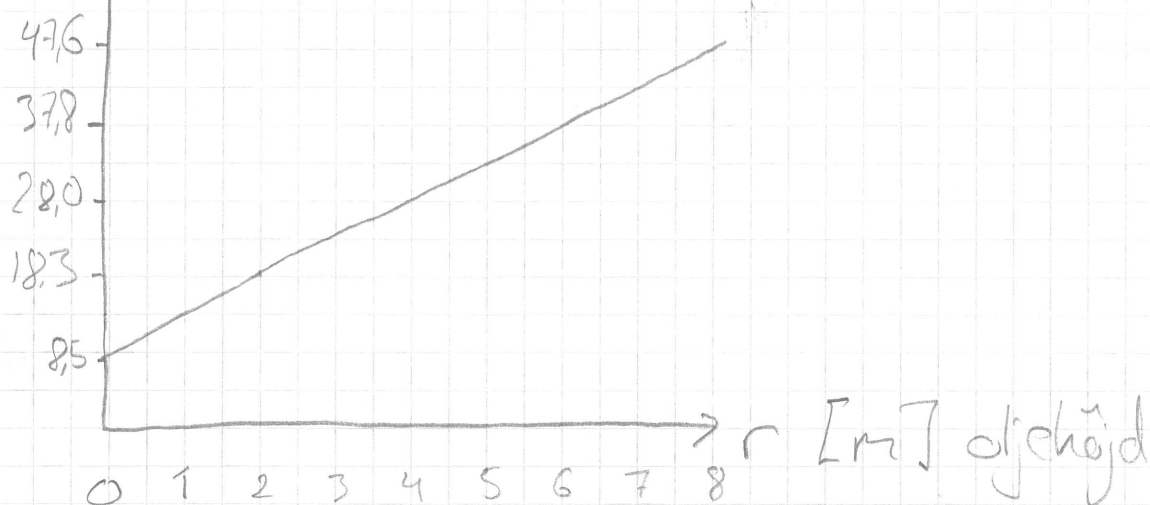
$$\Rightarrow C_{\text{tot}} = \{C_{\text{parallell}} = C_1 + C_2\} = C_{\text{luft}} + C_{\text{olja}} =$$

$$= \epsilon_0 \frac{(h-r) \cdot l}{d} + \epsilon_0 \epsilon_r \frac{r \cdot l}{d} = \frac{\epsilon_0 l}{d} (h + (\epsilon_r - 1)r) =$$

$$= \frac{8,85 \cdot 0,12 \cdot 10^{-12} \text{ F}}{0,01 \text{ m}} (8 \text{ m} + 4,6 \cdot r) =$$

$$= 8,496 \cdot 10^{-10} \text{ F} + 4,8852 \cdot 10^{-10} \text{ F/m} \cdot r$$

Kapacitans C_{tot} [10^{-10} F]



Gnista - I 2003-01-13

1

Givet: Gnista från fingertopp $d = 9 \text{ mm} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

Sökt: Uppskatta storleksordning på energi från gnistan

överslag - $E_B = 2 \text{ MV/m}$ måste nås för gnistan ska ske
fält i luft

Antas: avståndet mellan diskbänkens vattenkran och finger agerar plattkondensator
som en

Kapacitans $C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$ (3.3)

Laddning $Q = C \cdot U = \epsilon_0 \frac{A}{d} U =$ (3.2)

$= \{(3.4)\} = \epsilon_0 \frac{A}{d} E d = \epsilon_0 A E$ (1)

$E = \frac{U}{d}$ (3.4)

$$\begin{aligned} \text{energi} \cdot W &= \frac{1}{2} C U^2 = \frac{Q}{2} U = \{(3.4) - (3.3)\} = \\ &= \frac{\epsilon_0 A \epsilon \cdot E d}{2} = \frac{\epsilon_0 E^2 d A}{2} \\ &= \frac{8.85 \cdot 10^{-12} \cdot 4 \cdot 10^{12} \cdot 9 \cdot 10^{-3}}{2} = 0.16 \frac{\text{J}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

Hur stor är A?

+Q och -Q alltid lika i kondensator,
så måste uppskatta minsta arean

$$\therefore A_{\text{fingertopp}} \approx 1 \text{ cm}^2 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow W \approx \underline{\underline{2 \cdot 10^{-5} \text{ J} = 20 \mu\text{J}}}$$

Kondensator mikrofon - MT 2005-06-01

2 Givet: $C = 11 \mu\text{F}$; vila $U = 12 \text{ V}$ $f = 500 \text{ Hz}$

Sökt: Stör då plattavståndet
varierar mellan d_{min} och

Antas: $\epsilon_r \approx 1$ i luft

$$\begin{aligned} d_{\text{min}} &= 0.495 \text{ mm} \\ d_{\text{max}} &= 0.505 \text{ mm} \\ \Rightarrow d_{\text{vila}} &= 0.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$C_{\text{vila}} = \{(3.3)\} = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d_{\text{vila}}} \approx \frac{\epsilon_0 A}{d_{\text{vila}}}$$

$$\Rightarrow A = \frac{C_{\text{vila}} \cdot d_{\text{vila}}}{\epsilon_0} = 0.62 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Uppställa ström som

$$J = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \{Q = C \cdot U\} = \frac{\Delta C \cdot U}{\Delta t} = \left\{ \frac{3.3}{\epsilon_0 \Delta d} \right\} = \epsilon_0 \frac{A \cdot U}{\Delta d \Delta t}$$

på halva perioden av f rör sig

$$\Delta d = 0,505 - 0,495 = 0,01 \text{ nm} = 10 \mu\text{m} = 10^{-5} \text{ m}$$

$$\Delta t = \frac{1}{2f} = \frac{1}{1000} = 1 \text{ ns} = 10^{-3} \text{ s}$$

$$\Rightarrow J = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,62 \cdot 10^3 \cdot 12 \text{ V}}{10^{-5} \text{ m} \cdot 10^{-3} \text{ s}} =$$

$$= 10^{-1} \cdot 8,85 \cdot 0,62 \cdot 12 = 6,6 \text{ A}$$

Kondensatormikrofon - 2005-06-01

2] Giv $C_0 = 11 \mu\text{F}$, $U = 12\text{V}$

Ante: $f = 500\text{ Hz}$

harmonisk sinus-förändring

$$d(t) = \frac{\Delta d}{2} \sin(\omega t) + d_0$$

A

$d_0 = 0,5\text{ mm}$

$\Delta d = 10\text{ }\mu\text{m}$

när d ändras kommer C ändras.

$$C = \left\{ (3.3) \right\} = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d(t)} = \Delta C + C_0$$

om spänning är konstant kommer Q ändras.

$$Q = \left\{ (3.1) \right\} = C U = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A U}{d(t)} = \Delta Q + Q_0$$

Q_0 kommer inte ge upphov till någon ström, vad är kvar?

$$\frac{\epsilon_0 \epsilon_r A U}{d_0}$$

$$Q(t) = Q_0 + \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A U}{(\Delta d/2) \sin(\omega t)}$$

$$I = \frac{dQ}{dt} = \left\{ Q - C U \right\} = U \frac{dC}{dt} + \underbrace{C \frac{dU}{dt}}_{=0} = U \frac{dC}{dt} = \left\{ C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d} \right\} =$$

$$= U \frac{dC}{dd} \frac{dd}{dt} + U \frac{dC}{dA} \frac{dA}{dt} = U \frac{dC}{dd} \frac{dd}{dt} \quad \underbrace{\frac{dA}{dt}}_{=0}$$

$$\frac{dC}{dd} = \epsilon_0 \epsilon_r A \frac{d(d^{-1})}{dd} = - \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d^2} = - \frac{C}{d}$$

$$\frac{dd}{dt} = \frac{d}{dt} \left(d_0 + \frac{\Delta d}{2} \sin(2\pi f t) \right) =$$

$$= \frac{2\pi f \Delta d}{2} \cos(2\pi f t)$$

$$\Rightarrow I = - \underbrace{\frac{U \cdot C}{d}}_{\approx d_0} \cdot \frac{2\pi f \Delta d}{2} \cos(2\pi f t) \approx$$

$$\approx - \frac{U \cdot C}{d_0} \frac{2\pi f \Delta d}{2} \cos(2\pi f t)$$

Sätt in värden $\frac{C}{V}$ s^{-1}

$$I \approx - \frac{12V \cdot 11 \cdot 10^{-6} F}{5 \cdot 10^{-4} m} \cdot \frac{2\pi \cdot 500 Hz \cdot 10^{-5} m}{2} \cos(2\pi f t) =$$

$$= 0,0041 \frac{C/s}{A} \cdot \cos(2\pi f t) = 4,1 \text{ nA} \cos(2\pi f t)$$

Detta räcker, kan även ta fidsnöd-
värdet av absolutbeloppet:

$$\langle \sqrt{I^2} \rangle = 4,1 \text{ nA} \langle \sqrt{\cos^2(2\pi f t)} \rangle = 4,1 \text{ nA} \sqrt{\langle \cos^2(2\pi f t) \rangle} =$$

$$= \frac{4,1 \text{ nA}}{\sqrt{2}} \approx 2,9 \text{ nA}$$

Givarsignal - I 2005-01-11

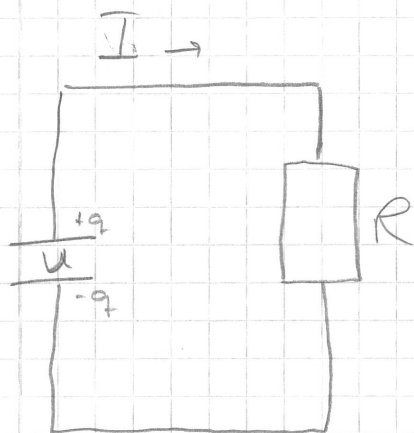
2

Givet: $c = 80 \text{ pF/m}$, $r = 0,04 \text{ } \Omega/\text{m}$
 $t = 100 \text{ ns}$

Sökt: längd l_{max} på kabeln för att
 överföra störningar som varierar
 på $t = 100 \text{ ns} \leq \tau_{\text{RC}}$

$$C = c \cdot l, \quad R = r \cdot l$$

se kabeln som en RC-krets $\sum I_k = 0$



Kirchoffs ström lag: $I_{\text{in}} = I_{\text{ut}}$
 strömmen som laddar ur C
 måste gå genom R
 $I = \frac{V}{R}$ Ohm's lag

$$\Rightarrow C \frac{dV}{dt} + \frac{V}{R} = 0$$

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{dC U}{dt} + r \frac{dU}{dt}$$

$$\Rightarrow V(t) = V_0 e^{-t/\tau_{\text{RC}}}$$

where $\tau_{\text{RC}} = RC$ is defined as when the
 voltage has dropped to $V = \frac{V_0}{e}$

$\therefore l_{\text{max}}$ fås genom att $\tau_{\text{RC}} = t = 100 \text{ ns}$

$$\Rightarrow RC = cr l^2 = t$$

$$\Rightarrow l = \sqrt{\frac{t}{cr}} = \sqrt{\frac{100 \cdot 10^{-9} \text{ s}}{80 \frac{\text{pF}}{\text{m}} \cdot 0,04 \frac{\Omega}{\text{m}}}} = \underline{\underline{177 \text{ m}}}$$

Pixelkondensator - I 2002-01-09

2

Givet: vill maximera energi-densitet
i bild punkt, som kan ses
som en liten kondensator

Sökt: Hur inverkar plattavstånd d , $w_E = \frac{W}{V}$
plattstorlek A , och isolerings-
material på detta?

$$\text{Energi: } W = \frac{1}{2} C U^2 \quad (3.2)$$

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d} \quad (3.3)$$

$$E = \frac{U}{d} \quad (3.4)$$

$$V = A \cdot d$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow w_E = \frac{W}{V} &= \frac{\frac{1}{2} C U^2}{A \cdot d} = \frac{\frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r A E^2 d^2}{A \cdot d} = \\ &= \frac{\epsilon_0 \epsilon_r E^2}{2} \end{aligned}$$

$\therefore$ oberoende av d och A , vill maximera E
parametrar för isoleringsmaterial

ϵ_r så stor som möjligt (relativa permittivitet)

E_B överslagsfältet i materialet,

dvs överslags hållfastheten