

Anwendung elektromagnetische Wellen

Aufgabe 1

Die maximale Stromstärke in der Mitte eines Dipols von 60cm Länge beträgt 60mA . Wie groß ist sie in dem Punkt, der 15cm vom Ende entfernt ist? Wo beträgt die Stromstärke 30mA ? Geben Sie die Frequenz der Grundschwingung und der beiden ersten Oberschwingungen an!

Aufgabe 2

Ein Dipol wird mit einem Sender der Frequenz $f = 680\text{MHz}$ in der zweiten Oberschwingung angeregt.

- Welche Länge hat der Dipol?
- Geben Sie die Frequenzen der Grund- und ersten Oberschwingung an! Welche Länge besitzt dann jeweils der Dipol?

Aufgabe 3

Ein stabförmiger Dipol schwingt mit der Grundfrequenz $f = 460\text{MHz}$.

- Welche Induktivität besitzt die Spule des Erregerschwingkreises, wenn die Kapazität dieses Kreises $C = 1\text{pF}$ beträgt?
- Bestimmen Sie die Wellenlänge der abgestrahlten Dipolstrahlung!
- Welche Länge besitzt der Dipol?
- Bestimmen Sie die Länge des Dipols, wenn dieser mit der ersten bzw. zweiten Oberschwingung schwingt!

Aufgabe 4

Ein Dipol der Länge $l = 1,2\text{m}$ soll durch einen Schwingkreis zu Schwingungen angeregt werden. Der Schwingkreis besteht aus einer Spule der Induktivität $L = 5\text{mH}$ und einem Kondensator der Kapazität $C = 100\text{nF}$. Welche Zusatzkapazität C_x muss zugeschaltet werden, damit Schwingkreis und Dipol bzgl. der Grundschwingung in Resonanz schwingen? Fertigen Sie eine Schaltskizze an! Wie kann bei gleichbleibender Kapazität C der Resonanzfall noch erreicht werden?

Lösungen**Aufgabe 1**

$$I = I_{\max} \sin 45^\circ = 60 \text{mA} \sin 45^\circ = 42,43 \text{mA}$$

$$I = \frac{I_{\max}}{2} = I_{\max} \sin 30^\circ \quad s = 10 \text{cm vom Ende.}$$

$$f_1 = n \cdot \frac{c}{2l} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,2 \text{m}} = 250 \text{MHz}$$

$$f_2 = 2f_1 = 500 \text{MHz}$$

$$f_3 = 3f_1 = 750 \text{MHz}$$

Aufgabe 2

a) Aus $f = n \cdot \frac{c}{2l}$ folgt $l = \frac{nc}{2f_n}$ $n = 3$ (2. Oberschwingung)

$$l = \frac{3 \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2 \cdot 680 \cdot 10^6 \text{Hz}} = 0,66 \text{m}$$

b) $n=1$ (Grundschiwingung)

$$f_1 = \frac{f_3}{3} = 226,7 \text{MHz} \Rightarrow \lambda_1 = 1,32 \text{m}$$

$$n=2 \text{ (1. Oberschwingung)} \quad f_2 = 2f_1 = 453,3 \text{MHz}$$

Aufgabe 3

a) $f = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \Rightarrow L = \frac{1}{4\pi^2 C \cdot f^2} = \frac{1}{4\pi^2 \cdot 10^{-12} \cdot 4,6^2 \cdot 10^{16}} \text{H} = 1,2 \cdot 10^{-7} \text{H}$

b) $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2,9979 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{4,6 \cdot 10^8 \text{s}^{-1}} = 0,65 \text{m}$

c) $l = n \cdot \frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{2} = 0,325 \text{m}$

d) $l = 2 \cdot \frac{\lambda}{2} = 0,65 \text{m}; l = 3 \cdot \frac{\lambda}{2} = 0,975 \text{m}$

Aufgabe 4

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{5 \cdot 10^{-3} \text{ H} \cdot 10^{-7} \text{ F}}} = 7,1178 \cdot 10^3 \text{ Hz} \Rightarrow f_1 = 7,1 \text{ kHz}$$

$$l = \frac{n}{2} \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{2l}{n} = \frac{2,4 \text{ m}}{1} = 2,4 \text{ m}$$

$$f_2 = \frac{c}{\lambda} = \frac{2,9979 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2,4 \text{ m}} = 124,9 \text{ MHz} = 125 \text{ MHz}$$

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{\sqrt{10^{-7} \text{ F}}}{\sqrt{C^*}} \Rightarrow C^* = \frac{10^{-7} \text{ F} \cdot 7,118^2 \cdot 10^6}{1,25^2 \cdot 10^{16}} = 3,24 \cdot 10^{-16} \text{ F}$$

Die Gesamtkapazität eines Schwingkreises wird verkleinert durch die Reihenschaltung eines Kondensators C_x zum Kondensators C . Es gilt dann:

$$C^* = \frac{C_x C}{C_x + C} \Rightarrow C^* C_x + C^* C = C_x C \Rightarrow C_x = 3,24 \text{ pF}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L^* C}} \Rightarrow L^* = \frac{1}{4\pi^2 C \cdot f^2} = \frac{1}{4\pi^2 \cdot 10^{-7} \cdot 1,56 \cdot 10^{16}} = 1,6 \cdot 10^{-11} \text{ H}$$

Die Gesamtinduktivität des Kreises wird durch die Parallelschaltung einer Spule L_x zur Spule L verkleinert.

$$L^* = \frac{L_x L}{L_x + L} \Rightarrow L_x = \frac{L L^*}{L - L^*} = 1,6 \cdot 10^{-11} \text{ H}$$

Anderer Weg:

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{\sqrt{L_1}}{\sqrt{L_2}} \Rightarrow L_2 = L_1 \frac{f_1^2}{f_2^2} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{(7,1 \cdot 10^3)^2}{(1,25 \cdot 10^8)^2} \text{ H} \approx 1,61 \cdot 10^{-11} \text{ H}$$

Schaltskizze:

Anregung eines Hertzschen Dipols zu elektrischen Schwingungen.

