

Aufgaben und Aufträge für die Woche vom 20.04. – 24.04.2020

Hallo ihr Lieben,

ich hoffe, es geht euch soweit gut und ihr langweilt euch nicht zu sehr.

Es wird daher Zeit, sich mit physikalischen Problemen zu befassen. Leider kann das noch nicht im Unterricht geschehen Ihr fehlt mir schon sehr. Bis wir uns wiedersehen, muss es weiterhin auf diesem Weg gehen.

Zuerst eine Aufgabe.

Gegeben ist eine Reihenschaltung aus realer Spule ($L = 0,1 \text{ H}$, $R = 25 \Omega$) und Kondensator ($50 \mu\text{F}$). Es wird eine Wechselspannung von 10 V bei $f = 50 \text{ Hz}$ angelegt.

- Berechnen Sie die Stromstärke und die anliegenden Teilspannungen- an der Spule liegt sowohl U_R als auch U_L an.
- Zeichnen Sie ein Zeigerdiagramm und berechnen Sie die Phasenverschiebung zwischen Stromstärke und Spannung.
- Die Frequenz der angelegten Spannung kann nun beliebig verändert werden. Bestimmen Sie die Frequenz, die Frequenzen, für die der Scheinwiderstand einen Extremwert annimmt.
- Begründen Sie, dass man diese Anordnung als erzwungene Schwingung ansehen kann. Beschreiben Sie den Resonanzfall.

Die Ergebnisse zum Vergleich findet ihr am Ende des Dokuments.

2.3.3 gedämpfte und ungedämpfte elektromagnetische Schwingungen

- Wiederholend ist es günstig sich den entsprechenden Abschnitt bei den mechanischen Schwingungen nochmal anzuschauen.
- Elektromagnetische Schwingkreise gibt es in zwei Ausprägungen- als Reihenschwingkreis (siehe obige Aufgabe) oder als Parallelschwingkreis (siehe Erarbeitung der letzten Woche).
- Warum das sinnvoll ist werdet ihr im weiteren Verlauf noch sehen.
- Die Spule und die Verbindungsleiter haben einen ohmschen Widerstand, der häufig zu einem Bauelement zusammengefasst wird. Das ist sinnvoll, da es sich um einen Wirkwiderstand handelt, d.h. es wird Energie des Schwingkreises in Wärme umgewandelt und nicht zurückgeführt.
- Also sind die Schwingungen, die ein Schwingkreis nach einmaliger Anregung ausführt stets gedämpft. Die Stärke der Dämpfung ist umso größer, je größer der Wirkwiderstand des Schwingkreises ist.
- Um eine ungedämpfte elektromagnetische Schwingung zu erhalten muss man geeignete Maßnahmen einleiten. Die an den Wirkwiderständen umgewandelte Energie muss adäquat ersetzt werden.
- Dafür gibt es verschiedene Möglichkeiten. Bewährt haben sich sogenannte Rückkopplungsschaltungen, da diese die Energiezufuhr selbst steuern und somit die richtige Menge an Energie zur richtigen Zeit erhalten.
- Im LB s.340f wird die Meißnersche Rückkopplungsschaltung vorgestellt. Lest euch diesen Abschnitt durch und versucht die Wirkungsweise zu verstehen. Das ist nicht ganz so einfach, aber ich denke ihr schafft das. Der verwendete Transistor dient dabei als Schalter für die Verbindung von 2 zu 3.

2.3.4 Resonanz im elektromagnetischen Schwingkreis

- Legt man an einen Schwingkreis eine Spannung an, vollführt er eine erzwungene Schwingung.
- Hier ist es wieder sinnvoll auf die mechanischen Schwingungen zurückzublicken.
- Der interessante Fall ist der Resonanzfall- das heißt die angelegte Spannung muss die gleiche Frequenz haben wie die Eigenfrequenz des Schwingkreises. Sie ist definiert durch die Thomson'sche Schwingungsgleichung.
- Im Reihenschwingkreis ist der Scheinwiderstand dann minimal und damit die Gesamtstromstärke maximal. Im Parallelschwingkreis ist es umgekehrt- minimale Gesamtstromstärke und maximaler Scheinwiderstand. Die Teilstromstärken bzw. Teilspannungen können größer sein als der jeweilige Gesamtwert.
- Untersucht man die die Stromstärke in Abhängigkeit von der Frequenz der angelegten Spannung erhält man die aus der Mechanik bekannten Resonanzkurven. Schaut einmal nach.

Ergebnisse:

$$Z = 40,80 \, \Omega, I = 0,2451 \, \text{A}, U_R = 6,125 \, \text{V}, U_L = 7,700 \, \text{V}, U_C = 15,600 \, \text{V}$$

$$\text{Phasenverschiebung } \phi = -52,2^\circ$$

Aufgrund der Formel für Z ist nur ein Minimum möglich. Es tritt für $X_L = X_C$ auf. Das ist für $f = 71,18 \, \text{Hz}$ der Fall.

Die Spannungsquelle schwingt mit der Erregerfrequenz, der Schwingkreis wird zu erzwungenen Schwingungen angeregt. Für $f = 71,18 \, \text{Hz}$ schwingt der Schwingkreis optimal mit. Der Scheinwiderstand ist minimal und damit die Stromstärke maximal.

Ich wünsche euch viel Vergnügen. Für Rückfragen stehe ich gern zur Verfügung.

Sven Stötzer