

4 Netzwerke bei veränderlicher Frequenz

Student Group

First Name	Surname	Matrikel Nr.

Table of Contents

4. Netzwerke bei veränderlicher Frequenz	2
Einführung	2
4.1 Frequenzabhängiger Spannungsteiler	2
Ziele	2
Vom Zweipol zum Vierpol	2
RL-Reihenschaltung	4
4.2 Resonanzerscheinungen	4
Ziele	4
Effekte um Permanentmagneten	4
Entkoppelkondensator am Mikrocontroller	4

4. Netzwerke bei veränderlicher Frequenz

Einführung

In den vorherigen Kapitel wurde erklärt, wie die "Beeinflussung eines sinusförmigen Stromflusses" von Kondensator und Induktivitäten aussehen. Um dies zu beschreiben wurde die Impedanz eingeführt. Diese kann bei sinusförmiger Anregung als komplexwertiger Widerstand verstanden werden.

Es gilt für den Kondensator:

$$\begin{aligned} \underline{U}_C &= \frac{1}{j\omega \cdot C} \cdot \underline{I}_C \quad \rightarrow \\ \underline{Z}_C &= \frac{1}{j\omega \cdot C} \end{aligned}$$

und für die Induktivität

$$\begin{aligned} \underline{U}_L &= j\omega \cdot L \cdot \underline{I}_L \quad \rightarrow \\ \underline{Z}_L &= j\omega \cdot L \end{aligned}$$

Mit komplexen Impedanzen kann ganz ähnlich umgegangen werden wie mit den ohmschen Widerständen in Elektrotechnik 1 (siehe: [einfache Gleichstromkreise](#), [lineare Quellen und Zweipole](#), [Analyse von Gleichstromnetzen](#)). Bei diesen Umformungen bleibt der Anteil $j\omega \cdot C$ erhalten. Schaltungen mit Impedanzen wie Induktivitäten und Kapazitäten werden entsprechend eine Frequenzabhängigkeit zeigen.

4.1 Frequenzabhängiger Spannungsteiler

Ziele

Nach dieser Lektion sollten Sie:

1. wissen, dass ..
2. wissen, dass sich ... bildet.
3. die ... können.

Vom Zweipol zum Vierpol

Fig. 1: Zweipol und Vierpol

Zweipole



Vierpole



Bisher wurden Komponenten wie Widerstände, Kondensatoren und Induktivitäten als Zweipol verstanden. Dies liegt auch nahe, da es nur zwei Anschlüsse gibt. Im folgenden werden aber Schaltungen betrachtet, die sich ähnlich eines Spannungsteilers verhalten: Auf einer Seite liegt eine Spannung U_E an, auf der anderen Seite bildet sich damit U_A . Es ergeben sich so 4 Klemmen. Die Schaltung kann und wird im folgenden als Vierpol betrachtet werden. Die Ein- und Ausgangsgrößen werden aber komplexwertig sein.

Bei den Vierpolen ist die Relation von "was geht rein" (z.B. Spannung \underline{U}_E oder \underline{U}_1) zu "was geht raus" (z.B. \underline{U}_A oder \underline{U}_2) wichtig. Damit ergibt sich aus den Ein- und Ausgangsgrößen (\underline{U}_1) und (\underline{U}_2) der Quotient:

$$\underline{A} = \frac{\underline{U}_1}{\underline{U}_2} \quad \& \quad \text{mit} \quad \underline{U}_1 = U_1 \cdot e^{j\varphi_{u1}} \quad \& \quad \underline{U}_2 = U_2 \cdot e^{j\varphi_{u2}} \\ \underline{A} = \frac{\underline{U}_1}{\underline{U}_2} = \frac{U_1 \cdot e^{j\varphi_{u1}}}{U_2 \cdot e^{j\varphi_{u2}}} \quad \& \quad = \frac{U_1}{U_2} \cdot e^{j(\varphi_{u1} - \varphi_{u2})} \\ \underline{A} = \frac{U_1}{U_2} \cdot e^{j\Delta\varphi_u}$$

In dieser Gleichung wird der Betrag des Quotienten $\frac{U_1}{U_2}$ **Amplitudengang** und die Winkeldifferenz $\Delta\varphi_u$ **Phasengang** genannt. Das Frequenzverhalten beider Größen ist nicht nur in Elektrotechnik und Elektronik wichtig, sondern wird auch in Regelungstechnik noch wichtig werden.

RL-Reihenschaltung

Es soll zunächst eine Reihenschaltung eines Widerstands und einer Induktivität betrachtet werden.

Hierbei ergibt sich über die Betrachtung der Spannungszeiger:
$$\underline{A} = \frac{\underline{U}_1}{\underline{U}_2} = \frac{\omega L}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} \cdot e^{j\left(\frac{\pi}{2} - \arctan \frac{\omega L}{R}\right)}$$

4.2 Resonanzerscheinungen

Ziele

Nach dieser Lektion sollten Sie:

1. wissen, dass zwischen Magnetpolen Kräfte wirken und die Richtung der Kräfte kennen.
2. wissen, dass sich um einen stromdurchflossenen Leiter ein magnetisches Feld bildet.
3. die Feldlinien des magnetischen Feldes skizzieren können. Dabei wissen Sie welche Richtung das Feld hat und wo das Feld am dichtesten ist.

Effekte um Permanentmagneten

[Falstad Filter Simulation](#)

Entkoppelkondensator am Mikrocontroller

[Simulation in Falstad](#)

Hinweis: Die Simulation gibt ein stark vereinfachtes Bild wieder. Die Reaktion des Mikrocontroller ist auf ein Dreiecksignal reduziert dargestellt, da die Flankensteilheit der Spannungen nicht abgebildet werden können. Eine reale Simulation erfordert ein leistungsfähiges SPICE-Programm, in welchem die [Leitungstheorie](#) abgebildet werden kann.

Weitere Details sind [hier \(Praxis\)](#) oder [hier \(Platinen-Layout\)](#) zu finden.

From:

<https://wiki.mexle.org/> - MEXLE Wiki

Permanent link:

https://wiki.mexle.org/elektrotechnik_2/netzwerke_bei_veraenderlicher_frequenz?rev=1623679283

Last update: 2021/06/14 16:01

