

ÜBUNG 03

08.03.2024 - LINA DE WINDT

Alle Unterlagen auf n.ethz.ch/~ldewindt

Themen von heute:

1. Recap der Theorie von dieser Woche

1.1 Filter- Grundlagen

1.2 Filter- Wichtige Grössen & Definitionen

1.3 Filtertypen

1.4 Einführung Bodeplots

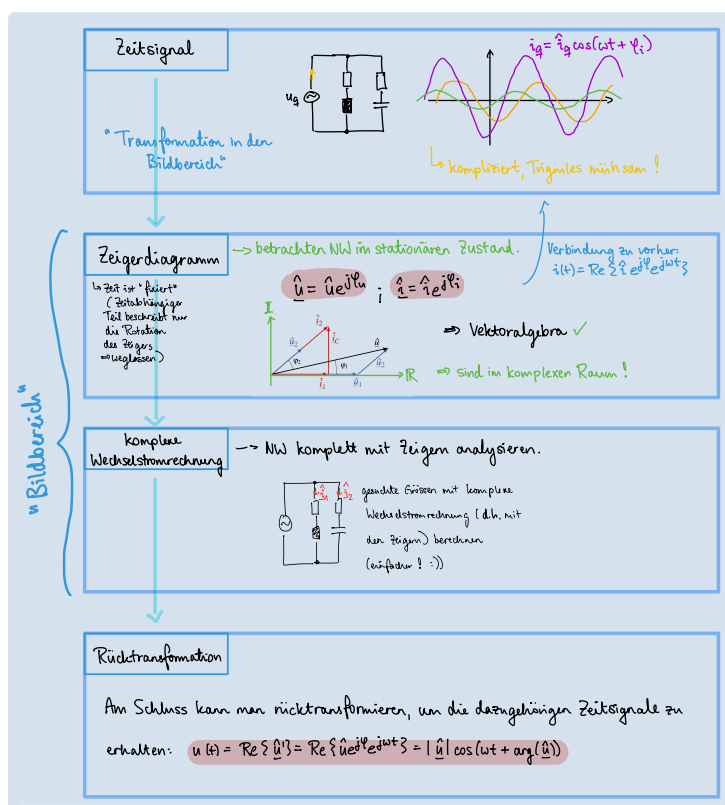
1.5 Resonanzschaltungen (aka. Schwingkreis) → Zusammenfassung: S.8

Zusammenfassung: S.6~7

2. Beispielaufgaben

3. Vorbesprechung der Serie 3

Von letzter Woche:



Impedanzen: $\hat{u} = \underline{Z} \cdot \hat{i}$

$$\boxed{R} \rightsquigarrow \underline{Z}_R = R$$

$$\boxed{\frac{1}{C}} \rightsquigarrow \underline{Z}_C = \frac{1}{j\omega C}$$

$$\boxed{L} \rightsquigarrow \underline{Z}_L = j\omega L$$

1.1 Filter - Grundlagen

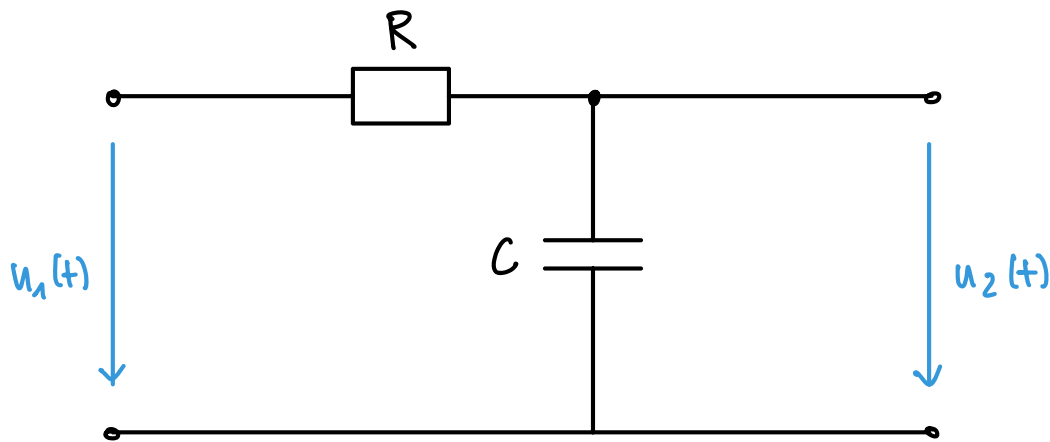
Filter sind Spannungsteiler. Sie werden in NWTen verwendet, um ein Signal $u(t)$ abhängig von der Frequenz f in der zu verändern. Durch die Anwendung von Filtern können unerwünschte Signalteile (z.B. hochfrequentes Noise) werden !

z.B.:

Wir werden uns zunächst mit Filtern beschäftigen. Diese bestehen aus und

1.2 Filter - Wichtige Grössen & Definitionen

Lernen wir die wichtigsten Begriffe zur Charakterisierung eines Filters anhand des folgenden Beispiel-Filters (RC-Tiefpass):



$u_1(t)$: Eingangsspannung
 $u_2(t)$: Ausgangsspannung

Das (d.h. (hier $u_2(t)$) zu einem bestimmten
(hier $u_1(t)$)) ist in der NW-Analyse von grossem Interesse! Wir möchten zu jeder Zeit wissen, was der output sein wird, wenn wir ein bestimmtes Signal am Eingang eines bestimmten Filters anlegen. Bei Filtern ist dieses Übertragungsverhalten abhängig von der und wird i.d.R. als das der Ausgangsspannung zur Eingangsspannung dargestellt:

Übertragungsfunktion:

Verstärkung (auch: Amplitudengang):

Verstärkung in Dezibel (dB) :

Phasenverschiebung:

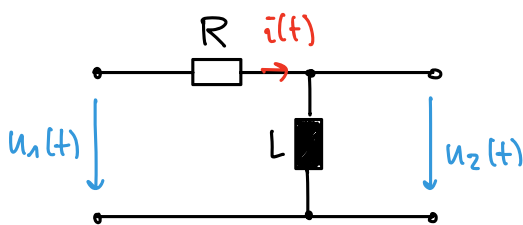
Es ist sehr wichtig, sich die Frequenzverhalten von R, C, L zu merken, da passive Filter aus diesen Komponenten bestehen:

Impedanzen	$\omega \rightarrow 0$	$\omega \rightarrow \infty$
 $Z_R =$		
 $Z_C =$		
 $Z_L =$		

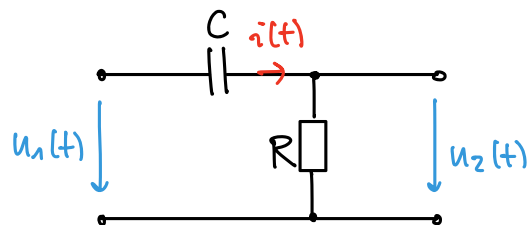
1.3 Filtertypen

Es gibt verschiedene Filter, die je nach Bedürfnisse des Ingenieurs gebraucht werden:

Hochpass: Filter, die Signale mit einer hohen Frequenz und Signale mit einer tiefen Frequenz Bspe:

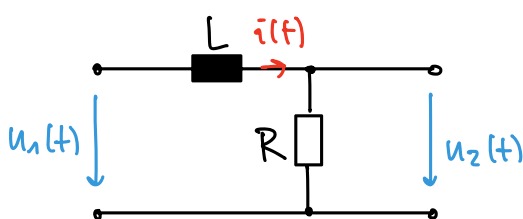


..... - Hochpass 1. Ordnung*

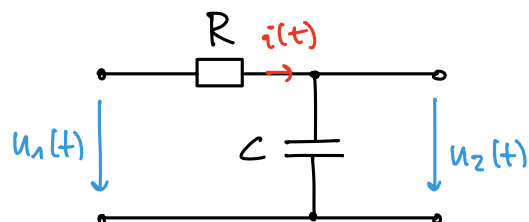


..... - Hochpass 1. Ordnung

Tiefpass: Filter, die Signale mit einer tiefen Frequenz und Signale mit einer hohen Frequenz Bspe:



..... - Tiefpass 1. Ordnung



..... - Tiefpass 1. Ordnung

Bandpass: Filter, die Signale mit Frequenzen in einem gewissen Bereich
und Signale mit Frequenzen ausserhalb dieses Bereichs

(Bandpass = +) $\rightarrow$ mehr dazu in den nächsten Wochen...

* Die Ordnung eines Filters definiert die im Übergangsbereich zwischen
Durchlass- & Sperrbereich (d.h. wie "klar" & wie "schnell" ist die Grenze zw.
durchgelassenen und gesperrten Signalen) $\rightarrow$ ersichtlich in den Bodeplots.
Je höher die Ordnung eines Filters, desto steiler ist der Übergangsbereich. Sie
entspricht der von ω in der z.B.:

Filter 1:

Filter 2:

1.4 Einführung Bodeplots → mehr nächste Woche (how to draw etc.)

Die Übertragungsfunktion

besteht aus einem

und einem

Diese 2 Funktionen sind Frequenzabhängig und werden im Ingenieurwesen auf einen sogenannten Bodeplot geplottet. Der Bodeplot charakterisiert einen Filter komplett! (d.h. wenn ihr z.B. Filter einkauft schaut ihr euch auch die Bodeplots an um den richtigen Filter zu wählen)

Es ist ein bisschen verwirrend am Anfang, aber ein Bodeplot ist eigentlich ein

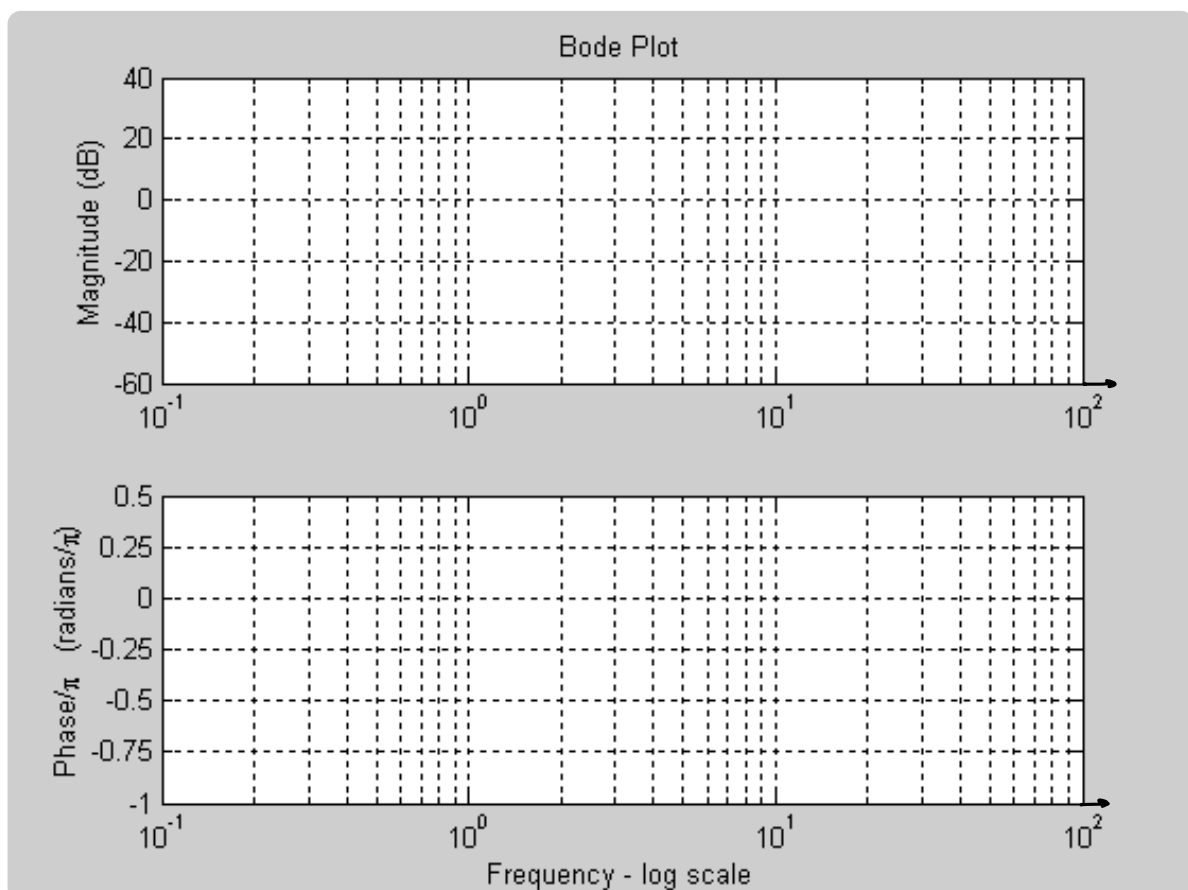
..... Im 1. Plot wird der und im 2. Plot der

..... geplottet. Die x-Achse (bzw. die ω -Achse) ist in beiden

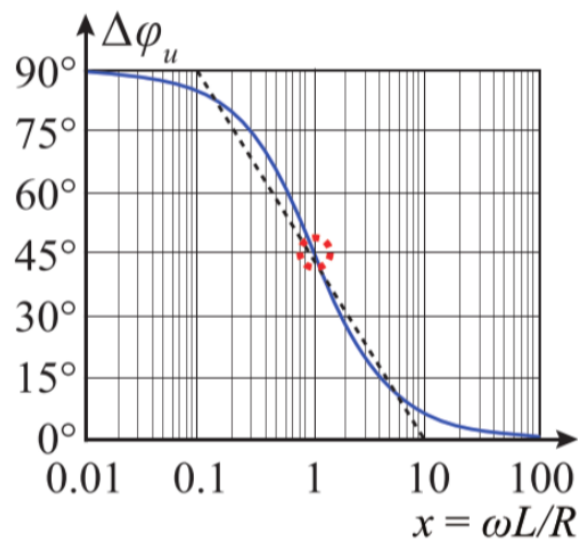
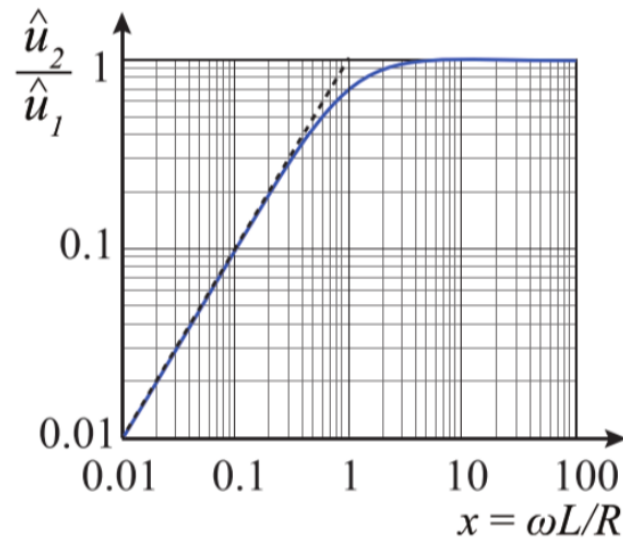
Plots (und manchmal nach einer bestimmten Grösse, z.B. π normiert), und die y-

Achse ist beim Amplitudengang, aber beim Phasengang

Bodeplot - Achsen:



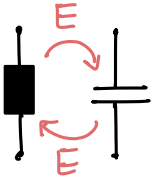
Wir werden Bodeplots nächste Woche genauer besprechen und auch lernen wie man sie zeichnet. Für den Moment ist es wichtig zu verstehen was es darstellt, wie man sie ungefähr liest & zeichnet und lernt sie zu schätzen = sie sind sehr nützlich da man auf ein Blick sehen kann wie ein Filter sich verhält :



→ Serie 3 A3.3 mit diesem Wissen versuchen, ansonsten mit Müll arbeiten.

1.5 Resonanzschaltungen (aka. Schwingkreise)

Eine Resonanzschaltung ist ein NW, die elektrische ausführen kann. Ein Schwingkreis besteht immer aus



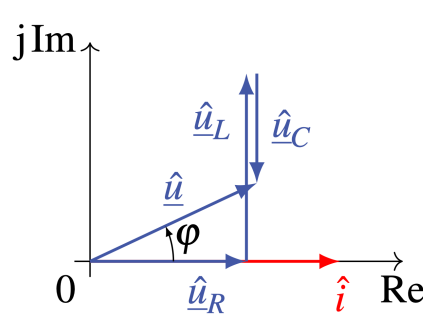
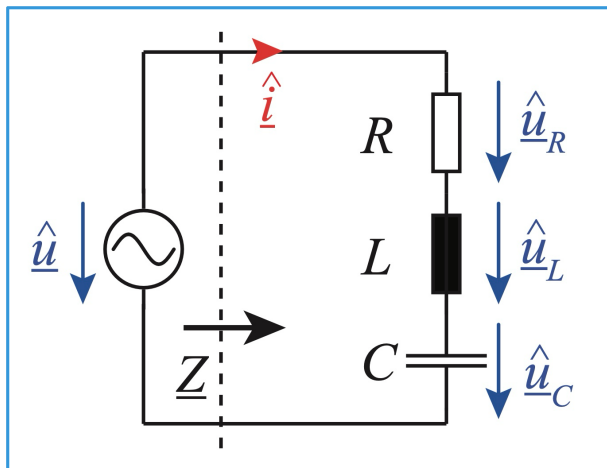
einer & einem (& meistens einem R).

Die Schwingungen (=) finden zw. statt.

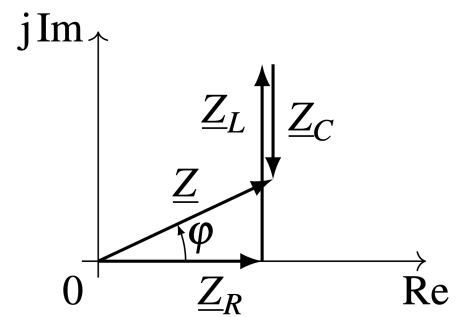
Wenn das Input-Signal dieselbe Frequenz hat wie die Resonanzfrequenz des Schwingkreises (charakteristische Grösse, $f_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$) kommt es zu im NW.

Schwingkreise werden z.B. gebraucht, um "kontrollierte Durchschläge" in einem NW zu erzeugen (um z.B. eine Leuchtstoffröhre anzuzünden)

1.5.1 RLC-Serienschwingkreis (nächste Woche: Parallelschwingkreis)



alle Signale im ZD



Alle Impedanzen im ZD

Impedanz:

Bei Resonanz



! Bei der Resonanzfrequenz sind $\hat{u}_L$ und $\hat{u}_C$ nicht 0 und können sogar grösser sein als die Eingangsspannung $\hat{u}$! $\Rightarrow$ Spannungsüberhöhung.

2. Beispielaufgaben

1

Beispielaufgabe - Brückenschaltung

Das in Abb.1 dargestellte Netzwerk wird an eine harmonische Spannungsquelle $\hat{u}_0 = \hat{u}_0 e^{j\omega t}$ mit der Kreisfrequenz ω angeschlossen.

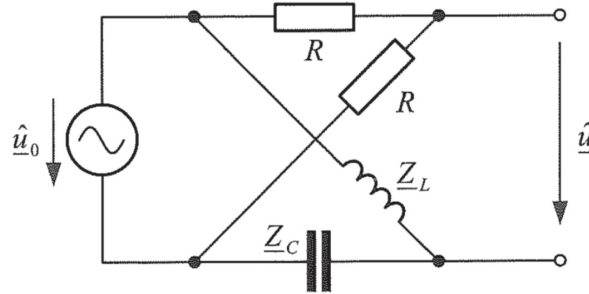


Abbildung 1: Brückenschaltung

1. Berechnen Sie die Spannung $\hat{u}$ in Abhängigkeit von der Quellenspannung $\hat{u}_0$ und den Netzwerkelementen R , L und C .
2. Welche Werte nimmt die Spannung $\hat{u}$ bei $\omega = 0$ und bei $\omega \rightarrow \infty$ an?

1.

2)

2

Aufgabe 3 Schaltungen mit einem reaktiven Element

Abbildungen 3 (a) bis (d) zeigen vier Schaltungen mit je einem reaktiven Element (Kapazität oder Induktivität) und einem Widerstand. Gespeist werden die Netzwerke von einer Wechselspannungsquelle $u_s(t) = \hat{u}_s \cdot \cos(\omega t)$. Löse folgende Teilaufgaben für alle vier Netzwerke:

Lösen die Aufgabe für diese Schaltung

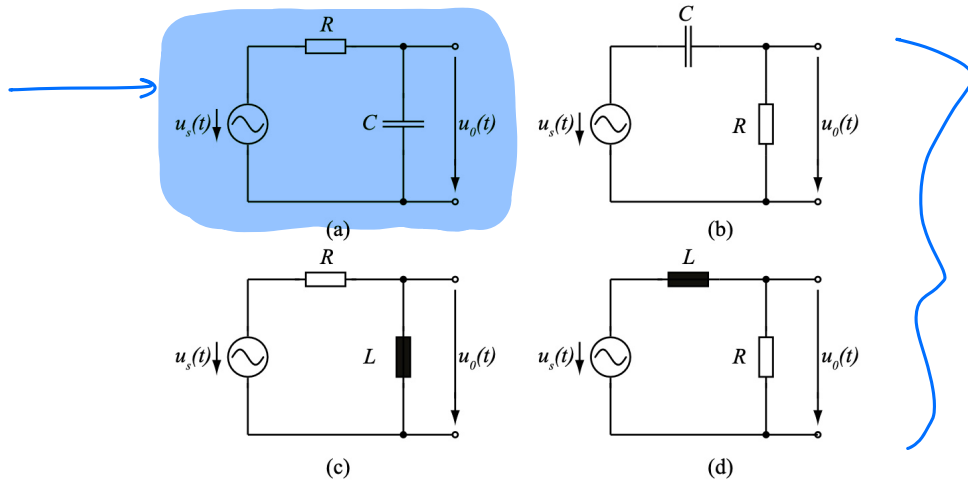


Abbildung 3: Schaltungen mit einer Kapazität bzw. einer Induktivität

- 3.1) Geben Sie die Spannung $u_o(t)$ für sehr tiefe und sehr hohe Frequenzen an. Diese kann direkt und ohne Rechnung angegeben werden, indem die Eigenschaften von Kapazitäten und Induktivitäten bei sehr tiefen und sehr hohen Frequenzen berücksichtigt werden.
- 3.2) Berechnen Sie den Amplituden- und den Phasengang, d.h. berechnen Sie das Verhältnis $|\frac{\hat{u}_o}{\hat{u}_s}|$ und die Differenz $\varphi_o - \varphi_s$ als Funktion der Kreisfrequenz ω .
- 3.3) Skizziere den Amplituden- und den Phasengang ($\rightarrow$ Bode Diagramm). Können sich gewisse Netzwerke identisch verhalten?

3.1)

3.2)

3.3)