Signale und Systeme

LTI-Systeme

Studien- und Versuchsaufgaben

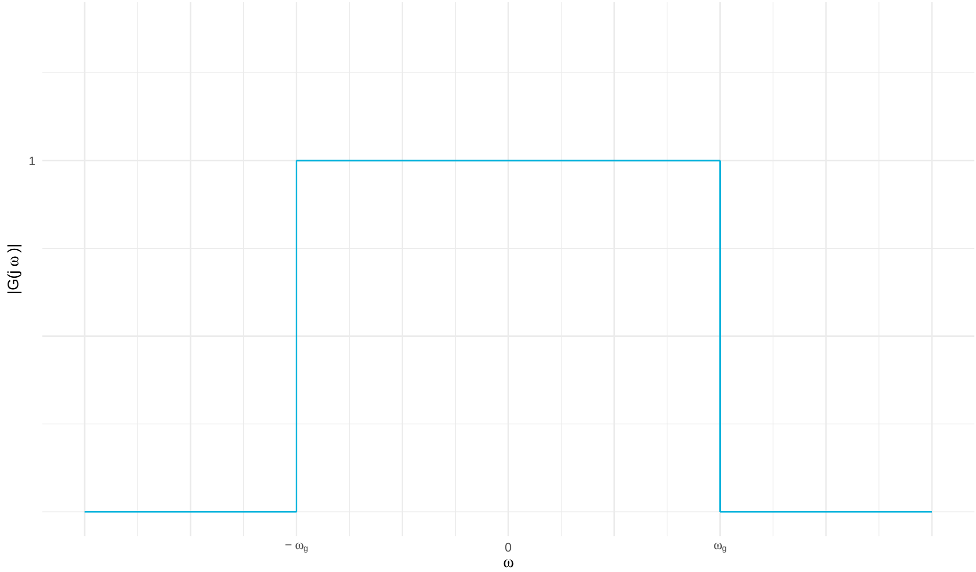
Autoren: Richard Grünert
Tim Corleis

28.11.2019

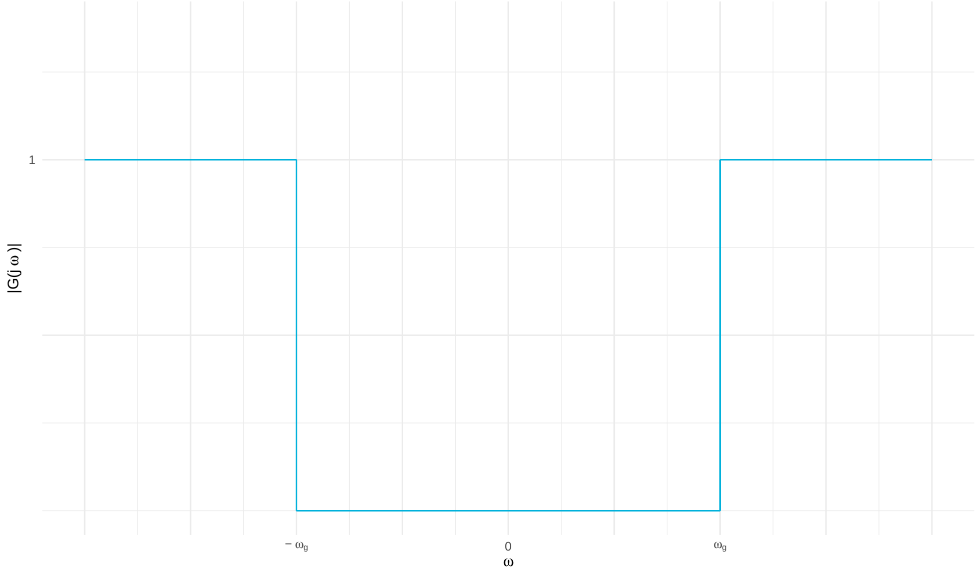
1 Vorbereitungsaufgaben

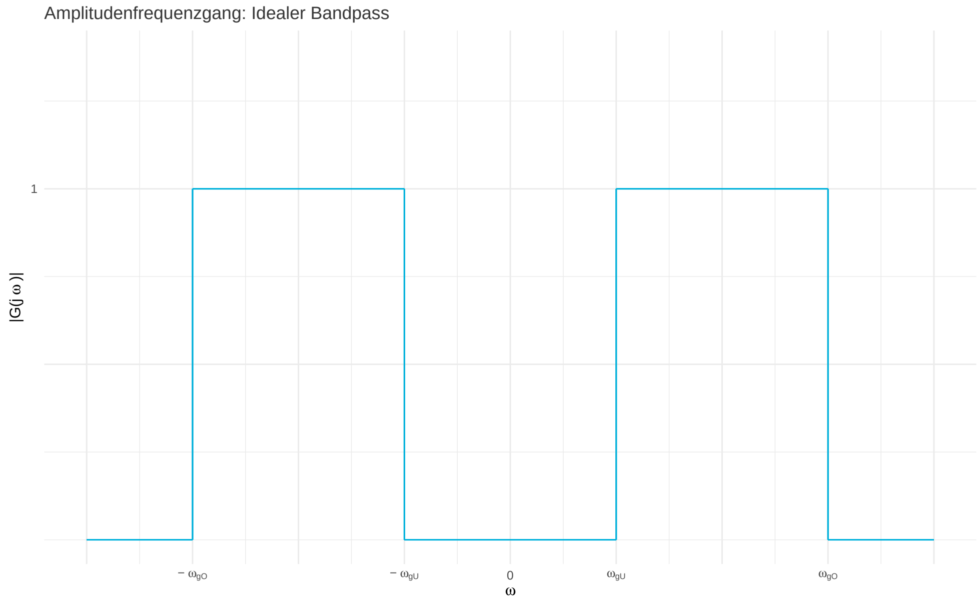
1.1

Amplitudenfrequenzgang: Idealer Tiefpass

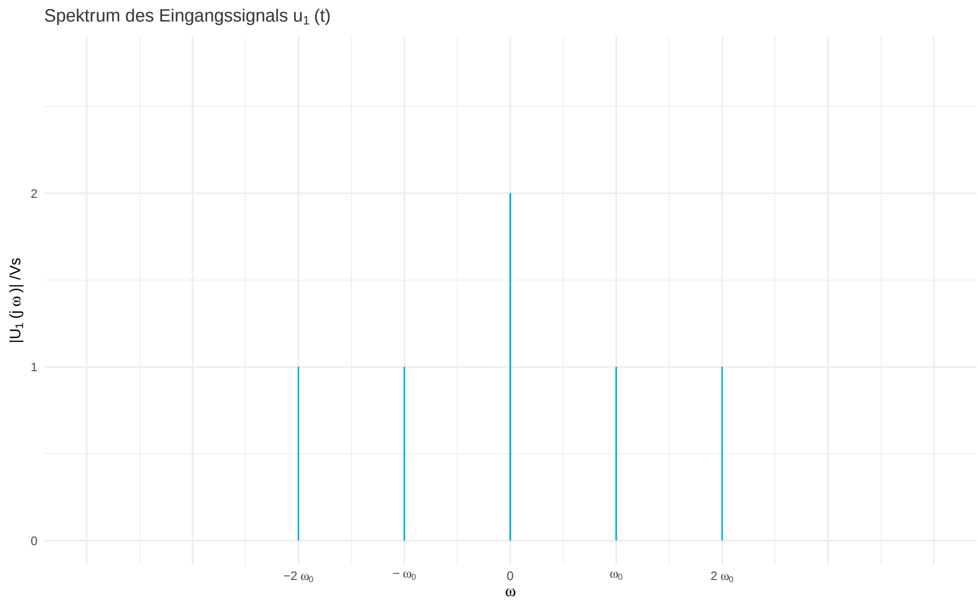


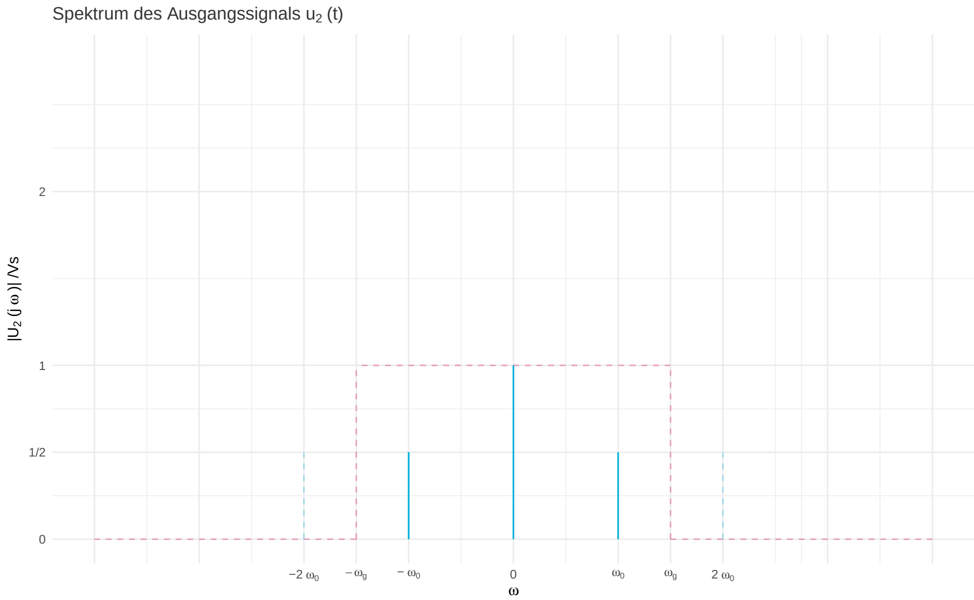
Amplitudenfrequenzgang: Idealer Hochpass




Amplitudenfrequenzgang: Idealer Bandpass
1
|G(j ω)|
− ωgO
− ωgU
0
ωgU
ωgO
ω

1.2


Spektrum des Eingangssignals u1 (t)
2
1
0
|U1 (j ω)| /Vs
−2 ω0
− ω0
0
ω0
2 ω0
ω



Aus der grafischen Betrachtung der Spektren von Ein- und Ausgangssignal und unter Berücksichtigung der Übergangsfunktion des Tiefpasses lässt sich erkenn, dass die Grenzfrequenz des Tiefpasses zwischen ω_0 und $2\,\omega_0$ liegen muss, um den Frequenzanteil bei ω_0 durchzulassen und den bei $2\,\omega_0$ auszulöschen. Der Faktor K_1 ist durch die Skalierung der Amplitude beim Durchlauf des Tiefpasses gleich $1/2$.

Der Parameter ϕ beschreibt die Phasenverschiebung vom Ausgangssignal zum Eingangssignal, welche sich beim idealen Tiefpass linear mit der Frequenz ändert. Im Zeitbereich erkennt man dadurch eine Zeitverschiebung t_0, wodurch $\phi = \omega_0 \cdot t_0$.

1.3

Das System kann lineare Verzerrungen hervorrufen, da es Frequenzanteile unterdrücken oder durchlassen kann.

1.4

Zufällige Signale können durch ihre *Autokorrelation*, welche die Ähnlichkeit eines Signals mit sich selbst ausdrückt, charakterisiert werden. Idealerweise ist diese Ähnlichkeit bei zufälligen Signalen bei jeder Verschiebung ungleich 0 nicht gegeben.

Ideales gaußverteiltes Rauschen besitzt zudem ein *konstantes Leistungsdichtespektrum*.

1.5

Idealerweise kann die Übertragungsfunktion eines Systems durch Anregung des Systems mit einem *Dirac-Impuls* im Zeitbereich bestimmt werden. Der Dirac-Impuls besitzt im Frequenzbereich eine konstante Amplitude (1) über alle Frequenzen. Die Auswertung im Frequenzbereich ergibt daher (mit $\Delta(j\omega) = \mathcal{F}(\delta(t))$):

$$U_2(j\omega) = G(j\omega) \cdot U_1(j\omega) = G(j\omega) \cdot \Delta(j\omega) = G(j\omega)$$

Der demnach ermittelte Betragsgang am Ausgang ist somit gleich der Übertragungsfunktion des Systems. Praktisch ist diese Methode jedoch kaum möglich, da es schwierig ist einen zeitlich unendlich kurzen Impuls von unendlicher Amplitude (hohe Energie) zu erzeugen und gleichzeitig Nichtlinearitäten, Trägheit/Verzögerungen und Belastbarkeit des zu messenden Systems zu berücksichtigen.

Als praktischere Alternative zum Dirac-Impuls kann man einen *Sprung* der Höhe 1 auf das System geben und mit der *Sprungantwort* am Ausgang des Systems die Übertragungsfunktion feststellen.

Eine weitere Möglichkeit ist die diskrete Analyse des Systems bei bestimmten Frequenzen, z.B. durch Anregung mit einem *Wobble-Sinus* und die Aufnahme von Messpunkten in geeigneten Abständen. Nachteil ist hier die begrenzte Auflösung, die unter Umständen problematisch sein kann.

2 Versuchsaufgaben

2.1

e

2.2