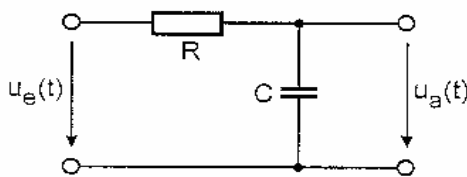


Elektrische Messtechnik für Informatiker SS2003

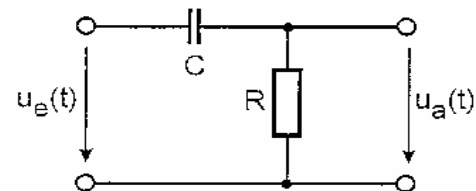
2. Übung: Dynamisches Verhalten von Messgliedern

2.1 Frequenz- und Zeitverhalten

Das Frequenzverhalten vieler Messglieder (Sensoren, Verstärker, Tastköpfe, usw.) lässt sich vereinfacht durch die folgenden RC-Ersatzschaltungen darstellen.



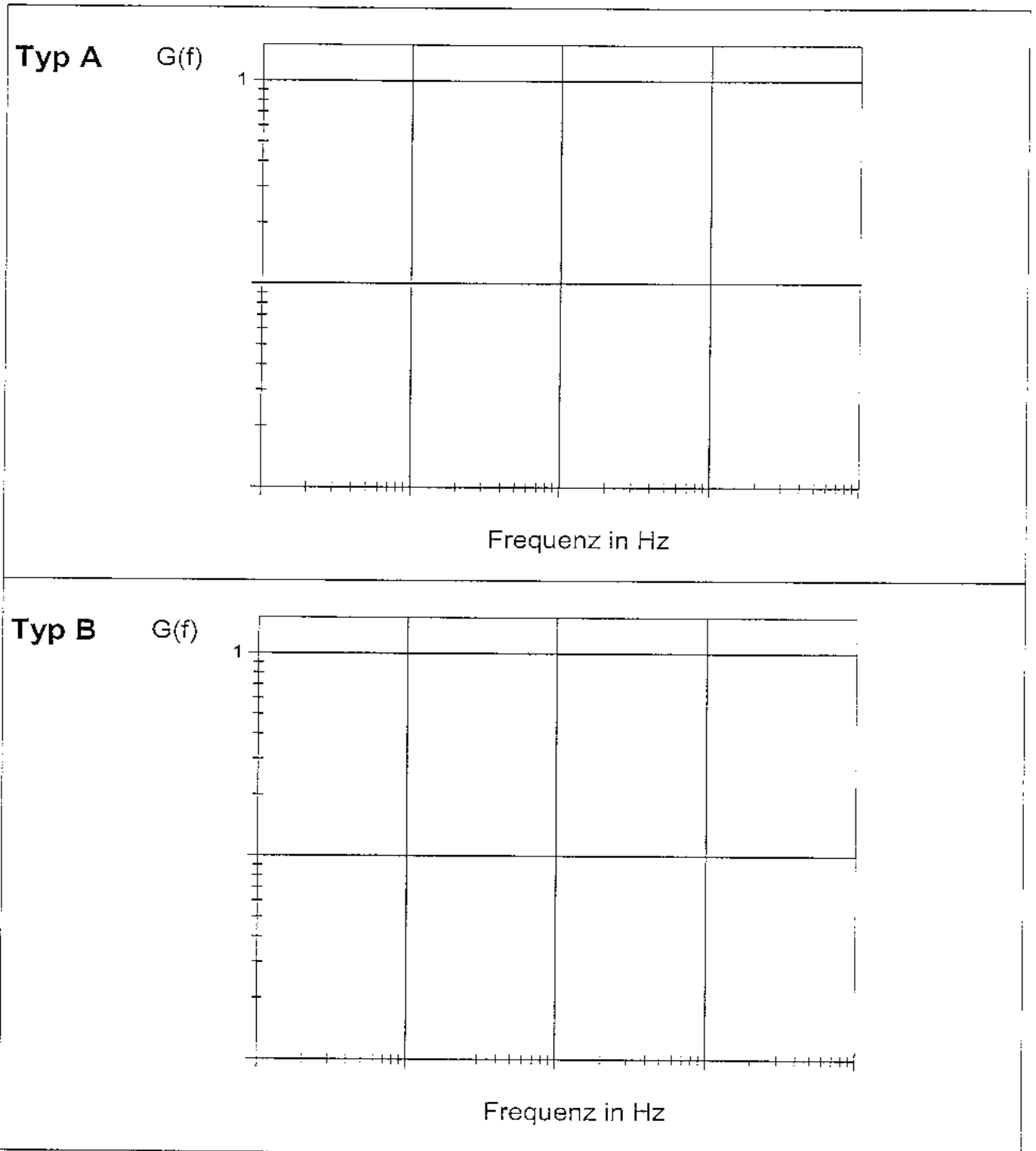
Messglied Typ A



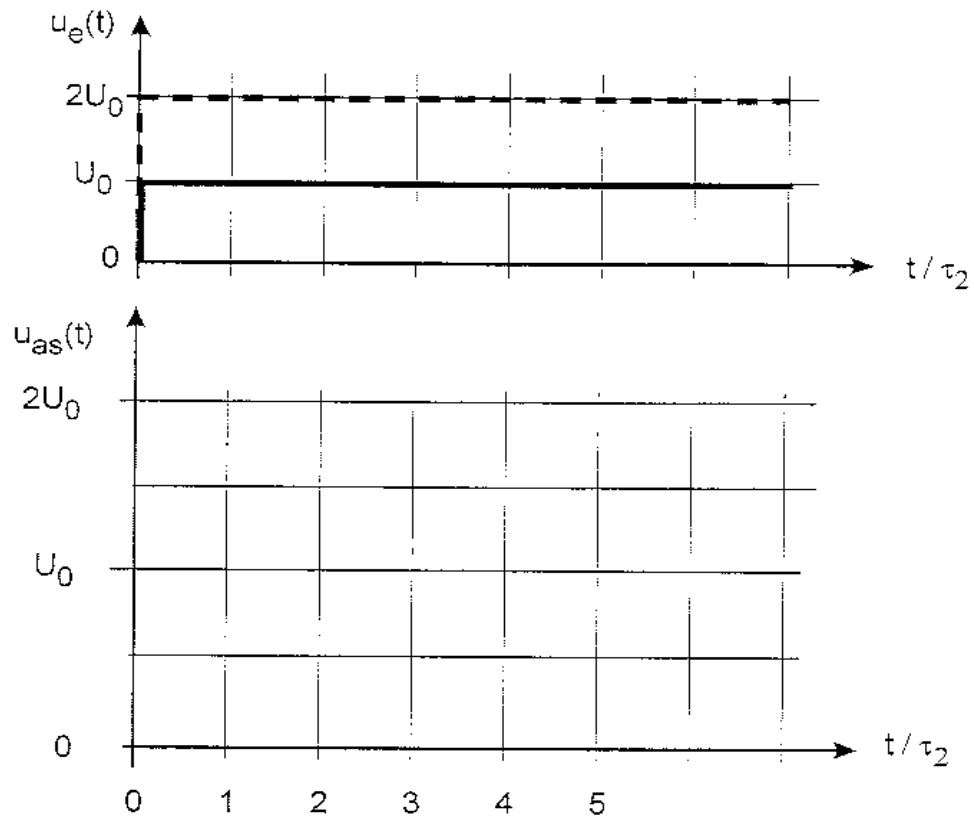
Messglied Typ B

Bearbeiten Sie für jede der beiden Typen A bzw. B die folgenden Punkte:

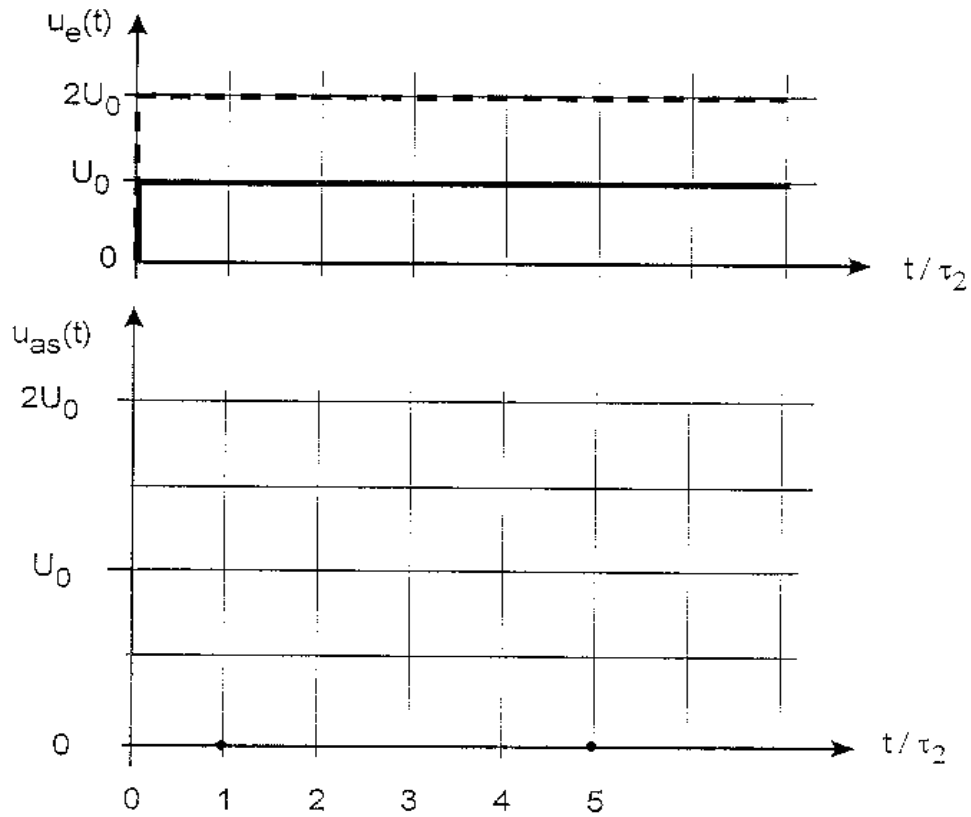
- Berechnen Sie aus der gegebenen RC-Ersatzschaltung durch komplexe Rechnung den komplexen Frequenzgang $\underline{G}(j\omega) = \underline{U}_a / \underline{U}_e$, wobei ω die Kreisfrequenz darstellt.
- Wie ist die Grenzfrequenz ω_g , f_g definiert und wie groß ist ω_g (R,C) bzw. f_g (R,C).
- Wie lautet damit der allgemeine Ausdruck $\underline{G}(j\omega/\omega_g)$ bzw. $\underline{G}(jf/f_g)$?
- Ermitteln Sie den Amplitudengang $G(f/f_g)$ sowie den Phasengang $\phi(f/f_g)$.
- Wie groß sind $G(f=f_g) / G(f=0\text{Hz})$ und $\phi(f/f_g)$?
- Diskutieren Sie die durch die Frequenz verursachten "dynamischen Fehler" bei $\underline{G}(j\omega)$.
- Berechnen Sie f_{g1} für $R=0,16\text{ M}\Omega$ und $C=1\ \mu\text{F}$ sowie f_{g2} für $R=0,16\text{ M}\Omega$ und $C=200\text{ nF}$.
- Skizzieren Sie für f_{g1} und f_{g2} jeweils den Amplitudengang $G(f)$ im doppelt logarithmischem Maßstab und markieren Sie dabei jeweils die Grenzfrequenz.
- Ermitteln Sie die Differentialgleichung für $u_a(t)$ bei einer Anregung mit $u_e(t)$.
- Berechnen Sie die Sprungantwort $u_{as}(t/\tau)$ sowie die Übergangsfunktion $h(t/\tau)$ mit $\tau=RC$.
- Skizzieren Sie $u_{as}(t/\tau)$ für beide RC-Werte nach g), wenn zur Zeit $t=0$ am Eingang des Messgliedes ein Spannungssprung von 0V auf U_0 bzw. $2U_0$ erfolgt ($u_{as}(t<0) = 0\text{V}$).
- Zeigt der das betrachtete Messglied Tiefpass- oder Hochpassverhalten? (Begründung an Hand des Ergebnisses von a) sowie von j)



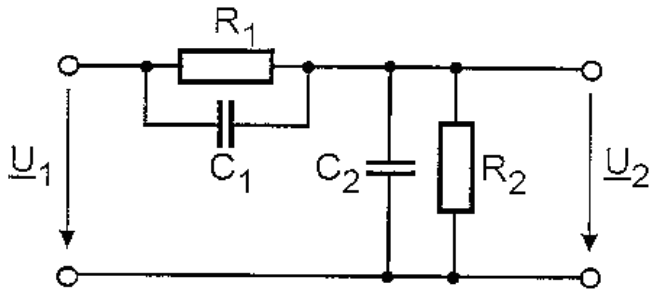
Typ A



Typ B



2.2 komplexer Spannungsteiler



In der Messtechnik treten häufig unerwünschte Frequenzeinflüsse auf, die sich ersatzweise durch zwei RC-Kombinationen darstellen lassen. Beispielsweise werden Spannungen $u_1(t)$, die über ein Koaxialkabel (R_1, C_1) auf einem Elektronenstrahl-oszilloskop (R_2, C_2) dargestellt werden, dort verfälscht als $u_2(t)$ wiedergegeben.

Führt man die Lösung in der komplexen Ebene durch, dann lässt sich die gegebene Ersatzschaltung als ein komplexer Spannungsteiler $\underline{U}_2/\underline{U}_1$ auffassen.

- Ohne C_1 : Berechnen Sie das komplexe Teilverhältnis $\underline{U}_2/\underline{U}_1$ abhängig von der Kreisfrequenz ω und den restlichen 3 Bauelementen.
- Mit C_1 : Wie lautet das komplexe Teilverhältnis $\underline{U}_2/\underline{U}_1$ abhängig von der Kreisfrequenz ω und den 4 Bauelementen?
- Mit C_1 : Dimensionieren Sie die Schaltung so, daß $\underline{U}_2/\underline{U}_1$ frequenzunabhängig wird.