



Fachgebiet  
Simulation und Optimale Prozesse



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
ILMENAU

Fakultät für Informatik und  
Automatisierung  
Institut für Automatisierungs-  
und Systemtechnik

---

# Praktikum

## Versuch AS-G1

### Analyse im Zeit- und Frequenzbereich

Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. P. Li  
Versuchsverantwortlicher: Dr.-Ing. S. Hopfgarten

<b>Name, Vorname</b>	<b>Matrikel-Nr.</b>
<b>Mitarbeiter</b>	
<b>Datum, Note, Unterschrift</b>	

## 1 Versuchsziel

Kenntnisse über das statische und dynamische Verhalten von Grundgliedern automatischer Steuerungssysteme sind Voraussetzung für die Beurteilung des Übertragungsverhaltens von Gesamtsystemen. An praktisch bedeutsamen passiven Netzwerken sollen diese Kenntnisse im ersten Teil des Versuches durch experimentelle Bestimmung des Übertragungsverhaltens gefestigt werden. Die mathematischen Beschreibungsformen und experimentellen Untersuchungen beziehen sich auf den Zeitbereich (Differenzialgleichung; Übergangs- und Gewichtsfunktionen) als auch auf den Bildbereich (Übertragungsfunktionen). Außerdem soll die Beschreibung durch Übertragungsfunktionen geübt werden.

Der zweite Teil des Versuches veranschaulicht den praktischen Umgang mit dem Frequenzkennliniendiagramm (Bode-Diagramm). Da die im Versuch verwendeten Systeme Phasenminimumsysteme darstellen, genügt die experimentelle Aufnahme und die Untersuchung des logarithmischen Amplitudenfrequenzganges.

## 2 Versuchseinrichtung

Zum Versuchsaufbau gehören die folgenden Geräte: Analogmodell mit Übertragungsgliedern, Signalgenerator, Voltmeter und Oszillograf!

### 2.1 Untersuchungen im Zeitbereich

Das Analogmodell sowie die Nulltastung sind einzuschalten. Der Oszillograf wird am jeweiligen Netzwerkausgang angeschlossen. Sprung- bzw. Impulsfunktion sind dann an den entsprechenden Buchsen des Analogmodells abgreifbar und werden an den Eingang des Netzwerkes angelegt.

Die den Eingangssignalen Sprung bzw. Impuls zugeordneten Potenziometer erlauben eine Einstellung der Sprungamplitude bzw. der Impulsbreite. Bei den Untersuchungen soll die Sprungamplitude 1 V, die Impulsbreite  $10 \mu s$  betragen. Die Antwortfunktionen werden am Oszillografen beobachtet.

Auf die Verbindung der Masseleitung des Oszillografen, des Funktionsgenerators und des Voltmeters mit der Masse des Analogmodells (Buchse GND) ist zu achten.

### 2.2 Untersuchungen im Frequenzbereich

Der zweite Teil des Versuches wird ebenfalls an passiven elektrischen Netzen am gleichen Analogmodell durchgeführt. Für alle Frequenzgangmessungen ist die Nulltastung am entsprechenden Schalter auszuschalten! Auf die Masseverbindungen zwischen Funktionsgenerator, Voltmeter und Analogmodell (Buchse GND) ist zu achten.

Die zu untersuchenden Übertragungsglieder sind am jeweiligen Eingang mit einem sinusförmigen Eingangsspannungssignal – erzeugt durch den Signalgenerator – zu beschalten, wobei die Frequenz zu variieren ist. Der Effektivwert der Amplitude des Eingangssignals soll immer 1 V betragen. Bei Frequenzänderung regelt der Signalgenerator die Amplitude auf 1 V nach. Mit dem Voltmeter wird der Effektivwert des Ausgangssignals gemessen. Das Verhältnis der Amplituden von Ausgangs- zu Eingangssignal kann entweder am Messgerät in dB abgelesen oder muss berechnet werden.

#### **Hinweis:**

Die am Signalgenerator eingestellte Frequenz  $f$  ist nicht die Kreisfrequenz  $\omega$ ! ( $\omega = 2\pi f$ )

### 3 Versuchsvorbereitung

#### 3.1 Übertragungs-, Übergangs- und Gewichtsfunktionen, Pol-Nullstellen-Bilder

3.1.1 Lösen Sie für die Netzwerke N 1, N 4, und N 6 folgende Teilaufgaben:

- Berechnen Sie die Übertragungsfunktion in Zeitkonstantenform!
- Welche Grundtypen von Übertragungsgliedern sind jeweils enthalten?
- Ermitteln Sie durch Laplace-Rücktransformation die Übergangs- und Gewichtsfunktion (normierte Sprungantwort bzw. Impulsantwort)!
- Zeichnen Sie das PN-Bild!
- Skizzieren Sie die Übergangs- und Gewichtsfunktion!
- Welche Kennwerte können Sie aus der Übergangsfunktion entnehmen?

(Parameter für die Bauelemente der Netzwerke:

$$\text{N 1: } R_1 = 100 \text{ k}\Omega, C_1 = 10 \text{ nF}$$

$$\text{N 4: } R_1 = 100 \text{ k}\Omega, C_1 = 10 \text{ nF},$$

$$\text{N 6: } R_1 = 100 \text{ k}\Omega, R_2 = 100 \text{ k}\Omega, C_1 = 50 \text{ nF})$$

3.1.2 Für das Netzwerk N 5 sind folgende Teilaufgaben zu lösen:

- Stellen Sie die Übertragungsfunktion auf!
- Welche grundsätzliche Pol-/Nullstellenverteilung kann bei diesem Übertragungsglied auftreten?
- Wie gestaltet sich die Pol-/Nullstellenverteilung bei folgenden Parameterwerten für N 5:  $R_1 = 80 \Omega$ ,  $L_1 = 44 \text{ mH}$ ,  $C_1 = 10 \text{ nF}$ ?

#### 3.2 Übertragungsfunktion in Zeitkonstantenform

- Für  $C_1 = 5 \text{ nF}$ ,  $C_2 = 50 \text{ nF}$ ,  $R_1 = R_2 = 100 \text{ k}\Omega$  ist die Übertragungsfunktion des Netzwerkes N 7 zu berechnen, wobei die Darstellung mit Grundübertragungsgliedern (Zeitkonstantenform) zu wählen ist!
- Stellen Sie die Frequenzgangortskurve für dieses Übertragungsglied dar!

#### 3.3 Geradenapproximation der Amplitudenfrequenzkennlinie

- Begründen Sie, warum eine approximierte Darstellung der Amplitudenfrequenzkennlinie im Frequenzkennliniendiagramm (Bode-Diagramm) durch Geraden, die nur bestimmte Steigungen/Neigungen annehmen können, möglich ist!
- Wie groß ist der maximale Fehler, der durch die Geradenapproximation eines elementaren Übertragungsgliedes entsteht (z. B.  $T_1$ -Glied,  $T_{D1}$ -Glied)?

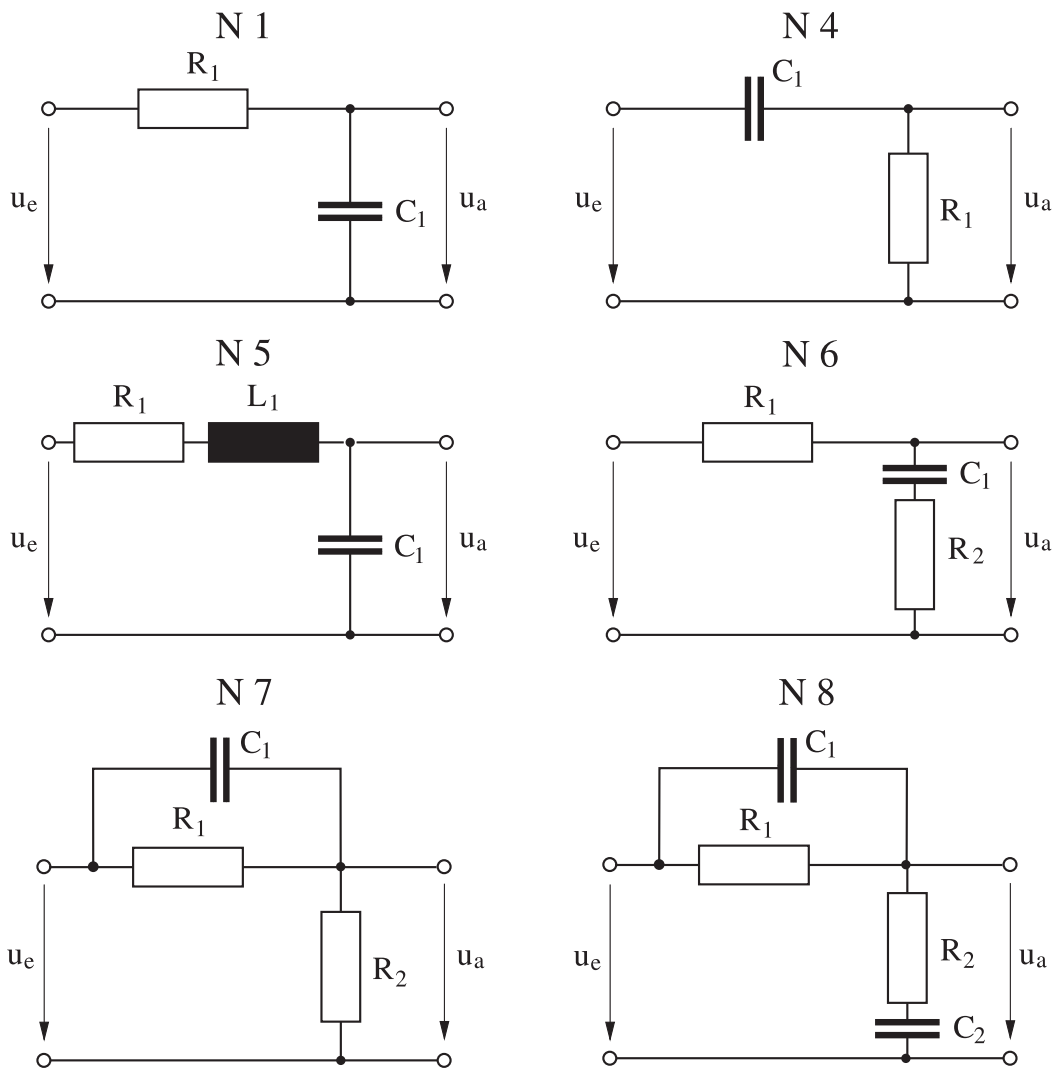


Abbildung 1: Passive Netzwerke

## 4 Versuchsdurchführung

### 4.1 Übergangs- und Gewichtsfunktionen

Beachten Sie die Hinweise zur Versuchseinrichtung unter 2.1!

Bilden Sie die Übergangs- und Gewichtsfunktionen der Netzwerke N 1, N 4, N 6 und N 5 am Oszillografen ab und skizzieren Sie die Verläufe qualitativ! Prüfen Sie die Übereinstimmung mit den in der Vorbereitung berechneten Verläufen für N 1, N 4 und N 6!

### 4.2 Experimentelle Bestimmung der Amplitudenfrequenzkennlinie und Parameterbestimmung

Beachten Sie die Hinweise zur Versuchseinrichtung unter 2.2!

Mit zwei Trägheitsübertragungsgliedern in Reihe (N 1 und N 3 am Analogmodell) ist eine  $T_2$ -Strecke mit der Übertragungsfunktion

$$G_S(s) = \frac{1}{(1 + sT_1)(1 + sT_2)}$$

aufzubauen. Folgende Bauelementewerte sind per Schalter zu wählen:

N 1:  $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$ ,  $C_1 = 50 \text{ nF}$

N 3:  $R_1 = 50 \text{ k}\Omega$ ,  $C_1 = 10 \text{ nF}$

Nehmen Sie den Amplitudenfrequenzgang dieser Strecke auf und versuchen Sie, diesen durch Geraden zu approximieren! Ziehen Sie dazu die Erkenntnisse aus der Vorbereitungsaufgabe 3.3 heran! Ermitteln Sie die Zeitkonstanten  $T_1$  und  $T_2$  unter Nutzung der Geradenapproximation des Amplitudenfrequenzganges im Bode-Diagramm!

### 4.3 Identifikation von Übertragungsgliedern anhand der Amplitudenfrequenzkennlinie

Beachten Sie die Hinweise zur Versuchseinrichtung unter 2.2!

Für die Netzwerke N 6, N 7 und N 8 ist jeweils der Amplitudenfrequenzgang aufzunehmen und durch Geradenstücke anzunähern! Entscheiden Sie anhand der Amplitudenfrequenzgänge, um welche Übertragungsglieder es sich handeln muss, welche Parameter sie besitzen und welche Phasenkennlinien zur jeweiligen Amplitudenkennlinie gehören!