

Lernziel:

Aufnahme des Frequenzganges von 2 unbekannten Strecken und erstellen der Bode-Diagramme und Ortskurven. Dimensionierung von P-Reglern für beide Strecken aus den Bode-Diagrammen. Untersuchung des Schwingfalles.

1. Allgemeines

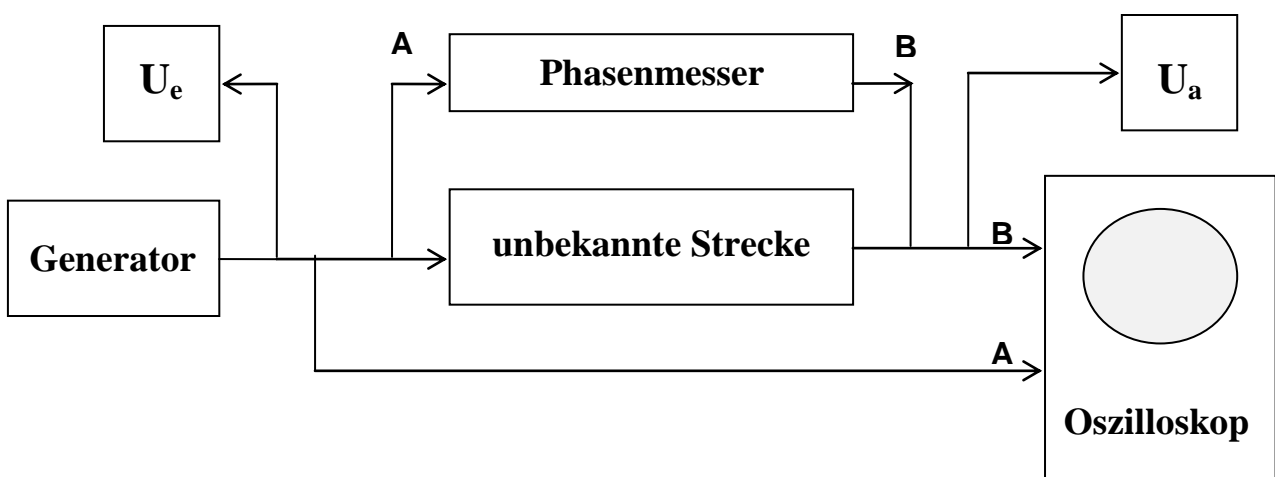
Laut Definition ist der Frequenzgang $F(j\omega)$ die Übertragungsfunktion auf der imaginären Achse. Der Laplaceoperator $p = \delta + j\omega$ wird durch $j\omega$ ersetzt. Im Gegensatz zur Übertragungsfunktion, kann man den Frequenzgang messtechnisch erfassen (Vorl. RT I).

Aus dem Frequenzgang können Aussagen über Stabilität und Übertragungsverhalten eines Systems gemacht werden. Der Frequenzgang gibt an, wie Amplitude und Phasenverschiebung eines Systems „mit der Frequenz gehen“, d.h. von der Frequenz abhängen von $f = 0$ bis $f = \infty$.

Die Darstellung des Frequenzganges erfolgt im **Bode-Diagramm** oder als **Ortskurve**. Im Bode-Diagramm werden Betrag und Phase des betrachteten Systems getrennt in einem Diagramm über der Frequenz aufgetragen. Für die Frequenz wird ein logarithmischer Maßstab verwendet. Man ermittelt die sogenannten Frequenzkennlinien.

2. Aufnahme des Frequenzganges

Versuchsanordnung:



Die Dämpfung wird bestimmt aus:

$$\frac{|F|}{dB} = 20 \cdot \log \frac{U_a}{U_e}$$

Entsprechend der Versuchsanordnung wird ein konstantes Sinus-Signal von $U_e = 2,5 \text{ V}$ auf die Strecke gegeben. Die Anfangsfrequenz wähle man so klein wie möglich (entsprechend der Möglichkeiten der Meßgeräte). Nun werden Ausgangsspannung U_a und Phase ϕ über der Frequenz ω solange gemessen, bis sich keine nennenswerten Änderungen von U_a mehr ergeben oder die Bereichsgrenzen der Meßgeräte erreicht sind.

Zur Ermittlung der Phasenverschiebung werden Phasenmesser verwendet, die Phasenwinkel nur von 0 bis 180° anzeigen. Durch LED's wird zusätzlich angezeigt, welcher Kanal des Phasenmessers verzögert (retard) gegenüber dem anderen Kanal ist. Wie die richtige Phasenlage ermittelt wird, zeigen folgende Beispiele, wobei an Kanal A das Eingangs-Signal und an Kanal B das Ausgangs-Signal liegt:

Beispiel 1:

gemessener Wert: 25° , LED an Kanal B leuchtet

Resultat: B ist gegenüber A um 25° verzögert, Phasenverschiebung am Ausgang = - 25° .

Beispiel 2:

gemessener Wert: 25° , LED an Kanal A leuchtet

Resultat: A ist gegenüber B um 25° verzögert, Phasenverschiebung am Ausgang = + 25° .

Beispiel 3:

gemessener Wert: 160° , LED an Kanal A leuchtet

Nach bisherigen Erkenntnissen wäre dies ein Phasenwinkel von $+160^\circ$. Wenn aber die Meßreihe bisher z. B. von -15° bis -180° gegangen ist, dann ist dies kein Phasensprung. Hier sind $+160^\circ$ als -200° zu werten. -200° und $+160^\circ$ liegen auf der Ortskurve beieinander, das Vorzeichen es ist nur eine Frage der Zählrichtung. Rechnen Sie dann -360° plus abgelesenen positiven Wert, also $-360^\circ + 160^\circ = -200^\circ$.

Resultat: B ist gegenüber A um 200° verzögert, Phasenverschiebung am Ausgang = - 200° .

3. Aufgabenstellung:

- 3.1 Der Frequenzgang von 2 Netzwerken (Strecke 1 und 2) als Streckennachbildung ist aufzunehmen und im Bode- Diagramm sowie als Ortskurve darzustellen. Ermitteln Sie die **Zeitkonstanten** der gefundenen Grundblöcke.
- 3.2 Aus dem Bode-Diagramm ist die Verstärkung (k_p) für einen P-Regler zu bestimmen,
 - a) für optimales Übergangsverhalten (Phasenreserve = 60°)
 - b) für den kritischen Fall (bei -180° , Phasenreserve = 0°)
- 3.3 Es sind die Elementarblöcke der Streckennachbildungen zu bestimmen.
- 3.4 Der Regelkreis ist zu schließen und das Übergangsverhalten der beiden Regelkreise (P-Regler mit Strecke 1 bzw. Strecke 2) darzustellen.
- 3.5 Vergleichen Sie die Frequenz der Regelgröße x im Schwingfall (Phasenreserve = 0°) mit der entsprechenden Durchtrittsfrequenz. Die Durchtrittsfrequenz ist die Frequenz, bei der die Betragskennlinie im Bode-Diagramm die 0 dB-Linie durchläuft.
- 3.6 Diskussion der Ergebnisse.

Grundblöcke der Regelungstechnik und ihre Darstellung im Bode-Diagramm:

Benennung und Gleichung in der komplexen Ebene	Amplitudengang	Phasengang
P-Glied $F(j\omega) = K_p$ Beispiel: $K_p = +20\text{dB}$		
D-Glied $F(j\omega) = j\omega T$ Beispiel: $T = 1$		
I-Glied $F(j\omega) = \frac{1}{j\omega T}$ Beispiel: $T = 0,1$		
Verzögerungsglied 1. Ordnung $F(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega T}$ Beispiel: $T = 0,1$		
Vorhalteglied $F(j\omega) = 1 + j\omega T$ Beispiel: $T = 1$		
Totzeitglied $F(j\omega) = e^{j\omega T_t}$ Beispiel: $T_t = 0,2$		

Netzwerk 1: $U_e = 2,5V$

U_A / V	$ F / dB$	$\varphi / ^\circ$	f / Hz	ω / s^{-1}

Netzwerk 2: $U_e = 2,5V$

U_A / V	$ F / dB$	$\varphi / ^\circ$	f / Hz	ω / s^{-1}