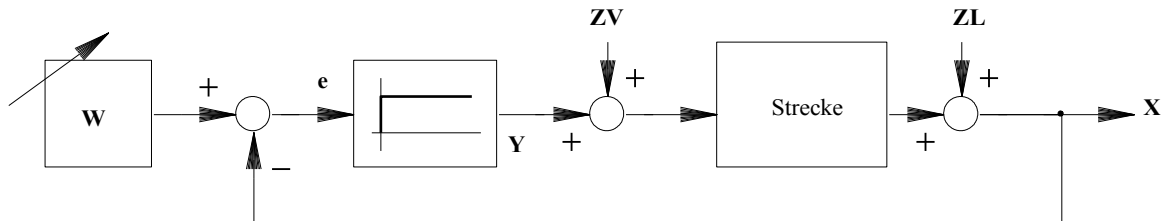


## Frequenzganganalyse, Teil 5:

### Führungs- und Störfrequenzgang

Der **Führungsfrequenzgang** ist die komplexe Verstärkung für die Führungsgröße  $w$ .

Der **Störfrequenzgang** ist die komplexe Verstärkung für die Störungsgröße  $z_V$  bzw.  $z_L$ .



Zur Erinnerung:

- Beim Frequenzgang hat man es mit sinusförmigen Signalen zu tun, die als komplexe Drehzeiger dargestellt werden.
- Normalerweise hat man es in der Praxis eher mit Versorgungsstörungen zu tun, oder (leider) mit etwas zwischen Versorgungs- und Laststörung.

In der Praxis wird man selten oder nie messtechnisch einen dieser Frequenzgänge aufnehmen. Sie sind aber nützlich, um etwas über das Verhalten eines Regelkreises aussagen zu können (zumindest in Fällen die sich noch relativ einfach rechnen lassen).

Aus dem Blockschaltbild können die Frequenzgänge direkt abgeleitet werden:

$$\bar{F}_w = \frac{\bar{F}_R \cdot \bar{F}_S}{1 + \bar{F}_R \cdot \bar{F}_S}$$

$$\bar{F}_{zV} = \frac{\bar{F}_S}{1 + \bar{F}_R \cdot \bar{F}_S}$$

$$\bar{F}_{zL} = \frac{1}{1 + \bar{F}_R \cdot \bar{F}_S}$$

#### Beispiel:

Regelkreis mit P-Regler und I-Strecke

Für den **Führungsfrequenzgang** ergibt sich

$$\bar{F}_w = \frac{K_{PR} \cdot \frac{1}{j\omega T_I}}{1 + K_{PR} \cdot \frac{1}{j\omega T_I}} = \frac{K_{PR}}{j\omega T_I + K_{PR}} = \frac{1}{1 + j\omega \frac{T_I}{K_{PR}}}$$

Für die Führungsgröße benimmt sich der Regelkreis wie eine PT1-Strecke mit einem Proportionalbeiwert  $K_P^* = 1$  und einer Zeitkonstanten  $T^* = \frac{T_I}{K_{PR}}$

Was bedeutet dies praktisch?

- Der Regelkreis ist auf jeden Fall stabil (PT1-Verhalten!) und es gibt kein Überschwingen beim Einstellen eines neuen Sollwertes.
- Wegen  $K_P^* = 1$  wird (nach einer Zeit von ca.  $5 T^*$ )  $x = w$ .  
Es gibt für das Führungsverhalten keine bleibende Regeldifferenz, obwohl hier ein P-Regler verwendet wird. (Der Grund liegt natürlich im I-Verhalten der Strecke)
- Die Reaktion auf eine Änderung des Sollwertes erfolgt mit einer Zeitkonstanten  $T^*$ . Diese ist umso kleiner je größer  $K_{PR}$  eingestellt wird.

Theoretisch könnte man also den Regelkreis beliebig schnell machen, indem man einen sehr hohen  $K_{PR}$  – Wert nimmt. Dies wäre hier erlaubt, da es kein instabiles Verhalten geben kann (immer PT1-Verhalten).

Beliebig schnell kann der Regelkreis aber nur werden wenn die Stellgröße auch beliebig groß werden kann. In der Praxis würde der Regler übersteuern und so der Schnelligkeitssteigerung eine Grenze setzen.

Für den **Störfrequenzgang** bei einer Versorgungsstörung ergibt sich

$$\bar{F}_{ZV} = \frac{1}{j\omega T_I} \cdot \frac{1}{1 + K_{PR} \cdot \frac{1}{j\omega T_I}} = \frac{1}{j\omega T_I + K_{PR}} = \frac{1}{K_{PR}} \cdot \frac{1}{1 + j\omega \frac{T_I}{K_{PR}}}$$

Der Regelkreis benimmt sich also für eine Versorgungsstörung wie eine PT1-Strecke mit

$$K_P^* = \frac{1}{K_{PR}} \quad \text{und einer Zeitkonstante} \quad T^* = \frac{T_I}{K_{PR}}$$

Was bedeutet dies praktisch?

- Die Störung wird nicht vollständig ausgeregelt, denn es ergibt sich für sie ein von null verschiedener Proportionalbeiwert von  $K_P^* = \frac{1}{K_{PR}}$
- Wenn der Regler einen höheren Proportionalbeiwert erhält, wird die Störung besser ausgeregelt denn dann wird  $K_P^*$  kleiner.
- Je höher der Proportionalbeiwert des Reglers, desto schneller erfolgt die Reaktion auf eine Störung, denn  $T^* = \frac{T_I}{K_{PR}}$
- Beim Auftreten einer Störung ergibt sich kein Überschwingen (PT1-Verhalten!)

**Aufgabe 5.1**

Simuliere den Regelkreis des Beispiels in BORIS und kontrolliere die Richtigkeit der obigen Schlussfolgerungen.

**Aufgabe 5.2**

Gegeben ist ein Regelkreis mit PT1-Strecke ( $K_{PS} = 1$ ,  $T_S = 10\text{s}$ ) und P-Regler ( $K_{PR} = 40$ ).

Stelle die Formel für den Führungsfrequenzgang auf.

Welches Verhalten ergibt sich?

Ist der Regelkreis stabil?

Gibt es Überschwingen?

Welcher stabile Endwert der Regelgröße ergibt sich, wenn der Sollwert auf 50% eingestellt ist?

Wie viel mal schneller ist der Regelkreis im Vergleich zur Strecke?

Wie lange dauert es praktisch, bis sich der neue Wert der Regelgröße eingestellt hat?

**Aufgabe 5.3 (Examen 2009)**

Eine Regelstrecke besteht aus einem PT1-Glied mit nachgeschaltetem I-Glied.

Als Regler wird ein PD-Regler verwendet.

Bestimme den Führungsfrequenzgang.

Welches Verhalten zeigt die Schaltung, wenn  $T_V = T_S$  gewählt wird?