



Leseprobe

Kurt Gieck, Reiner Gieck

Technische Formelsammlung

ISBN (Buch): 978-3-446-43808-8

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

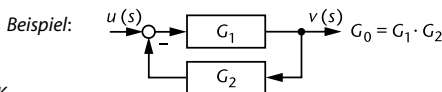
<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-43808-8>

sowie im Buchhandel.

Größen und Funktionen zur Beschreibung des dynamischen Verhaltens von Regelkreisen

Kreisübertragungsfunktion G_0

Die Kreisübertragungsfunktion G_0 ist das Produkt der Übertragungsfunktionen aller in Reihenschaltung liegenden Glieder eines Regelkreises oder einer Schleife.



Kreisverstärkung K_0

Die Kreisverstärkung K_0 ist der Wert der Kreisübertragungsfunktion G_0 im Wert null der Laplace-Variablen s . Dieser Begriff ist nur auf Regelkreise und Schleifen **ohne** I-Verhalten anwendbar. Je größer die Kreisverstärkung, um so genauer ist die Regelung.

Regelfaktor R

Der Regelfaktor R ist der Kehrwert der um eins vergrößerten Kreisverstärkung K_0 .

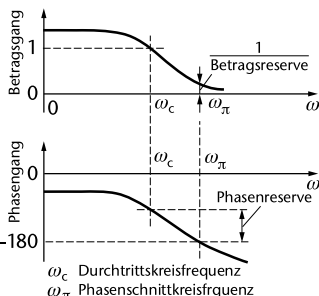
$$R = 1 / (1 + K_0)$$

Durchtrittskreisfrequenz ω_c

Die Durchtrittsfrequenz ω_c ist diejenige Kreisfrequenz, bei der der Betragsgang (Amplitudengang) des aufgeschnittenen Regelkreises den Wert Eins annimmt.

Phasenschnittkreisfrequenz ω_π

Die Phasenschnittkreisfrequenz ω_π ist diejenige Kreisfrequenz, bei der der Phasengang des aufgeschnittenen Regelkreises den Wert -180° annimmt.



Darstellung von Betrags- und Phasengang (nicht logarithmisch) eines aufgeschnittenen Regelkreises

Bild 5

Phasenreserve φ_m

Die Phasenreserve φ_m ist die Differenz des Phasengangs des aufgeschnittenen Regelkreises zu -180° bei der Durchtrittskreisfrequenz ω_c . Die im Regelkreis erforderliche Vorzeichenumkehr bleibt unberücksichtigt.

Betragsreserve G_m

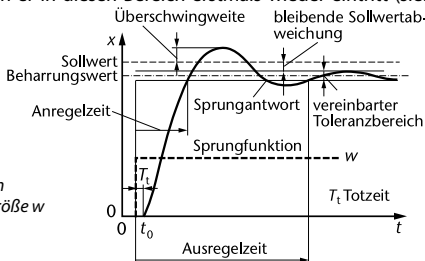
Die Betragsreserve G_m ist der reziproke Wert des Betragsgangs (Amplitudengangs) des aufgeschnittenen Regelkreises bei der Phasenschnittkreisfrequenz ω_π .

Anregelzeit T_{cr}

Die Anregelzeit T_{cr} ist die Zeitspanne, die beginnt, wenn der Wert der Regelgröße x nach einem Sprung der Führungsgröße w oder einer Störgröße z einen vorgegebenen Toleranzbereich der Regelgröße verlässt, und die endet, wenn er in diesen Bereich erstmals wieder eintritt (siehe Bilder 6 + 7).

Bild 6

Zeitliche Änderung der Regelgröße nach einem Sprung der Führungsgröße w



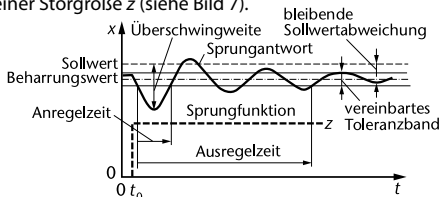
Beim Sprung der Führungsgröße verlagert sich der Toleranzbereich der Regelgröße sprunghaft.

Überschwingweite x_m der Regelgröße

Die Überschwingweite x_m der Regelgröße x ist die größte vorübergehende Sollwertabweichung während des Übergangs von einem Beharrungszustand in einen neuen nach einer sprunghaftigen Änderung der Führungsgröße w oder einer Störgröße z (siehe Bild 7).

Bild 7

Zeitliche Änderung der Regelgröße nach einem Sprung der Störgröße z

**Ausregelzeit T_{cs}**

Die Ausregelzeit T_{cs} ist die Zeitspanne, die beginnt, wenn der Wert der Regelgröße x nach einem Sprung der Führungsgröße w oder einer Störgröße z einen vorgegebenen Toleranzbereich der Regelgröße verlässt, und die endet, wenn er in diesen Bereich zum dauernden Verbleib wieder eintritt (siehe Bilder 6 + 7).

Regeln zur Ermittlung der Übertragungsfunktion für den gesamten Regelkreis

Die Gesamtübertragungsfunktion wird aus den Übertragungsfunktionen der einzelnen Übertragungsglieder gebildet.

Serienschaltung

t11

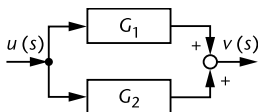
$$G = G_1 \cdot G_2$$



Parallelschaltung

t12

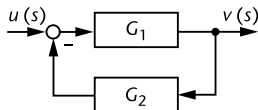
$$G = G_1 + G_2$$



Rückführungsregel

t13

$$G = \frac{G_1}{1 + G_1 \cdot G_2}$$



Bemerkungen zur Rückführungsregel:

Im Nenner von G steht das dem Vorzeichen an der Additionsstelle im Wirkungsplan entgegengesetzte Vorzeichen.

Bei "+"-Vorzeichen der Rückführung an der Additionsstelle spricht man von Mitkopplung.

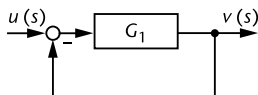
Bei "-"-Vorzeichen der Rückführung an der Additionsstelle spricht man von Gegenkopplung.

Enthalten G_1 und/oder G_2 auch Vorzeichenumkehrungen, liegt eine Gegenkopplung (Mitkopplung) vor, wenn die Anzahl der Vorzeichenumkehrungen in der gesamten Schleife ungerade (gerade) ist.

Sonderfall: $G_2 = 1$ (direkte Rückführung).

t14

$$G = \frac{G_1}{1 + G_1}$$



Erweiterte Rückführungsregel

Liegen zwischen den Verzweigungsstellen eines Wirkungsplans keine Additionsstellen, so lässt sich die Übertragungsfunktion G_{ges} für das gesamte System mit folgender Formel sehr einfach bestimmen:

$$G_{\text{ges}} = \frac{v(s)}{u(s)} = \frac{G_{V\text{ges}}}{1 + \sum_{i=1}^n G_{0i}} \quad \text{mit} \quad G_{V\text{ges}} = \prod_{k=1}^m G_{V_k}$$

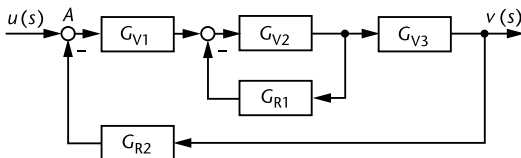
G_{0i} bedeutet dabei die Kreisübertragungsfunktion der einzelnen Regelkreise oder Schleifen im vorliegenden Wirkungsplan; dabei gehen G_{0i} von Mitkopplungsschleifen mit **negativem** Vorzeichen in die Summe im Nenner von G_{ges} ein.

$$G_{V\text{ges}} = \prod_{k=1}^m G_{V_k}$$

ist das Produkt aller Übertragungsfunktionen der Übertragungsglieder, die **im Vorwärtsweg** liegen.

Überschneidungen von Wirkungslinien sind für die Anwendung der erweiterten Rückführungsregel unschädlich.

Beispiel:



$$G_{\text{ges}} = \frac{v(s)}{u(s)} = \frac{G_{V1} \cdot G_{V2} \cdot G_{V3}}{1 + G_{V2} \cdot G_{R1} + G_{V1} \cdot G_{V2} \cdot G_{V3} \cdot G_{R2}}$$

Bestimmung der Übertragungsfunktion nach der Rückbenennungsmethode

Bei dieser wird – beginnend mit $v(s)$ am Ausgang – der Wirkungsplan in Richtung Eingangsgröße bzw. zur Bezugs-Additionsstelle A durchlaufen und die Laplace-Transformierte der jeweiligen Zeitfunktion vor und hinter den einzelnen Übertragungsgliedern ermittelt und markiert eingetragen. An der Bezugs-Additionsstelle A kann dann aus den dort bekannten Laplace-Transformierten G_{ges} berechnet werden.