

das PPT_1 -Glied die Bezeichnung „amplitudenabsenkendes Glied“ abgeleitet. Unter diesen Bezeichnungen werden solche Glieder als sog. Kompensationsglieder zur Beeinflussung des dynamischen Verhaltens von Regelkreisen eingesetzt.

4.2.8 PT_t, PT_1T_t

Glieder mit Totzeit treten häufig bei der Beschreibung von Regelstrecken auf. Der Frequenzgang des einfachen Totzeitgliedes (PT_t) ist bereits zu

$$G(j\omega) = K \cdot e^{-j\omega T_t} \quad (4.62)$$

bestimmt worden. Die zugehörige Ortskurve ist ein Kreis mit dem Radius K um den Ursprung des Koordinatensystems, der mit wachsender Kreisfrequenz immer wieder durchlaufen wird und dessen Parametrierung daher mehrdeutig ist (Tab. 4-4). Der Phasenwinkel

$$\varphi = -\omega T_t \quad (4.63)$$

geht für $\omega \rightarrow \infty$ gegen $-\infty$. Im Bode-Diagramm wird der Frequenzgang durch einen konstanten Betrag und einen mit der Kreisfrequenz linear abnehmenden Phasenwinkel dargestellt; wegen der logarithmischen Teilung der Kreisfrequenzachse ist der Phasengang nach unten gekrümmt. Die Übertragungsfunktion ist nicht rational und daher durch endlich viele Pol- und Nullstellen nicht darstellbar. Die entsprechenden Felder in Tab. 4-4 sind leer.

Die Beschreibungen der Eigenschaften einer Reihenschaltung aus Verzögerungs- und Totzeitglied, des PT_1T_t -Gliedes, ergeben sich durch Multiplikation der Übertragungsfunktionen oder Frequenzgänge in einfacher Weise (Tab. 4-4).

4.2.9 PA_1

Das PA_1 -Glied ist ein so genannter Allpass. Der Name Allpass rührt von der Tatsache her, dass der Betrag des Frequenzganges für alle Kreisfrequenzwerte konstant ist (wie der Betrag des Frequenzganges des Totzeitgliedes). Die Übertragungsfunktionen aller Allpässe weisen reelle und paarweise konjugiert komplexe Pole in einer s -Halbebene auf und

eine dazu spiegelbildliche Anordnung von Nullstellen in der anderen s -Halbebene.

Tab. 4-4 zeigt die Beschreibung eines Allpasses erster Ordnung (PA_1). In der Differentialgleichung fällt das negative Vorzeichen vor einem Term der rechten Seite auf. Dies führt zu entsprechenden negativen Vorzeichen im Zähler von Übertragungsfunktion und Frequenzgang. Der Betrag des Frequenzgangs ist konstant (weil die Beträge von Zähler und Nenner gleich sind) während der Phasengang wegen des negativen Vorzeichens im Zähler für große ω nach -180° strebt. Bei Allpässen höherer Ordnung (PA_n) geht der Phasenwinkel des Frequenzganges für große ω gegen $2n(-90^\circ)$. Die Übergangsfunktionen aller Allpässe ungerader Ordnung nehmen für $t = 0$ negative Werte an. Durch diese Eigenschaften sind Regelstrecken mit Allpassanteilen schlecht regelbar.

In der Anwendungspraxis entstehen Übertragungsglieder mit Allpassverhalten meist durch Parallelschaltungen wie in Bild 4-11.

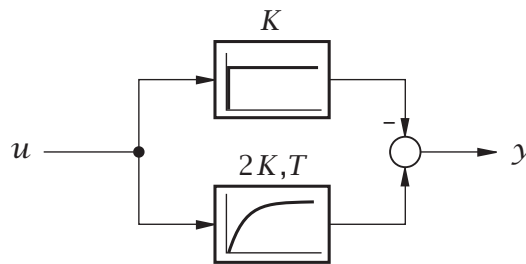


Bild 4-11: Parallelschaltung mit Allpassverhalten

Gl. (4.64) zeigt die zugehörige Übertragungsfunktion

$$G(s) = \frac{2K}{1 + sT} - K = K \cdot \frac{1 - sT}{1 + sT} \quad (4.64)$$

4.3 Minimalphasenglieder, Phasenminimumsysteme

Minimalphasige Systeme oder Phasenminimumsysteme sind Systeme mit gebrochen rationalen Übertragungsfunktionen gemäß Gl.(3.80) mit $K > 0$, deren Pol- und Nullstellen ausschließlich nicht-positive Realteile haben.

Minimalphasig ist dasjenige System, dass zu einem gegebenen Betragsverlauf die „minimale“ Phase aufweist. In diesem Fall lässt sich von