

Lösung zur Übung 4: Der standard Regelkreis

Prof. Dr. Philipp Rostalski
Institut für Medizinische Elektrotechnik
Universität zu Lübeck

L 4.1: Inverse Laplacetransformation

$$G(s) = \frac{1}{s+1}.$$

- Ordnung = Nennergrad = 1.
- Aus Laplace Tabelle

$$g(t) = e^{-t}.$$

- Sprungantwort z.B. als Integral der Impulsantwort

$$h(t) = \int_0^t g(\tau) d\tau = 1 - e^{-t}.$$

L 4.2: Blockdiagrammalgebra und Endwertsatz

- Übertragungsfunktion des geschlossenen Kreises, also vom Referenzsignal $r(t)$ zum Ausgangssignal $y(t)$ für allgemeines $K(s)$:

$$G_{cl}(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{K(s)G(s)}{1 + K(s)G(s)} = \frac{K(s)}{s+1+K(s)}.$$

- Die Übertragungsfunktion von dem Referenzsignal $r(t)$ zum Fehlersignal $e(t) = r(t) - y(t)$ ergibt sich allgemein zu:

$$\frac{E(s)}{R(s)} = \frac{1}{1 + K(s)G(s)} = \frac{s+1}{s+1+K(s)}.$$

Regelabweichung $E(s)$ auf einen Einheitssprung $R(s) = 1/s$ ergibt sich damit zu

$$E(s) = \frac{s+1}{s+1+K(s)} R(s).$$

Für den Fall eines Proportionalreglers mit $K(s) = k_p$ ergibt sich als bleibende Regelabweichung (mittels Endwertsatz):

$$\lim_{t \rightarrow \infty} e(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sE(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s+1}{s+1+k_p} = \frac{1}{1+k_p}.$$

- Regelabweichung auf einen Einheitssprung für den Fall eines PI-Reglers

$$K(s) = k_p + k_i \cdot \frac{1}{s}.$$

ergibt sich analog:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} e(t) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s+1}{s+1+k_p+k_i \cdot \frac{1}{s}} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s(s+1)}{s^2+s+sk_p+k_i} = 0.$$