

Regelungstechnik 2

FS 24 Prof. Dr. Lukas Ortmann

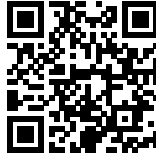
Autoren:

Simone Stitz, Laurin Heitzer

Version:

1.0.20240531

<https://github.com/P4ntomime/regelungstechnik-2>



Inhaltsverzeichnis

1 Implementierung digitaler Regler	2	2 Anhang	2
1.1 Aufbau digitale Regler	2	2.1 Bodediagramm eines Integrators	2
1.2 Signale in digitalem Regler	2	2.2 Bodediagramm mit Nullstelle bei $\omega = 0$	2
1.3 Entwurfsverfahren	2	2.3 z-Transformation	2
1.4 Vorgehen: Diskretisierung eines Reglers	2		

1 Implementierung digitaler Regler

1.1 Aufbau digitale Regler

1.2 Signale in digitalem Regler

1.3 Entwurfsverfahren

1.3.1 Approximationen

1.4 Vorgehen: Diskretisierung eines Reglers

- Übertragungsfunktion des Reglers in $j\omega$ aufstellen: $G_R(j\omega) = \dots$
- Wahl der Abtastzeit T_S und einer Diskretisierungsmethode
 - (typischerweise Tustin, weil am genauesten)
- Substitution aller $j\omega$ in der UTF durch Approximation in $z^{-1} \Rightarrow G_{R, \text{diskret}}(z) = \dots$
 - Tustin: $j\omega = \frac{2}{T} \frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}$
- Umformen, damit Doppelbrüche verschwinden
- Ansatz: $G_{R, \text{diskret}}(z) = \frac{U(z)}{E(z)}$ sortieren nach $U(z)$ und $E(z)$
- Differenzengleichung durch inverse Z-Transformation bestimmen

Beispiel: PI-Regler diskretisieren

Gegeben sei die Übertragungsfunktion $G_R(j\omega)$ eines **kontinuierlichen** Reglers. Daraus soll die zu implementierende **Differenzengleichung** ermittelt werden.

$$G_R(j\omega) = K_R \cdot \frac{1 + T_N j\omega}{T_N j\omega}$$

$$G_{R, \text{diskret}}(z) = K_R \cdot \frac{1 + T_N \frac{2}{T} \frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}}{T_N \frac{2}{T} \frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}} = K_R \cdot \frac{T(1+z^{-1}) + 2T_N(1-z^{-1})}{2T_N(1-z^{-1})} = \frac{U(z)}{E(z)}$$

$$U(z)(1-z^{-1}) = \frac{K_R}{2T_N} \cdot E(z)(T(1+z^{-1}) + 2T_N(1-z^{-1}))$$

$$u(k) - u(k-1) = \frac{K_R}{2T_N} [T \cdot e(k) + T \cdot e(k-1) + 2T_N \cdot e(k) - 2T_N \cdot e(k-1)]$$

$$u(k) = u(k-1) + \frac{K_R}{2T_N} [e(k) \cdot (T + 2T_N) + e(k-1) \cdot (T - 2T_N)]$$

1.4.1 Z-Transformation mit Matlab

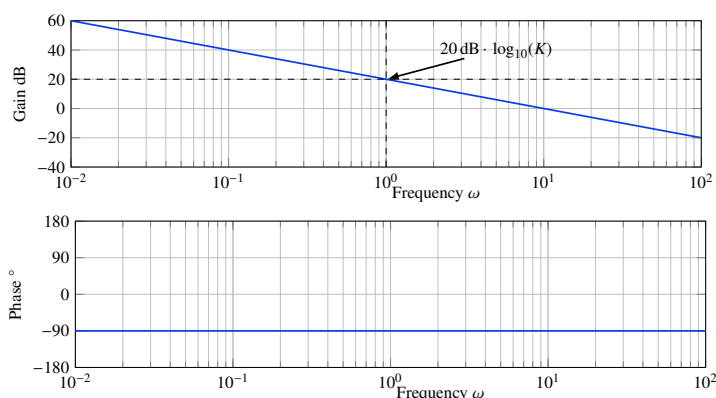
```
1 s = tf('s');  
2 G_R = K_R * (1 + s * T_N) / (s * T_N); % UTF Regler  
3 sysd = c2d(G_R, T_S, 'tustin') % T_S: sampling time
```

1.4.2 Optimierung des Speicherplatzes

2 Anhang

2.1 Bodediagramm eines Integrators

Ein Integrator mit $G(s) = \frac{K}{s}$ hat seine Polstelle bei der Frequenz $\omega = 0$. Im Bodediagramm wird der Integrator so dargestellt, dass bei Frequenz $\omega = 1$ die Verstärkung $20 \text{ dB} \cdot \log_{10}(K)$ erreicht ist.



2.2 Bodediagramm mit Nullstelle bei $\omega = 0$

Ein System mit $G(s) = K \cdot s$ wird im Bodediagramm so dargestellt, dass bei Frequenz $\omega = 0$ die Verstärkung $20 \text{ dB} \cdot \log_{10}(K)$ erreicht ist. Im Gegensatz zu Abschnitt 2.1 beträgt die Steigung der Amplitude $+20 \text{ dB/Dek}$ und die Phase ist konstant bei $\varphi = \frac{\pi}{2}$.

2.3 z-Transformation

Die z-Transformation wird verwendet, um **diskrete** Signale in den Frequenzbereich zu transformieren.