

Einführung und Modellierung

Erläutern sie den Unterschied zwischen Steuerung und Regelung.

Benennen Sie die einzelnen Signale in einem Standardregelkreis.

Wie lassen sich Regelung und Steuerung miteinander kombinieren? Warum ist dies nützlich?

Stellen Sie die Differenzialgleichungen für folgendes mechanische/elektrische/verfahrenstechnische System auf

Gegeben sei folgendes nichtlineare Zustandsraummodell. Linearisieren Sie dieses und bringen sie es in die Form eines linearen Standardzustandsraummodells.

Warum können wir in der Regelung häufig mit dem linearisierten Systemen arbeiten, obwohl die eigentliche Strecke nichtlinear ist?

Dynamisches Verhalten

Bestimmt sie mit Hilfe der Laplacetransformierten die Antwort des Systems auf folgendes Eingangssignal.

Bestimmen Sie die Rücktransformierte folgenden Signals aus dem Laplacebereich.

Vereinfachen sie folgendes System mit Hilfe der Blockdiagrammalgebra und stellen Sie die Übertragungsfunktion auf.

Worin unterscheiden sich die Sprungantworten/Impulsantworten/Frequenzgang und Phasengang folgender Systeme:

- 1. vs. 2. Ordnung ohne Nullstelle
- 1. vs. 2. Ordnung mit Nullstelle
- System mit Totzeit
- Stabiles vs. instabiles System

(oder andere Kombinationen).

Weisen Sie folgenden Bodediagrammen den zugehörigen Sprungantworten Impulsantworten, Nyquistdiagramme oder Übertragungsfunktion zu. (Achten Sie dabei insbesondere auf den Grad des Systems, das Vorhandensein von Totzeit oder ähnlichen Auffälligkeiten.)

Gegeben sei folgende Sprungantwort eines Systems 2. Ordnung. Wo müssen die dazugehörigen Pole im Pol/Nullstellendiagramm liegen? Betrachten Sie jetzt die zweite Sprungantwort und zeichnen Sie, die Pole dieses Systems relativ zu den von ihnen angenommenen Polen des ersten Systems ein.

Gegeben seien folgende Spezifikationen im Zeitbereich: Überschwingweite, Anstiegszeit, Ausregelzeit. Zeigen sie jeweils den Bereich der Pole ein, für den das System die Anforderungen erfüllt.

Gegeben sind im Folgenden verschiedene Darstellung eines Systems

(Sprungantwort/Impulsantwort/Bodediagramm/Nyquistdiagramm/Übertragungsfunktion).

Überprüfen Sie diese jeweils auf Stabilität und überprüfen Sie auch ob der geschlossen Regelkreis mit einem Proportionalregler mit Verstärkungsfaktor $k_p=1$ stabil ist.

Idee der Rückführung (PID-Regler)/Reglerentwurf im Zeitbereich

Was sind die Vor- und Nachteile einer hohen Kreisverstärkung im Regelkreis (insbesondere eine hohe statische Verstärkung)?

Was ist der Vorteil eines I-Reglers?

Worauf müssen Sie bei der Implementierung eines I-Reglers achten (insbesondere dann wenn Stellgrößenbeschränkung zu berücksichtigen sind)?

Worauf müssen Sie bei der Implementierung eines D-Reglers achten. Welche Schwierigkeiten entstehen gegebenenfalls.

Gegeben ist folgende Sprungantwort. Bestimmen Sie mit Hilfe des Reglerentwurfverfahrens nach Ziegler-Nichols-Parameter für einen P/PI/PID-Regler. Zeichnen sie das zugehörige Blockdiagramm.

Systembeschreibung im Frequenzbereich

Was ist der Vorteil einer logarithmischen (beziehungsweise doppeltlogarithmischen) Darstellung des Frequenzgangs im Bodediagramm.

Bestimmen Sie mit Hilfe des dargestellten Bodediagramms die Antwort des Systems auf ein Cos-förmiges Eingangssignal mit der Frequenz $f=50$ Hz (wahlweise $\omega=XX$ rad/s = $2\pi f$).

Skizzieren Sie das Nyquistdiagramm aus dem gegebenen Bodediagramm.

Skizzieren Sie das Nyquistdiagramm für die gegebene Übertragungsfunktion.

Warum lässt sich der Effekt einzelner Polstellen und Nullstellen im Bodediagramm einzeln darstellen und dann additiv überlagern (sowohl in Betrag als auch in der Phase)?

Gegeben sei folgendes Bodediagramm eines Systems 2. Ordnung. Bestimmen Sie daraus die Lage der Polstellen. Wie verändert sich das dargestellte Bodediagramm, wenn das System jetzt zusätzlich mit einer Totzeit behaftet ist.

Stabilität

Bestimmen Sie, ob das System (gegeben als Zustandsraummodell oder Übertragungsfunktion) stabil ist.

Wie hängen Pole der Übertragungsfunktion und Eigenwerte der Systemmatrix (A bzw. F) zusammen? Sind diese immer/manchmal/nie identisch?

Bestimmen Sie mit Hilfe des Nyquistdiagramms die Werte eines Proportionalreglers P , für die der geschlossene Regelkreis (mit einer stabilen Strecke $G(s)$) stabil ist.

Gegeben ist ein Bodediagramm eines Systems $G(s)$. Bestimmen Sie mit Hilfe des Bdestabilitätskriteriums den Bereich, für den der geschlossene Kreis stabil ist für eine der statische Verstärkung K .

Wie weit kann die Verstärkung K erhöht werden, sodass der geschlossene Regelkreis des Systems zu einem gegebenen Nyquistdiagramm stabil ist?

Bestimmen Sie für das gegebene System $G(s)$ die Amplitudenreserven die Phasenreserve des Systems und erläutern Sie deren Bedeutung.

Reglerentwurf im Frequenzbereich

Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen Phasenreserve und Überschwingweite. Welche Annahme liegt diesem Zusammenhang zu Grunde?

Gegeben sei ein System $G(s)$, sowie folgende Spezifikation: Bleibende Regelabweichung kleiner als XX, Überschwingen kleiner als YY. Entwerfen Sie dafür einen Lead-/ oder einen Lag-Regler.

Erweiterung der Regelungsstruktur

Gegeben sei folgendes Totzeit-behaftete System $G(s)$. Wie groß ist die maximal erreichbare Bandbreite? Wodurch ist diese beschränkt?

Erläutern Sie das Prinzip des Totzeitkompensator (Smith Prädiktor).

Gegeben sei folgendes Totzeit-behaftete System $G(s)$. Entwerfen Sie hier für einen Smith-Prädiktor, so das folgende Anforderung erfüllt sind: Überschwingweite kleiner als XX, bleibende Regelabweichung kleiner als YY.

Erklären Sie den Begriff des Antiwindups

Gegeben sei ein System $G(s)$ mit Störgrößenmodell $G_w(s)$. Entwerfen Sie eine Störgrößenaufschaltung, die diese Störgröße kompensieren kann.

Mehrvariablenregelung

Gegeben sei folgende Übertragungsfunktionsmatrix. Berechnen Sie das Relativ Gain Array (RGA). Welchen Eingang würden Sie mit welchem Ausgang regeln?

Zustandsraumdarstellung

Gegebenen sei folgende Übertragungsfunktion. Bestimmen Sie daraus eine Zustandsraumdarstellung.

Gegeben sei folgendes Zustandsraummodell. Überprüfen Sie dieses auf Steuerbarkeit beziehungsweise Beobachtbarkeit. Transformieren Sie dieses Zustandsraummodell in Beobachtungs-/bzw. Regelungsnormalform.

Erläutern Sie den Begriff der Detektierbarkeit und der Stabilisierbarkeit. Wie unterscheiden sich diese von Beobachtbarkeit und Steuerbarkeit?

Wie macht sich der Verlust von Steuerbarkeit oder Beobachtbarkeit in der Übertragungsfunktion bemerkbar?

Regelung im Zustandsraum

Gegeben seien das Zustandsraummodell eines Systems sowie die Position der Pole des geschlossenen Kreises. Berechnen Sie die state feedback Gains um die Pole zu platzieren.

Beschreiben Sie das Vorgehen zur Platzierung von Polen des geschlossenen Regelkreises um gegebene Anforderungen (Maximales Überschwingen/Anstiegszeit/Ausregelzeit) zu erreichen.

Wie kann Sollwertfolge bei der Verwendung von State-Feedback erreicht werden?

Was versteht man in der Regelungstechnik unter Dualität?

Welche Bedingung muss das System erfüllen, damit anhand des Systemausgangs das System stabilisierbar/kontrollierbar ist?

LQR

Gegeben sei das Zustandsraummodell eines Systems sowie Gewichtungsmatrizen Q und R . Berechnen Sie einen zeitinvarianten LQ-Regulator.

Welche Eigenschaft hat der geschlossene Regelkreis mindestens? (Ist dieser stabil? Wie groß ist die Phasenreserve/Amplitudenreserve mindestens).

Wie verändern die Gewichtungsmatrizen Q und R die Performance/Regelaufwand des Systems

Kalman Filter

Erläutern Sie den Unterschied zwischen einem klassischen Beobachter und einem Kalmanfilter.

Gegeben sei folgendes System mit der Zustandsraumdarstellung $(A, B, C, D=0)$ und den Rauschmatrizen Q und R . Berechnen Sie die Kalmanverstärkung für den zeitinvarianten Kalmanfilter.

Loopshaping

Erläutern Sie das Konzept der verallgemeinerten Regelstrecke in ihren eigenen Worten und wenigen präzisen Sätzen.

Gegeben sei ein Mixed Sensitivity Design am Standardregelkreis mit Gewichtungsfilttern W_S und W_K . Wie müssen Sie die Gewichtungsfiltter qualitativ anpassen, um...

- ...eine höhere Bandbreite des geschlossenen Regelkreises zu erwirken?
- ...eine genauere Sollwertfolge zu erreichen?
- ...eine Sollwertfolge mit 1% Regelabweichung zu erreichen?
- ...geringeren Regleraufwand zu erreichen?
- ...die Rauschunterdrückung des Reglers zu verbessern?

Gegeben sei ein Standardregelkreis mit physikalischer Regelstrecke erster Ordnung. Können Sie mit Hilfe des H-Infty Mixed Sensitivity Designs erreichen, dass der geschlossene Regelkreis keine Regelabweichung aufweist?