Aufgabe 1: Polvorgabe - Zusatzwunsch

Gegeben sei die Übertragungsfunktion

$$P(s) = \frac{1}{s^2 + 2s + 1}$$

eines linearen zeitinvarianten Systems mit der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y.

a) Ermitteln Sie die Sprungantwort des Systems.

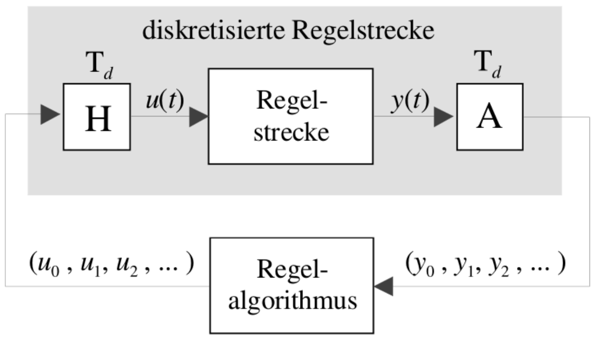
b) Ermitteln Sie für den Standardregelkreis mittels Polvorgabe einen Regler $R(s) = \frac{b_2 s^2 + b_1 s + b_0}{a_2 s^2 + a_1 s + a_0}$ so, dass die Führungsübertragungsfunktion $T(s)$ das Nennerpolynom $\nu_T(s) = (s+5)^4$ besitzt und der Regler zusätzlich *integrierendes* Verhalten aufweist. (Sie können dazu die Funktion **resultante()** der letzten Matlabübung verwenden bzw. erweitern).

c) Ermitteln Sie die Sprungantwort des geschlossenen Regelkreises.

Aufgabe 2: Diskretisierung

Für die folgenden Punkte gilt: Abtastzeit $T_d = 0.1s$.

a) Da in weiterer Folge ein digitaler Regler zum Einsatz kommen soll, muss die zeitkontinuierliche Strecke um ein Halte- bwz. Abtastglied erweitert werden. (Siehe Abbildung)



Erstellen Sie einen Simulinkkoppelplan bestehend aus der zeitkontinuierlichen Strecke und 2 Zero-Order-Hold Elementen als Halte- bzw. Abtastglied und vergleichen Sie die Sprungantwort der Strecke $P(s)$ aus Aufgabe 1.

b) Ermitteln Sie eine zeitdiskrete Reglerübertragungsfunktion $R_t(z)$ indem Sie den Regler aus Aufgabe 1 mittels Tustin-Formel approximieren.

c) Ermitteln Sie die Sprungantwort des geschlossen Regelkreises mit $R_t(z)$ und vergleichen Sie diese mit Punkt c) aus Aufgabe 1.

d) Ermitteln Sie eine zeitdiskrete Reglerübertragungsfunktion $R_v(z)$ indem Sie den Regler aus Aufgabe 1 mittels Vorwärts-Euler-Integration approximieren. Ermitteln Sie dafür ein Zustandsmodell des Reglers $R(s) = \frac{u(s)}{e(s)}$:

$$\frac{d\mathbf{x}_r}{dt} = \mathbf{A}_r \mathbf{x}_r + \mathbf{b}_r e$$
$$u = \mathbf{c}_r^T \mathbf{x}_r.$$

Mittels Vorwärts-Euler-Integration ergibt sich das zeitdiskrete Zustandsmodell

$$\mathbf{x}_{r,k+1} = (E + T_d \mathbf{A}_r)\mathbf{x}_{r,k} + T_d \mathbf{b}_r e_k$$
$$u_k = \mathbf{c}_r^T \mathbf{x}_{r,k}.$$

Daraus kann schlussendlich die gesuchte zeitdiskrete Übertragungsfunktion $R_v(z)$ ermittelt werden.

e) Ermitteln Sie die Sprungantwort des geschlossen Regelkreises mit $R_v(z)$ und vergleichen Sie diese mit Punkt c) aus Aufgabe 1.