Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik, TU Graz

Schriftliche Prüfung aus Mess - und Regelungstechnik 2 am 6.2.2006

Name:

Vorname(n):

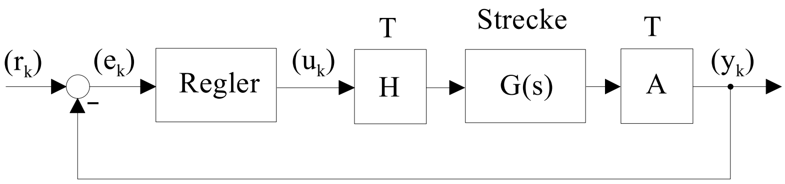
Kenn - u. Matr.Nr.:

Aufgabe	1	2	3	4		Σ
erreichbare Pkte.	9	6	6	3		24
erreichte Punkte						

Korrespondenz zur z - Transformation:

$$\mathfrak{Z}\left\{(a^k)\right\} = \frac{z}{z-a}$$

1. Betrachten Sie folgenden Abtastregelkreis mit der Abtastperiode $T = 0.2\ s$.



Die q-Übertragungsfunktion der Strecke ist (näherungsweise) durch

$$G^{\#}(q) = \frac{0.5(1-\frac{q}{10})}{(1+q)\,(1+\frac{q}{10})}$$

gegeben.

- Zeichnen Sie die logarithmischen Frequenzkennlinien von $G^{\#}(q)$ auf dem beiliegenden halblogarithmischen Papier.
- Ermitteln Sie aus den logarithmischen Frequenzkennlinien den Wertebereich des (reellen) Verstärkungsfaktors V für einen Proportional-Regler $u_k = Ve_k$ so, dass der geschlossene Regelkreis BIBO-stabil ist.
- Bestimmen Sie nun die Übertragungsfunktion $R^{\#}(q)$ eines Reglers **erster Ordnung**, sodass folgende Forderungen an den Regelkreis erfüllt werden:

$$e_\infty = 0 \text{ für } (r_k) = (1)$$
$$t_r = 0.5 \text{ s}$$
$$M_P = 1.1$$

Welcher Wert ergibt sich dabei für die bleibende Regelabweichung e_∞ bei $(r_k) = (kT)$?

2. Vorgegeben sei ein lineares zeitinvariantes Abtastsystem mit der Eingangsfolge (u_k) und der Ausgangsfolge (y_k).

   - Was versteht man unter der BIBO-Stabilität eines solchen Systems?
   - Geben Sie eine notwendige und hinreichende Bedingung für die BIBO-Stabilität dieses Systems an.
   - Das Übertragungsverhalten des Systems werde durch eine Differenzengleichung beschrieben. Wann bezeichnet man eine Differenzengleichung kausal?
   - Wie kann man die Kausalität an Hand der zugehörigen z-Übertragungsfunktion und der q-Übertragungsfunktion erkennen?
   - Ist das Abtastsystem mit der z-Übertragungsfunktion $G(z) = 3z^4$ BIBO-stabil? Begründen Sie Ihre Antwort!

3. Es sei eine Zahlenfolge bestehend aus einem Gleichanteil und einem Wechselanteil

$$(u_k) = (1 + \sin k\frac{\pi}{2})$$

   vorgegeben. Diese Zahlenfolge wirkt nun als Eingangsfolge auf ein lineares zeitinvariantes BIBO-stabiles digitales Filter, dessen Übertragungsverhalten durch eine **kausale Differenzengleichung erster Ordnung** beschrieben wird.

   - Geben Sie dazu die Differenzengleichung (1. Ordnung) an, sodass in der Antwort (y_k) des Filters **im eingeschwungenen** Zustand folgende Forderungen erfüllt werden:
     1. der Gleichanteil der Eingangsfolge wird **vollkommen unterdrückt** und
     2. der Wechselanteil der Eingangsfolge wird mit **unveränderter** Amplitude der zugehörigen Trägerfunktion übertragen.
   - Berechnen Sie die Antwort (y_k) im **eingeschwungenen** Zustand für das von Ihnen im vorangegangenen Punkt gewählte Filter und obiger Eingangsfolge (u_k).
   - Wie lautet die zugehörige q-Übertragungsfunktion des Filters, wenn angenommen wird, dass für die Abtastperiode $T = 1s$ gilt?
   - Zeichnen Sie die Frequenzgangsortskurve des Filters.

Beispiel 4 folgt auf der nächsten Seite!

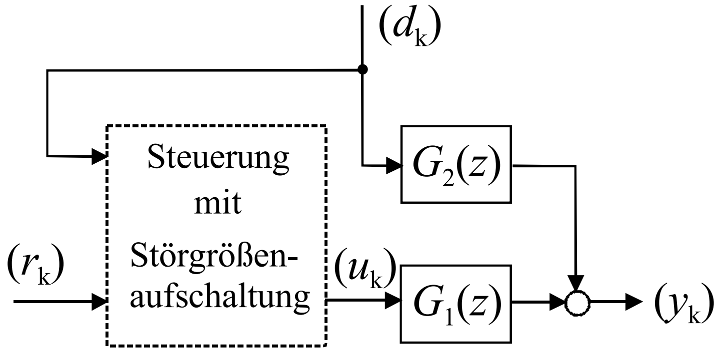
4. Vorgegeben sei das zeitdiskrete mathematische Modell einer Strecke mit der Stellfolge (u_k), der Störfolge (d_k) und der Ausgangsfolge (y_k)

$$y(z) = G_1(z)u(z) + G_2(z)d(z),$$

wobei gelte:

$$G_1(z) = \frac{2\left(z + \frac{1}{4}\right)}{z - \frac{1}{2}} \quad \text{und} \quad G_2(z) = \frac{1}{z - \frac{1}{2}}$$

Es wird nun angenommen, dass die Störfolge **gemessen** werden kann.



- Bestimmen Sie dazu eine lineare zeitinvariante **Steuerung mit Störgrößenaufschaltung**, sodass folgende Forderung erfüllt wird:

$$y_k = r_k \text{ für alle } k \geq 0 \text{ und für beliebige Störfolgen } (d_k)$$

Dabei ist (r_k) die vorgegebene Führungsfolge. Geben Sie Ihre Lösung in Form von **Differenzengleichungen** an.