
MRT+A

Thierry Prud'homme
thierry.prudhomme@hslu.ch

Aufgabenliste: #2 Themen: **AD-Umsetzung, DA-Umsetzung, Anti-Aliasing, Shannon**

[Aufgabe 1] (*Vorteile/Nachteile der digitalen Regelung*) Listen Sie verschiedene Vorteile und Nachteile der digitalen Regelung auf (im Vergleich mit den analogen Regelung).

[Aufgabe 2] (*Abtastzeit / Gleichstrommotor / Raum*) In 2 vorgängigen Übungen wurde ein PI Regler für die Regelung der Drehzahl eines Gleichstrommotors und für die Regelung der Temperatur in einem Raum entwickelt und in Simulation getestet. Diese 2 Regler werden jetzt digital implementiert. Wie würden Sie die Abtastzeit für diese 2 Beispiele wählen? Begründen Sie Ihre Wahl.

[Aufgabe 3] (*Implementierung eines digitalen Reglers*) Auf welcher Hardware kann ein digitaler Regler implementiert werden? Listen Sie die Vorteile und Nachteile der verschiedenen Möglichkeiten auf?

[Aufgabe 4] (*AD-Umsetzung / Quantisierungsfehler*) Ein Signal $y(t)$ nimmt Werte im Bereich $[0-10 \text{ V}]$. Es wird mit einem 8-bit AD-Umsetzer erfasst. Wie gross ist der Quantisierungsfehler? Umgekehrt, Sie wollen einen Quantisierungsfehler von maximum 0.01 [V] bekommen. Wie gross muss die minimale Auflösung des AD-Umsetzers sein?

[Aufgabe 5] (*AD-Umsetzung / Beziehung Taktzeit - Signal*) Die 2 folgenden Signale werden in dieser Übung berücksichtigt:

$$y_1(t) = A_1 \sin(w_1 t) \tag{1}$$

$$y_2(t) = A_2 \sin(w_2 t) \tag{2}$$

mit $w_1 = \frac{2\pi}{10[\text{S}]}$, $A_1 = 10$ und $w_2 = \frac{2\pi}{0.1[\text{S}]}$, $A_2 = 1$

- Zeichnen Sie mit Simulink diese 2 Signale
- Summieren Sie diese 2 Signale, das neue Signal wird $y_s(t)$ genannt.
- Bezüglich des Shannon Theorems, wie gross wäre eine geeignete Abtastzeit für $y_1(t)$?

- Mit den Blöcken **Zero-Order Hold** und **Quantizer** simulieren Sie die AD-Umsetzung von $y_s(t)$ mit einer Abtastzeit von 2 [s] und einen Quantisierungsfehler von 0.01 [V]. Wie sieht das discretisierte Signal aus? Warum?
- Ändern Sie die Abtastzeit im Bereich [0.01 - 2] [s]. Was sehen Sie?
- Wenn $y_1(t)$ der Informationsträger ist und $y_2(t)$ ein Geräusch, was wäre eine richtige Abtastzeit? Programmieren Sie diese Abtastzeit?
- Fügen Sie zu dem Simulink Diagramm einen Sprung $y_3(t)$ hinzu und Summieren Sie dieses Signal mit $y_2(t)$. Fügen Sie einen zweiten **Zero-Order Hold** Block mit einer Taktzeit von 0.11 [s] hinzu. Was sehen Sie? Versuchen Sie den Einfluss von $y_3(t)$ mit einem Anti-Aliasing Filter (Tiefpass mit Ordnung 1 zum Beispiel) zu minimieren. Welche Einflüsse hat den Filter auf das Signal?

[Aufgabe 6] (*AD-Umsetzung / Anti-Aliasing Filter*) Ein typisches Anti-Aliasing Filter ist ein Butterworth-Filter mit der Ordnung $n = 4$. Dieses Filter hat die folgende Übertragungsfunktion:

$$\frac{U_o(s)}{U_i(s)} = \frac{1}{\frac{1}{w_b^4}s^4 + \frac{2.6131}{w_b^3}s^3 + \frac{3.4142}{w_b^2}s^2 + \frac{2.6131}{w_b}s + 1} \quad (3)$$

mit w_b die Grenzfrequenz des Filters.

- Nehmen Sie das Beispiel der vorhergehenden Übung und fügen Sie das Butterworth-Filter hinzu.
- Testen Sie verschiedenen Grenzfrequenz. Was sehen Sie?
- Testen Sie auch verschiedenen Taktzeiten, was ist die Beziehung zwischen der Taktzeit und der Grenzfrequenz des Filters?
- Wenn $y_1(t)$ der Informationsträger ist und $y_2(t)$ ein Geräusch, was wäre eine geeignete Abtastzeit und Grenzfrequenz des Filters?

[Aufgabe 7] (*DA-Umsetzung*) $u(k)$ nimmt Werte im Bereich [0-10 V]. Es wird mit einem 10-bit DA-Umsetzer transformiert. Wie gross ist der Quantisierungsfehler? Umgekehrt, Sie wollen einen Quantisierungsfehler von maximum 0.01 [V] bekommen, wie gross muss die minimale Auflösung des DA-Umsetzers sein? Zeichnen Sie auf dem gleichen Bild die Signale $u(k)$ (vor dem DA-U) und $u(t)$ (nach dem DA-U).