

---

# Automatisierungssysteme

Thierry Prud'homme  
thierry.prudhomme@hslu.ch

Aufgabenserie: #4      Themen: **Bibliotheken / Digitale Filter**

---

Mit TWINCAT PLC CONTROL ist es möglich ganze Bibliotheken (Libraries) zu erstellen. Diese können neben Programmen, Funktionen und Funktionsblöcke, auch zusätzlich Datenstrukturen, Visualisierungen und Ressourcen enthalten. Das Ziel dieser Uebung ist es, eine eigene IEC-1131 Bibliothek zu entwickeln.

[Aufgabe 1] (*Import/Export*)    Erstellen Sie ein neues Projekt. Importieren Sie Ihre Funktionsgeneratoren: **SinusFunction**, **SquareSignal**, **PwmSignal** und Ihren Funktionsblock **EdgeDetector**.

[Aufgabe 2] (*Integrator*)    Fügen Sie Ihrem Projekt ein Funktionsblock **Integrator** hinzu, welcher ein Signal über die Zeit integriert.

[Aufgabe 3] (*Tiefpassfilter*)    Programmieren Sie einen Funktionsblock **LowpassFilter**, der ein Tiefpassfilter implementiert. Das Filter ist die digitalisierte Version eines analogen PT<sub>1</sub> Filters:

$$G(s) = \frac{1}{1 + \tau s}$$

Um diese Übertragungsfunktion zu diskretisieren müssen Sie  $s$  durch  $\frac{1-z^{-1}}{T}$  ersetzen, damit Sie die  $z$ -Übertragungsfunktion erhalten.  $T$  steht für die Abtastzeit und ist in diesem Fall die Zykluszeit des aufrufenden Tasks. Aus der  $z$ -Übertragungsfunktion sollten Sie eine Differenzengleichung herleiten und diese Differenzengleichung programmieren. Diese Funktion lässt sich mit der analogen Zeitkonstante  $\tau$  parametrisieren.

[Aufgabe 4] (*PT<sub>2</sub>-Glieder*)    Gehen Sie gleichermassen vor wie in der vorangehenden Aufgabe. Implementieren Sie einen Funktionsblock **SecondOrderLag** für ein schwingendes PT<sub>2</sub>-Glieder:

$$G(s) = \frac{\omega_0^2}{s^2 + 2d\omega_0 s + \omega_0^2}$$

Wählen Sie die Dämpfung  $d$  und die Eigenfrequenz  $\omega_0$  als parametrisierbare Koeffizienten Ihres Funktionsblocks.

[Aufgabe 5] (*Bibliothek erstellen*) Eine Bibliothek lässt sich sehr einfach erstellen, Informationen zu diesem Thema finden auf der [Informationseite von Beckhoff](#).

Beachten Sie, dass bei der Erstellung einer Bibliothek, das ganze Projekt in die Bibliothek verpackt wird. Das heisst, auch die von Ihnen erstellten Datenstrukturen, Visualisierungen und Ressourcen. Programmeinstiegspunkte sollen vermieden werden. Solange sie das **MAIN**-Programm nicht unbenennen, wird dieser Baustein bei der Bibliothekserstellung ignoriert. Nach einem erfolgreichen Export des Projekts in eine Bibliothek können Sie nicht mehr auf den Code der einzelnen Bausteine zugreifen. Die Bausteine liegen als Kompilat vor und es sind lediglich die Schnittstellen ersichtlich.

Ordnen Sie Ihre Bausteine mithilfe von Unterordnern, um eine übersichtliche Struktur zu erlangen. Exportieren Sie Ihr aktuelles Projekt in eine Bibliothek.

[Aufgabe 6] (*Bibliothek importieren*) Umgekehrt lässt sich eine existierende Bibliothek sehr einfach in ein bestehendes Projekt integrieren. Informationen finden Sie ebenfalls auf der [Informationseite von Beckhoff](#).

Erstellen Sie ein neues Projekt und importieren Sie Ihre eigens erstellte Bibliothek.

[Aufgabe 7] (*Bibliothek anwenden*) In dieser Aufgabe verifizieren Sie die Funktionalität Ihrer Funktionsblöcke. Verringern Sie die Zykluszeit  $T$  Ihres Tasks auf 1 Millisekunde (**T#1ms**). Erfassen Sie die Daten mit **TWINCAT SCOPE VIEW** und visualisieren Sie die Verläufe mit **MATLAB** für die nachstehenden Teilaufgaben.

- a) **Integrator**: Integrieren Sie drei Signale aus dem **PwmSignal**-Block mit Duty Cycle:
  - 0.25 %
  - 0.50 %
  - 0.75 %
- b) **LowpassFilter**: Instanzieren Sie Ihren **LowpassFilter** mit  $\tau = 0.1$  und der richtigen Zykluszeit  $T$ . Generieren Sie drei verschiedene Signale mittels Ihrer **SinusFunction**. Wählen sie jeweils eine Einheitsamplitude ( $A = 1$ ) und eine der folgenden Frequenzen:
  - $\omega = \omega_e = 1/\tau$  (Eckfrequenz des Tiefpassfilters)
  - $\omega = \omega_e/10$  (eine Dekade tiefer)
  - $\omega = 10\omega_e$  (eine Dekade höher)
- c) Verwenden Sie ein **SquareSignal** mit den selben Parametern und demonstrieren Sie das typische  $PT_1$ -Verhalten.
- d) **SecondOrderLag**: Instanzieren Sie Ihr **SecondOrderLag**-Element mit  $\omega_0 = 10$  und  $d = 0.2$ . Gehen Sie gleichermassen vor wie für das Tiefpassfilter und überprüfen Sie die folgenden Frequenzen:
  - $\omega_r = \omega_0\sqrt{1 - 2d^2}$  (Resonanzfrequenz des  $PT_2$ -Glieds)
  - $\omega = \omega_r/10$  (eine Dekade tiefer)
  - $\omega = 10\omega_r$  (eine Dekade höher)
- e) Verwenden Sie ein **SquareSignal** mit den selben Parametern und demonstrieren Sie das typische  $PT_2$ -Verhalten.