

## Irányítástechnika 7. labor

Készítette: Drexler Dániel András

Óbudai Egyetem, Neumann János Informatikai Kar

# Tartalom

## 1 PID szabályozó

## 2 Diszkrét idejű megvalósítás

# Tartalom

## 1 PID szabályozó

## 2 Diszkrét idejű megvalósítás

# Szabályozandó szakasz megadása

A szakasz átviteli függvénye

Legyen a szabályozandó szakasz átviteli függvénye!

$$W_p(s) = \frac{0.2}{(s) + 1(10s + 1)(11s + 1)}$$

Matlab szkript

Írunk egy Matlab szkriptet, ami

- 1 Kitörli a változókat, bezár minden ablakot, törli a Command Window-t.
- 2 Létrehoz egy változót, ami leírja a szakasz átviteli függvényét.

# PID szabályozó

## A szabályozó átviteli függvénye

A szabályozó tartalmazzon egy arányos, integráló és deriváló tagot, azaz az átviteli függvénye legyen

$$\begin{aligned}W_c(s) &= A_p \left( 1 + \frac{1}{sT_i} + \frac{sT_d}{sT_c + 1} \right) \\&= \frac{A_p s^2 T_i (T_d + T_c) + s(T_i + T_c) + 1}{T_i s(sT_c + 1)}\end{aligned}$$

# A rendszer gyorsítása

## Pólus-zérus kiejtés

A felnyitott kör átviteli függvénye

$$W_o(s) = \frac{A_p}{T_i} \frac{s^2 T_i (T_d + T_c) + s(T_i + T_c) + 1}{s(sT_c + 1)} \cdot \frac{0.2}{(s + 1)(10s + 1)(11s + 1)}$$

# A rendszer gyorsítása

## Pólus-zérus kiejtés

A rendszert gyorsíthatjuk, ha a szabályozó zérusaival kiejtjük a szakasz két leglassabb pólusát. Legyen ezek időállandója  $T_1$  és  $T_2$  (a példában 10 ás 11), tehát a felnyitott kör átiteli függvénye

$$W_o(s) = \frac{A_p}{T_i} \frac{s^2 T_i(T_d + T_c) + s(T_i + T_c) + 1}{s(sT_c + 1)} \cdot \frac{\dots}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1) \dots}$$

# A rendszer gyorsítása

## Pólus-zérus kiejtés

$$W_o(s) = \frac{A_p}{T_i} \frac{s^2 T_i(T_d + T_c) + s(T_i + T_c) + 1}{s(sT_c + 1)} \cdot \underbrace{\dots}_{\frac{(T_1s + 1)(T_2s + 1)\dots}{s^2 T_1 T_2 + s(T_1 + T_2) + 1}}$$

# A rendszer gyorsítása

## Pólus-zérus kiejtés

A szabályozó számlálópolinomjának és a szakasz nevezőjében szereplő kiejtendő polinomnak az egyenlőségéből előáll a

$$s^2 T_i(T_d + T_c) + s(T_i + T_c) + 1 = s^2 T_1 T_2 + s(T_1 + T_2) + 1$$

egyenlet. Az együtthatók egyenlőségéből kapjuk, hogy

$$T_i(T_d + T_c) = T_1 T_2$$

$$T_i + T_c = T_1 + T_2.$$

Ez két egyenlet három ismeretlenre. A harmadik egyenletet az  $N = T_d / T_c$  konvencióból kapjuk.

# A rendszer gyorsítása

## Pólus-zérus kiejtés

$$T_d/T_c = N \rightarrow T_d = NT_c$$

$$T_i + T_c = T_1 + T_2 \rightarrow T_i = T_1 + T_2 - T_c$$

$$T_i(T_d + T_c) = T_1 T_2 \rightarrow (T_1 + T_2 - T_c)(NT_c + T_c) = T_1 T_2.$$

A harmadik egyenletből kapjuk, hogy

$$(T_1 + T_2 - T_c)((N+1)T_c) = T_1 T_2$$
$$-(N+1)T_c^2 + (T_1 + T_2)(N+1)T_c - T_1 T_2 = 0.$$

# PID szabályozó

## Matlab szkript

Folytassuk a Matlab szkriptet, ami

- ③ Kiszámítja a szabályozó időllandóit!  $N$ ,  $T_1$  és  $T_2$  legyen megadható paraméteresen!
- ④ Kiszámítja a felnyitott kör átviteli függvényét!

Ellenőrizzük le, hogy megtörtént-e a pólus-zérus kiejtés!

# PID szabályozó

## $A_p$ meghatározása

A Matlab sisotool eszköze segítségével állítsuk be a szabályozó erősítését úgy, hogy a fázistartalék legyen nagyobb, mint  $60^\circ$ , a túllövés legyen kisebb, mint 5%, és a beállási idő ne legyen nagyobb, mint 15 sec!

# Tartalom

1 PID szabályozó

2 Diszkrét idejű megvalósítás

# Mintavételi idő megválasztása

## Shannon-Nyquist-tétel

Legyen a rendszerben előforduló jelek határfrekvenciája  $f_h$ . Ekkor a Shannon-Nyquist-tétel miatt az  $f_s$  mintavételi frekvencia értéke legalább  $f_s = 2f_h$  kell, hogy legyen.

## A jelek határfrekenciája

A zárt kör úgy működik, mint egy aluláteresztő szűrő, aminek a határfrekvenciája a vágási körfrekvencia. Ezért a határfrekvenciára használhatjuk az  $f_h = \omega_c / (2\pi)$  közelítést, tehát a mintavételi frekvenciának nagyobbnak kell lenni, mint ez a határ, azaz a mintavételi időnek teljesíteni kell a

$$T_s \leq \frac{2\pi}{\omega_c}$$

egyenlőtlenséget.

# Mintavételi idő megválasztása

## Shannon-Nyquist-tétel

Válasszuk meg a mintavételi időt úgy, hogy az a lehető legnagyobb legyen. Ez mekkora fázistartalék romlást eredményez? Végezzünk szimulációt Simulink segítségével, és teszteljük a rendszert!

Válasszuk a mintavételi időt az előző tizedére! Mit tapasztalunk?  
Mekkora a fázistartalék romlása?

# Differenciaegyenlet meghatározása

## Egységugrás ekvivalens áttérés

Számítsuk ki a szabályozó differenciaegyenletét egységugrás ekvivalens áttérés (nulladrendű tartószerv) esetén! Matlab-kód:  
`c2d(Wc,Ts,'zoh')`.

Adjuk meg a szabályozó differenciaegyenletét!

# Köszönöm a figyelmet!