Irányítástechnika 4. labor

Készítette: Drexler Dániel András

Óbudai Egyetem, Neumann János Informatikai Kar

Tartalom

Tartalom

Tartalom

Szabályozandó szakasz megadása

A szakasz átviteli függvénye

Legyen a szabályozandó szakasz átviteli függvénye!

$$W_p(s) = \frac{10}{(s+1)(2s+1)(5s+1)}$$

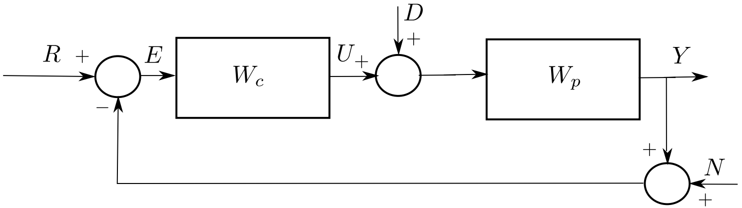
Matlab szkript

Írjunk 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.
3. Külön ábrán ábrázolja a szakasz Bode-diagramját és pólus-zérus eloszlását!

Tartalom

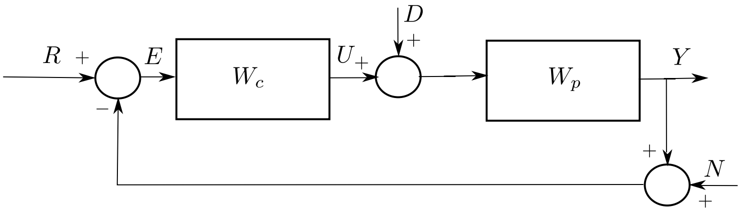
Zárt szabályozási kör



A zárt kör mérhető jelei

- Referencia jel (R): ezzel írjuk elő, hogy mi legyen a szakasz kimenete. Másik neve: alapjel.
- Kimenő jel (Y): ez a szakasz valódi (mért) kimenete. Másik neve: szabályozott jellemző.
- Bevatkozó jel (U): ezt a jelet tudjuk előírni, ezzel tudunk hatni a szakaszra.
- Hibajel (E): az előírt és mért jel különbsége.

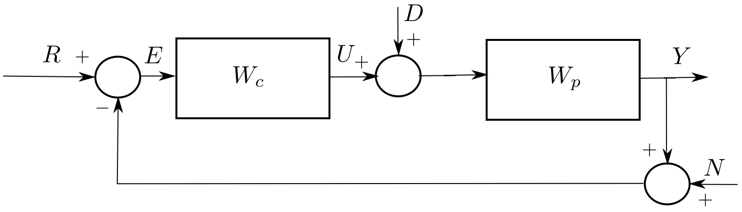
Zárt szabályozási kör



A zárt kör nem mérhető jelei

- Zavaró jel (D): nem mérhető, nem befolyásolható zavarás, ami a bemeneten hat (valamilyen körülmény megváltozása miatt).
- Zaj (N): nem mérhető, nem befolyásolható zaj, ami a mért kimeneten hat (a mérési zaj miatt),

Zárt szabályozási kör



A szabályozási architektúra

- A szabályozó bemenete az előírt és mért kimenet különbsége, azaz a hibajel. A szabályozó nem ismeri ezek értékét, csak a különbségét.
- A szabályozó kimenete a beavatkozó jel.
- A szabályozó sorba van kötve a szabályozandó rendszerrel (szakasszal), ezért az ilyen szabályozókat soros kompenzátornak is szokás nevezni.

P szabályozó

A szabályozó átviteli függvénye

Legyen a szabályozó kimenete arányos (proporcionális) a hibajellel, azaz a szabályozó átviteli függvénye egy erősítő:

$$W_c(s) = A_p.$$

Matlab szkript

Folytassuk a Matlab szkriptet, ami

4. Létrehoz egy változót, ami leírja a szabályozó átviteli függvényét (legyen $A_p = 0.2$).
5. Kiszámítja a felnyitott kör átviteli függvényét!
6. Kiszámítja az erősítés- és fázistartalékot!

Tartalom

Vágási körfrekvencia, fázistartalék

Vágási körfrekvencia

A vágási körfrekvencia az a frekvencia, ahol a felnyitott kör erősítése először eléri az 1 értéket (0 dB-t).

Fázistartalék

A fázistartalék az az érték, amennyivel a felnyitott kör fázistolása nagyobb $-180°$-nál a vágási körfrekvencián, azaz

$$\varphi_t = 180^\circ + \varphi(\omega_c),$$

ahol ω_c a vágási körfrekvencia, φ pedig a felnyitott kör fázisfüggvénye.

Vágási körfrekvencia, fázistartalék

Bode-féle stabilitási kritérium

- Ha a felnyitott kör fázistartaléka pozitív ($\varphi_t > 0°$), akkor a zárt kör stabil.
- Ha a felnyitott kör fázistartaléka nulla ($\varphi_t = 0°$), akkor a zárt kör a stabilitás határán van (oszcillál).
- Ha a felnyitott kör fázistartaléka negatív ($\varphi_t < 0°$), akkor a zárt kör instabil.

Erősítéstartalék

Az erősítés hatása a felnyitott körre

Ha a felnyitott kör erősítését növeljük (a példában A_p értékét), akkor az erősítés minden frekvencián ugyanannyival nő, a fázismenet viszont nem változik. A legtöbb rendszer esetében az erősítés növelésével nő a vágási körfrekvencia (ha az amplitúdómenet a vágási körfrekvencia környékén monoton csökken), illetve csökken a fázistartalék (ha a végési körfrekvencia környékén a fázisfüggvény monoton csökken). Ha az erősítést olyan nagyra növeljük, hogy a fázistartalék nullára csökken, akkor a zárt kör a stabilitás határára kerül. Az erősítés tovább növelésével a zárt kör instabillá válik.

Erősítéstartalék

Azt az erősítést, amivel a felnyitott kör átviteli függvényét megszorozva a zárt kör a stabilitás határára kerül (a felnyitott kör fázistartaléka nullává válik), erősítéstartaléknak nevezzük.

Erősítés- s fázistartalék Matlabbal

Ábrázolás Bode-diagramon

A margin utasítás ábrázolja a rendszer Bode-diagramját, berajzolja az erősítés és fázistartalékokat, és az ábra fölött megadja ezek értékét.

```
figure()
margin(Wopen)
```

Erősítés- s fázistartalék Matlabbal

Az értékek kiszámítása

Ha a margin utasítással értéket adunk, akkor nem készít ábrát, hanem visszaadja a kiszámított erősítés- és fázistartalék értékeket és a hozzájuk tartozó frekvenciákat.

```
[Gm,Pm,Wcg,Wcp] = margin(Wopen)
```

Az első kimenet (Gm) az erősítéstartalék lineáris léptékben (az ábrán dB-ben van megadva!), a második kimenet (Pm) a fázistartalék fokban, a harmadik kimenet (Wcg) az a frekvencia, ahol a rendszer eléri a stabilitás határát, a negyedik kimenet (Wcp) pedig a vágási körfrekvencia.

P szabályozó

Erősítés- és fázistartalék

Tehát, folytassuk a Matlab szkriptet, ami

6. Kiszámítja az erősítés- és fázistartalékot!
7. Döntsük el, hogy stabil lesz-e a zárt kör!

A zárt kör

Folytassuk a Matlab szkriptet, ami

8. Kiszámítja a zárt kör átviteli függvényét!
9. Külön ábrán ábrázolja a zárt kör ugrásválaszát!
10. Kiszámítja a zárt kör maradó hibáját, túllövését, 2%-os beállási idejét!

P szabályozó

Bavatkozó jel

Folytassuk a Matlab szkriptet, ami

11. Kiszámítja az ávtiteli függvényt a referencia jel és a beavatkozó jel között!
12. Külön ábrán ábrázolja a beavatkozó jelet egységugrás referencia jel esetén!
13. Kiszámítja a beavatkozó jel maximális értékét! (tipp: stepinfo, Peak)

P szabályozó

Zavarás hatása

Folytassuk a Matlab szkriptet, ami

14. Kiszámítja a zavaró jel és a hibajel közötti átviteli függvényt!
15. Külön ábrán ábrázolja a hibajelet egységugrás zavaró jel hatására!
16. Kiszámítja a maradó hibát, amit egységugrás zavaró jel okoz!
17. Kiszámítja egységugrás zavarójel által okozott hiba maximumát! (tipp: stepinfo, Peak)

Az erősítés hatása

A_p hatása

Futtassuk le a Matlab szkriptet a következő paraméter értékek mellett: $A_p \in \{0.2, 0.3, 0.5, 1, 1.2, 1.5\}$.

Tartalom

Tartalom

A gyökhelygörbe

A_p és a zárt kör pólusai

Ha A_p értékét változtatjuk, akkor változik a zárt kör dinamikus viselkedése: változik a túllövés, a beállási idő, felfutási idő, és a stabilitás is változhat. Tehát, változnak a zárt kör pólusai.

A gyökhelygörbe

A zárt kör pólusait ábrázolhatjuk úgy egy (A_p szerint paraméterezett) görbén, aminek egy pontja azt mondja meg, hogy adott A_p erősítés mellett hol lesznek a zárt kör pólusai. Ezt nevezzük gyökhelygörbének.

A gyökhelygörbe

Gyökhelygörbe Matlabbal

A Matlab *rlocus* utasítása kiszámítja a gyökhelygörbét. Folytassuk a Matlab szkriptet, ami ábrázolja a rendszer gyökhelygörbéjét:

```
figure()
rlocus(Wopen)
```

Köszönöm a figyelmet!