**9.3 Syntéza regulátora metódou umiestnenia pólov**

Hlavnou myšlienkou metódy umiestnenia pólov je vnútiť CHR URO určité póly, čím sa vlastne predurčí dynamické správanie sa URO, ktoré závisí od pólov. Voľbou pólov predpisujeme napr. stabilitu, aperiodický alebo periodický priebeh riadeného výstupu. Nevýhodou je, že sa nešpecifikuje čitateľ prenosu URO a dynamické vlastnosti URO môžu zhoršiť niektoré neznáme nuly URO.

Metóda umiestnenia pólov v prípade požiadavky na stabilný aperiodický priebeh výstupnej veličiny URO

Použitie metódy umiestnenia pólov je jednoduché v prípade požiadavky na stabilný aperiodický priebeh výstupnej veličiny URO (riadenej veličiny). Vtedy musia byť póly CHR URO záporné reálne čísla, ktoré môžeme vhodne zvoliť (umiestniť). Platí pri tom, že ak umiestnime pól (póly) CHR URO viac doľava od imaginárnej osi ako sú póly riadeného procesu, URO bude rýchlejší, než riadený proces. Vplyv niektorého pólu CHR URO na dynamiku URO sa dá potlačiť tak, že ho umiestnime vľavo od imaginárnej osi v čo najväčšej vzdialenosti od ostatných pólov.

Vo všeobecnosti pre CHR URO n–tého stupňa, môžeme voliť n pólov. Niektoré možnosti voľby pólov uvádzame :

1. CHR URO má n-násobný záporný reálny pól s1

Pre zvolený (známy) pól s1 bude mať CHR URO tvar

(s − s1) n = s n + a˜n−1s n−1 + . . . + a˜1s + a˜0 (9.14)

1. CHR URO má n rôznych záporných reálnych pólov s1, . . ., sn

Pre zvolené (známe) póly s1, . . ., sn bude mať CHR URO tvar

(s − s1)(s − s2). . .(s − sn) = s n + a˜n−1s n−1 + . . . + a˜1s + a˜0 (9.15)

1. CHR URO má niekoľko rôznych záporných reálnych pólov a niekoľko násobných záporných reálnych pólov

Pre zvolené (známe) póly bude mať CHR URO tvar

(s − s1). . .(s − sk)(s − sk+1) l (s − sk+2) m = s n+a˜n−1s n−1+. . .+a˜1s+a˜0 (9.16)

kde k + l + m = n.

Z (9.14)–(9.16) je zrejmé, že pre zvolené póly sa koeficienty a˜n−1, . . ., a˜0 dajú vypočítať, takže sú známe.

CHR URO je opísaná r. (9.1), kde Gp je známe a GR sa hľadá a z nej odvodenou r. (9.3). CHR URO je však opísaná aj r. (9.14) alebo (9.15) alebo (9.16). Takže musí platiť

s n + an−1s n−1 + . . . + a1s + a0 = s n + a˜n−1s n−1 + . . . + a˜1s + a˜0 (9.17)

Porovnaním koeficientov polynómov na ľavej a pravej strane r. (9.17) dostaneme systém n rovníc

an−1 = a˜n−1 . . . a0 = a˜0 (9.18)

z ktorého vypočítame neznáme parametre regulátora, ktoré vystupujú ako neznáme v koeficientoch an−1, . . ., a0.

Systém rovníc (9.18) predstavuje pre CHR URO n–tého stupňa n rovníc. Aby tento systém rovníc mal jediné riešenie, štruktúru regulátora a póly volíme tak, aby pre vybraný typ regulátora počet rovníc (9.18) bol rovnaký ako počet neznámych v nich, čiže aby sme dostali systém n rovníc o n neznámych.

Pri návrhu regulátora metódou umiestnenia pólov môžeme vychádzať z ľubovoľného tvaru prenosu PID regulátora, t.j. z tvaru s paralelnou štruktúrou, z tvaru so štruktúrou bez interakcie i z matlabovského tvaru. CHR URO je vhodné používať v tvare (9.3).

Príklad 9.3.1: Syntéza regulátora bez I zložky metódou umiestnenia pólov

Metódou umiestnenia pólov navrhnite regulátor do URO (obr. 8.1) pre riadenie procesu, ktorý je opísaný prenosom

Gp(s) = 5/( 4s + 2) (9.19)

tak, aby výstup z URO bol stabilný a aperiodický. Regulátor môže v URO nechať TRO.

Riešenie:

V prípade, že v URO môže zostať TRO, regulátor nemusí mať I zložku. CHR URO pre proces 1. rádu a regulátor bez I zložky je 1. stupňa. Vzťah (9.18) v tomto prípade predstavuje len 1 rovnicu. Aby sme dostali jediné riešenie, musí táto rovnica obsahovať len jednu neznámu – parameter regulátora. Preto je vhodné použiť regulátor s najjednoduchšou štruktúrou a to je P regulátor s prenosom

GR(s) = ZR (9.20)

CHR URO pre proces (9.19) a regulátor (9.20) má tvar

1 + 5 4s + 2 ZR = 0 (9.21)

a po úprave

s + 0,5 + 1,25ZR = 0 (9.22)

Je teda skutočne 1. stupňa.

CHR 1. stupňa má len 1 pól s1. Pomocou tohoto pólu sa CHR URO dá napísať v tvare

s − s1 = 0 (9.23)

Keďže aj r. (9.22) aj r. (9.23) predstavuje CHR URO, platí

s + 0,5 + 1,25ZR = s − s1 (9.24)

Porovnaním koeficientov polynómov na ľavej a pravej strane r. (9.24) dostaneme

0,5 + 1,25ZR = −s1 (9.25)

ZR = −s1 − 0,5 / 1,25 (9.26)

Keď vhodne zvolíme pól s1, v r. (9.26) máme 1 neznámu a tou je ZR.

Pól URO zvolíme pomocou pólu riadeného procesu (9.19). Ten získame riešením rovnice 4s + 2 = 0. Pól riadeného procesu je −0,5. Aby URO bol rýchlejší než riadený proces, stabilný a výstup z neho aperiodický, zvolíme pól URO na reálnej osi vľavo pólu riadeného procesu, napr. s1 = −5. URO bude teda 10krát rýchlejší než riadený proces (pól URO je 10–násobkom pólu riadeného procesu). Po dosadení zvolenej hodnoty s1 do (9.26) dostaneme ZR = 3,6.

Z r. (9.26) vyplýva, že posúvaním pólu doľava sa zväčšuje ZR a zmenšuje TRO. Posúvaním pólu doľava sa zároveň zmenšuje časová konštanta URO, pretože medzi časovou konštantou a pólom je nasledovný vzťah: T = −1/s1. Čím je časová konštanta URO menšia, tým je regulačný pochod rýchlejší.

Takže ak je TRO pri použití ZR = 3,6 veľká, posunieme pól ešte viac doľava a zvolíme napr. s1 = −10. Vtedy ZR = 7,6. TRO sa zmenší a regulačný pochod zrýchli.

Riadenie procesu s prenosom (9.19) pomocou navrhnutého P regulátora môžeme odsimulovať pomocou programu reg, kde nastavíme parametre ako pri simulácii riadenia v príklade 9.2.1.

<https://www.uiam.sk/~cirka/vyuka/lcza/pdf//chapzkr.pdf>

PREZENTACIA: rp09\_print\_analyticke\_metody\_navrhu\_regulatora

Metoda umiestenia polov 42-60

Hodnoty PI regulátora:

MUP   
Zr=20,5952 Ti=199,99999

Naslin  
Zr=10 Ti=190,7769  
Zr=30 Ti=66,8999