KACPER BORUCKI
245365

27.01.2022

KOLOKWIUM ZALICZENIOWE
KOMPUTEROWO WSPOMAGANE MODELOWANIE I PROJEKTOWANIE UKŁ. REGULACJI

(1) KASKADOWA STRUKTURA REGULACJI - WŁAŚCIWOŚCI

Kaskadowa struktura regulacji to struktura, w której można wyodrębnić dwie pętle sterowania: wewnętrzną (podrzędną) i zewnętrzną (nadrzędną).

Dynamika pętli wewnętrznej musi być dużo większa, niż tyn. pętli zewnętrznej - inaczej układ może wpaść w oscylacje.

Każdy regulator w str. kaskadowej steruje tylko jedną zmienną. Zakłócenia w pętli wewnętrznej są na ogół szybko eliminowane. Dynamika układu zależy w dużej mierze od pętli zewnętrznej.

Przykład: sterowanie silnikiem prądu stałego z nadrzędnym regulatorem prędkości obrotowej i podrzędnym regulatorem prądu.

(2) REGULATORY ROZMYTE - WADY I ZALETY

Z zalet układów rozmytych można wymienić:

- można zaimplementować w nich wiedzę ekspertów, zapisaną słownie (regułami)
- odporne sterowanie nieliniowe: przy zmianie warunków pracy układu, nie trzeba ręcznie zmieniać nastaw regulatorów
- względem ~~prze~~ regulatorów liniowych, regulatory rozmyte mogą zapewniać lepsze parametry sterowania procesami nieliniowymi
- systemy lingwistyczne są bardziej zrozumiałe dla różnych grup inżynierów
- „fuzzy logic" to hasło marketingowe, poza tym zastosowanie tego sterowania pozwala na rejestrowanie nowych patentów

Ograniczenia regulatorów rozmytych:

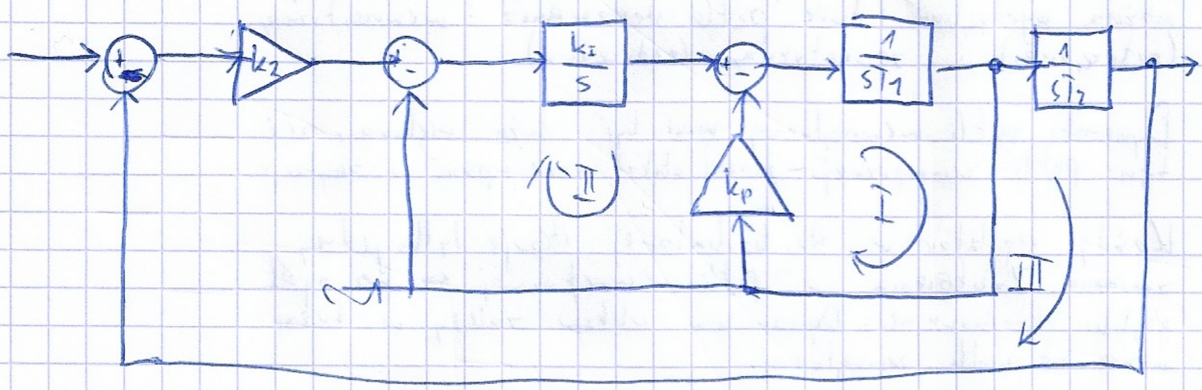
- Nie da się budować reg. rozm. bez wcześniejszego zdobycia wiedzy np. od operatora, w celu ~~opisu~~ napisania reguł
- wydłuża się czas wdrożenia projektu w prostych układach, stąd lepiej stosować reg. rozmyte w bardziej złożonych układach
- brakuje ~~prostych~~ metod sprawdzenia stabilności układu z reg. rozmytym.

(2)

3) PROJEKTOWANIE UKŁ. REGULACJI

a) metoda kaskadowa

Układ powyższy można regulować jak poniżej



$$G(s) = \frac{k_2 \cdot \frac{k_i}{s} \cdot \frac{1}{sT_1} \cdot \frac{1}{sT_2}}{1 + \frac{k_p}{sT_1} + \frac{k_i}{s^2T_1} + \frac{k_i k_2}{s^2T_1T_2}} = \frac{\frac{k_2 k_i}{s^3T_1T_2}}{1 + \frac{k_p}{sT_1} + \frac{k_i}{s^2T_1} + \frac{k_i k_2}{s^2T_1T_2}} =$$

$$= \frac{\frac{k_2 k_i}{s^3T_1T_2}}{\frac{s^2T_1T_2 + s k_p T_2 + k_i T_2 + k_i k_2}{s^2T_1T_2}} =$$

$$= \frac{k_2 k_i}{s^2T_1T_2 + s k_p T_2 + k_i T_2 + k_i k_2} \cdot \frac{1}{s} =$$

$$= \frac{k_2 k_i}{s^3T_1T_2 + s^2T_2 k_p + s k_i T_2 + s k_i k_2}$$

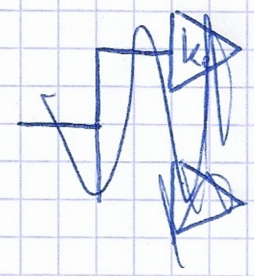
Nastawy zgodnie z równaniem: $(s+\omega)(s^2+2\xi\omega s+\omega^2) = s^3 + s^2(2\xi\omega+\omega) + s(2\xi\omega^2+\omega^2) + \omega^3 =$
$= s^3 + s^2 \cdot \frac{k_p}{T_1} + s\frac{k_i}{T_1} + \frac{k_2 k_i}{T_1T_2}$

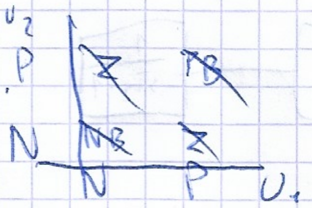
$$2\xi\omega + \omega = \frac{k_p}{T_1} \rightarrow k_p = T_1(2\xi\omega + \omega)$$

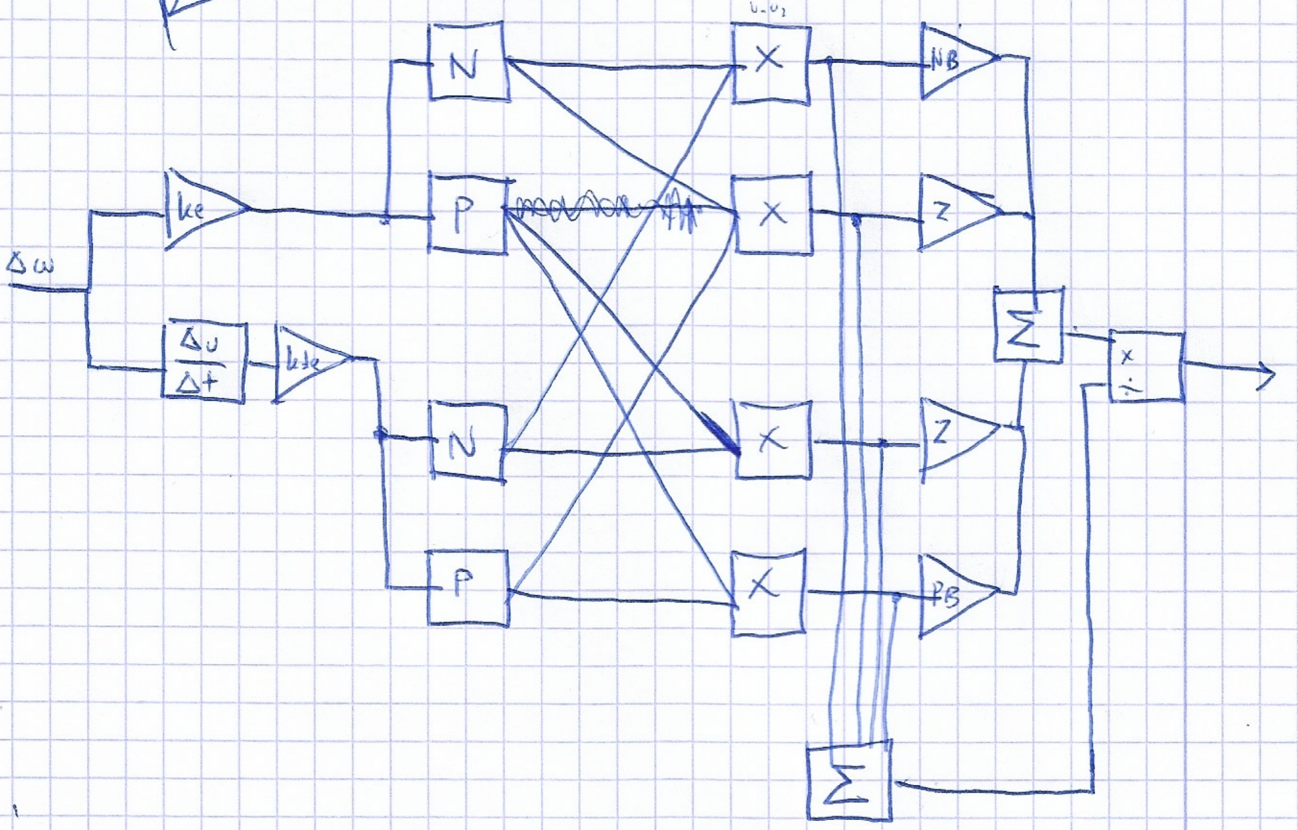
$$2\xi\omega^2 + \omega^2 = \frac{k_i}{T_1} \rightarrow k_i = T_1(2\xi\omega^2 + \omega^2)$$

$$\omega^3 = \frac{k_2 k_i}{T_1T_2} \rightarrow k_2 = \frac{1}{k_i} T_1 T_2 \omega^3 = \frac{1}{T_1(2\xi\omega^2+\omega^2)} \cdot T_1 T_2 \cdot \omega^3 = \frac{T_2\omega}{2\xi+1}$$

④ REGULATOR ROZMYTY TYPU PI O 4 REGUŁACH







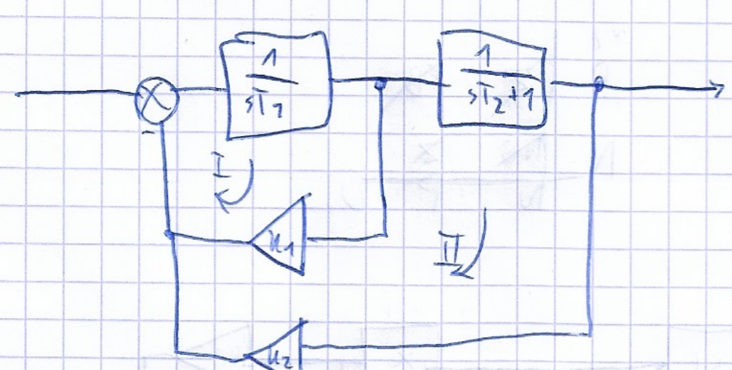
⑤ Znaczenie zer w transmitancji ukł. zamkniętego

Zera w mianowniku transmitancji są de facto biegunami tej transmitancji, więc odpowiadają za dynamikę i stabilność układu.

Natomiast zera w liczniku transmitancji pogarszają właściwości układu regulacji. Gdy wartość transmitancji zbliża się do 0 (w liczniku), oznacza to, że odpowiedź układu staje się coraz słabsza. Może to nie mieć wpływu na stabilność, ale znacznie pogarsza parametry dynamiczne.

Dlatego, zera transmitancji ~~elimi~~ na ogół eliminuje się odpowiednimi filtrami.

b) regulator stanu



$$G(s)=\frac{\frac{1}{sT_1}\cdot\frac{1}{sT_2+1}}{1+\frac{k_1}{sT_1}+\frac{k_2}{sT_1(sT_2+1)}}=\frac{\frac{1}{sT_1(sT_2+1)}}{1+\frac{k_1(sT_2+1)+k_2}{sT_1(sT_2+1)}}=$$

$$=\frac{\frac{1}{sT_1(sT_2+1)}}{\frac{sT_1(sT_2+1)+k_1(sT_2+1)+k_2}{sT_1(sT_2+1)}}=\frac{1}{sT_1(sT_2+1)+k_1(sT_2+1)+k_2}=$$

$$=\frac{1}{s^2T_1T_2+sT_1+sT_2k_1+k_1+k_2}=$$

$$=\frac{1}{s^2T_1T_2+s(T_1+k_1T_2)+k_1+k_2}$$

Stąd: $s^2+2\xi\omega s+\omega^2$

$$M(s)=s^2T_1T_2+s(T_1+k_1T_2)+k_1+k_2 \qquad \Big/\frac{1}{T_1T_2}$$

$$=s^2+s\frac{T_1+k_1T_2}{T_1T_2}+\frac{k_1+k_2}{T_1T_2}$$

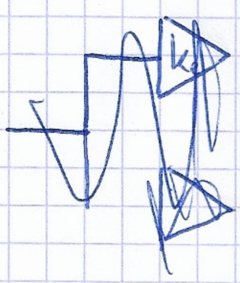
$$2\xi\omega=\frac{T_1+k_1T_2}{T_1T_2}\rightarrow 2\xi\omega T_1T_2=T_1+k_1T_2\rightarrow k_1=\frac{2\xi\omega T_1T_2-T_1}{T_2}$$

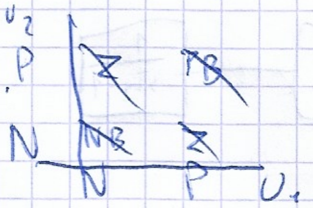
$$\omega^2=\frac{k_1+k_2}{T_1T_2}\rightarrow k_2=\omega^2T_1T_2-k_1=\omega^2T_1T_2-\frac{2\xi\omega T_1T_2-T_1}{T_2}$$

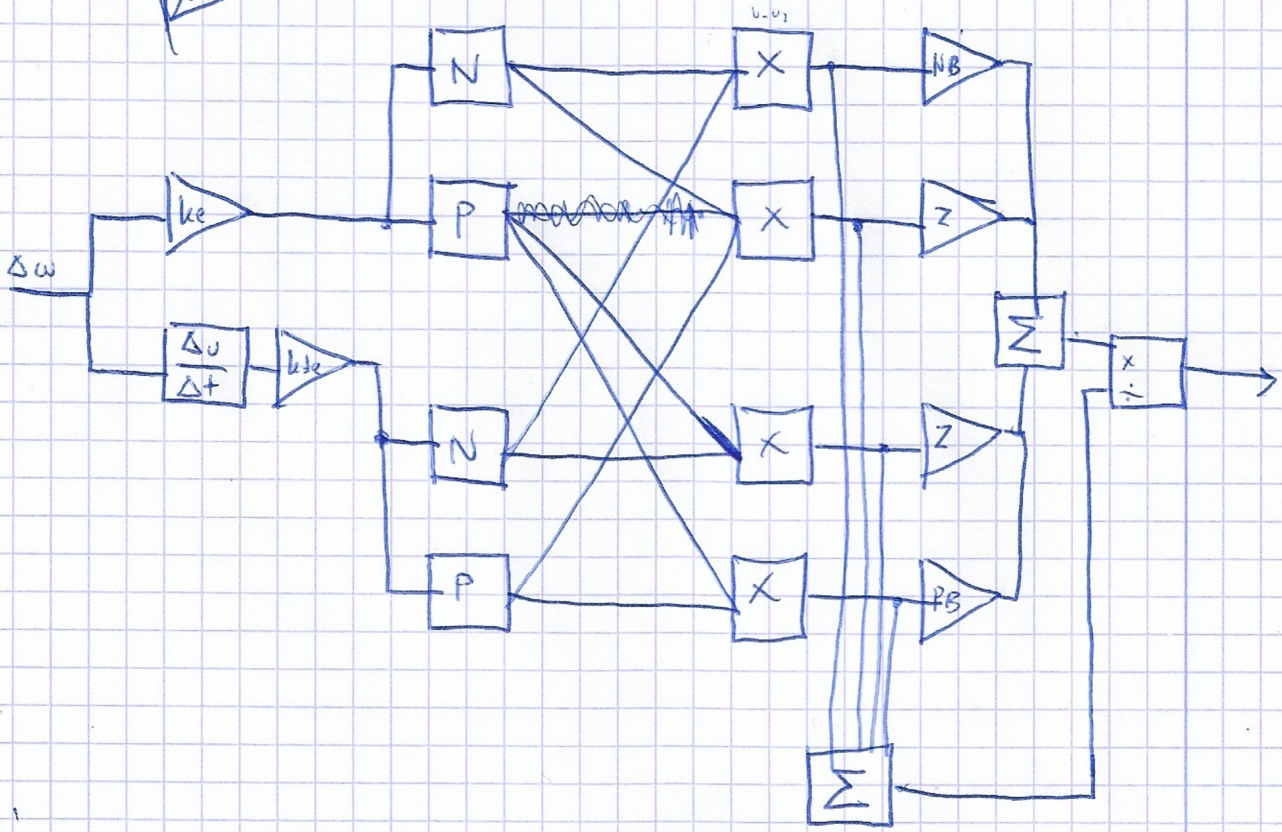
~~Przypuszczalnie coś w układzie tre~~

Uwaga: w układzie trzeba by dodać jeszcze filtr, żeby zniwelować uchyb przy $s\rightarrow 0$ (będzie to $\frac{1}{k_1+k_2}$), niestety nie zdążę tego policzyć przed czasem!

4 REGULATOR ROZMYTY TYPU PI O 4 REGUŁACH







5 Znaczenie zer w transmitancji ukł. zamkniętego

Zera w mianowniku transmitancji są de facto biegunami tej transmitancji, więc odpowiadają za dynamikę i stabilność układu.

Natomiast zera w liczniku transmitancji pogarszają właściwości układu regulacji. Gdy wartość transmitancji zbliża się do 0 (w liczniku), oznacza to, że odpowiedź układu staje się coraz słabsza. Może to nie mieć wpływu na stabilność, ale znacznie pogarsza parametry dynamiczne.

Dlatego, zera transmitancji ~~elimi~~ na ogół eliminuje się odpowiednimi filtrami.

Oprócz tego, przy stanach ustalonych zera transmitancji mogą prowadzić do uchybów ustalonych.