

⚠ UWAGA: Nie zabierać tej instrukcji !!! ⚠

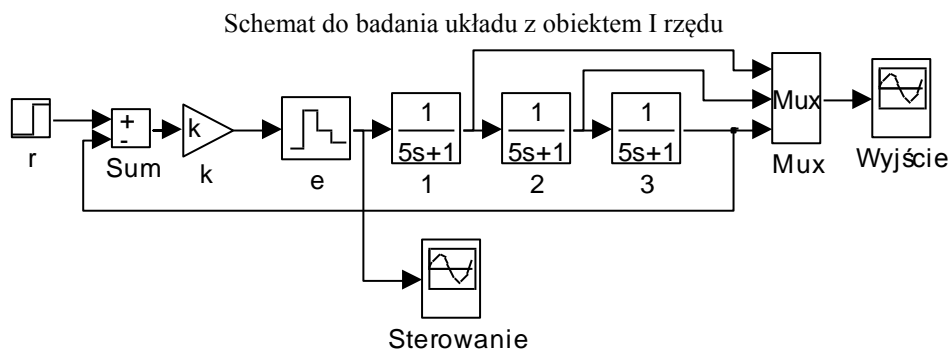
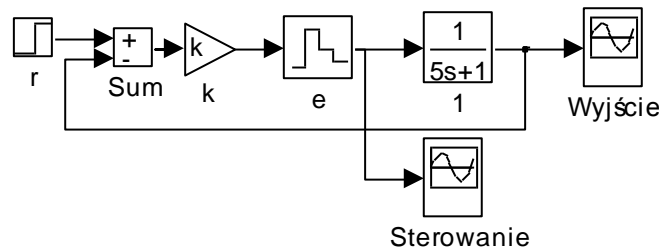
## Dyskretne układy regulacji.

### Wstęp

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawowymi własnościami układów regulacji składających się z ciągłego obiektu regulacji sterowanego regulatorem dyskretnym. Charakterystyczną cechą systemów dyskretnych jest zależność własności układu ( np. stabilności ) nie tylko od parametrów obiektu i nastaw regulatora, lecz także od okresu próbkowania. Podczas ćwiczenia zostanie zbadany wpływ okresu próbkowania na stabilność dyskretnego układu regulacji. Zostanie rozważony zamknięty układ regulacji złożony z dyskretnego regulatora typu P ( proporcjonalnego ) oraz obiektu inercyjnego: I rzędu ( część 1 ćwiczenia ) oraz III rzędu ( część 2 ćwiczenia ). Okazuje się, że w układach dyskretnych możliwa jest utrata stabilności nawet w przypadku obiektu I rzędu sterowanego regulatorem proporcjonalnym, co w przypadku układów ciągłych jest niemożliwe.

### Wykonanie ćwiczenia.

- Wywołać SIMULINK i zbudować dwa schematy pokazane poniżej:



W rozważanym ćwiczeniu stosujemy nowe bloki, nie używane poprzednio. Są to bloki: **Zero - Order Hold** ( ekstrapolator zerowego rzędu ) z toolboxu **Discrete**, **Mux** ( Multiplexer ) z toolboxu **Connections**, **Gain** ( Wzmacniacz ) z toolboxu **Linear**.

- W parametrach symulacji ustawić czas końcowy symulacji **Stop Time = 100 [s]**, pozostałych parametrów nie zmieniać. W blokach oscyloskopów zdefiniować nazwy zmiennych wyprowadzanych do przestrzeni roboczej: : **Properties / Settings:** ustawić **save data to workspace**, **variable name:** np. **wyjście** ( na wyjściu ), **ster** ( dla sterowania ). Wtedy w przestrzeni roboczej MATLAB-a otrzymamy tablicę o nazwie **wyjście**, **ster** której pierwsza kolumna zawiera wektor czasu dla symulacji, a druga – wektor odpowiadających temu czasowi wartości wyjściowych.
- Znaleźć wzmocnienie krytyczne dla układu z obiektem III rzędu przy regulacji ciągłej ( po usunięciu ze schematu bloku ekstrapolatora ). Dlaczego układ regulacji złożony z obiektu I rzędu oraz regulatora proporcjonalnego jest układem strukturalnie stabilnym?
- Znaleźć wartości wzmocnienia krytycznego regulatora dla następujących wartości okresu próbkowania **tp = 0.01 [s], 0.1 [s], 1 [s], 5 [s], 10 [s]**. dla obu układów ( I oraz III rzędu ).

### Sprawozdanie.

Sprawozdanie powinno zawierać: oba używane schematy SIMULINK-owe, przebiegi sterowania i wyjścia w obu układach dla wszystkich okresów próbkowania, krótkie uwagi i wnioski dot. stabilności układów dyskretnych oraz uzasadnienie, dlaczego układ regulacji ciągłej z obiektem I rzędu i regulatorem P jest strukturalnie stabilny, a dyskretny nie jest ?

⚠ UWAGA: Nie zabierać tej instrukcji !!! ⚠

## Analiza serwomechanizmu przekaźnikowego z wykorzystaniem płaszczyzny fazowej.

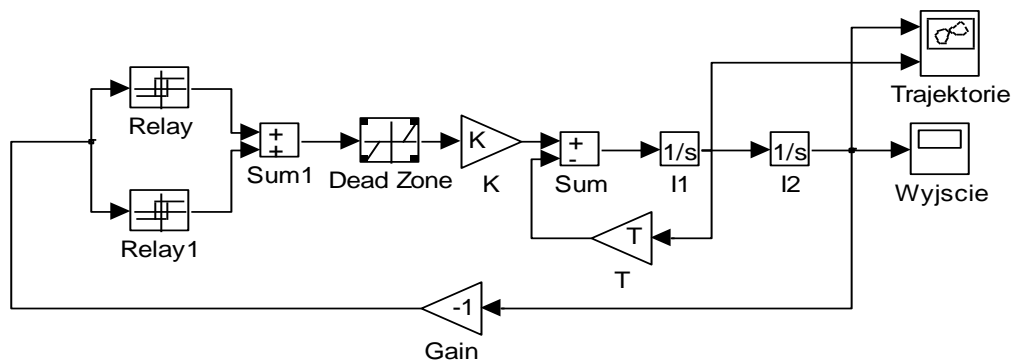
### Wstęp.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z zastosowaniem metody płaszczyzny fazowej do analizy nieliniowych układów regulacji na przykładzie serwomechanizmu przekaźnikowego. Podczas ćwiczenia zbadany zostanie wpływ parametrów zarówno przekaźnika, jak i obiektu na przebieg trajektorii fazowych serwomechanizmu przy zerowym wymuszeniu i starcie z niezerowych warunków początkowych. Należy zbadać przebieg trajektorii fazowych dla układu regulacji złożonego z obiektu o transmitancji:  $G(s) = \frac{K}{s(Ts+1)}$  oraz regulatora

III położeniowego z histerezą przy starcie z różnych warunków początkowych i zerowym wymuszeniu.

### Wykonanie ćwiczenia.

- Zbudować schemat blokowy do ćwiczenia zgodnie ze schematem podanym poniżej.



Nie używane wcześniej bloki znajdują się: **Relay** oraz **Dead Zone** w toolboxie **Nonlinear**, **Integrator**, **Gain** w toolboxie **Linear**, **XY-Graph** – w toolboxie **Sinks**.

- Zdefiniować parametry bloków w sposób następujący:  
Regulator III położeniowy z strefą nieczułości szerokości  $2N$  oraz strefami histerezy  $h$ :
  - blok **Relay**: **switch on point:  $N+h$ , switch off point:  $N$ , output when on:  $1$ , output when off:  $0$**  ( sygnał „+1” regulatora III położeniowego ),
  - blok **Relay1**: **switch on point:  $-N$ , switch off point:  $-N-h$ , output when on:  $0$ , out.when off:  $-1$**  ( sygnał „-1” regulatora III położeniowego ),
  - blok **Dead zone**: **start of dead zone:  $-N$ , end of dead zone:  $N$** .
- Obiekt regulacji :
  - Wzmacniacz **K**: **gain:  $K$**
  - Integrator **I1**: **initial condition:  $e1$**
  - Integrator **I2**: **initial condition  $e0$**
  - Wzmacniacz **T**: **gain:  $T$ ,**
  - Wzmacniacz w pętli sprzężenia zwrotnego: **gain:  $-1$ .**
- Parametry symulacji**: czas końcowy symulacji: **100 [s]**, reszty parametrów nie zmieniać.
- Wyznaczyć trajektorie fazowe układu dla następujących zestawów parametrów obiektu, regulatora oraz warunków początkowych:
  - Parametry obiektu**:  **$K = 1, 10, T = 0, 1, 10$  [s]** ( UWAGA:  $T=0$  [s] obiekt podwójnie całkujący )
  - Parametry regulatora**:  **$N = 0.1, 0.2, 0.4, h = 0, 0.05, 0.1, 0.2$** .
  - Warunki początkowe**:  **$e1 = 0, 0.5, 1, 2, 5, 10$ ;  $e0 = 0.5, 1, 2, 5, 10, 20$** .

Podczas symulacji zwrócić uwagę na związek pomiędzy cechami odpowiedzi czasowej układu ( obserwowanej na oscyloskopie ) a przebiegami trajektorii fazowej – np. zejście do punktu równowagi na płaszczyźnie fazowej odpowiada zanikowi składowej przejściowej w odpowiedzi czasowej, itp.

**Sprawozdanie** – powinno zawierać: schemat do symulacji, 3 – 4 przebiegi trajektorii fazowych i odpowiadających im odpowiedzi czasowych dla następujących przypadków: obiekt z inercją i bez, regulator z histerezą i bez oraz krótkie wnioski n/t związku pomiędzy trajektoriami fazowymi a odpowiedziami czasowymi układu – np. jak ( w przybliżeniu ) można wnioskować o przebiegu odpowiedzi czasowej układu na podstawie przebiegu trajektorii fazowej.

☠ UWAGA: Nie zabierać tej instrukcji !!! ☠