Laboratorium Sterowania Adaptacyjnego
Raport z ćwiczeń **Ex4, Ex6**
Szymon Kacperek, Adrianna Kręglewska, Adam Banaszczyk
AiR, studia stacjonarne II stopnia, specjalność SSiR, rok akademicki 2019/2020

1 Model-Identification Adaptive Control (MIAC)

Celem projektu jest identyfikacja systemu za pomocą metody *MIAC* z deterministyczną syntezą sterownika. Według założeń, *MIAC* zapewnia asymptotyczną zbieżność błędu śledzenia do zera oraz czas ustalenia $T_{s1\%} = \alpha[s]$.

Dla celów symulacji przyjęto następujące wartości parametrów:

$$T_a = 0.005, \quad T_c = 0.001, \quad T_F = 1.5T_a, \quad \hat{p}_0 = [1 \quad 1], \quad \alpha = 3.0, \quad lambda = 0.999, \quad \rho = 0.1 \tag{1}$$

oraz postaci wymuszeń: **typu 1**: $y_r(t) = Y_r \sin(\omega_r t), \quad \dot{y}_r = Y_r \omega_r \cos(\omega_r t)$ oraz **typu 2**: $y_r(t) = Y_r rect(\omega_r t), \quad \dot{y}_r = 0$.

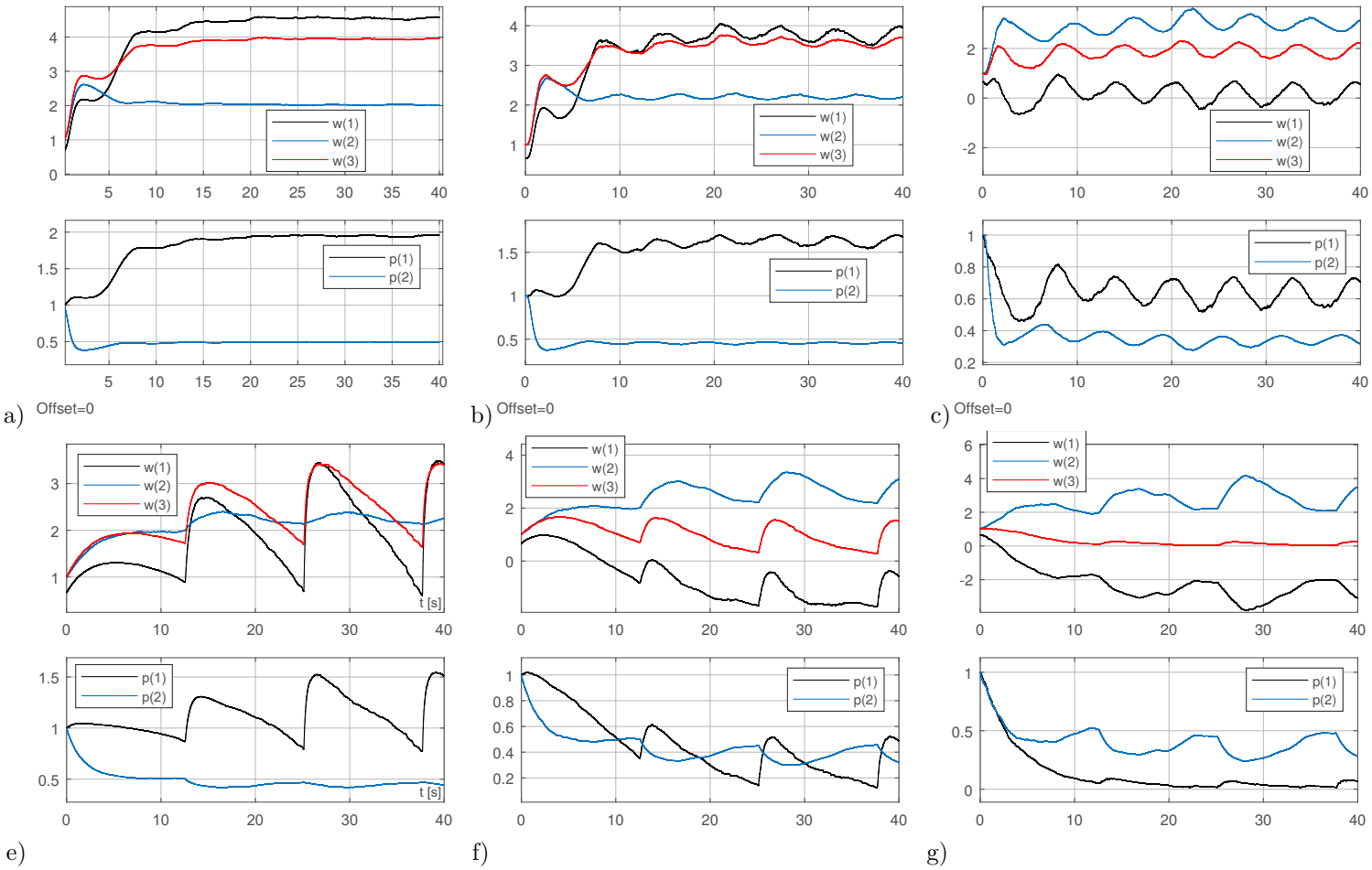
1.1 Wnioski

Asymptotyczna zbieżność błędów śledzenia e widoczna jest na rys. 3b, 3h i ulega pogorszeniu wraz ze wzrostem wariancji szumu białego (rys. 3d, 3f, 3j, 3l). Czas ustalenia $T_{s1\%} < \alpha$ (rys. 3h) został spełniony, lecz widoczna jest wrażliwość algorytmu na zakłócenia (rys. 3l), mogące doprowadzić do zmiany wartości tunelu ustalenia. Wraz ze wzrostem wariancji szumu białego, jakość odwzorowania trajektorii referencyjnej ulegała stopniowemu pogorszeniu (rys. 3f, rys. 3l), co ukazuje wrażliwość modelu na zakłócenia. Wpływ szumu białego na estymaty parametrów $\hat{p}$ obiektu ukazany jest na rysunku 1.

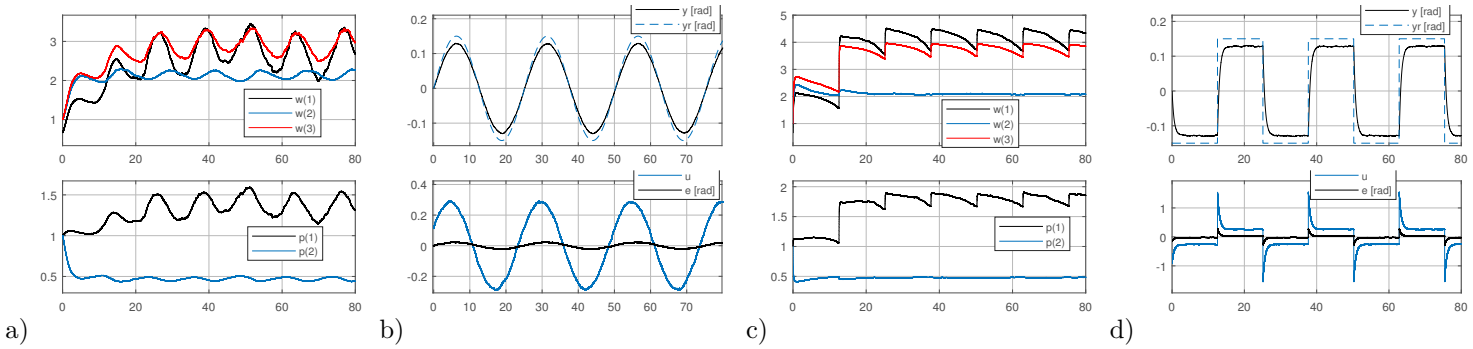
Wykorzystanie sterownika ze stałym współczynnikiem p nie spełniło założeń projektowych - uchyb nie zbiegał asymptotycznie do zera (rys. 2b, 2d). Wprowadzenie zmian (*on-line*) parametru w pozwoliło spełnić założenia projektowe.

Wpływ czasu T_a na przebiegi estymat parametrów widoczny jest na rys. 4a, 4b. Zwiększenie współczynnika ρ oraz wpływ widoczny jest na rys 4c, 4d.

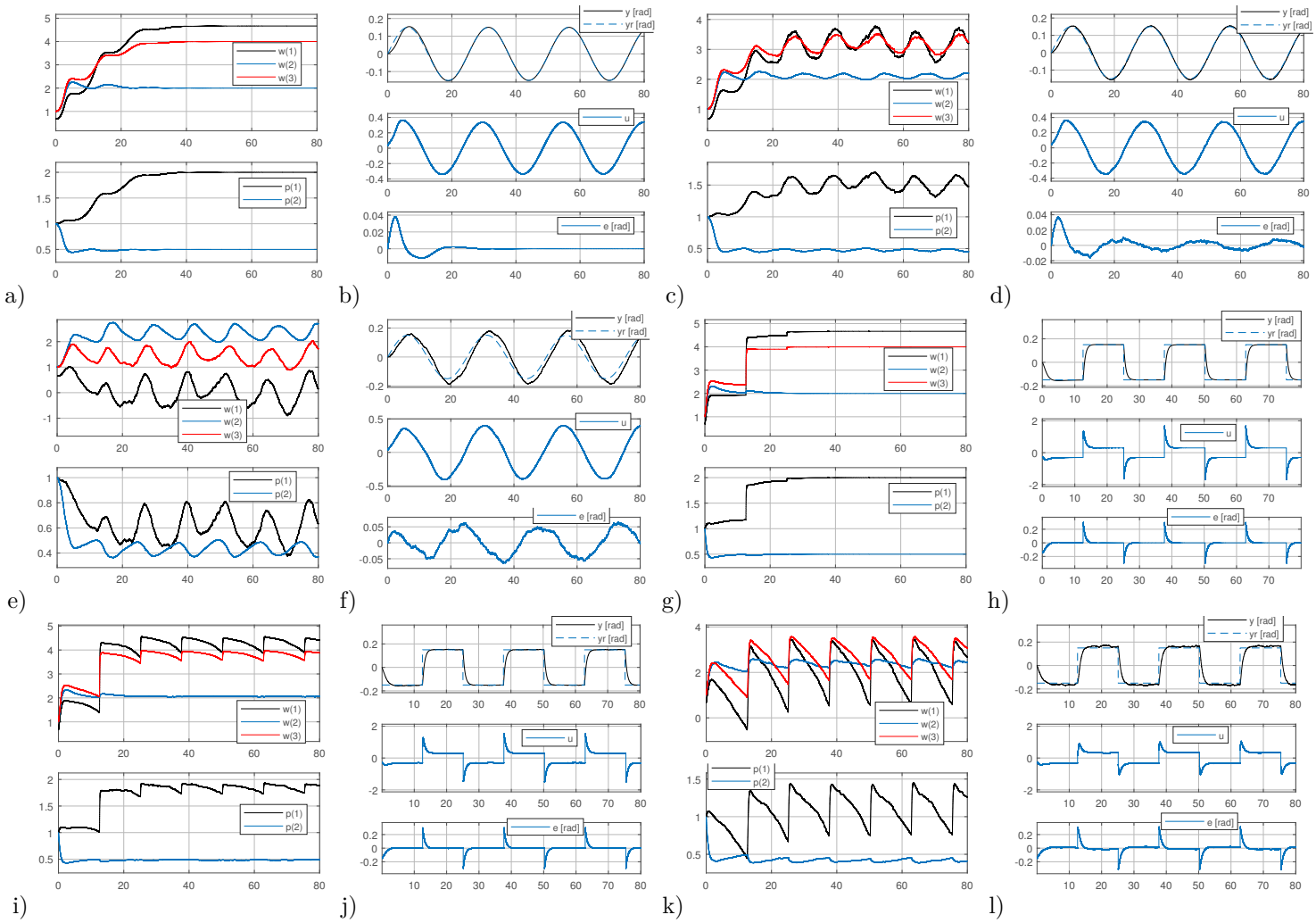
1.2 Prezentacja wyników



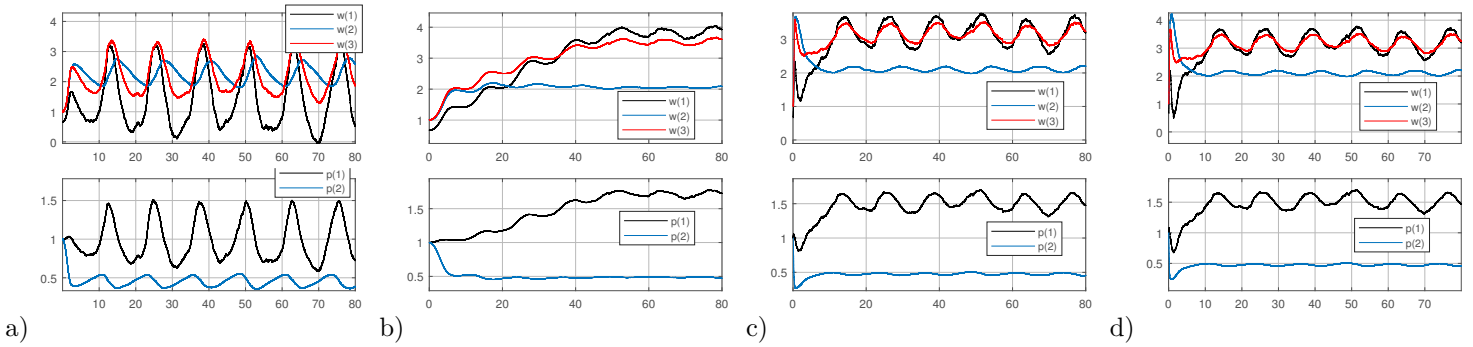
Rysunek 1: Wyniki symulacji bez sterownika dla zakłócenia szumem białym o wariancji (a, e) $\sigma_e^2 = 0.01$, (b, f) $\sigma_e^2 = 0.1$, (c, g) $\sigma_e^2 = 1.0$ dla wymuszenia o wartościach współczynników $Y_r = 1[rad/s]$, $\omega_r = 0.5[rad/s]$ typu 1 **(a-c)** oraz typu 2 **(d-f)**.



Rysunek 2: Wyniki symulacji z blokiem sterownika, o wartościach parametru $w = [5 \quad 1 \quad 1]$ dla zakłócenia szumem białym o wariancji $\sigma_e^2 = 0.01$. Wymuszenia o wartościach współczynników $Y_r = 0.15[rad/s]$, $\omega_r = 0.25[rad/s]$ typu 1 **(a, b)** oraz typu 2 **(c, d)**.



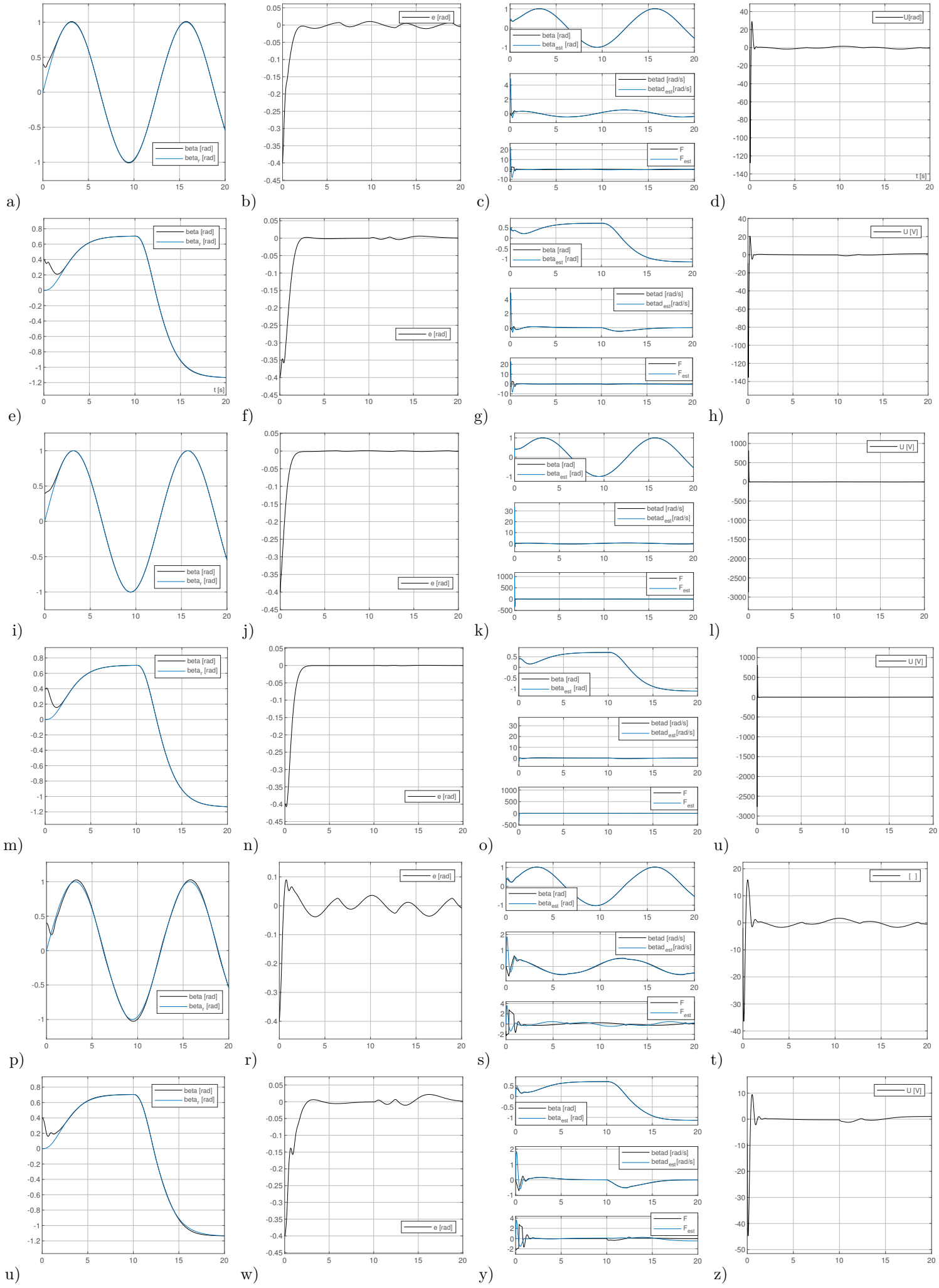
Rysunek 3: Wymuszenia o wartościach współczynników $Y_r = 0.15[rad/s]$, $\omega_r = 0.25[rad/s]$ typu 1 **(a-f)** oraz typu 2 **(g-l)**. Symulacja przeprowadzona z blokiem sterownika z adaptacyjną zmianą (*on-line*) parametru w, dla zakłócenia szumem białym o wariancji (a, b, g, h) $\sigma_e^2 = 0.0$, (c, d, i, j) $\sigma_e^2 = 0.01$, (e, f, k, l) $\sigma_e^2 = 0.1$. Przebiegi współczynnika w, estymat parametrów $\hat{p}$ (a, c, e, g, i, k) oraz zadanej trajektorii referencyjnej y_r oraz pozycji obiektu y, sygnału sterującego u oraz błędu śledzenia e (b, d, f, h, j, l).



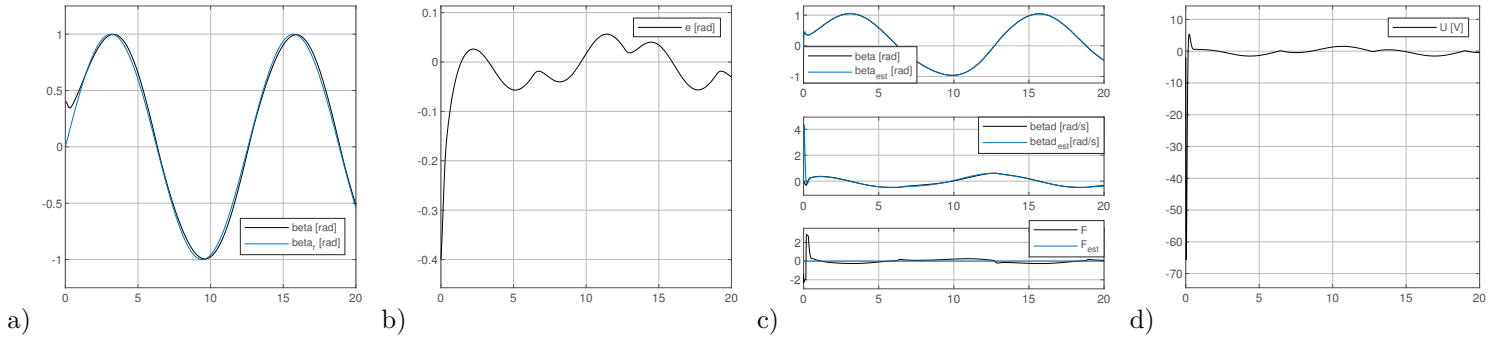
Rysunek 4: Wpływ parametrów T_a a) 0.002, b) 0.01 oraz $\rho =$ c) 10, d) 20 na przebiegi estymat parametrów $\hat{p}$ oraz współczynnika w.

2 Active/Adaptive Disturbance Rejection Control (ADRC)

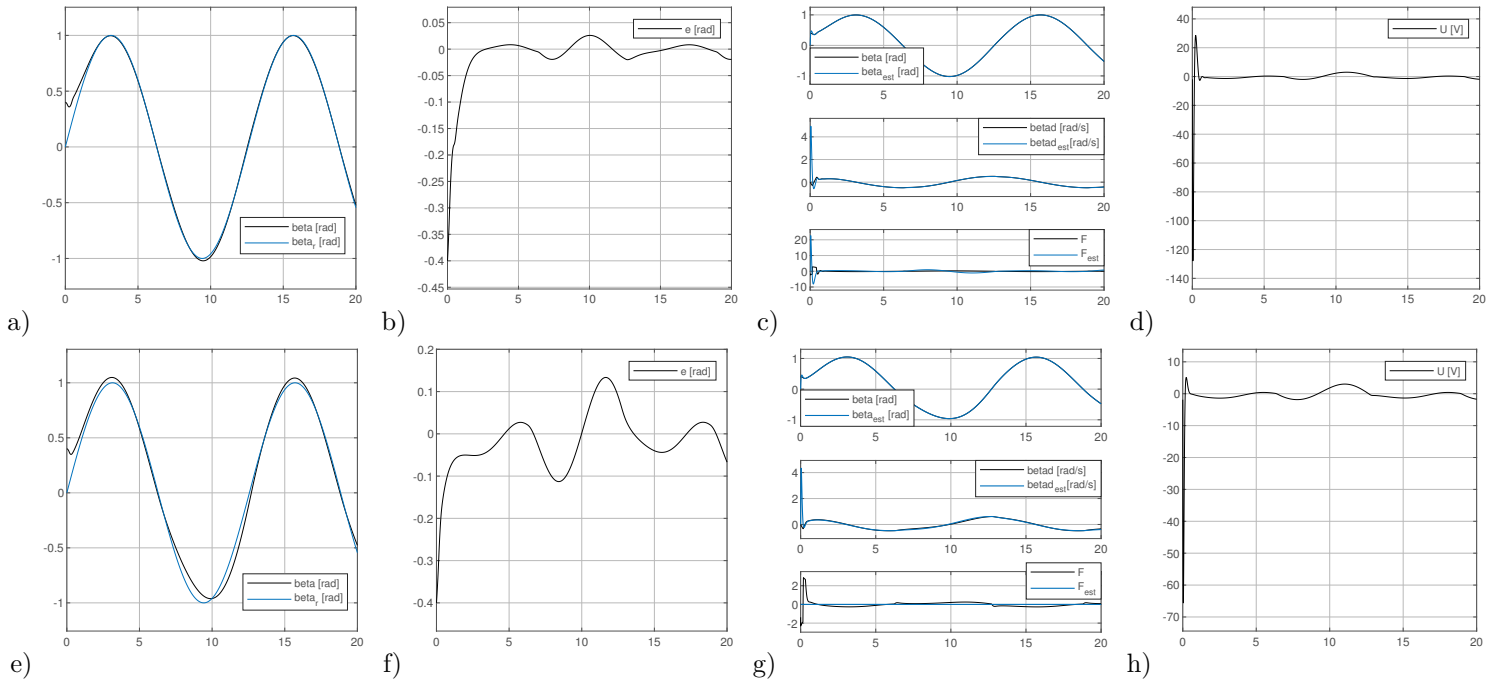
2.1 Prezentacja wyników



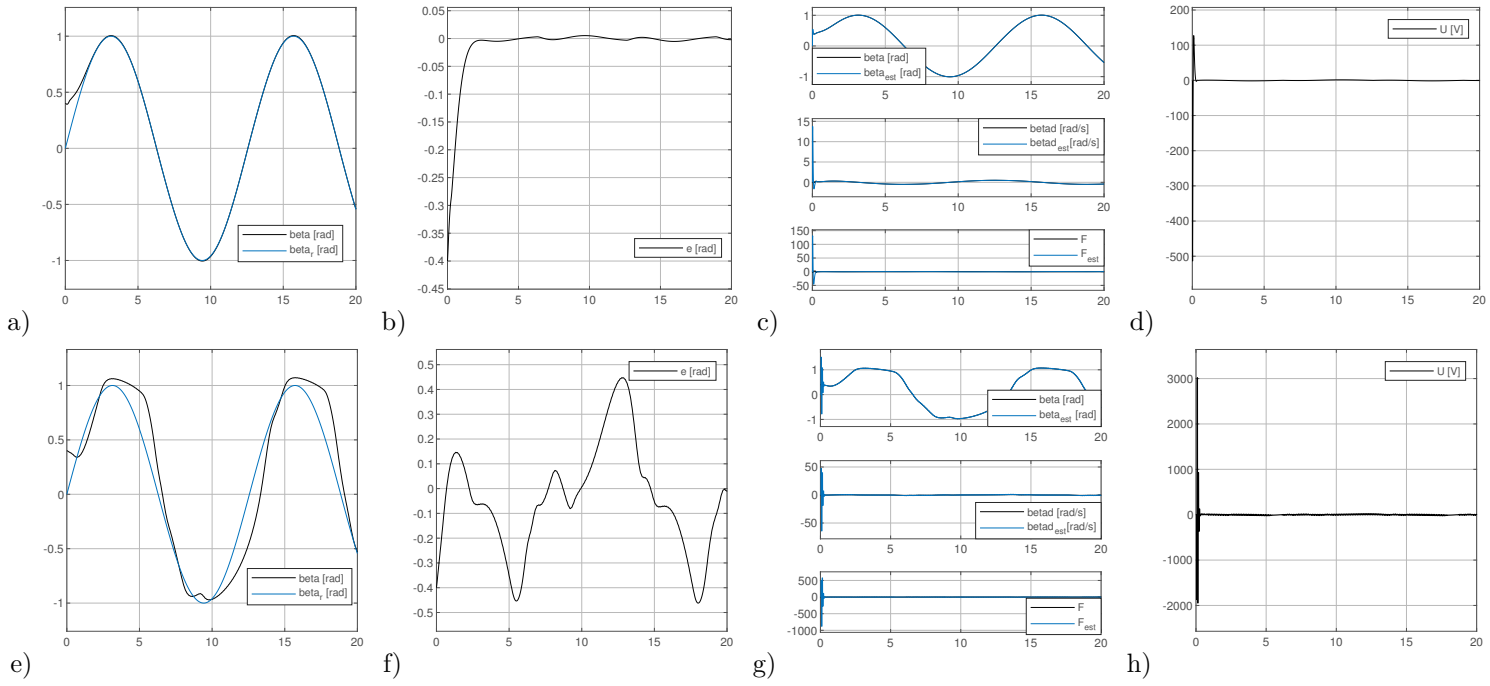
Rysunek 5: Warunki początkowe: mi = 0.2



Rysunek 6: otwarcie petli



Rysunek 7: A) mi = 0.2, dodanie zakłócenia zewnętrznego d; B) mi = 0.2, dodanie zakłócenia zewnętrznego d oraz otwarcie pętli kompensacji



Rysunek 8: Fig4: A) discrete Ta = 0.01 mi = 0.1 B) discrete Ta = 0.04 mi = 0.1