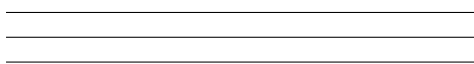


SPRAWOZDANIE

PROJEKT SPECJALNOŚCIOWY ARR

Sterowanie obiektem nieholonomicznym

Marcin Bober, 249426



Prowadzący:

Dr inż. Mirela Kaczmarek

Katedra Cybernetyki i Robotyki
Wydziału Elektroniki, Fotoniki i
Mikrosystemów
Politechniki Wrocławskiej

29 listopada 2021

Spis treści

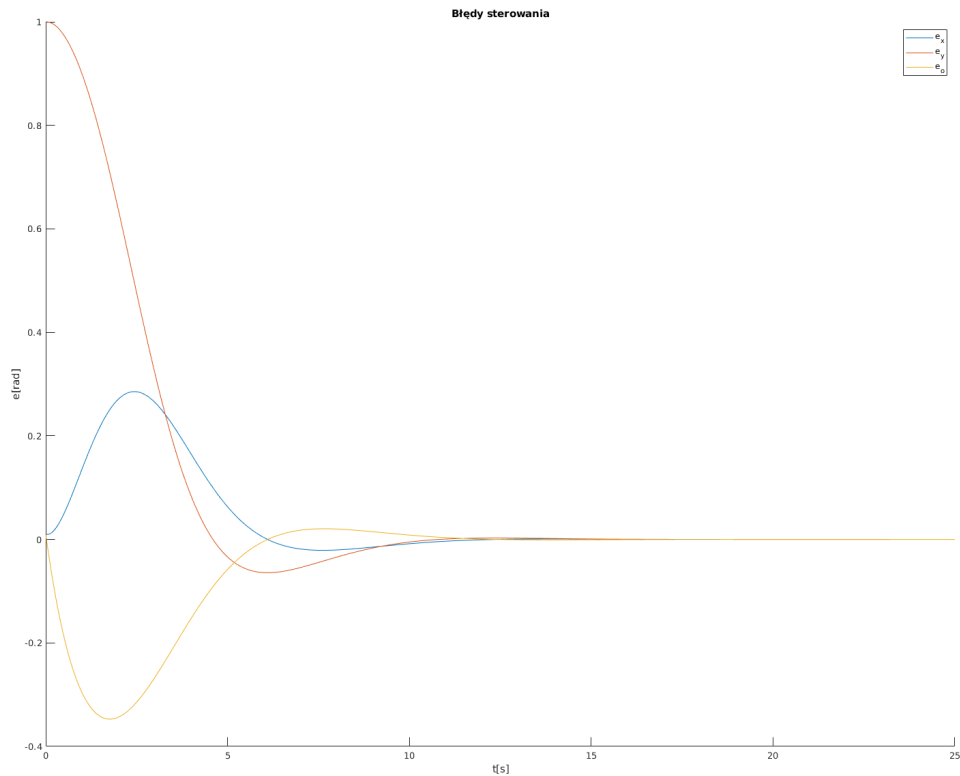
1	Cel ćwiczenia	2
2	Sterownik kinematyczny	2
3	Sterownik kinematyczny i dynamiczny	3
3.1	Błędy śledzenia trajektorii	3
3.2	Zależność od współczynnika K_1	5
3.3	Zależność od współczynnika K_2	7
3.4	Zależność od współczynnika K_M	9
3.5	Zależność od warunków początkowych	11
3.6	Wnioski	13
4	Podsumowanie	13

1 Cel ćwiczenia

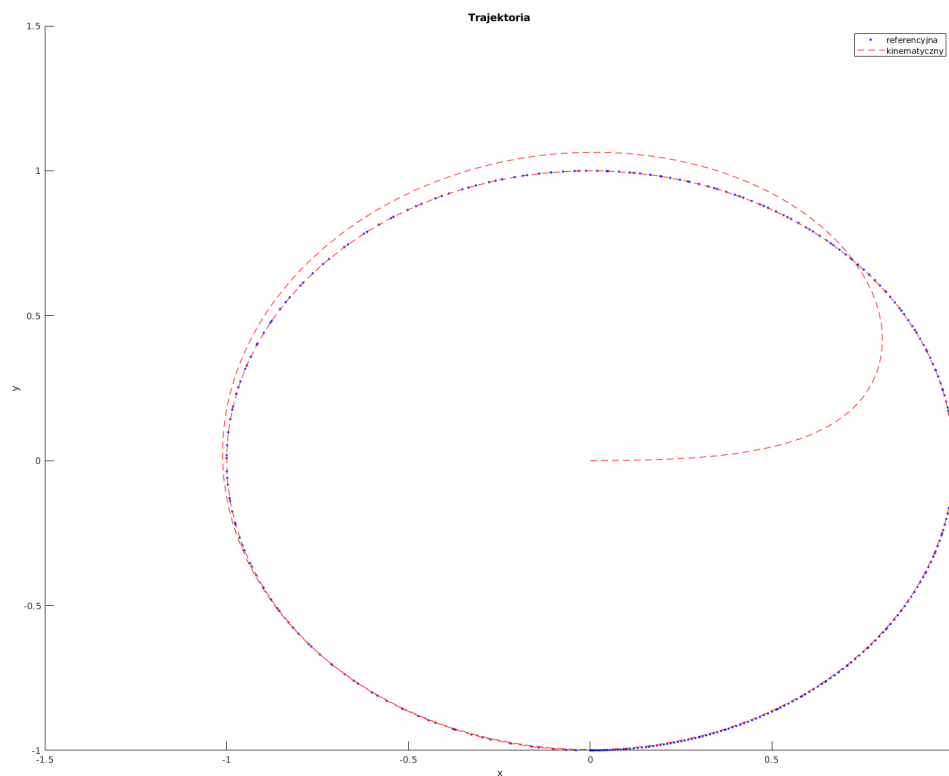
Celem ćwiczenia jest zbadanie i porównanie zachowania obiektu nieholonomicznego sterowanego na dwa sposoby. W sposób czysto kinematyczny oraz kinematyczny i dynamiczny zarazem. W obu przypadkach celem sterowania jest śledzenie trajektorii. Wykorzystany w tym celu zostanie algorytm Samsona dla części kinematycznej oraz algorytm dokładnej linearyzacji dla części dynamicznej.

2 Sterownik kinematyczny

W tym doświadczeniu do obiektu został podpięty jedynie sterownik kinematyczny. Wyniki błędów referencyjnych śledzenia trajektorii zostały zaprezentowane na wykresie 1. Trajektoria po której poruszał się obiekt jest przedstawione na wykresie 2.



Rysunek 1: Błędy e_x , e_y , e_θ

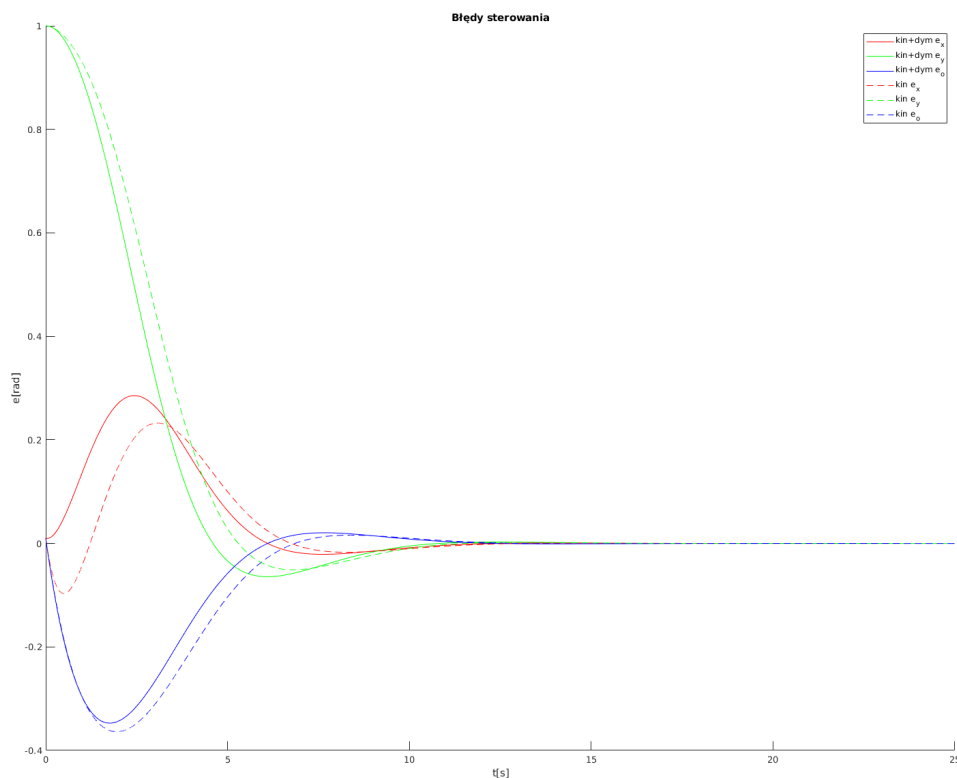


Rysunek 2: Trajektoria

3 Sterownik kinematyczny i dynamiczny

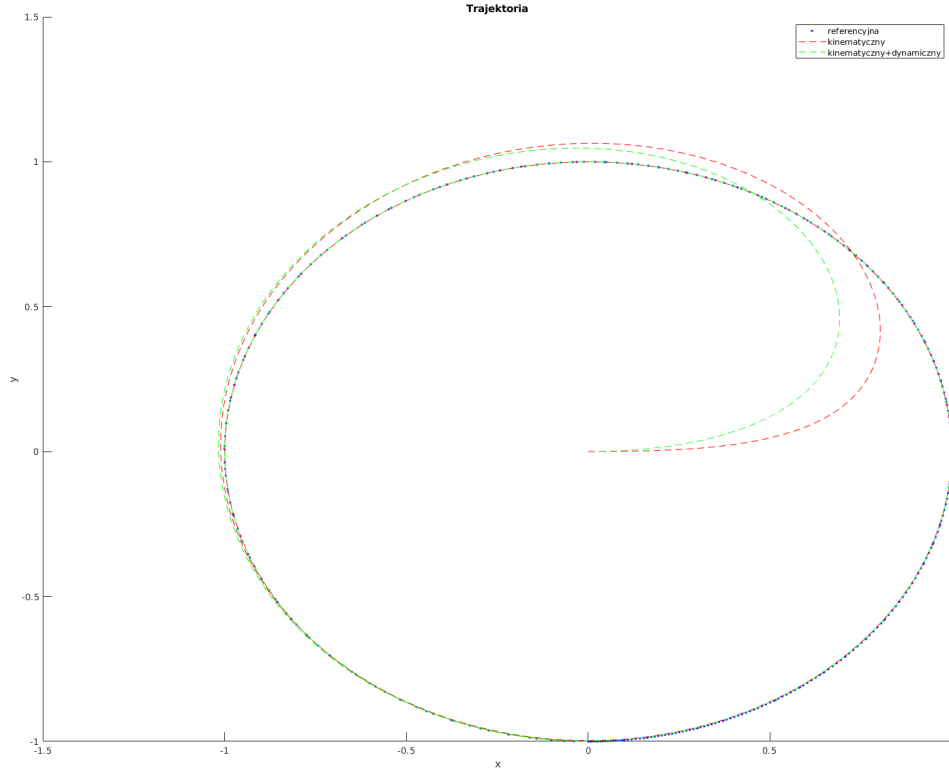
3.1 Błędy śledzenia trajektorii

Eksperyment ten zakłada wykorzystanie dwóch sterowników kinematycznego i dynamicznego jednocześnie. Profil prędkościowy produkowany przez sterownik kinematyczny jest wykorzystywany przez sterownik dynamiczny, którego zadaniem jest minimalizacja błędów śledzenia trajektorii.



Rysunek 3: Błędy e_x , e_y , e_θ

Na wykresie 3 można zaobserwować odnotowane błędy śledzenia trajektorii. Liniami ciągłymi oznaczone są błędy dotyczące sterownika kinematycznego, natomiast liniami przerywanymi rysowane są wykresy dotyczące połączenia oby sterowników. Można zaobserwować że połączenie obu sterowników daje wymiennie lepsze efekty. Połączenie sterowników pozwala szybciej i intensywniej reagować na pojawiający się błąd.



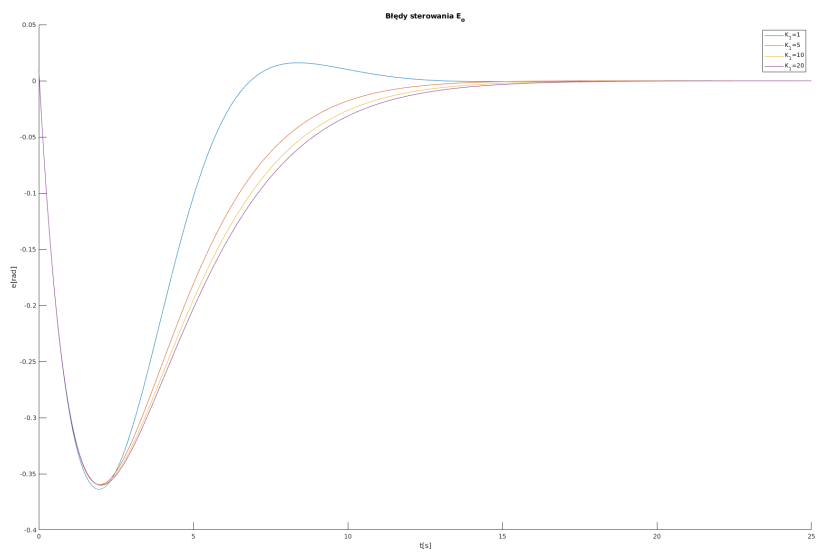
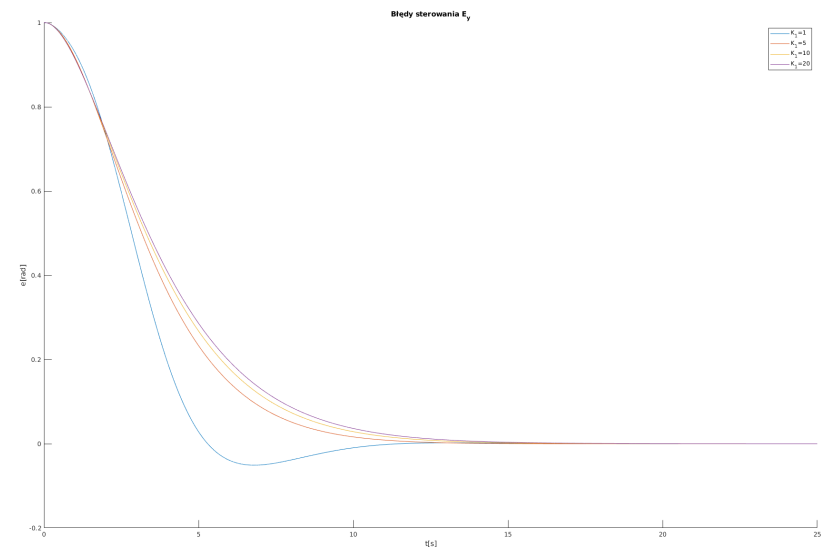
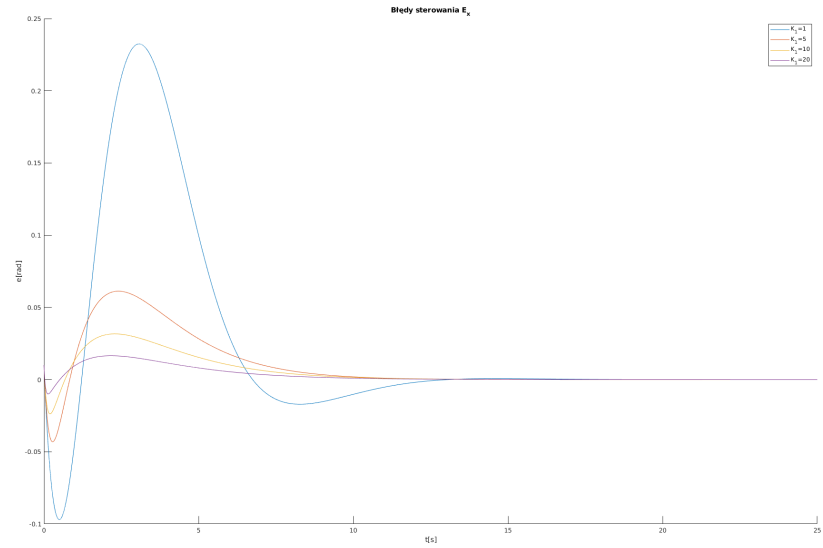
Rysunek 4: Trajektoria

Wykres 4 porównuje trajektorie referencyjną do trajektorii ze sterownikiem dynamicznym oraz bez sterownika dynamicznego. Dodanie sterownika dynamicznego spowodowało bardziej zdecydowaną reakcję obiektu w początkowej fazie ruchu porównując z drugim mniej skomplikowanym rozwiązaniem. Jednakże czas potrzebny na osiągnięcie zadanej trajektorii jest bardzo porównywalny.

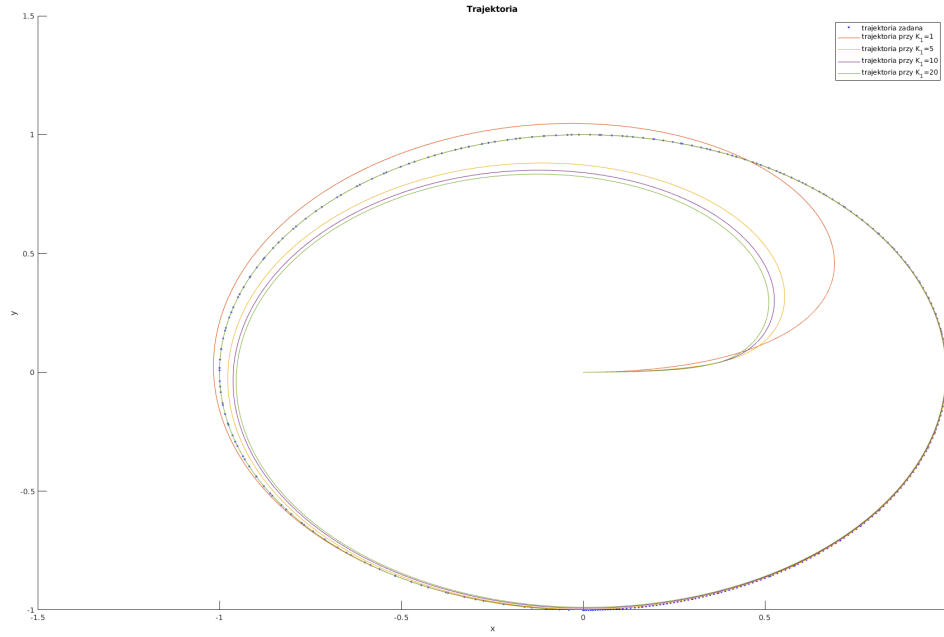
3.2 Zależność od współczynnika K_1

Wykres 5 przedstawia jak wpływa zmiana współczynnika K_1 na poszczególne błędy śledzenia, przy zachowaniu współczynników K_2 i K_M równych 1. Na podstawie tych danych można wywnioskować że wzrost wzmocnienia K_1 :

- znacznie zmniejsza błąd E_x oraz skraca jego czas stabilizacji,
- powoduje mniej stromy spadek błędów E_y oraz E_θ i wydłuża ich czas stabilizacji, niwelując przesterowania.



Rysunek 5: Błędy e_x , e_y , e_θ

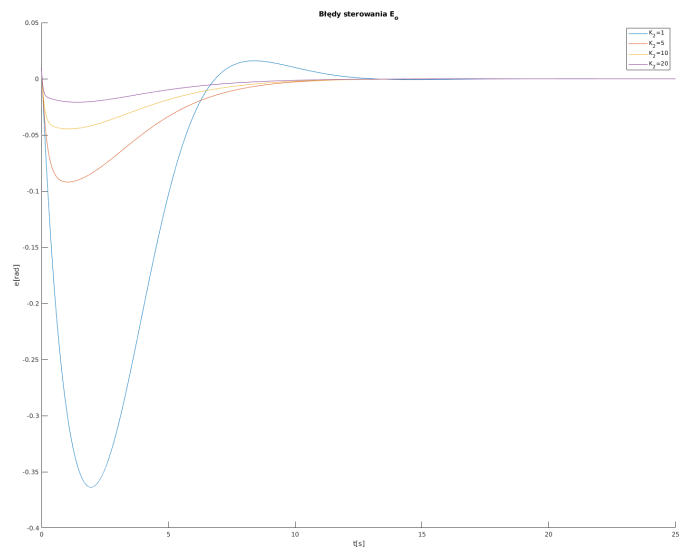
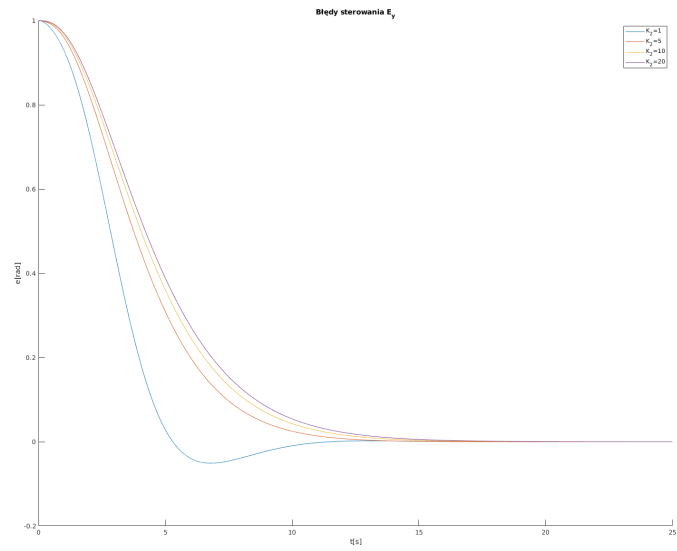
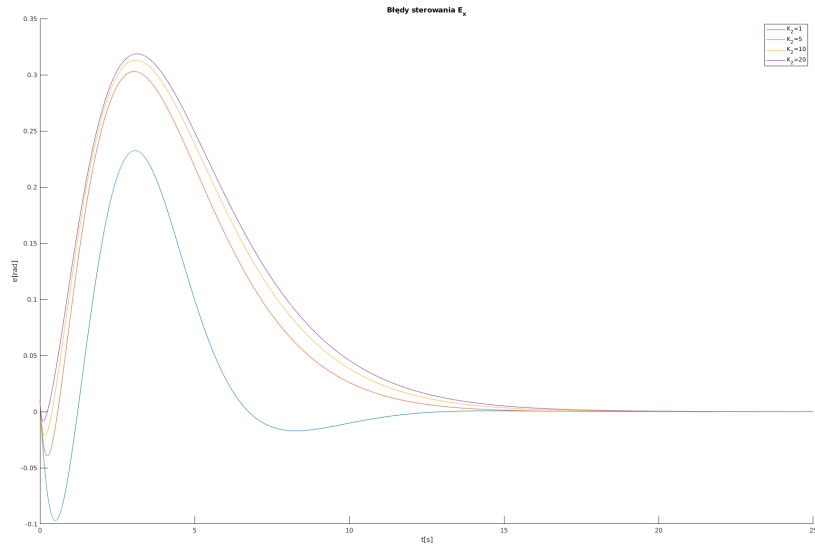


Rysunek 6: Trajektorie zależne od K_1

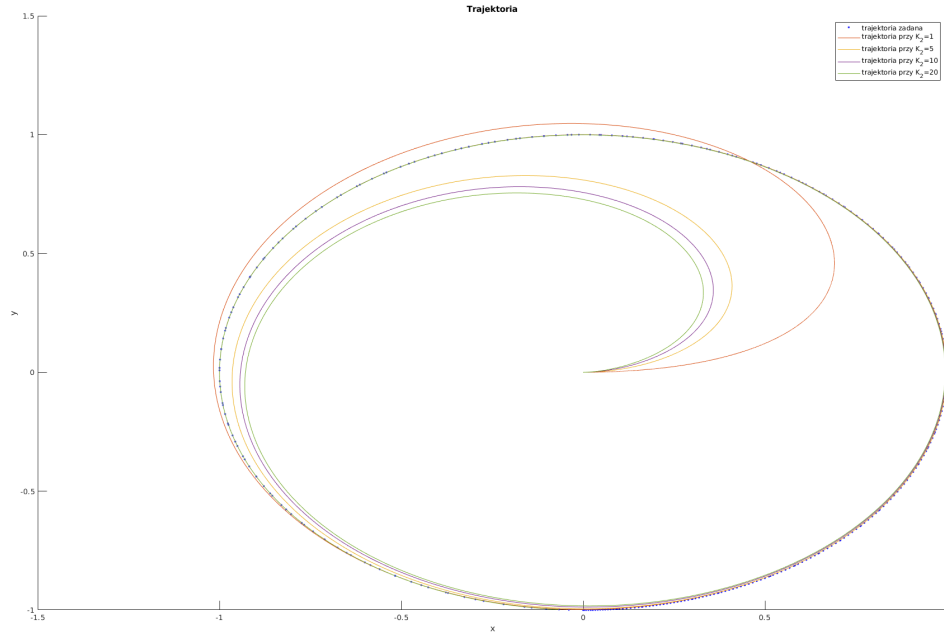
3.3 Zależność od współczynnika K_2

Wykres 7 przedstawia jak wpływa zmiana współczynnika K_2 na poszczególne błędy śledzenia, przy zachowaniu współczynników K_1 i K_M równych 1. Na podstawie tych danych można wywnioskować że wzrost wzmocnienia K_2 :

- znacznie zmniejsza błąd E_θ oraz skraca jego czas stabilizacji,
- powoduje mniej stromy spadek błędów E_x oraz E_y i wydłuża ich czas stabilizacji, niwelując przesterowania.



Rysunek 7: Błędy e_x , e_y , e_θ

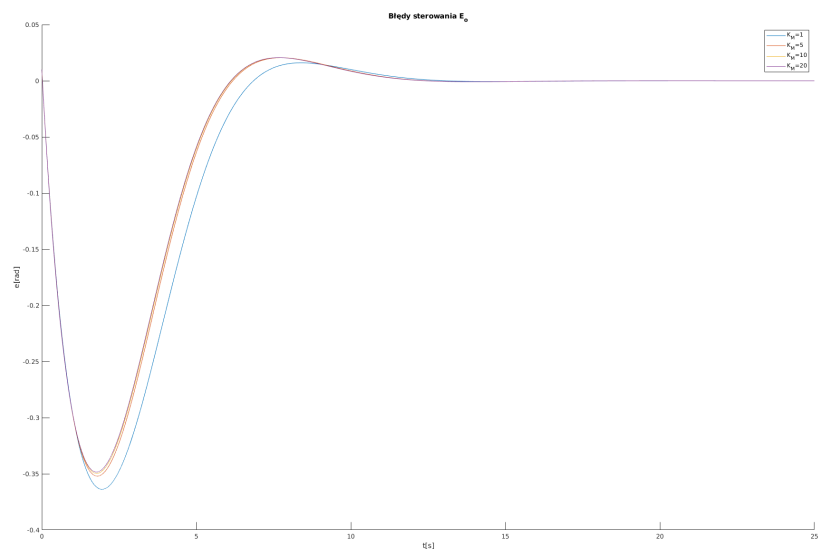
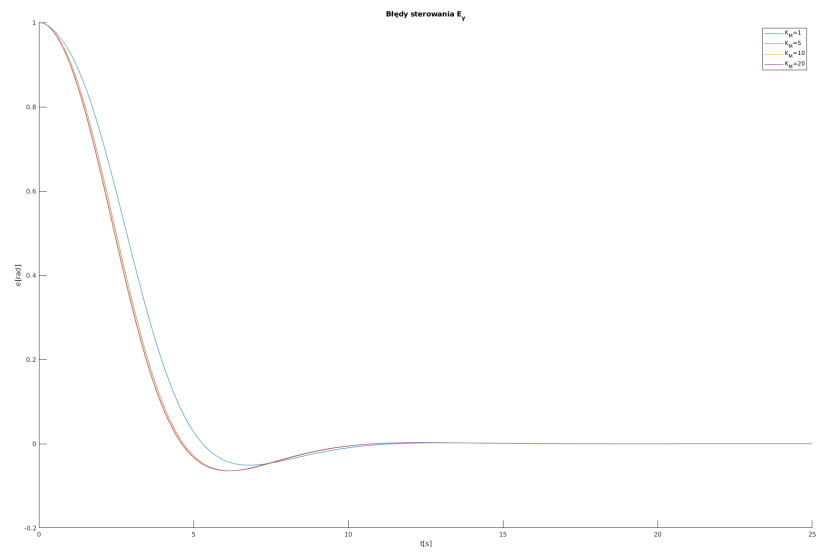
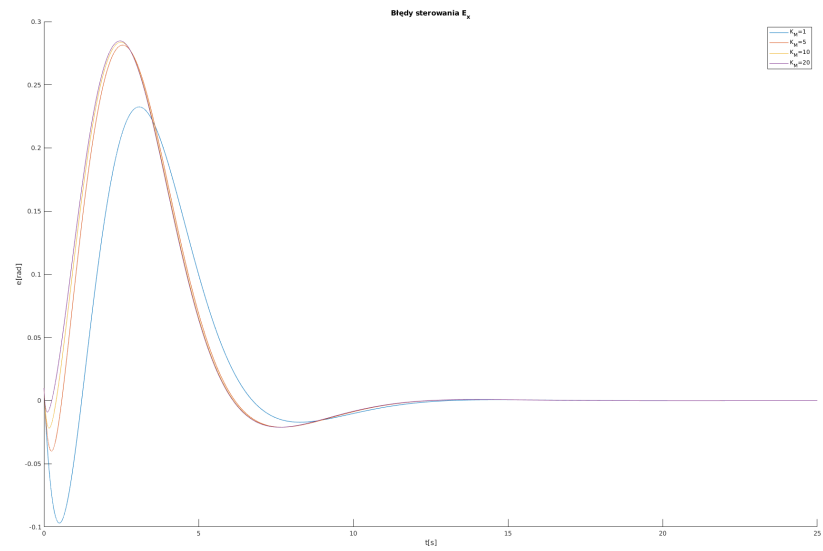


Rysunek 8: Trajektorie zależne od K_2

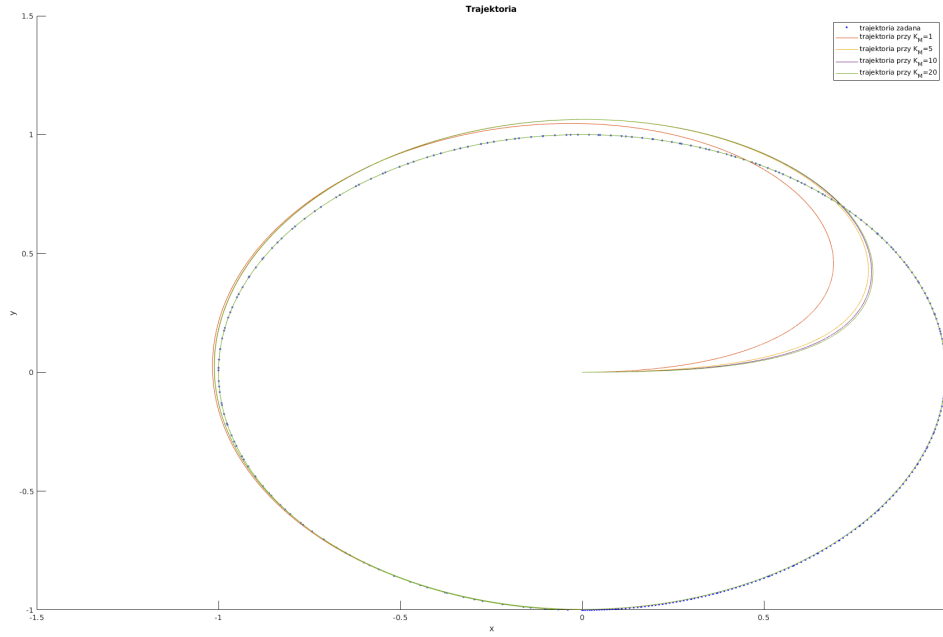
3.4 Zależność od współczynnika K_M

Wykres 9 przedstawia jak wpływa zmiana współczynnika K_M na poszczególne błędy śledzenia, przy zachowaniu współczynników K_1 i K_2 równych 1. Na podstawie tych danych można wywnioskować że wzrost wzmocnienia K_M :

- przyspiesza reakcję sterownika oraz zwiększa błąd E_x ,
- nieznacznie przyspiesza reakcję sterownika oraz zwiększa błędy E_y i E_θ ,



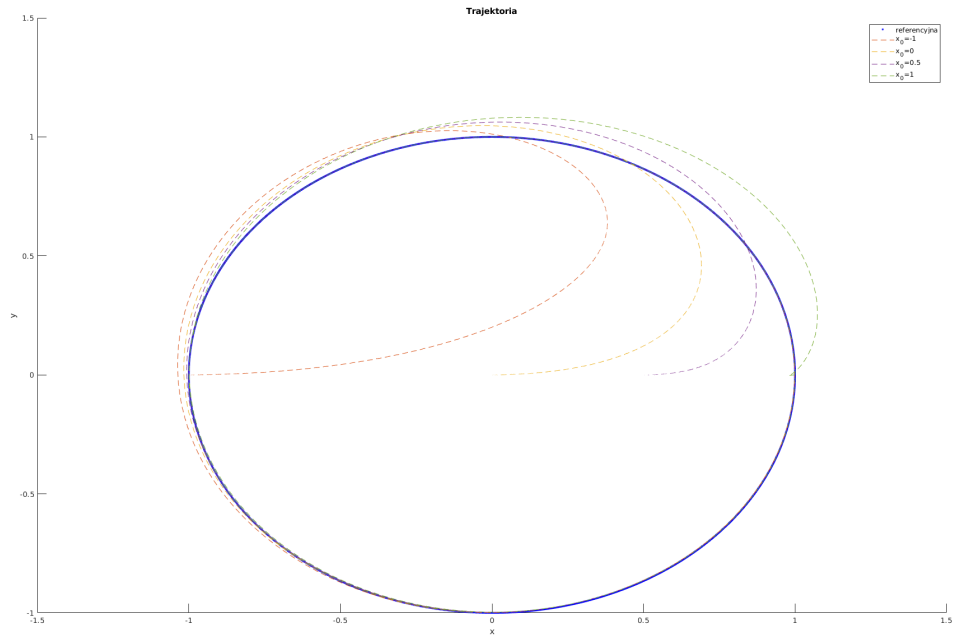
Rysunek 9: Błędy e_x , e_y , e_θ



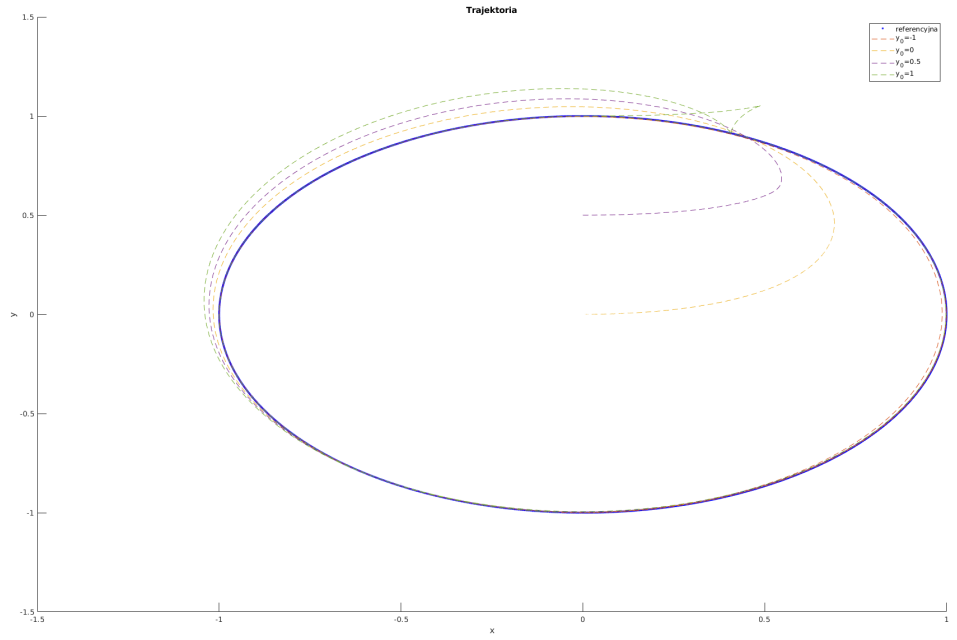
Rysunek 10: Trajektorie zależne od K_M

3.5 Zależność od warunków początkowych

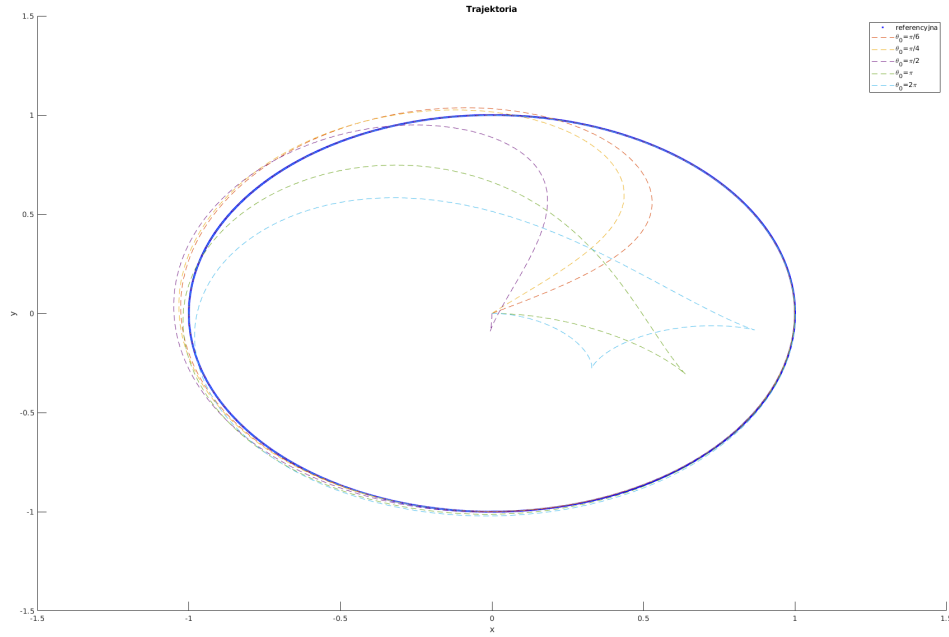
Zmiana warunków początkowych pozwala na zmianę miejsca startu algorytmu. Zmiana x_0 wpływa na pozycję na osi OX na trajektorii (patrz wykres 11). W podobny sposób wpływa zmiana y_0 na pozycję na osi OY (patrz wykres 12). Ostatni warunkiem początkowym jest θ_0 wpływający na kąt ustawienia platformy. Warto zaznaczyć że nie wszystkie ustawienia kąta będą poprawne co można zaobserwować na wykresie 13.



Rysunek 11: Trajektorie zależne od x_0



Rysunek 12: Trajektorie zależne od y_0



Rysunek 13: Trajektorie zależne od θ_0

3.6 Wnioski

- połączenie sterowników powoduje mniejsze opóźnienie i mocniejsze sterowanie,
- zmiana współczynnika K_1 ma znaczny wpływ na minimalizację błędu E_x ,
- zmiana współczynnika K_2 ma znaczny wpływ na minimalizację błędu E_θ ,
- zmiana współczynnika K_M ma znaczny wpływ na minimalizację błędu E_x ,

4 Podsumowanie

Sterowanie nieholonomicznym obiektem jakim jest platforma mobilna wymaga sterowania przy użyciu sterownika kinematycznego i dynamicznego. Zadaniem pierwszego algorytmu jest produkcja profilu prędkościowego zależnego od zadania (trajektorii). Następnie informacja ta wykorzystywana jest przez sterownik dynamiczny, który potrafi uwzględnić masę i bezwładność sterowanego obiektu.