

- ДИПЛОМСКА РАБОТА –  
по Предметот  
ПРОЕКТИРАЊЕ НА РОБОТИЗИРАНИ ПРОИЗВОДНИ ЛИНИИ

Тема

**ПРОЕКТИРАЊЕ НА УПРАВУВАЊЕ НА  
СЕРИСКИ МАНИПУЛАТОР СО 5  
СТЕПЕНИ СЛОБОДА НА ДВИЖЕЊЕ**

Ментор:  
Проф. д-р Елизабета Лазаревска

Изработил:  
Мартин Костовски

# ПОСТАПКА ЗА ПРОЕКТИРАЊЕ НА МАНИПУЛАТОР

1. Идентификација на потребата или проблемот
2. Истражување на потребата или проблемот
3. Развивање на можните решенија
4. Избор на најдоброто можно решение
5. Изработка на прототип
6. Тестирање и проценка на решенијата
7. Споредување на решенијата
8. Редизајнирање

# 1. Идентификација на потребата или проблемот

Задачата на оваа дипломска работа е проектирање на сериски роботски манипулатор со 5 степени слобода на движење. Роботот треба да биде во состојба да се позиционира во која било точка од неговиот работен простор, додека ориентацијата на извршниот елемент во таа точка не е од интерес. Потребно е роботот да може да земе предмет што се наоѓа на некоја позиција од неговиот работен простор и да го премести на друга однапред дефинирана позиција.

## 2. Истражување на проблемот или на потребата

Во оваа фаза се врши анализа на потребата од роботски манипулатор или анализата на проблемот што сакаме да го решиме со примена на роботски манипулатор.

- Движење во простор со објекти (роботот да не се судри со тие објекти)
- Движењето да бите континуирано
- Временски ограничувања

### 3. Развивање на можните решенија

1. Изработка на механичката структура
2. Пресметка на параметрите потребни за управување
3. Проектирање на управувањето.

### 3. Развивање на можните решенија

Изработка на механичката структура



# 3. Развивање на можните решенија

## Пресметка на параметрите потребни за управување

Обемни и сложени пресметки подлежатни на грешки при пресметувањето.

Повеќето од пресметките компјутерот ги прави автоматски

-Значително се намалува времето потребно за нивно пресметување

-Се намалува можноста за грешка при пресметувањето

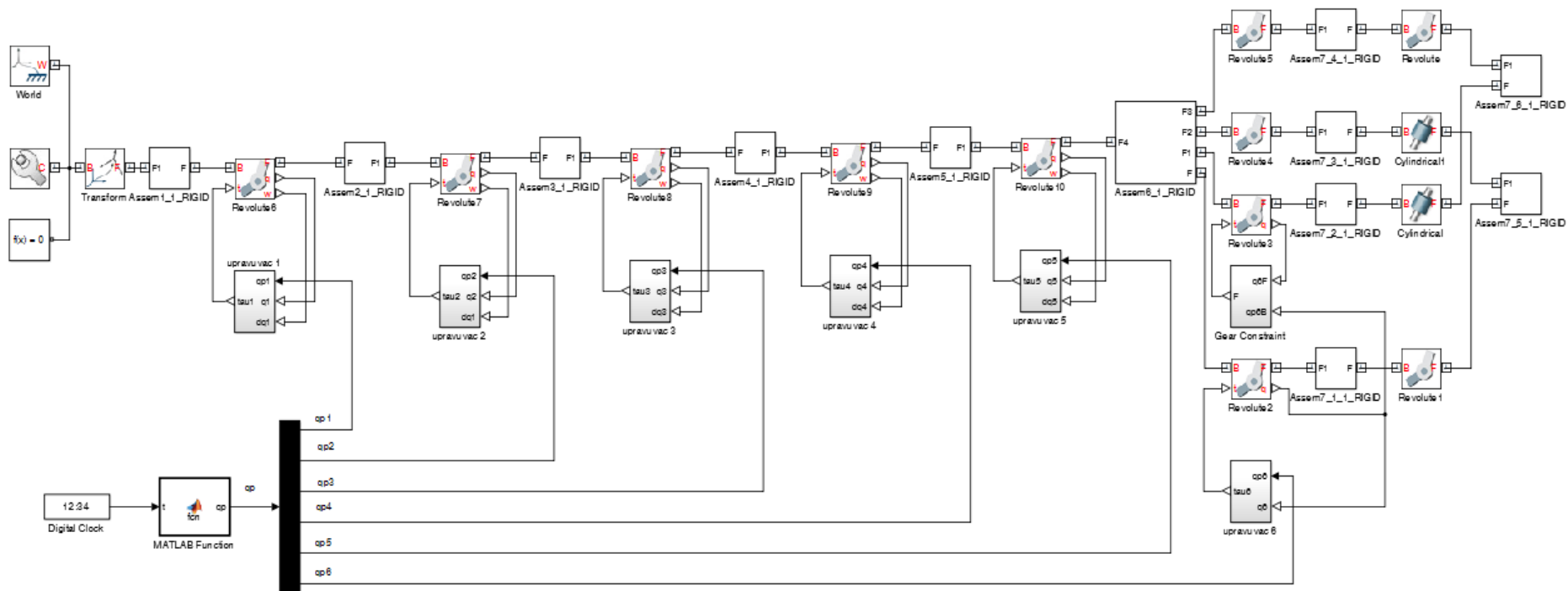
# 3. Развивање на можните решенија

## Управување на манипулаторот

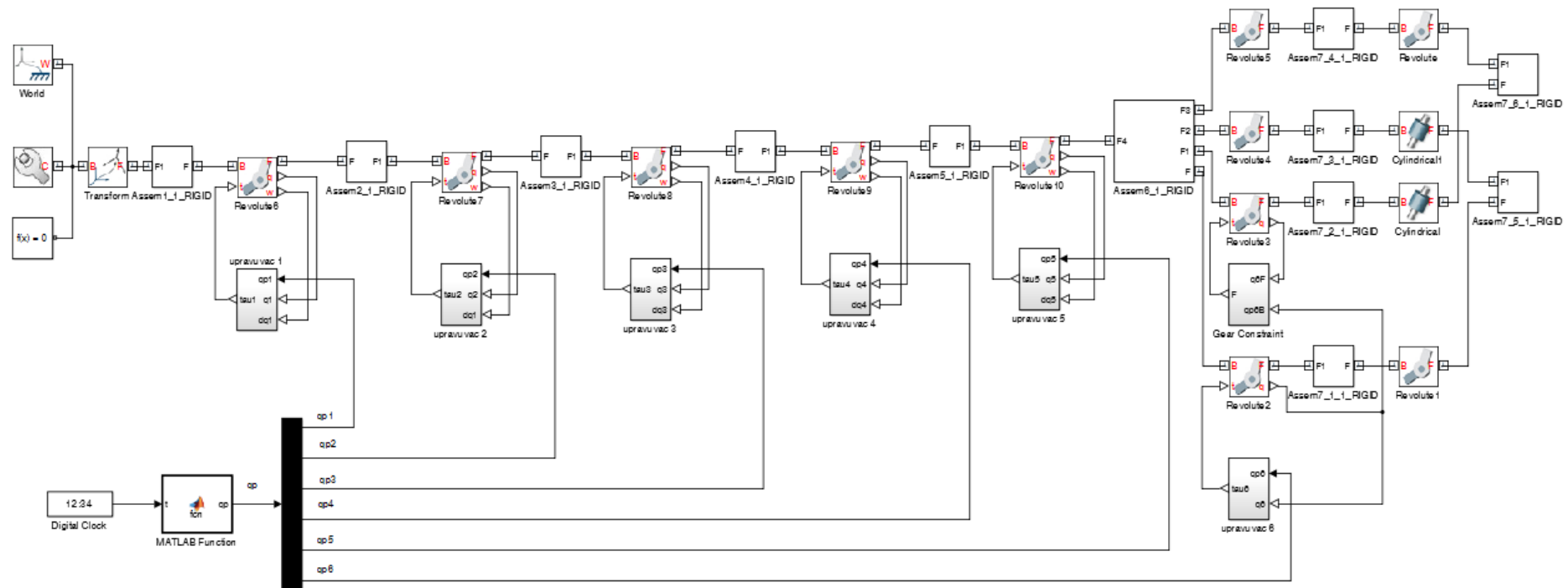
- управување на манипулаторот во просторот на зглобовите
- управување на манипулаторот во Декартовиот простор со користење на инверзната кинематика
- управување на манипулаторот во Декартовиот простор со користење на директната кинематика и Јакобијанот



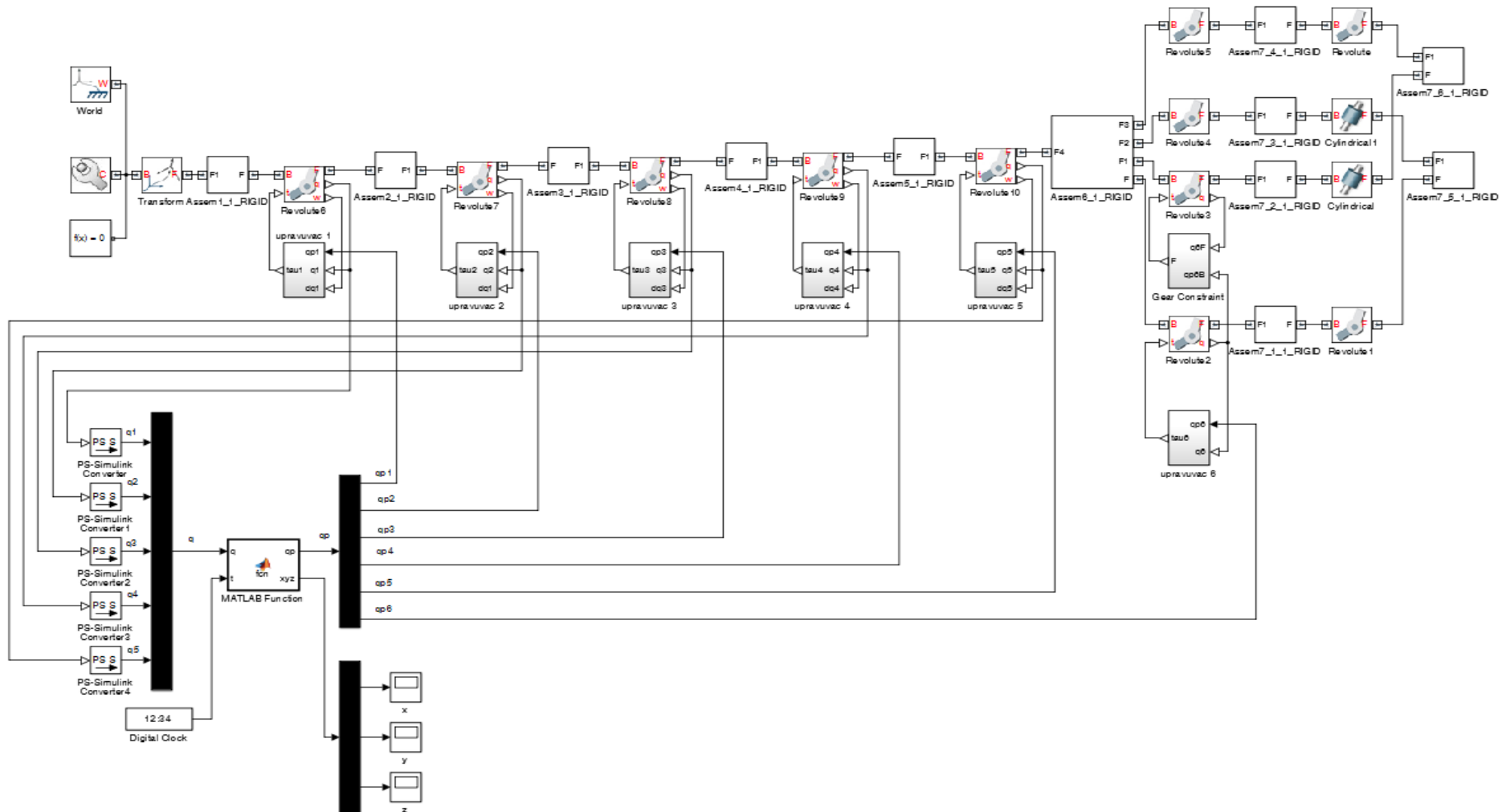
# управување на манипулаторот во просторот на зглобовите



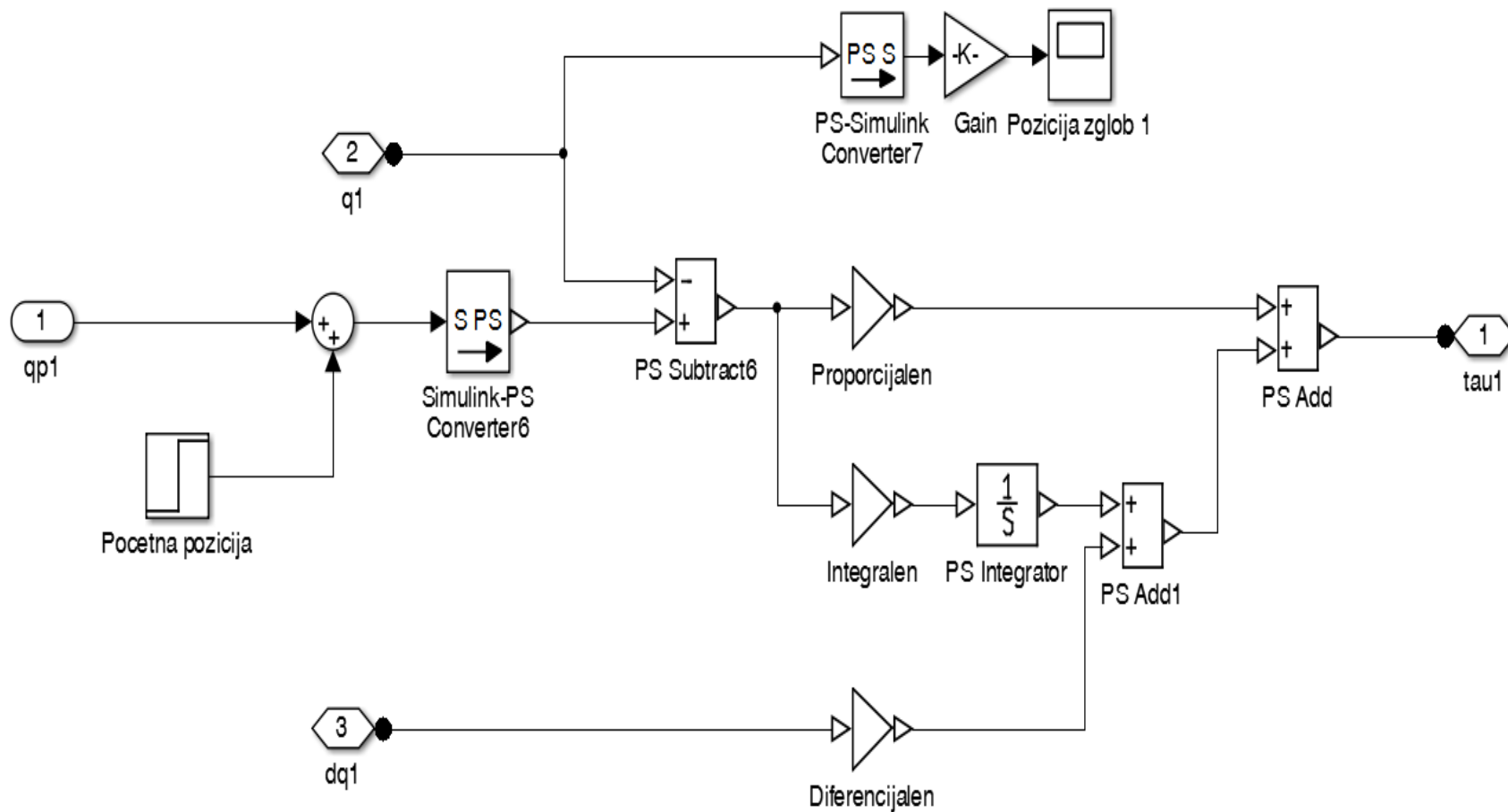
# управување на манипулаторот во Декартовиот простор со користење на инверзната кинематика



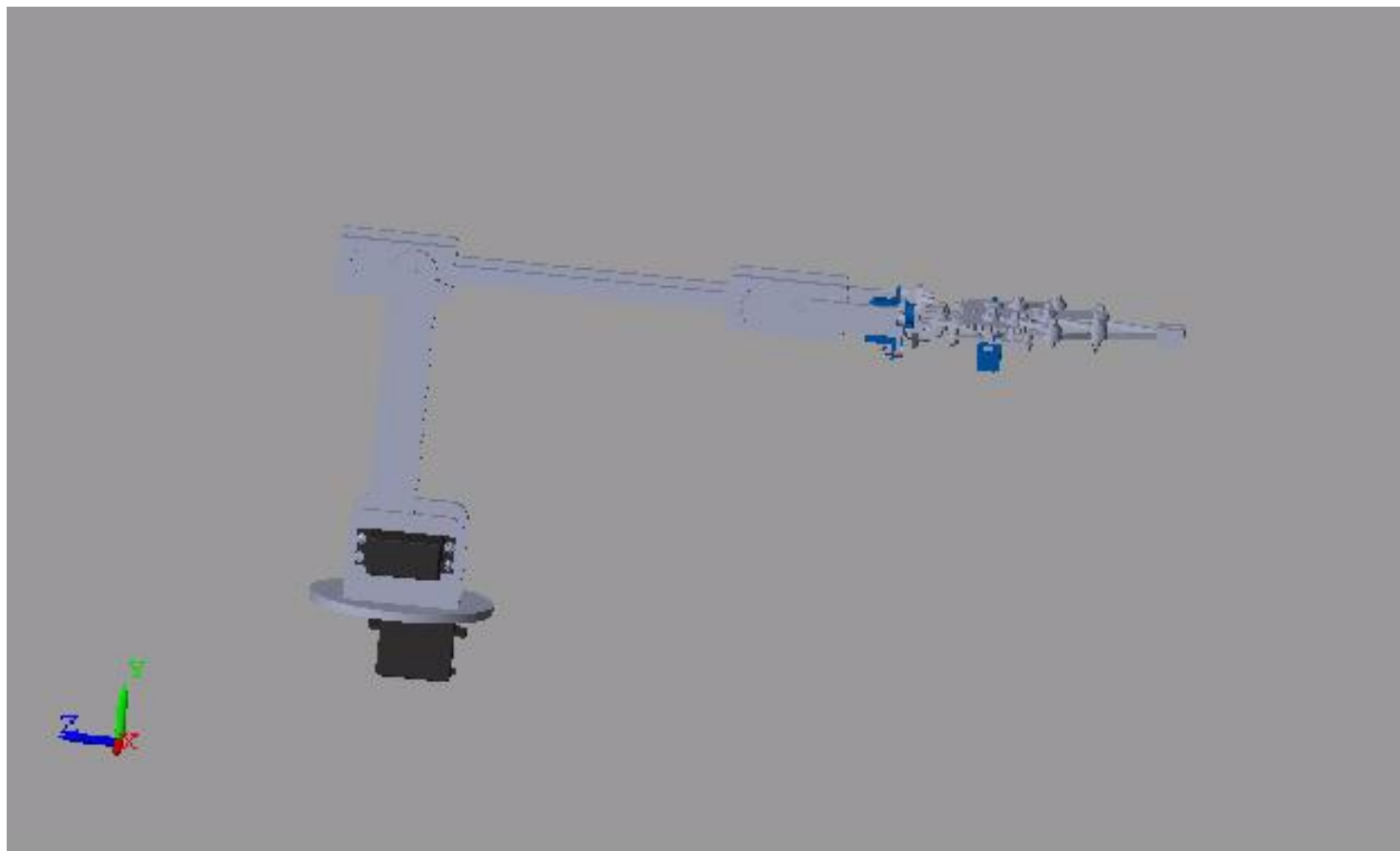
# управување на манипулаторот во Декартовиот простор со користење на директната кинематика и Јакобијанот



# ПІД управувач



## 4. Избор на најдоброто можно решение



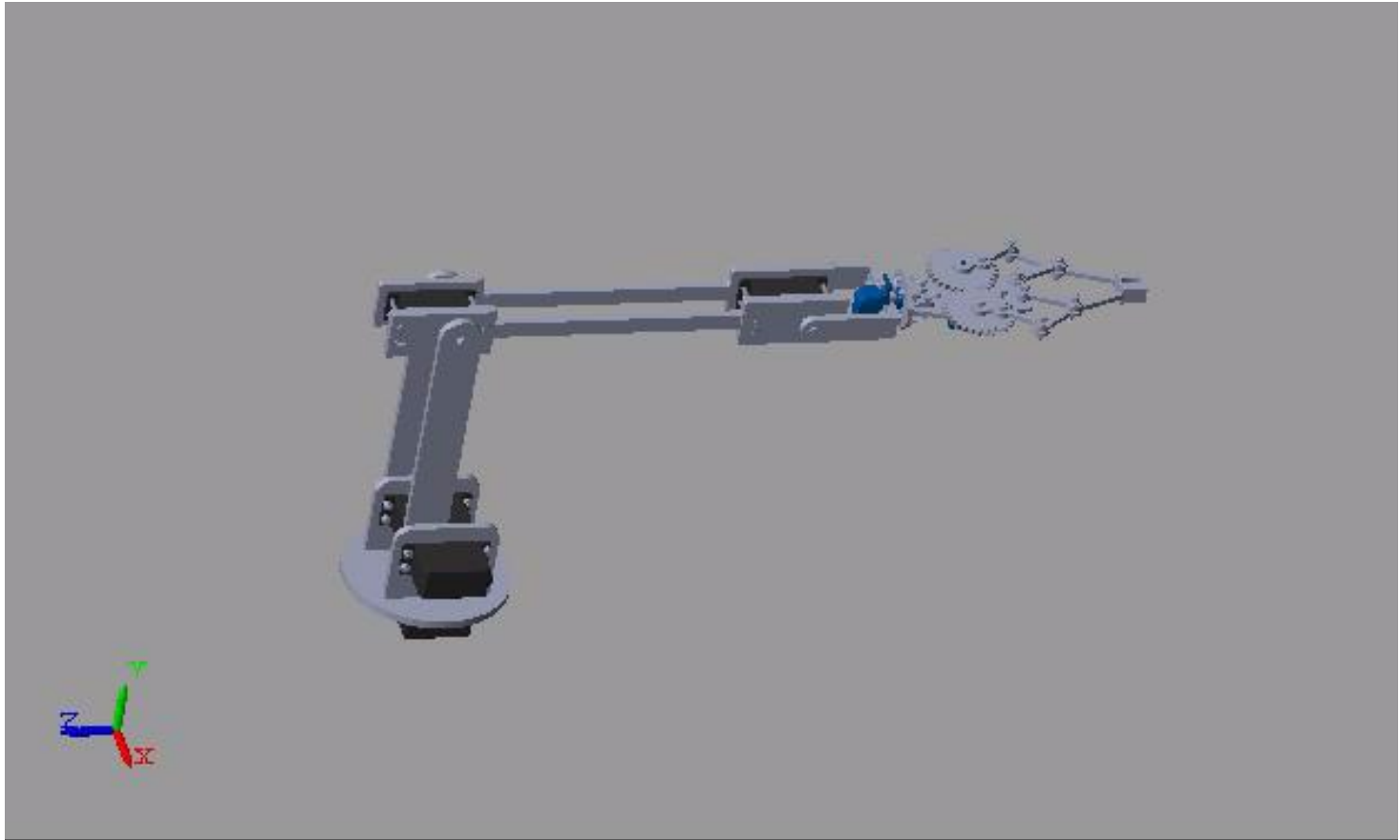
Симулација на роботскиот манипулатор управуван во просторот  
на зглобови

## 4. Избор на најдоброто можно решение



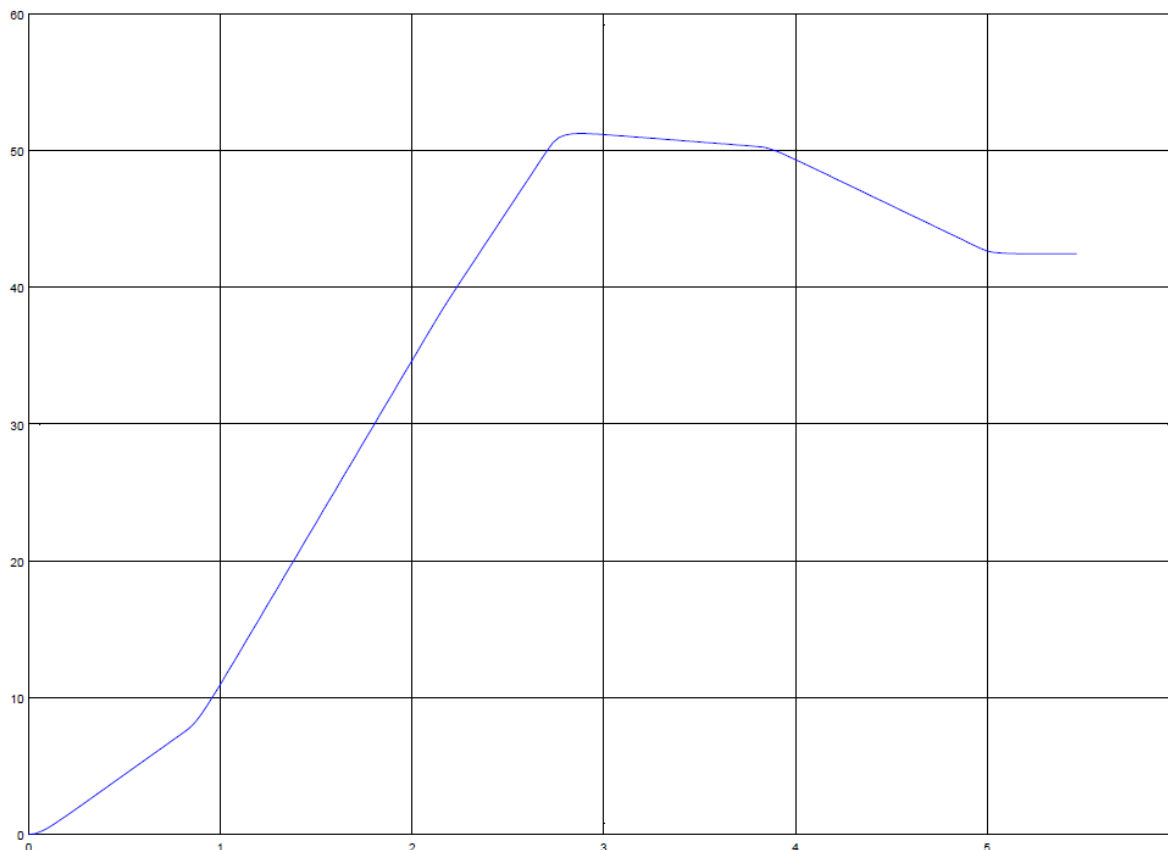
Симулација на роботскиот манипулатор управуван во Декартовиот простор со користење на инверзната кинематика

## 4. Избор на најдоброто можно решение



Симулација на роботскиот манипулатор управуван во Декартовиот простор со користење на Директната кинематика и инверзната матрица на Јакобијанот

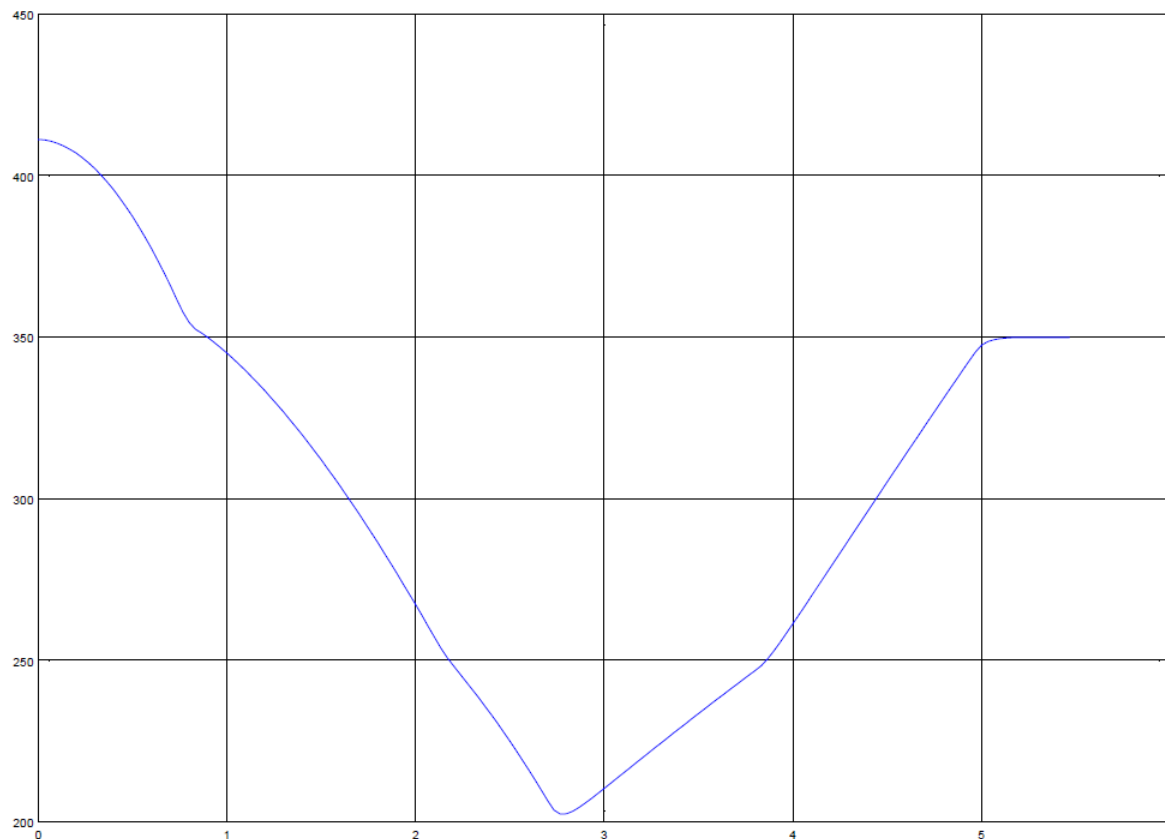
## 4. Избор на најдоброто можно решение



Позиција на зглоб 1 во симулацијата на роботскиот манипулатор управуван во просторот на зглобови

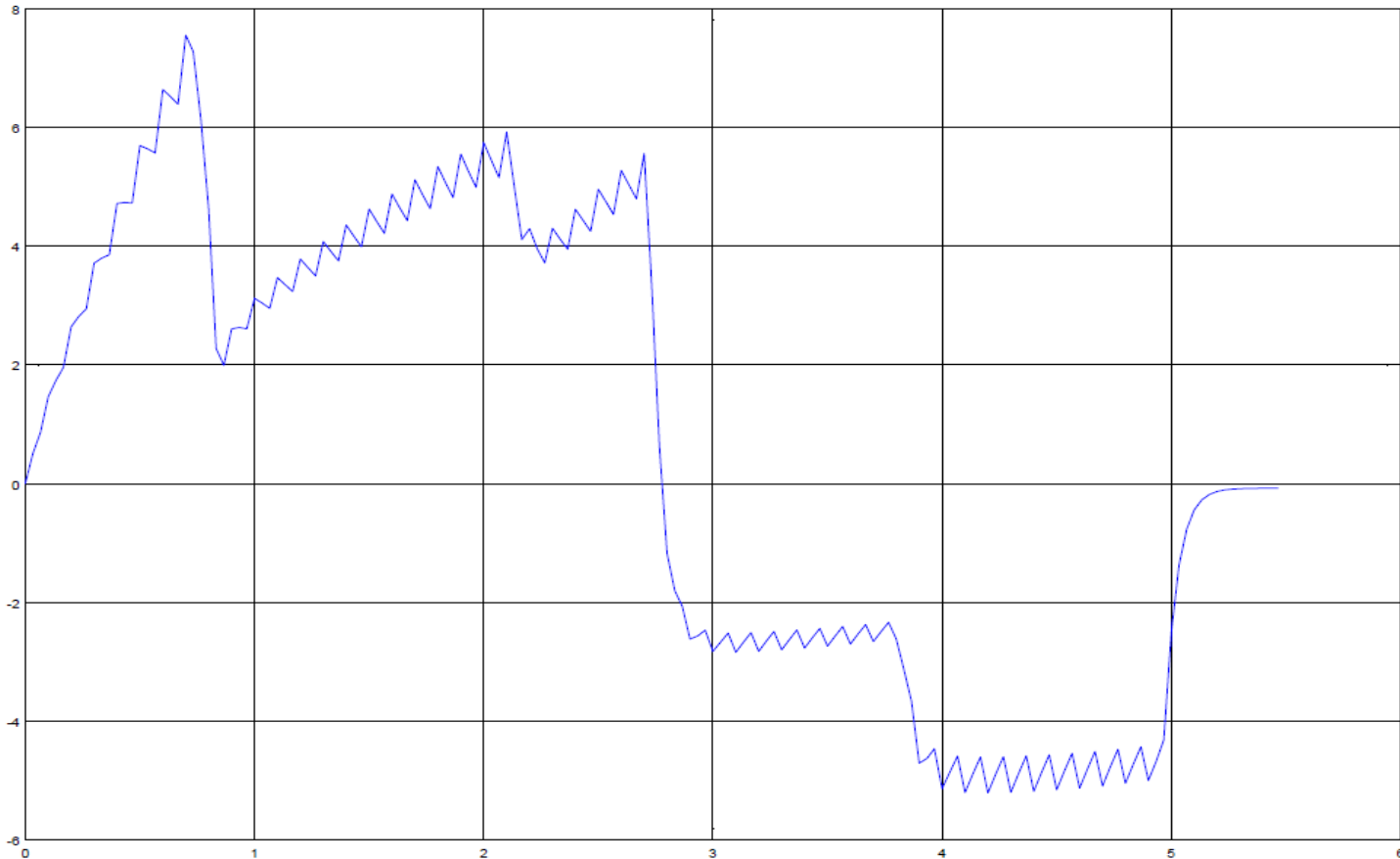


## 4. Избор на најдоброто можно решение



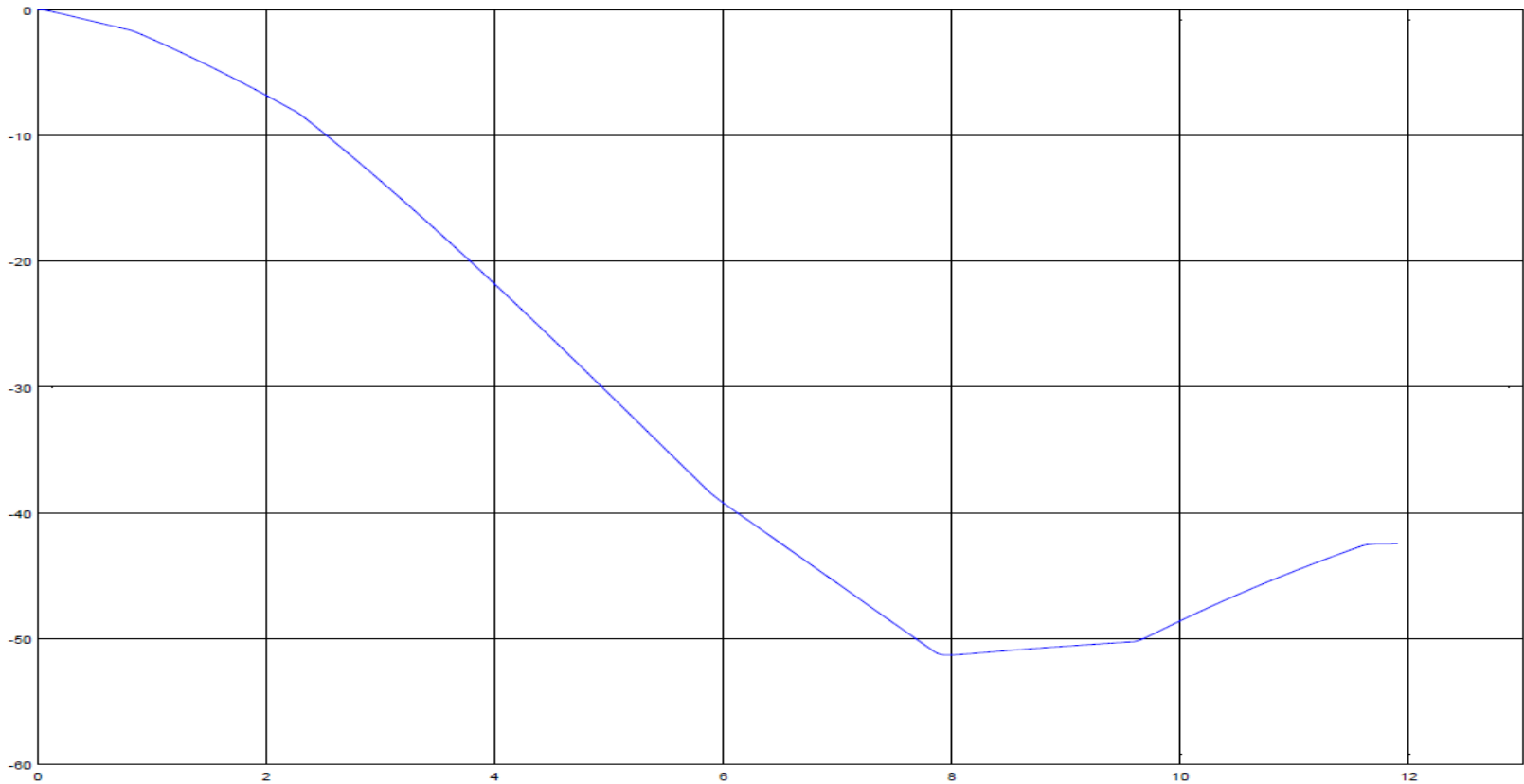
Координата  $x$  на крајниот извршен елемент во Декартови координати добиена со симулација на роботскиот манипулатор управуван во просторот на зглобови

## 4. Избор на најдоброто можно решение



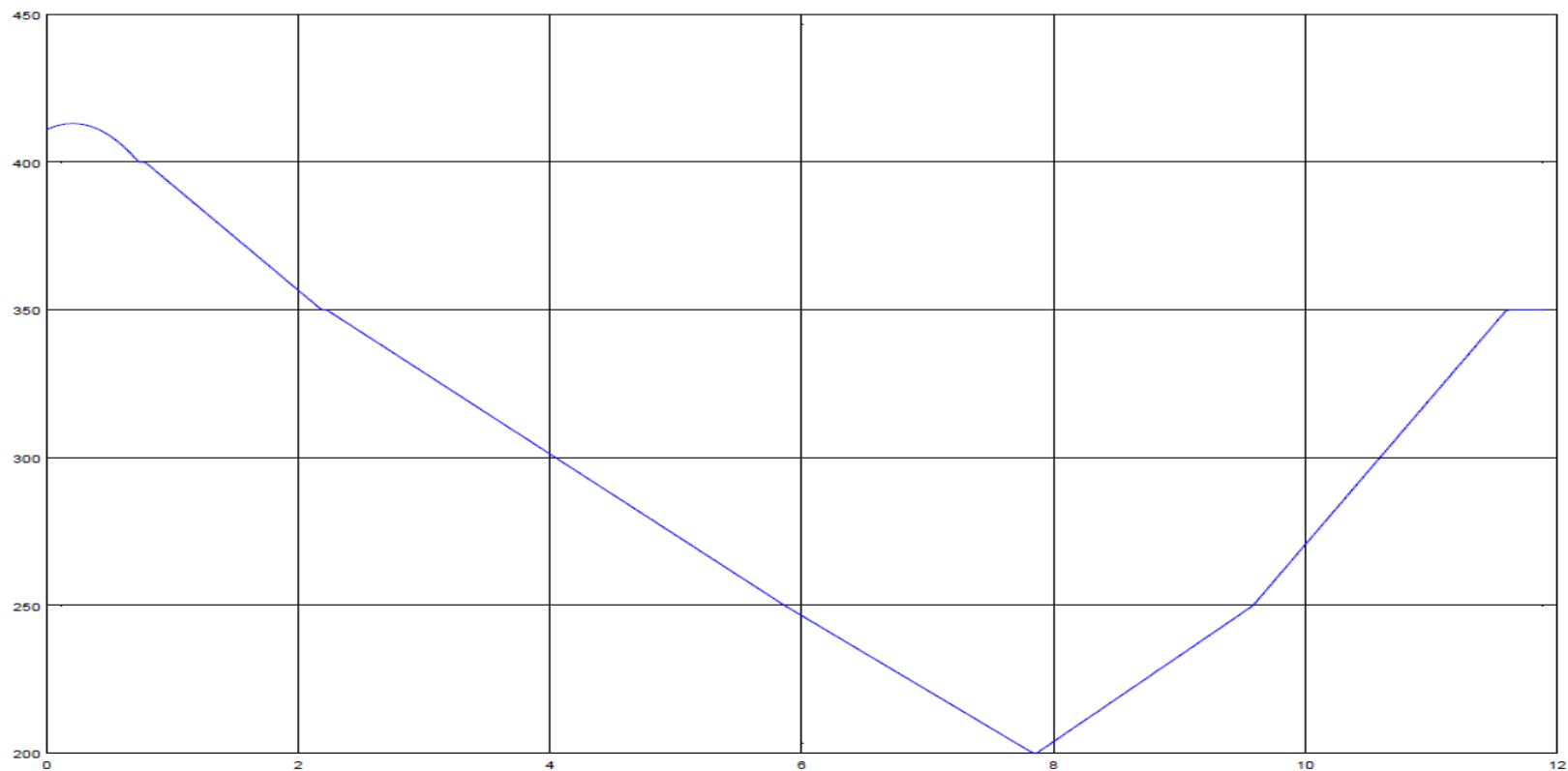
Грешка во координата  $x$  на крајниот извршен елемент во Декартови координати добиена со симулација на роботскиот манипулатор управуван во просторот на зглобови

## 4. Избор на најдоброто можно решение



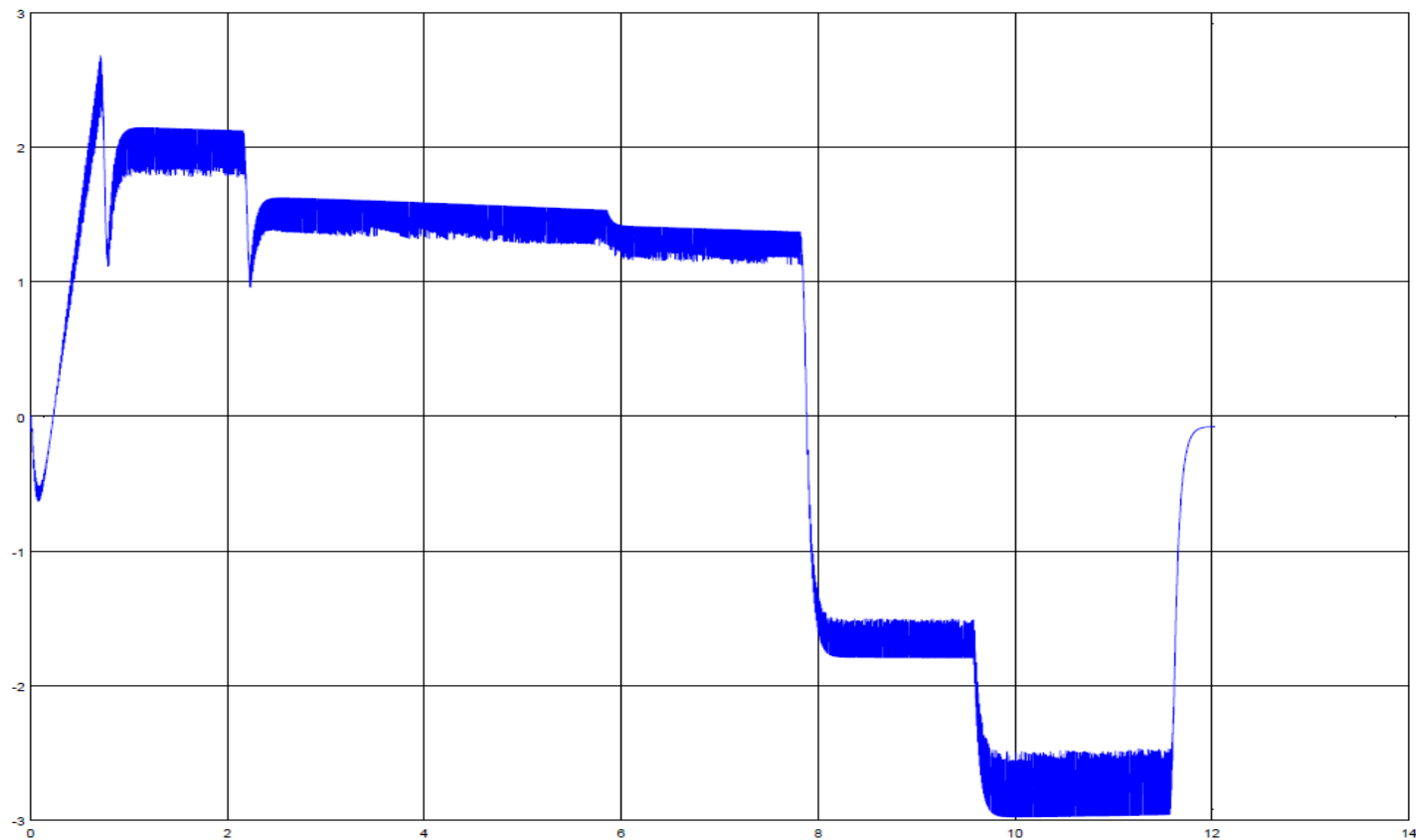
Позицијата на зглоб 1 во симулацијата на управување на роботскиот манипулатор во Декартовиот простор со користење на инверзната кинематика

## 4. Избор на најдоброто можно решение



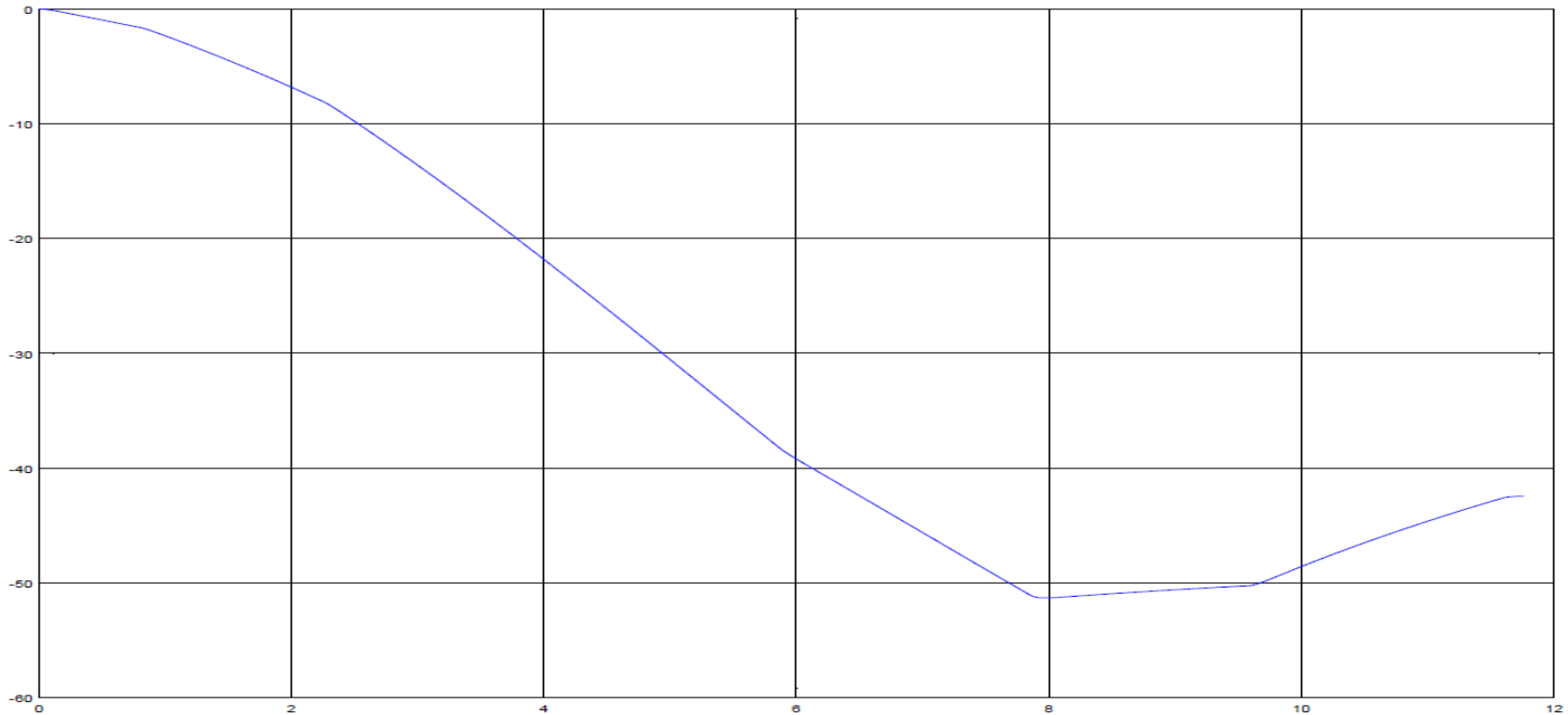
Координата  $x$  на крајниот извршен елемент во Декартови координати добиена со симулација на роботскиот манипулатор управуван во Декартовиот простор со користење на инверзната кинематика

## 4. Избор на најдоброто можно решение



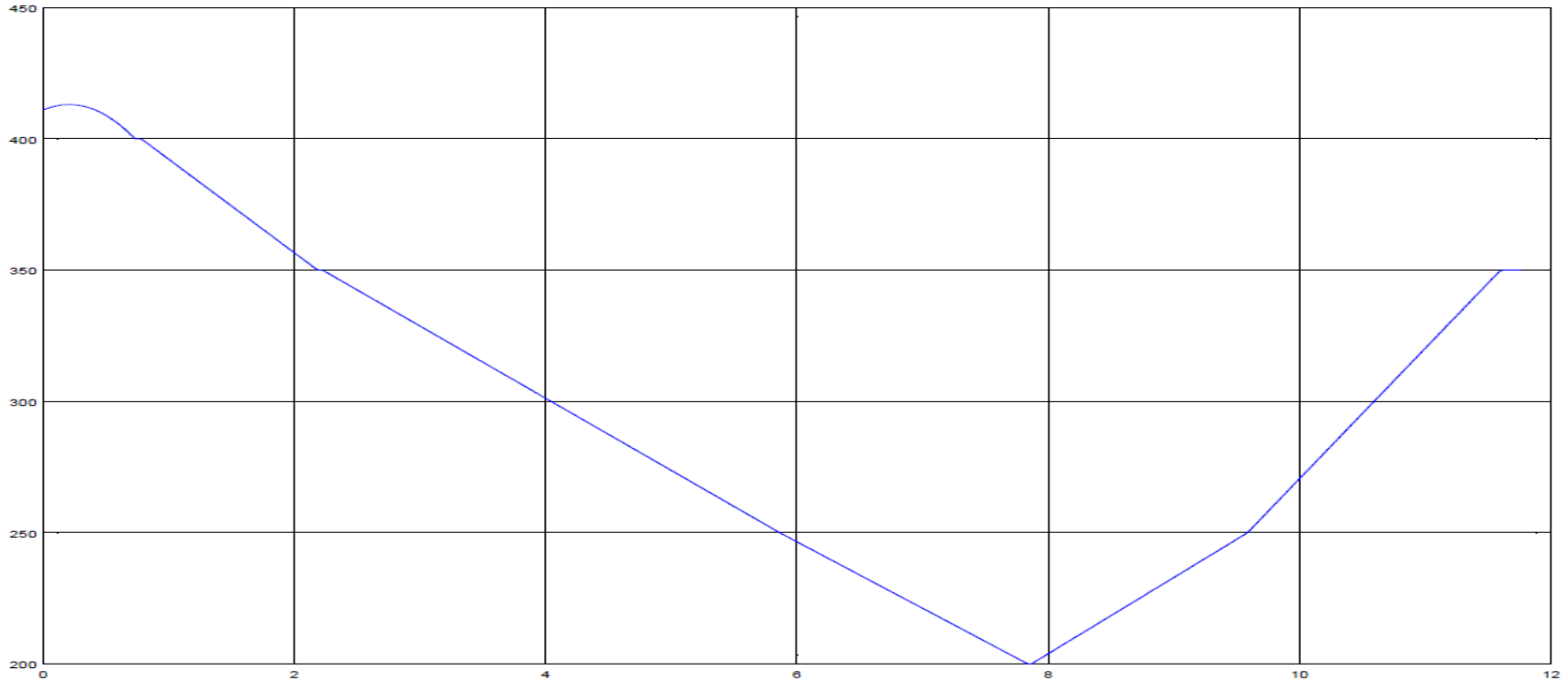
Грешка во координата  $x$  на крајниот извршен елемент во Декартови координати добиена со симулација на роботскиот манипулатор управуван во Декартовиот простор со користење на инверзната кинематика

## 4. Избор на најдоброто можно решение



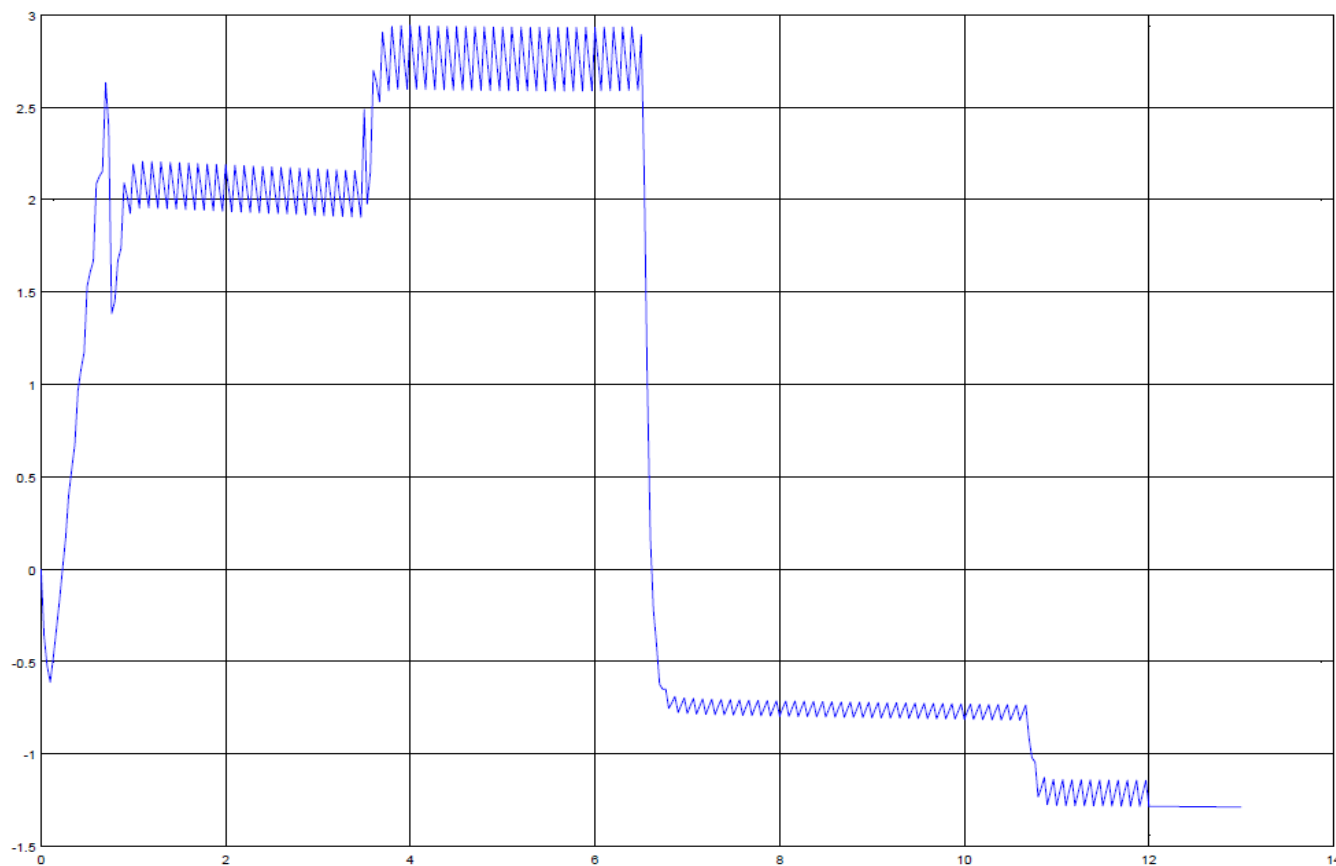
Позицијата на зглоб 1 во симулацијата на управување на роботскиот манипулатор во Декартовиот простор со користење на директната кинематика и инверзната матрица на Јакобијанот

## 4. Избор на најдоброто можно решение



Координата  $x$  на крајниот извршен елемент во Декартови координати добиена со симулација на роботскиот манипулатор управуван во Декартовиот простор со користење на директната кинематика и инверзната матрица на Јакобијанот

## 4. Избор на најдоброто можно решение



Грешка во координата  $x$  на крајниот извршен елемент во Декартови координати добиена со симулација на роботскиот манипулатор управуван во Декартовиот простор со користење на директната кинематика и инверзната матрица на Јакобијанот



## 5. Изработка на прототип

Изработка на механичката конструкција  
на манипулаторот

Изработка на програмата на управувачот

## 6. Тестирање и проценка на решенијата

Ова е фазата во која се врши тестирање на прототипот на манипулаторот во реална средина. Simulink од Matlab ни овозможува поврзување на прототипот со компјутер. На тој начин се овозможува добивање на квантитативни податоци за однесувањето на прототипот во реалната средина. Дополнително тие податоци може да се зачуваат на хард диск или некоја друга надворешна меморија. Од добиените квантитативни податоци може да се види дали прототипот ги задоволува поставените барања. Ако не ги задоволува потребно е да се направат одредени модификации за да ги задоволи. Во некои случаи може роботот да ги задоволи поставените барања, но и покрај тоа што ги задоволува поставените барања може да се изнајде начин на кој може дополнително да се подобри проектот.

# 7. Споредување на решенијата

Од сите модели на манипулатори кои што ги задоволуваат поставените барања потребно е да се избере само еден. Сакаме да го избереме најдоброто можно решение. Веќе во претходниот чекор ги имавме добиено квалитативните и квантитативните податоци за секој од прототиповите на манипулатор. Потребно е да ги искористиме овие податоци за да го избереме најдобриот проект. Во ваков случај треба да дефинираме критериум за проценка на манипулаторите. Во тој критериум се вклучуваат определени својства на манипулаторот.

## 8. Редизајнирање

Овде се разгледуваат резултатите од тестирањето на крајниот производ. Се разгледува дали добиениот модел ги задоволува поставените барања. Ако не ги задоволува се изнаоѓа начин како може да се промени за да ги задоволи, а и во случај да ги задоволува можно е да постои начин на кој може и покрај тоа да се подобри дизајнот. Доколку моделот ги задоволува поставените барања и нема потреба од понатамошно подобрување на проектот, проектот е подготвен за сериско производство и пласман на пазарот.

**Ви благодарам за вниманието**