

Цель работы

Модифицировать модель тензорного механизма, добавив приводы и датчики, а также реализовать алгоритм управления положением звеньев с использованием ПИД-регулятора для отслеживания синусоидальной траектории.

В рамках выполнения задания базовая кинематическая модель, созданная ранее, была преобразована в полноценную динамическую систему.

Для этого в файл описания модели (XML) были интегрированы два ключевых типа компонентов:

1. Исполнительные механизмы (приводы).

Были добавлены виртуальные моторы (актуаторы), которые прикладывают усилие к звеньям механизма. Для первого звена (q_1) и второго звена (q_2) были назначены соответствующие каналы управления.

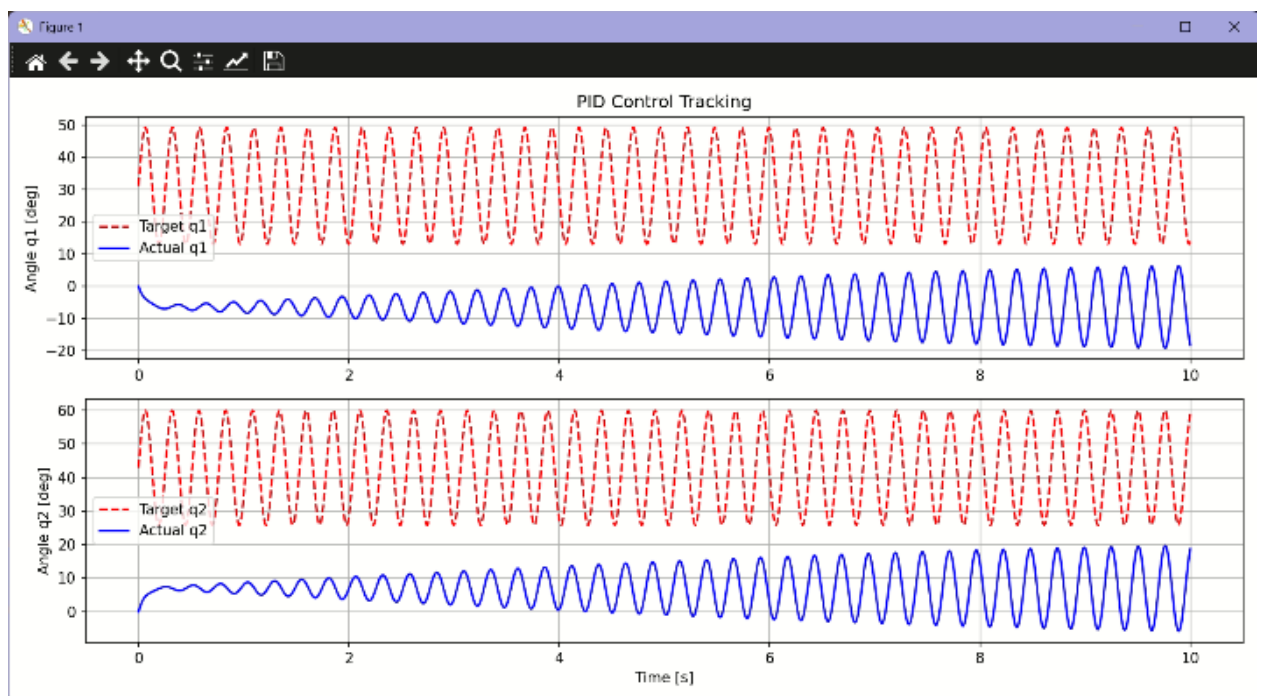
2. Чтобы система управления могла «знать», в каком положении находится робот, были добавлены датчики, считывающие текущие углы поворота суставов и их угловые скорости.

Программная часть была дополнена алгоритмом автоматического управления — ПИД-регулятором. Принцип его работы в данном коде заключается в следующем: система постоянно сравнивает желаемое положение робота (целевую траекторию) с его реальным положением (данные с датчиков). На основе разницы между ними (ошибки) вычисляется команда: насколько сильно нужно «надавить» приводом, чтобы свести ошибку к нулю.

В качестве тестового задания роботу была поставлена задача выполнять плавные колебательные движения по синусоиде с заданными параметрами частоты, амплитуды и смещения.

Анализ полученных результатов

После запуска симуляции и построения графиков был проведен визуальный анализ поведения системы. На графиках красной пунктирной линией отображается то, как робот должен двигаться (цель), а сплошной синей линией — как он двигался на самом деле.



Наблюдения по графику:

– видно, что система управления работает и сигнал доходит до приводов. Реальная траектория (синяя линия) колеблется с той же частотой, что и целевая. Пики и спады колебаний совпадают по времени — робот пытается следовать ритму команды.

– наблюдается существенное расхождение между желаемым и действительным положением:

1. Для первого привода (верхний график) целевая траектория находится полностью в положительной зоне (выше нуля), требуя поднять звено на значительный угол. Однако реальное звено «проваливается» в отрицательную зону и колеблется там. Это говорит о том, что приводу не хватает силы поднять звено до нужной высоты.

2. Для второго привода (нижний график) ситуация аналогична: робот должен работать в диапазоне высоких углов (от 25 до 60 градусов), но фактически едва отрывается от нулевого положения, совершая колебания в нижней зоне.

Выводы

На основе проведенного эксперимента можно сделать следующие заключения:

1. Модель корректно загружается, сенсоры передают данные, а алгоритм управления рассчитывает управляющие сигналы и передает их в симуляцию.

2. Основная причина, по которой синяя линия графика находится так далеко от красной, заключается в настройках регулятора. Текущие коэффициенты «жесткости» управления (пропорциональная составляющая) и лимит максимального усилия оказались слишком консервативными (низкими).

Итог: система функционирует как замкнутый контур управления, но требует настройки. Для того чтобы реальная траектория совпала с целевой, необходимо увеличить коэффициенты усиления регулятора и расширить лимиты допустимой мощности приводов.