

СЕРВОПРИВОД С НЕЛИНЕЙНЫМ КОМБИНИРОВАННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Хаджинов М. К., Доманов А. Т., Павлова А. В.

Кафедра систем управления, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь
E-mail: pavlova@bsuir.by

Рассмотрен сервопривод подчинённого регулирования с тремя входами для комбинированного управления координатой, скоростью и ускорением. Осуществлен синтез задатчика комбинированного управления, в который введено упреждение в сигналы управления для частичной компенсации инерционности сервопривода. Приведены варианты настроек задатчика и результаты моделирования работы сервопривода с задатчиком

Введение

Современные автоматические системы высокой динамической точности обычно строят на основе принципа комбинированного управления, сочетающего в себе принципы управления по отклонению и по возмущению. Точность работы комбинированных систем выше точности систем, использующих только один из принципов управления, причем недостатки обоих принципов при их объединении устраняются.

Высокоточный сервопривод обычно имеет структуру подчинённого регулирования с отдельными регуляторами тока, скорости и координаты. Очевидно, что координированное управление сразу тремя сигналами на входах всех регуляторов эффективнее управления только одной координатой. Представляет несомненный интерес введение нелинейных функций в каналы комбинированного управления. В первую очередь это касается канала комбинированного управления по скорости. Помимо этого для реализации комбинированного управления скоростью, ускорением и координатой необходимо создать устройство или алгоритм для вычисления скорости и ускорения из управляющего сигнала координатой – задатчик комбинированного управления. Нелинейные функции комбинированного управления могут быть введены как в задатчик управления, так и в саму систему управления сервоприводом.

I. Постановка задачи

Ставится задача разработки нелинейного алгоритма комбинированного управления, пригодного для практического применения. Естественным, на наш взгляд, выглядит решение задачи с использованием в алгоритме нелинейной квадратичной функции с сохранением знака. Такое решение целесообразно использовать для канала комбинированного управления скоростью. Более того, такое решение естественно вписывается в систему управления сервопривода в контур оптимизации по быстродействию [1]. Для канала комбинированного управления ускорением

предлагается использовать как кубическую зависимость, так и квадратичную с сохранением знака. Динамические характеристики сервопривода с использованием нелинейной квадратичной функции с сохранением знака можно улучшить, если задатчик будет вырабатывать выходные управляющие сигналы ускорения, скорости и координаты с упреждением входного сигнала управления координатой [2].

II. Структура задатчика

Структура задатчика имеет вид следящего оценивающего фильтра с модальным регулятором. Простейший следящий фильтр второго порядка можно составить из последовательно включённых двух интеграторов для оценивания скорости и координаты и модального регулятора, обеспечивающего отслеживание управляющего сигнала координаты и желаемую динамику оценивания. Выходы интеграторов дадут фильтрованные оценки скорости и координаты, а входной сигнал первого интегратора даст нефильТРованную оценку ускорения. Таким образом будет сформировано три сигнала для управления тремя регуляторами сервопривода. Улучшить динамику сервопривода можно соответствующей настройкой модального регулятора. Для этого в структуру следящего фильтра добавляем инерционное звено после второго интегратора, тогда ошибка следящего фильтра будет формироваться как разница между сигналом управляющей координаты и задержанным инерционным звеном сигналом оценки координаты самого фильтра. Порядок фильтра увеличивается до трёх. Модальный регулятор для задатчика с упреждением можно настроить на динамику, близкую к динамике задатчика второго порядка без упреждения.

III. Результаты моделирования

За базу для настройки модального регулятора задатчика выбрана ω_{tk} - частота среза контура тока сервопривода. Три регулятора сервопривода настраиваются, как единый модальный

регулятор на полином Латропа и обеспечивают переходную характеристику с перерегулированием 1.55%. Частота ω_0 масштабирования полиномов настройки модальных регуляторов задатчиков выбиралась больше ω_{tk} в три раза. Частота ω_u упреждения (излома ЛАХ аperiodического звена в задатчике) была выбрана меньше ω_{tk} в 2 раза.

Комбинированное управление сервоприводом от задатчика управления эффективно работает в режиме слежения. В переходных режимах ему свойственно большое перерегулирование. Дополнительным фактором существенно влияющим на процессы управления является физическое ограничение уровня управляющих сигналов на входе объекта управления. Это ограничение в первую очередь проявляется на переходных процессах устранения рассогласования начальных условий при вхождении в режим слежения. Эффективность сервопривода с нелинейным комбинированным управлением проверялась моделированием в Симулинке. Сравнивались процессы управления сервопривода с нелинейным и линейным комбинированным управлением для двух зон: в линейной зоне ограничений и нелинейной. Схема моделирования сервопривода с нелинейным комбинированным управлением приведена на рис.1.

По результатам выборочного моделирования системы управления с несколькими нелинейностями можно отметить следующее:

Замена линейного управления в канале комбинированного управления по скорости на квадратичное с сохранением знака для процессов в линейной зоне ограничителя управления ускоряет процессы примерно в полтора раза.

Но одинаковая длительность процесса вхождения в режим слежения у квадратичного комбинированного управления достигалась при в 5 раз более жёстком ограничении на управление по сравнению с линейным комбинированным управлением.

Сигналы комбинированного управления по ускорению отсекаются нелинейностью ограничения на входе контура тока, и комбинированное управление эффективно лишь в режиме слежения. При этом линейное оно или нелинейное не имеет существенного значения в практических приложениях.

Заключение

Замена линейного управления в канале комбинированного управления по скорости на квадратичное с сохранением знака эффективна как для управления в линейной зоне ограничения сигналов управления, так и на этапе устранения рассогласования начальных условий.

Линейное или нелинейное комбинированное управление по ускорению не имеет существенного значения в практических приложениях.

Список литературы

1. Хаджинов, М.К. Сервоприводы с квадратичной обратной связью по скорости / М.К. Хаджинов, А.Т.Доманов, А.В.Павлова // Информационные технологии и системы 2017 (ИТС 2017): материалы международной научной конференции, БГУИР, Минск, Беларусь, 25 октября 2017 - С. 72-73. <https://libeloc.bsuir.by/handle/123456789/20570/>
2. Хаджинов, М.К. Сервопривод с комбинированным управлением / М.К. Хаджинов, А.Т.Доманов, А.В.Павлова // Информационные технологии и системы 2019 (ИТС 2019): материалы международной научной конференции, БГУИР, Минск, Беларусь, 25 октября 2019 - С.96 -97. <https://libeloc.bsuir.by/handle/123456789/37538/>

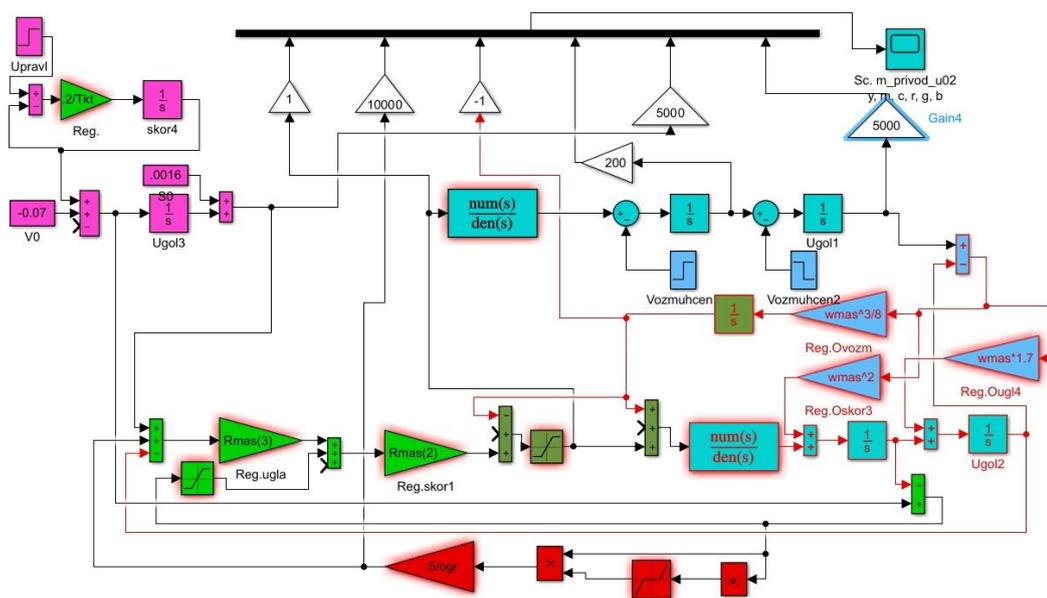


Рис. 1 – Схема моделирования сервопривода с нелинейным комбинированным управлением