

МЕТОДА СИНТЕЗА РЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ СИСТЕМ С ТРАНСПОРТНЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

Боброва А.С., Макаров Д.Е.

Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: harmfulst@mail.ru

Введение

В промышленных процессах, связанных с транспортировкой, перемешиванием, горением веществ довольно часто наблюдаются временные задержки (или запаздывания). Они приводят к тому, что информация о ходе процесса поступает к регулятору позже, чем это требуется, что может привести к неустойчивости замкнутой системы.

Понятие систем запаздывания

Запаздывание – это время, в течение которого при подаче на вход возмущающего воздействия входная величина не изменяет своих значений.

Линейная система с запаздыванием – это система, содержащая в своей структуре хотя бы одно звено, в котором есть неизменное запаздывание во времени τ изменения выходной координаты после начала изменения входной.

Таким образом, структурные схемы САУ с запаздыванием можно представить в следующем виде:

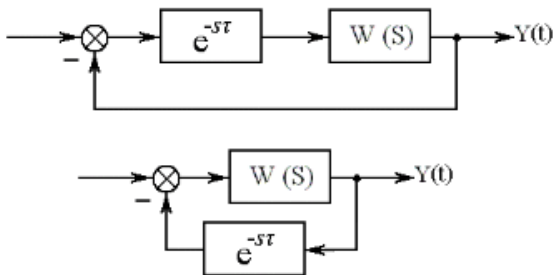


Рис. 1. Структурные схемы САУ с запаздыванием

Передаточная функция разомкнутой системы с запаздыванием равна:

$$W_c(s) = W(s) \cdot e^{-s\tau} = \frac{M(s)}{Q(s)} \cdot e^{-s\tau}.$$

Сложность управления объектами с временными задержками характеризуется отношением величины запаздывания к постоянной времени объекта: чем оно больше – тем труднее добиться требуемого качества регулирования.

Повысить качество управления такими объектами можно двумя способами:

- уменьшением запаздывания в объекте путем внесения конструктивных изменений;
- применение более сложной структуры системы управления, позволяющей уменьшить негативное влияние.

Известно несколько методов синтеза систем управления объектами с запаздыванием:

- метод с использованием регулятора Ресвика;
- метод с использованием предиктора Смита;
- метод с использованием предиктивный ПИ-регулятор (ППИ-регулятор);
- метод Бэсса для синтеза оптимальных по быстродействию систем управления;
- квазиоптимальное по быстродействию управление объектами с запаздыванием в промежуточных координатах.

На практике, наиболее часто используются первые три метода. Рассмотрим их подробнее.

Методы синтеза регуляторов

Предиктор Смита, представленный на рисунке 2, рекомендуется применять при соотношении величины запаздывания к постоянной времени объекта, описываемом следующим соотношением:

$$\frac{L}{T} > 0,2 \dots 0,5,$$

где L – время запаздывания, T – постоянная времени объекта.

Цель предиктора Смита – показать, какой сигнал появится на выходе объекта до того, как он там появится на самом деле.

ППИ-регулятор – модификация предиктора Смита (рис. 3). Данный регулятор медленнее обрабатывает воздействия по заданию и возмущению, но более устойчивый и легче в настройке.

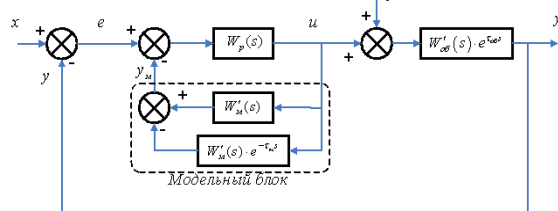


Рис. 2. САУ с предиктором Смита

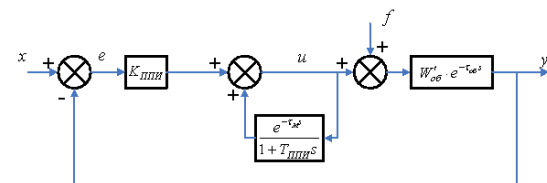


Рис. 3. САУ с ППИ-регулятором

Регулятор Ресвика, представленный на рисунке 4, имеет недостаток – система устойчива только при точном равенстве запаздывания объекта и запаздывания, моделируемого в объекте, а малейшее нарушение равенства ведет к потере устойчивости.

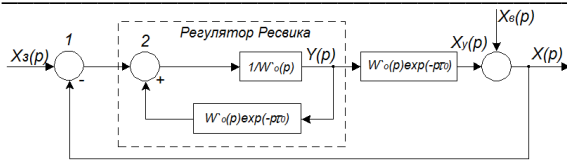


Рис. 4. САУ с регулятором Ресвика

Метода Бэсса состоит в том, что для компенсации запаздывания при построении функции управления вносится упреждение с тем, чтобы управляющее воздействие системы без запаздывания и системы с запаздыванием совпадали. Математический вид: в фазовом пространстве поверхность управления, упреждающая по времени на поверхность переключения, строится по заданной поверхности переключения той же системы без запаздывания.

Сравним рассмотренные методы, применив их к одной и той же системе с запаздыванием.

Передаточная функция объекта управления имеет следующий вид:

$$W_o(p) = \frac{4}{p^4 + 3,6p^3 + 3,85p^2 + 1,35p + 0,1}$$

Заменим ее приближенной моделью более низкого порядка с запаздыванием:

$$W_{np}(p) = \frac{40}{12,85p + 1} \cdot e^{-\tau_{op}p}$$

Передаточная функция регулятора Ресвика:

$$W_p(p) = \frac{\Phi'_{отт}(p)}{1 - \Phi'_{отт}(p) \cdot e^{-\tau_{op}p}} \cdot \frac{1}{W_o(p)}$$

$$\Phi'_{отт}(p) = \frac{1}{T_p + 1}$$

Используя среду имитационного моделирования Matlab/Simulink, соберем данную схему с использованием регуляторов Смита и Ресвика, представленную на рисунке 5 и 6 соответственно.

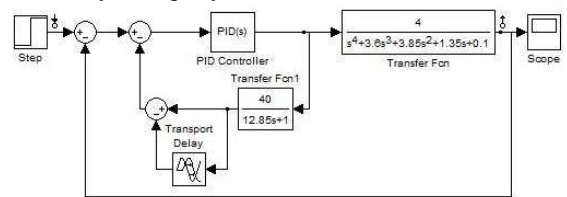


Рис. 5. Структурная схема с регулятором Смита

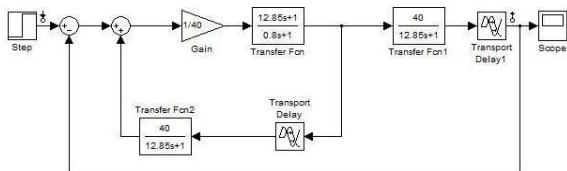


Рис. 6. Структурная схема с регулятором Ресвика

По заданной передаточной функции построим график переходного процесса и проведем оценку показателей качества системы.

Использование регулятор Ресвика дает следующие результаты: перерегулирование 0 %, время переходного процесса около 3 секунды (рис. 7).

Используя регулятор Смита, получаем следующие значения: перерегулирование 5 %, время перерегулирования 74.3 с, время переходного процесса 102 секунды (рис. 8).

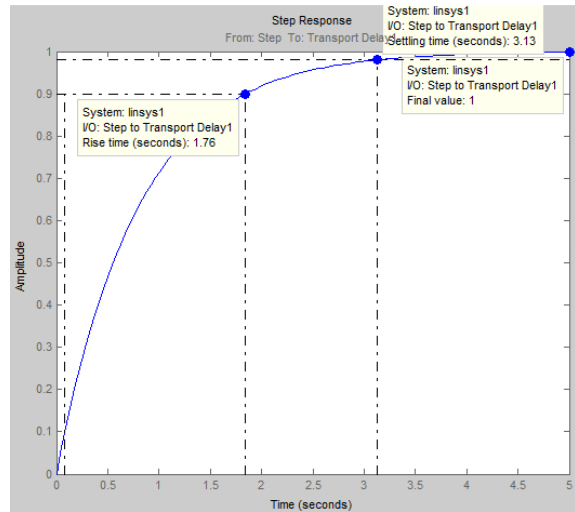


Рис. 7. Переходная характеристика с регулятором Ресвика

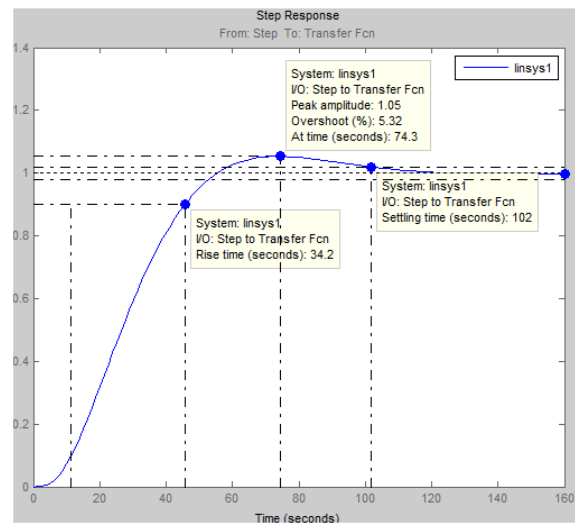


Рис. 8. Переходная характеристика с регулятором Смита

Заключение

В системах управления объектами с запаздыванием различные регуляторы. Предлагаемые системы регулирования достаточно просты по структуре. Рассмотрев наиболее известные системы регулирования, регуляторы Ресвика и Смита, можно утверждать, что их применение позволяет обеспечить устойчивость и качество замкнутой системы.

Литература

1. Громов Ю.Ю., Иванова О.Г., Земской Н.А., Лагутин А.В., Тютюнник В.М.. Системы автоматического управления с запаздыванием.
2. Управление объектами с большим запаздыванием [Электронный ресурс]. - Режим досту-

па: http://www.gusnauka.com/12_ENXXI_2010/Tecnic/64945.doc.htm, свободный.

3. Дралюк Б.Н., Синайский Г.В. Системы автоматического регулирования объектов с транспортным запаздыванием (1969)

БЕСКОНТАКТНОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ РОБОТОМ

Буй Ван Шон

Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: bui.son1412@gmail.com

Введение

Большое развитие в настоящее время получили мобильные роботы, способные реагировать на команды, идентифицировать местоположение трехмерных объектов, преодолевая при этом препятствия и двигаясь по определенной траектории. Главной мотивацией для создания и изучения таких роботов является их практическая значимость и ценность, как объектов, способных заменить человеческий труд на жизнеопасном производстве, выполнять недоступную человеку деятельность и совершать монотонные и однообразные действия в автономном режиме. Одной из наиболее важных функций подвижного робота является обработка сигналов с датчиков. Настоящая работа посвящена созданию колесного мобильного робота на микроконтроллер ATmega8 и выполнению задания бесконтактного обнаружения объектов.

Обобщенная структурная схема робота

Робот включает в себя плату микроконтроллера (рис. 1), бесконтактный датчик GP2D120, мотор постоянного тока с редуктором.

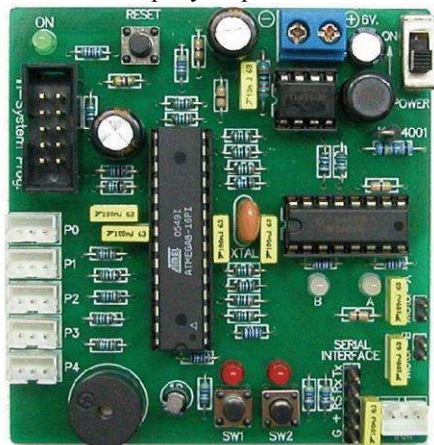


Рис. 1. Расположение элементов на плате робота

В качестве основного микроконтроллера используется 8-разрядный AVR микроконтроллер от фирмы Atmel - ATmega8. Он отличается следующими особенностями: 10-разрядный АЦП (ADC), флеш память для записи программ 8KB (10,000 циклов перезаписи), флеш память для записи данных 512 байт и ОЗУ (RAM) 512 байт. Частота процессора 16MHz, стабилизирована кварцевым резонатором. 5-канальный программируемый порт (каждый канал снабжен 3-контактным разъемом).

Каждый канал может быть запрограммирован как цифровой вход, цифровой выход или аналоговый вход. К контактам разъема подведено питающее напряжение, аналоговый сигнал или цифровые данные и "земля" соответственно. Зарезервированный порт для подключения ИК приемника 38kHz. Этот порт объединен с входом приемника последовательного порта (RxD), предназначенного для подключения внешних устройств с последовательным каналом передачи данных.

Также имеется: пьезоизлучатель для воспроизведения звуков; две кнопки; кнопка «Сброс»; два светодиода, светящихся при подаче логической единицы; двухканальный драйвер моторов постоянного тока. Параметры драйвера: от 4,5 до 6В, 600мА; светодиоды индикации активности. Напряжение питания от +4.8 до +6В (4 батарейки размера AA). Батарейный отсек смонтирован на задней стороне платы. Встроенный импульсный регулятор напряжения для стабилизации +5В и защиты от провалов при включении моторов постоянного тока.

Электрическая схема платы робота

Схема представлена на рисунке 2. Сердцем контроллерной платы является микроконтроллер ATmega8. Он работает с тактовой частотой 16MHz, задаваемой кварцевым резонатором, подключенным к выводам PB6 и PB7.

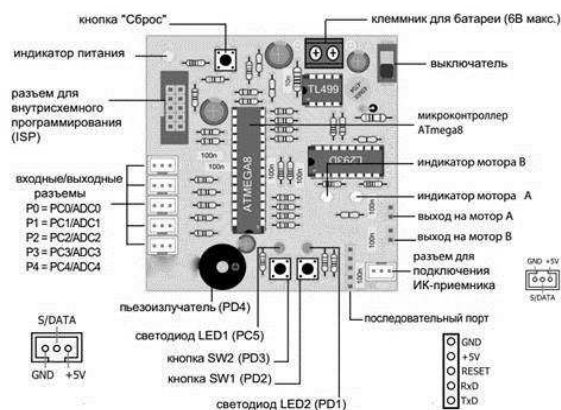


Рис. 2. Электрическая схема платы робота

На контроллерной плате смонтирован двухканальный драйвер моторов постоянного тока. Драйвер реализован на микросхеме L293D. Для