



УДК 621.3

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

И.В. Хоружий, А.А. Ховпачев, Е.В. Шилин

Южно-российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И.Платова,
г. Новочеркасск

Лабораторный стенд предназначен для прикладных задач настройки и анализа работы систем программного управления или стабилизации с пропорционально-интегрально-дифференциальным (ПИД) регулированием параметров различных электронных или электромеханических объектов. Установка имеет перестраиваемую структуру и позволяет генерировать стандартные импульсные, ступенчатые и периодические воздействия для регистрации переходных процессов и идентификации исследуемых объектов. Возможности программного и ручного изменения параметров блоков позволяют использовать стенд для лабораторных и практических занятий соответствующих учебных курсов

Ключевые слова: лабораторный стенд, система автоматического регулирования, регулятор

LABORATORY BENCH FOR THE STUDY OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS

I. V. Horuzhy, A. A. Khovpachev, E. V. Shilin

South-Russian state Polytechnic University (NPI) named after M. I. Platov, Novocherkassk

The laboratory bench is designed for applied tasks of setting up and analyzing the operation of software control or stabilization systems with proportional-integral-differential (PID) control of the parameters of various electronic or electromechanical objects. The installation has a tunable structure and allows generating standard pulse, step and periodic impacts for recording transients and identifying the objects under study. The possibilities of software and manual changes in the parameters of the blocks allow you to use the stand for laboratory and practical classes of the corresponding training courses

Keywords: laboratory bench, automatic control system, regulator

Введение

Лабораторный стенд позволяет экспериментально конструировать структуру и исследовать работу систем автоматического управления (САУ) с различными (внешними) электрическими и электромеханическими объектами с аналоговым пропорциональным, пропорционально-интегральным или полным ПИД регулированием.

Описание стенда

Типовая схема системы автоматического управления, реализуемая на стенде, показана на рис.1. и соответствующий вид приборной панели с блочной структурой представлен на рис.2.

Электрические связи между блоками задаются вручную с помощью перемычек и позволяют гибко перестраивать структуру устройства управления в зависимости от типа реализуемой системы и свойств объекта [1].

В блоке ПИД-регулятора [2] предусмотрено изменение в широких пределах параметров коэффициента усиления и постоянных времени интегрирующего и дифференцирующего звеньев с переключением в режимы работы пропорционального или пропорционально-интегрального управления.

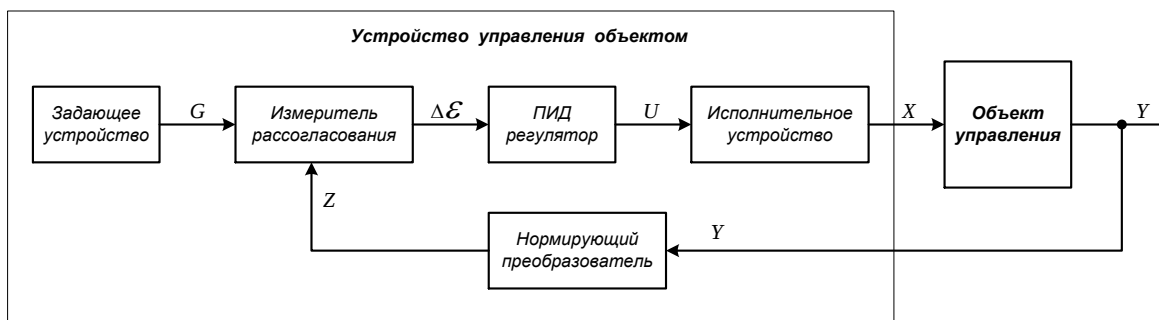


Рис.1 – Структурная схема системы автоматического управления

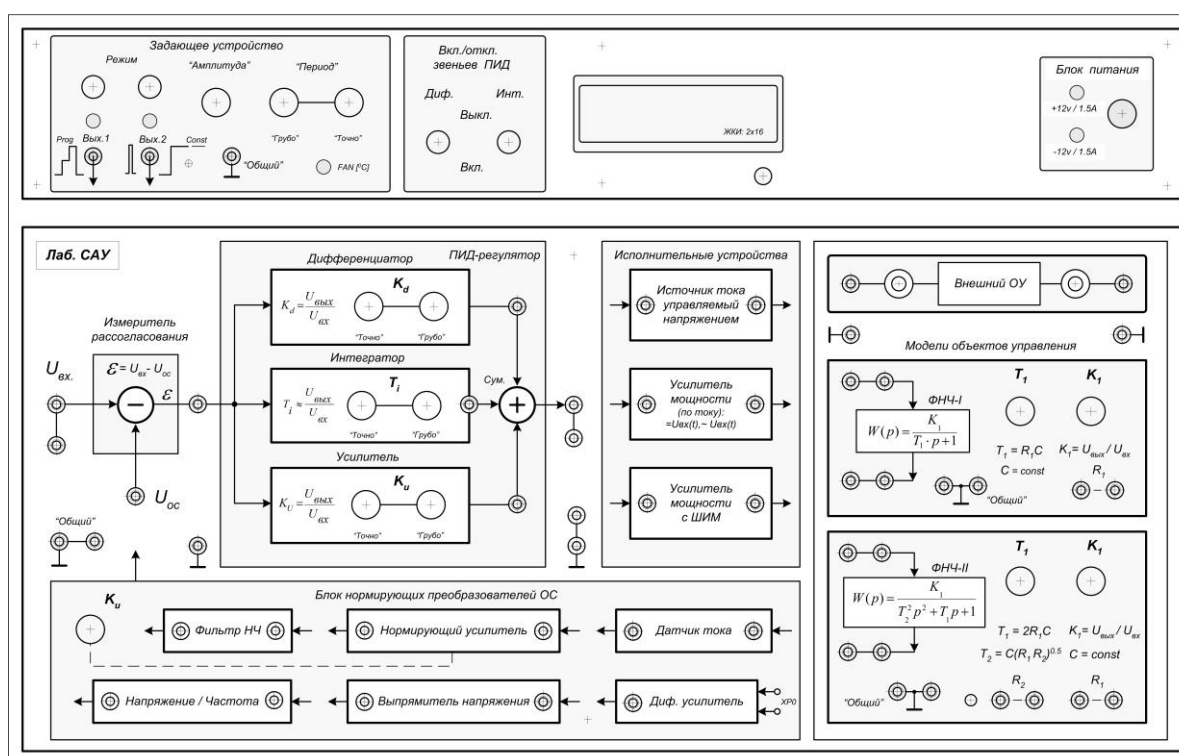


Рис. 2 – Приборная панель стенда

В составе группы объектов управления входят два электронных блока на основе активных фильтров [3], имитирующие инерционные звенья первого и порядка для тестирования работы и настройки регулятора по стандартным алгоритмам. Подключение внешнего объекта управления выполняется через специальный разъём.

Задающее устройство реализовано на однокристальном микроконтроллере (ОМК ATmega8) и способно подавать на вход настраиваемой системы периодические импульсные ($\delta(t)$) или ступенчатые ($1(t)$) воздействия с регулируемой амплитудой ($0...+10$ В) и длительностью ($10^{-3}...10$ с) для анализа переходных процессов объектов управления. Наличие ОМК и цифроаналогового преобразователя позволяют запрограммировать для системы входное воздействие по напряжению произвольной формы, длительности или периода. Кроме этого, микроконтроллер следит за температурным режимом силовых элементов в блоке исполнительных устройств стенда и включает при избыточном нагреве воздушную вентиляцию.



Блок измерителя рассогласования предназначен для определения разности между текущими сигналами напряжений на выходе обратной связи и задающего устройства в диапазоне ± 10 В и выполнен на основе аналогового дифференциального усилителя.

ПИД регулятор представляет собой объединение трёх параллельных, независимо настраиваемых контура с пропорциональным, интегрирующим и дифференцирующим звеньями. Сложение на выходе трех сигналов позволяет реализовать функцию ПИД регулирования, а при отключении (с помощью тумблеров) отдельных звеньев, соответственно функции пропорционального (П) или пропорционально-интегрального (ПИ) управления.

Дифференцирующее звено выполнено с применением ОМК (ATtiny85). Временные характеристики блока регулируются в различных диапазонах (“Грубо” и “Точно”) с помощью внешних потенциометров.

Блок исполнительных устройств на выходе ПИД регулятора с выходными мощностями до 30 Вт, включает в себя набор независимых элементов: источник тока управляемый напряжением, усилитель мощности (по току и напряжению), усилитель мощности (преобразователь напряжения) с широтно-импульсной модуляцией выходного сигнала. Выбор и включение в систему конкретного исполнительного устройства зависит от регулируемой величины, изменяющей состояние объекта.

Для учебных и тестовых задач в стенд встроены два электронных имитатора объектов управления с передаточными функциями инерционных и колебательных звеньев первого и второго порядка. Предусмотрены регулировки постоянных времени внешними потенциометрами с грубой и точной настройкой. Подключение к системе внешнего объекта управления выполняется через специальные клеммы или разъём.

Блок нормирующих преобразователей обратной связи представляет собой независимый набор датчиков тока, напряжения, преобразователей “ток-напряжение” и “частота-напряжение”, прецизионный выпрямитель токов и фильтр низкой частоты для приведения множества выходных сигналов различных объектов управления к нормированной величине напряжения на входе устройства сравнения (“измерителя рассогласования”).

Информация о текущем состоянии и основных параметрах системы отображается на стенде с помощью отдельного цифрового измерительного блока. На встроенном индикаторе (ЖКИ) выводятся одновременные значения сигналов в различных контрольных точках схемы. Это позволяет сократить число внешних измерительных приборов, упрощает настройку и анализ её работы.

Лабораторный стенд питается от сетевого напряжения (220 В/50Гц) и имеет встроенный блок питания с гальванической развязкой.

Список литературы

1. Гальперин М.В. Автоматическое управление – М., ИД “ФОРУМ: ИНФРА-М”, 2007. - 224 с.
2. Келим Ю.М. Типовые элементы систем автоматического управления. М.: “ФОРУМ ИНФРА-М”, 2002. - 384 с.
3. А. Дж. Пейтон, В. Волш. Аналоговая электроника на операционных усилителях – М: БИНОМ, 1994. - 352 с.