

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АНАЛОГОВОГО ПИД-РЕГУЛЯТОРА

В. В. Малышев, Д. В. Бутузов, А. А. Шагаев, И. А. Тутов
Томский политехнический университет
Malyshev38rus@gmail.com

Большинство контуров систем управления строятся с применением ПИД-регулятора. Поэтому для подготовки специалистов в области автоматизации, необходимо уметь хорошо настраивать ПИД-регуляторы.

Использование прикладных пакетов программ не позволяет прочувствовать влияние изменения коэффициентов ПИД-регулятора на динамику переходного процесса системы.

Была предложена идея собрать контур управления с ПИД-регулятором на базе схемы с применение операционных усилителей.

ПИД-регулятор формирует сигнал воздействия на объект управления, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально разности входного сигнала уставки и сигнала обратной связи, второе - интеграл сигнала рассогласования, третье - производная сигнала рассогласования.

Для определения коэффициентов ПИД-регулятора использовался метод Циглера-Никольса [1, стр. 5]. В данном методе используется П-регулятор для заданного объекта регулирования. Принцип метода заключается в том, чтобы, изменяя коэффициент пропорционального звена k_p^* , получить на выходе системы установившиеся колебания с постоянной амплитудой. Значение коэффициента k_p^* фиксируется и измеряется период установившихся колебаний T .

Измерив период установившихся колебаний $T = 64,76$ мс и получив $k_p^* = 1$, считаются коэффициенты ПИД-регулятора:

$$k_p = 0,6k_p^* = 0,6$$

$$k_d = 0,075k_p^*T = 0,0049$$

По полученным коэффициентам составляется модель ПИД-регулятора (рис.1) и анализируется полученный переходный процесс (рис.5):

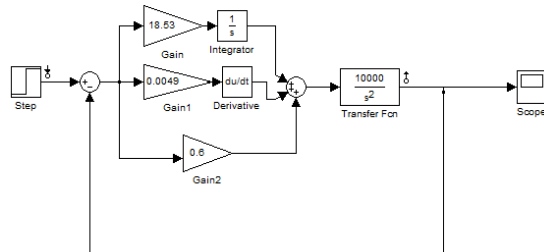


Рис.1. Модель контура управления с ПИД-регулятором

Затем рассчитываются номиналы сопротивлений и емкостей конденсаторов в интегральной и дифференциальной составляющих:

$$k_i = 18,53 = \frac{1}{RC} = \frac{1}{0,1 \text{ мкФ} \cdot 540 \text{ кОм}}$$

$$k_d = 0,0049 = RC = 1 \text{ мкФ} \cdot 4,9 \text{ кОм}$$

После нахождения номиналов реализуется данная схема в пакете программ моделирования электронных схем Electronics Workbench (EWB v5.12). Генератор был собран на операционном усилителе (рис.2). Первоначально, генератор в программе моделирования не работает. Вызвано это тем, что моделирование выполняется в идеальных условиях. В реальности данная конструкция генератора широко используется. Работать он начинает по причине того, что на вход наводится электромагнитный шум, который присутствует в окружении. Этот шум, благодаря наличию положительной обратной связи, выводит схему из устойчивого состояния и переводит в режим генерации. В симуляторе эти условия имитируются источником питания 12В и автоматическим переключателем по времени. Источник постоянного напряжения через переключатель заряжает конденсатор, и потом отключает источник. После этого схема переходит в режим генерации импульсов.

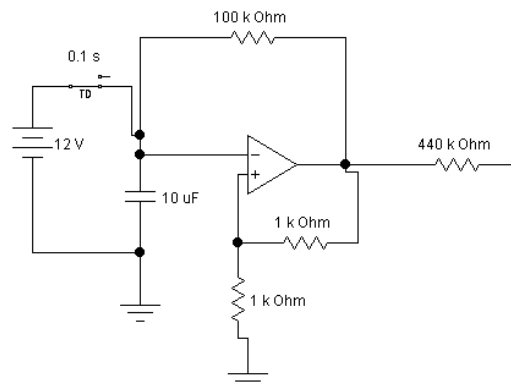


Рис.2. Генератор прямоугольных импульсов

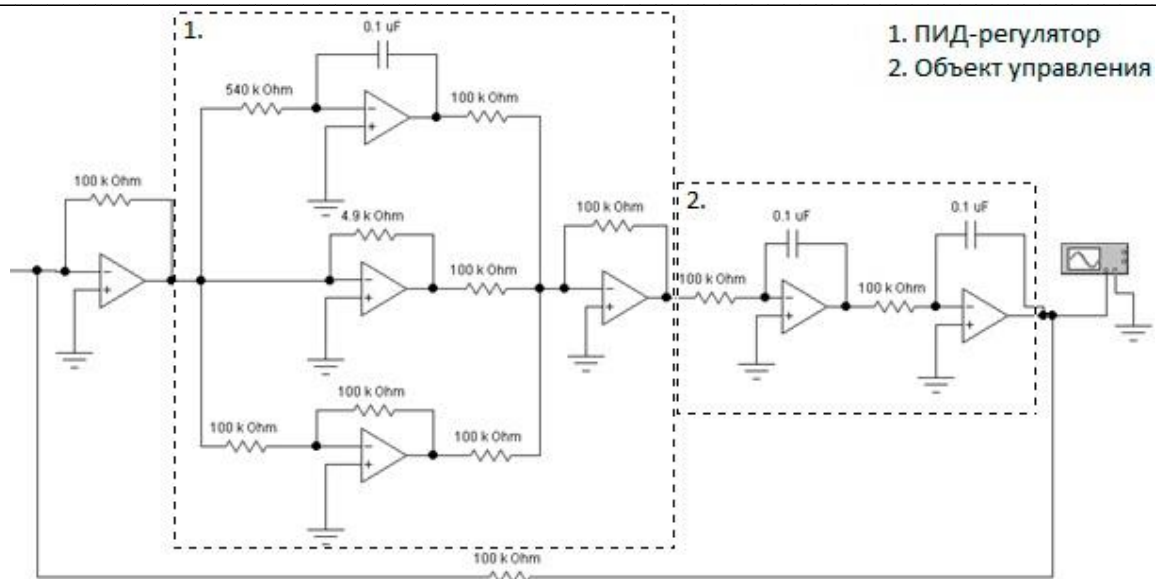


Рис.3. ПИД-регулятор и объект управления

Далее моделируется переходный процесс (рис.4,5).

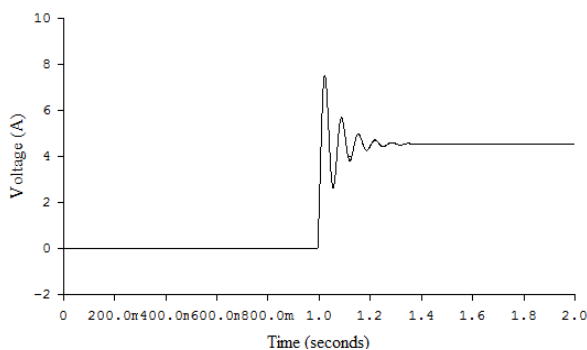


Рис.4. График переходного процесса в Electronic Workbench

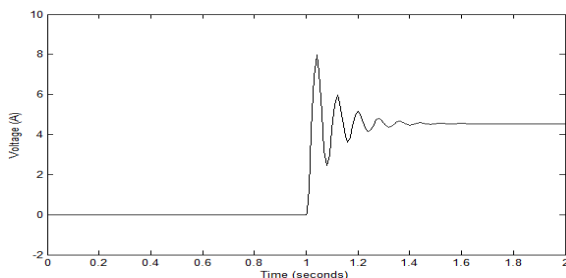


Рис.5. График переходного процесса в Simulink

Анализируя полученные переходные процессы, устанавливается, что результаты моделирования в Electronic Workbench и Simulink совпадают. Это означает, что коэффициенты всех составляю-

щих ПИД-регулятора и все номиналы элементов подобраны корректно.

Заключение

■ В конце 2014 года планируется создания стенда для получения практических навыков настройки ПИД-регуляторов. Таким образом, далее планируется провести полный комплекс работ, что и будет являться основой для продолжения работ по ПИД-регуляторам.

■ Литература

1. Настройка типовых регуляторов по методу Циглера-Никольса: метод. указания по выполнению лаб. работы для студентов, обучающихся по направлениям 210100 «Электроника и микроэлектроника» и 201000 «Биотехнические системы и технологии» / сост. О.С. Вадутов; Национальный Исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-в Томского политехнического университета, 2013.
2. Лабораторный практикум по информационным технологиям: учебное пособие / сост. Т.Е. Мамонова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 177с.
3. Электроника: Учеб. пособие / В.И. Лачин, Н.С. Савёлов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 704 с. – (Высшее образование).
4. Математические основы теории систем: учебник для вузов / А.М. Малышенко. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 364 с.