

УДК 621

С.В.Рассказов (асп., каф. САУ), А.Н.Щербина, к.т.н., доц.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИД-РЕГУЛЯТОРОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ КОНТРОЛЛЕРАХ

В современных системах управления аналоговыми объектами часто используются регуляторы, содержащие пропорциональную, интегральную и дифференциальную составляющие (PID-регуляторы). Они обеспечивают наиболее качественное управление объектом.

Существует два различных способа использования микроконтроллеров для реализации регуляторов:

- реализация регулятора программными средствами;
  - реализация регулятора на основе аппаратной составляющей.
- Оба способа имеют свои достоинства и недостатки. Рассмотрим их.

Программную реализацию можно разделить на две составляющие:

- использование библиотечных функций;
- использование стандартных функций микропроцессора для реализации алгоритма.

Общими недостатками программных методов являются затраты памяти команд и, часто, дополнительной памяти данных. Так, библиотечная реализация алгоритма регулятора занимает порядка 700–900 шагов, а память контроллера может быть всего 900 или 1200 шагов. Достоинство библиотечного регулятора в простоте его использования, однако, зона его применения ограничена линейными аналоговыми объектами. Разработанный программистом регулятор позволяет расширить количество управляемых объектов.

Эксперименты показали, что реализованный регулятор должен иметь статическую характеристику, подобную той, что представлена на рис. 1.

При реализации алгоритма регулятора необходимо предусмотреть зону нечувствительности по входу. При отсутствии подобной зоны будут отрабатываться даже малейшие отклонения, и мы можем получить незатухающий колебательный процесс, связанный с периодом работы регулятора. Так же необходимо предусмотреть ограничения выхода регулятора. Это обуславливается тем, что управляющие воздействия, как правило, должны быть нормированы по току или напряжению. Помимо этого, действие выходного сигнала может быть ограничено во времени.

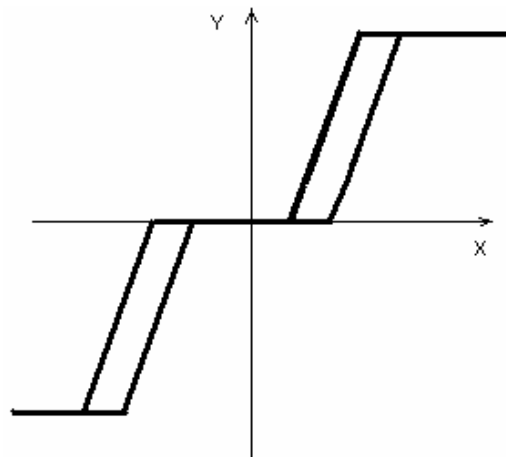


Рис 1. Статическая характеристика регулятора.

Рассмотрим аппаратный регулятор на примере контроллера NAIS. Схема его использования приведена на рис. 2. Задатчик системы регулирования (control input) может быть внешним и внутренним (программным).

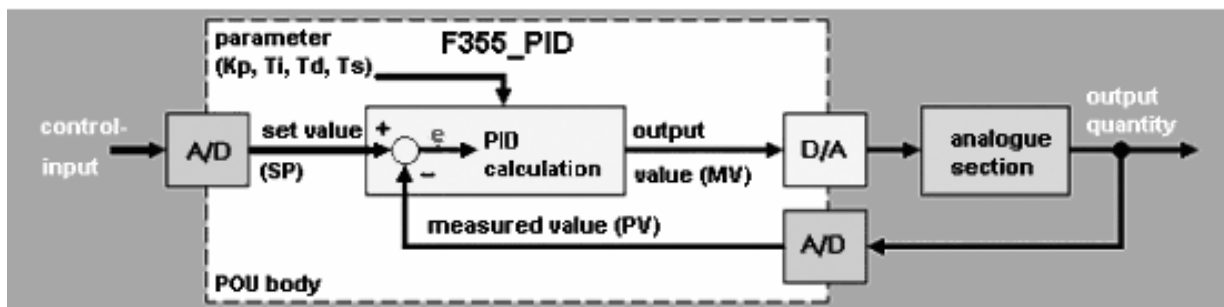


Рис 2. Схема PID-регулятора.

При использовании аппаратного регулятора память программ практически не занимается, не изменяется суммарное время выполнения программы, работа регулятора не привязана к циклу программы, поэтому возможна работа с интервалом от 10 миллисекунд.

Параметрами регулятора являются период квантования, пропорциональный коэффициент и времена интегрирования и дифференцирования, требуемое и текущее значение регулируемого параметра.

Алгоритм вычислений такого регулятора приведен ниже:

$$\begin{aligned}
 MV_n &= MV_{n-1} + \Delta MV; \\
 \Delta MV &= K_p \cdot [(e_n - e_{n-1}) + e_n \cdot T_s / T_i + \Delta D_n]; \\
 e_n &= SP_n - PV_n; \\
 \Delta D_n &= (\eta \beta - 1) \Delta D_{n-1} + \beta (PV_{n-1} - PV_n); \\
 \eta &= 1/8; \\
 \beta &= T_d / (T_s + \eta T_d),
 \end{aligned}$$

где  $MV$  – выдаваемое значение на выход регулятора;  $K_p$  – пропорциональный коэффициент;  $T_s$  – время цикла;  $T_d$  – время дифференцирования;  $T_i$  – время интегрирования;  $SP$  – требуемое значение;  $PV$  – текущее значение.

Преимущество данного регулятора состоит в наличии встроенной функции самонастройки. Регулятор генерирует ступенчатые воздействия и по реакции системы подбирает оптимальный пропорциональный коэффициент. После этого происходит подбор дифференциальной и интегральной составляющей.

Недостатками является непригодность регулятора к работе с объектами, постоянная времени которых более 5 сек. Также недопустимо использование самонастройки

при управлении опасными процессами. Регулятор не предназначен для управления нелинейными объектами, например, при управляющих воздействиях, ограниченных по времени, либо при использовании ШИМ, в случае, когда частота периода соизмерима с постоянной времени объекта, а так же при управлении цифровыми объектами.

Таким образом, использование встроенных аппаратных регуляторов эффективно при соответствии параметров регулятора параметрам процесса. Они позволяют без дополнительных затрат реализовать полноценный качественный ПИД-регулятор. Для управления другими процессами необходимо создавать программные регуляторы.