

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ С ПОМОЩЬЮ СРЕДЫ CODESYS

Д.Э. Ким, А.Б. Асылханов
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭПЭО, гр. 5ГМ5А

С появлением современных автоматизированных систем управления технологическими процессами АСУ ТП, реализованных на программируемых логических контроллерах (ПЛК), для специалистов стали доступны удобные инструменты, позволяющие значительно упростить процесс настройки динамических параметров замкнутых систем. Возможности использования ПЛК позволяют создавать технические решения, позволяющие не только эффективно организовать процесс настройки, но и выполнять научные исследования на удаленных действующих объектах управления. Проблема реализации задач контроля и настройки удаленных объектов управления весьма актуальна и ее решения достаточно хорошо представлены в научной литературе. В работе [1] предлагается использование встроенного *web*-сервера в рамках достаточно мощных ПЛК, где используется *CGI* технология передачи данных в *XML* формате. При этом возможно реализовать доступный *web*-интерфейс отображения данных и управление удаленным объектом, однако для использования данной технологии требуются знания в области верстки *web*-страниц и *CGI* технологии программирования серверов. Подобная задача удаленного контроля рассматривается в [2], где задачи, требующие точности измерения в реальном времени, решена с помощью использования программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Такой подход требует глубоких знаний в области схемотехники. Еще одно техническое решение [3] использует непосредственное программирование микропроцессора, такая реализация подобных систем доступна системным программистам.

В данной работе предложено решение, доступное специалистам знакомым со *CoDeSys* – средой программирования ПЛК на технологических языках программирования, которые более доступны и понятны специалистам в области автоматизированных систем управления.

В качестве исследуемого объекта управления рассмотрим замкнутый контур управления температурой в системе вентиляции, где исполнительным элементом является асинхронный двигатель (АД) с преобразователем частоты (ПЧ). Обычно температуру поступающего воздуха регулируют посредством управляемого клапана, через который поступает теплоноситель, нагревающий воздух в теплообменнике. Задача управления температурой с помощью ПЧ-АД возникает в исключительных случаях при очень низких температурах на улице, когда поступающего теплоносителя через полностью открытый клапан недостаточно и, именно в этом случае, заданная температура обеспечивается понижением объема нагреваемого воздуха. В руководствах к реализации подобных систем известных авторам контур управления температурой средствами ПЧ АД, как правило, недостаточно качественно описан. Это связано с тем, что

этот режим управления возникает достаточно редко и система не может быть настроена во время выполнения работ по отладке и вводу ее в эксплуатацию. Для настройки требуется ждать появления внешних условий, приводящих к такому режиму управления, при этом часто сам объект управления эксплуатируется в труднодоступных местах.

В этой связи, задача организации экспериментальных работ на объекте и его настройка средствами дистанционного управления актуальна и ее решение может быть привлекательно для специалистов в области автоматизации управления.

Процедура настройки контура связана с выполнением эксперимента на объекте управления с целью оценки динамических свойств объекта. Обычно требуется получить переходную характеристику. Задачу организации выполнения эксперимента решает средствами программирования ПЛК, включив несколько дополнительных элементов функциональной логики как, показано на рис.1.

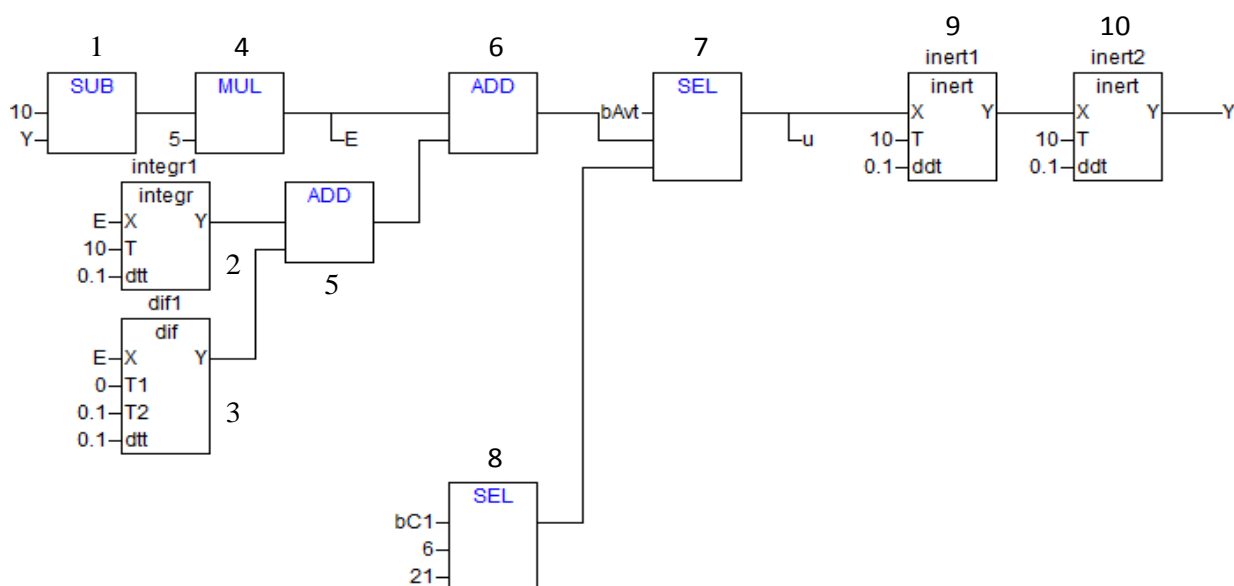


Рис. 1. Элементы FBD программы

На рисунке 1 в блоках, обозначенных цифрами 1-6, реализован классически пропорционально интегрально дифференциальный (ПИД) регулятор. Блоки 7 и 8 предназначены для коммутации сигнала управления в трех режимах:

1. режим автоматической работы при значении флага $bAvt=TRUE$;
2. режим формирования возрастающего переходного процесса при значениях флагов $bAvt=FALSE$ и $bC1=FALSE$;
3. режим формирования спадающего переходного процесса при значениях флагов $bAvt=FALSE$ и $bC1=TRUE$.

Среда программирования *CoDeSys* [4] позволяет сохранять переходный процесс в автоматическом режиме без участия человека в виде ряда измерений до 500 точек и загрузить его в персональный компьютер в удаленном режиме средствами ПЛК. Полученного ряда значений достаточно для получения качественного переходного процесса представленного на рисунке 2.

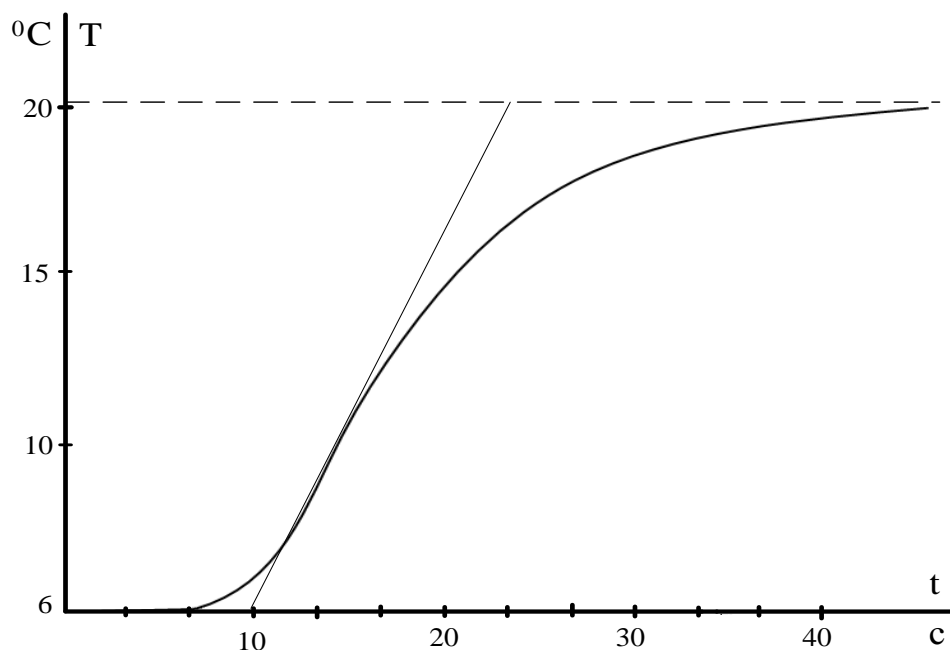


Рис. 2. Переходный процесс объекта управления

Из переходного процесса можно получить параметры линейной математической модели объекта второго порядка в виде передаточной функции

$$W_{ob}(s) = \frac{k_{ob}}{(1 + T_{ob1}s)(1 + T_{ob2}s)}, T_{ob2} \leq T_{ob1} \quad (1)$$

где постоянные времени объекта T_{ob1} и T_{ob2} вычисляются графически из рис. 1. Коэффициент передачи объекта K_{ob} управления можно вычислить как отношение изменения выходной температуры объекта к изменению входного значения сигнала управления, поступающего в ПЧ-АД.

Настройка удаленного объекта может быть выполнена известными в теории автоматического управления средствами, такими как метод Зинглера-Николса [5,6] или эмпирическими формулами, обеспечивающие симметричный оптимум ПИД регулятора по выражениям:

$$k_p = \frac{T_{02}}{2\kappa_0 T_{01}}, T_i = 4T_{01} \quad (2)$$

Результат выполнения предложенной методики настройки замкнутого контура управления с ПЧ-АД представлен на рис. 3., полученный такими же средствами, какими был получен переходный процесс объекта управления, рис. 2.

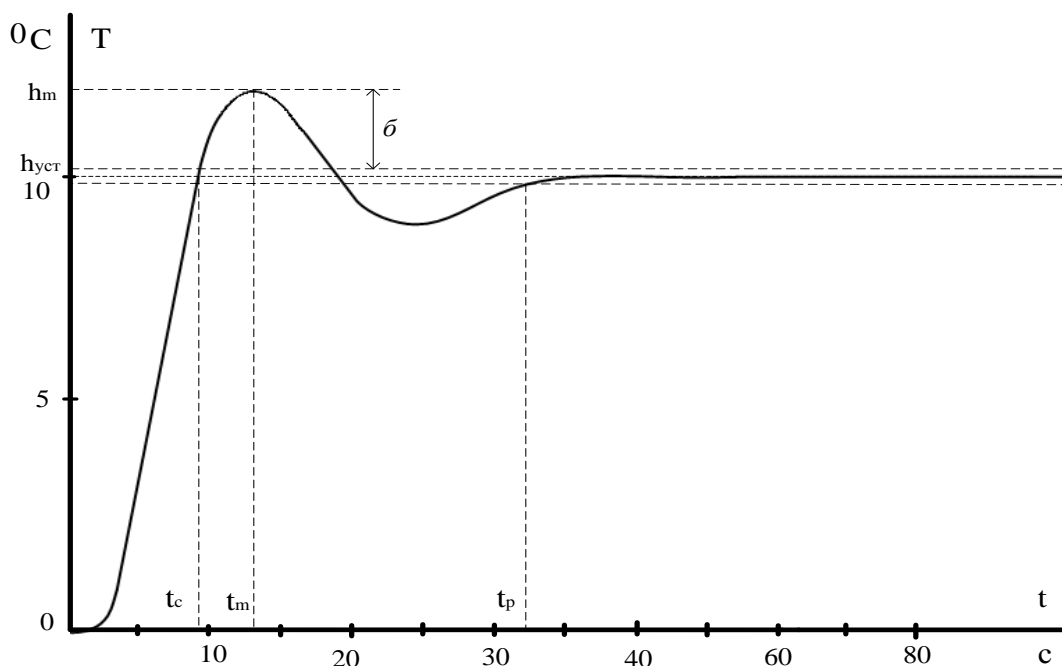


Рис. 3. Оптимальный переходный процесс системы, настроенной по предложенной методике

Заключение. Предложенный метод удаленной настройки динамических параметров замкнутых систем может быть распространен и за рамки систем вентиляции с ПЧ-АД, где актуальна задача настройки удаленного или труднодоступного объекта управления. Для реализации метода достаточно иметь небольшие навыки *FBD* программирования весьма схожие со средствами, используемыми в таких популярных программах, как *MatLab*. Метод содержит три простых этапа: изменение программы, формирования режима генерации переходного процесса объекта управления и, собственно, интеллектуальная часть работы по выбору и реализации современных методов настройки замкнутых систем.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Xu, S.-P., Li, J., Zhao, Y.-F. The remote PLC control system based on the embedded web server (2014) *Applied Mechanics and Materials*, 556-562, pp. 2321-2324.
2. Fang, Z., Zhao, J., Tang, H., Wu, G. Design and implementation of embedded remote control system in high-precision time data acquisition (2015) *Proceedings - 2015 11th International Conference on Computational Intelligence and Security, CIS 2015*, art. no. 7396268, pp. 125-128.
3. Wang, D. Embedded arm control architecture for remote PID controller (2013) *Advanced Materials Research*, 816-817, pp. 394-397.
4. SciLab enterprises. Open source software for numerical computation [электронный ресурс] // <http://www.scilab.org> (дата обращения: 20.06.15).
5. Shen J.-C., Chiang H.-K.. PID tuning rules for second order systems. - 5th Asian Control Conference, vol. 1, 20-23 July 2004, p.472 - 477.

6. Ziegler J. G., Nichols N. B. Optimum settings for automatic controllers. - Trans. ASME, vol. 64, p. 759–768, 1942.

Научный руководитель: А.А. Шилин, д.т.н., профессор кафедры ЭПЭО ЭНИН ТПУ.

ЭЛЕКТРОПРИВОД ВЕНТИЛЯТОРА НА БАЗЕ ТИРИСТОРНОГО РЕГУЛЯТОРА НАПРЯЖЕНИЯ

Д.И. Антяскин

Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭПЭО, группа 5АМ65

Ещё в древности применялись попытки организовать вентиляцию закрытых помещений. Вплоть до начала XIX века вентиляция помещений как правило сводилась к естественному проветриванию, которое обеспечивало поступление свежего воздуха. М.В. Ломоносов впервые создал теорию о том, как организовать естественное движение воздуха по трубам и каналам. Следующим шагом была разработка и изложение положений, определяющих интенсивность воздухообмена через неплотности наружных ограждений в помещениях с отоплением.

Технология вентилирования помещений начала быстро развиваться после появления центробежных вентиляторов. В 1832 году впервые А. Саблуковым был предложен успешно работающий экземпляр. Через три года, в 1835 году он был использован для организации вентиляции Чагирского рудника на Алтае. Саблуков сразу же предположил, что его использование будет эффективно при вентиляции помещений, трюмов кораблей, для ускорения испарений и сушки. Как следствие, уже к концу XIX века вентиляция с механическим побуждением начала получать широкое распространение.

Вентиляторы, применяемые для перемещения воздуха, можно разделить на три основных вида по типу конструкции:

- осевые (аксиальные);
- центробежные (радиальные);
- диаметральные (тангенциальные).

Как правило, вентиляторы используются для перемещения и перемешивания воздушных масс (иными словами для вентиляции помещений), для снабжения процесса горения кислородом посредством нагнетания воздуха (воздуходувки).

1. Устройства плавного пуска и их функции

При использовании системы «асинхронный двигатель-вентилятор» рекомендуется применять устройства плавного пуска.

Наиболее простым и часто используемым способом включения асинхронного двигателя является прямой пуск непосредственным его подключением к сети. Такое включение сопровождается значительным увеличением пускового тока, который может превышать номинальный в несколько раз. Также