

Johnson Controls ускоряет разработку промышленного контроллера для центробежных жидкостных чиллеров на магнитных подшипниках



YORK - магнитный центробежный чиллер (YMC2) от Johnson Controls

Большие здания, центры обработки данных и другие объекты используют чиллеры для охлаждения и осушения воздуха. К тому же они обеспечивают охлажденную воду в промышленных и коммерческих областях применения. На системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC) часто приходится половина обще годового потребления энергии коммерческого здания, что делает их хорошими кандидатами для повышения энергоэффективности.

Магнитный центробежный чиллер-YORK® (YMC2) от Johnson Controls включает активную технологию магнитного подшипника, которая устраняет необходимость в масляной смазке подшипников. При этом обеспечивается уменьшенное на 10-15% потребление энергии по сравнению с частотно-регулируемым центробежным чиллером на масляной смазке и до 40% экономии по сравнению с обычными чиллерами, работающего на фиксированной скорости. В дополнение к этой технологии новейшие системы YMC2 включают переработанные частотно-регулируемые приводы, испарители и передовые системы управления. Инженеры Johnson Controls использовали модельно-ориентированное проектирование с MATLAB® и Simulink® для разработки фирменной управляющей логики чиллера YMC2, который постоянно отслеживает и точно настраивает операции системы для поддержания оптимальной производительности.

«Модельно-ориентированное проектирование позволило нам быстрее поставить систему управления высокого качества, чем это было возможно при нашем традиционном подходе,» говорит Кертис Кран, старший инженер Johnson Controls. «Мы разработали полностью интегрированную систему управления в Simulink, проверили и оптимизировали ее с помощью моделирования. Было сгенерировано около 500 000 строк кода.

Результатом является система, которая достигает своего заданного значения уставки быстрее, обеспечивая точное управление без необходимости дополнительной настройки или технического обслуживания на месте эксплуатации.»

Задача

Инженеры Johnson Controls стремились разработать новое поколение контроллера, которое значительно усложнилось на протяжении многих лет. Самые ранние YORK чиллеры были оснащены пневматическими панелями управления. Следующие версии были на базе электромеханических и электронных систем управления. Инженеры основывали каждый новый проект контроллера на базе предшествующего варианта, обновляя его для поддержки новых аппаратных возможностей. Со временем дизайну проекта был брошен вызов - появились различные элементы управления, которые непреднамеренно работали друг против друга.

Johnson Controls также определил неэффективные элементы технологической разработки. Новые возможности и исправления должны были быть написаны на языке программирования Си, протестированы во время стендовых испытаний с последующей повторной проверкой на реальном чиллере. Все это приводило к медленным итерациям в проектировании. Из-за того, что отладка рукописного кода требует многочисленных дорогостоящих сеансов тестирования на самом чиллере, то реализация новой идеи из письменных требований может занимать месяцы. Johnson Controls решил не только изменить систему управления чиллера, но основательно пересмотреть сам процесс разработки.

Решение

Инженеры Johnson Controls использовали модельно-ориентированное проектирование для ускорения разработки более эффективной и устойчивой системы управления чиллера.

Задача

Разработать современный контроллер, чтобы максимизировать эффективность магнитных центробежных чиллеров

Решение

Использовать Simulink и Stateflow для создания модели, запуска симуляции, оптимизации и проверки алгоритма управления. Использовать Embedded Coder для генерации C-кода, тестирования в режиме PIL и внедрения полученного программного кода.

Результаты

- Сокращено количество итераций проектирования с месяцев до нескольких дней.
- Поставлено высококачественное программное обеспечение.
- Ускорен процесс разработки

«Используя наш предыдущий подход, мы бы до сих пор работали над контроллером. С модельно-ориентированным проектированием мы не только поставили его раньше, но также выпустили гораздо более надежный продукт. Контроллер так тонко настроен, что 99% наших клиентов работают с конфигурацией по умолчанию без дополнительных настроек.»

Кертис Кран, Johnson Controls

Команда моделировала контроллер в Simulink, используя Stateflow[®] для создания иерархии конечных автоматов основных компонентов. Элементы линейных систем управления, в том числе ПИД регулятор, были реализованы в MATLAB и интегрированы в модели Simulink с использованием блока MATLAB Function. Модель управления содержит более 30 отдельных моделей, каждая из которых состоит из тысячи блоков.

Параллельно с проектированием контроллера инженеры Johnson Controls разработали модель чиллера в Simulink. Инженеры провели многочисленные циклы моделирования в замкнутом контуре с использованием моделей алгоритма управления и объекта управления. Сценарии моделирования включали экстремальные температуры и другие условия, которые сложно или невозможно проверить на реальном оборудовании.

Используя Embedded Coder[®], инженеры получили более 500 тысяч строк кода из своих моделей Simulink и Stateflow. Они создали среду тестирования процессора в контуре (PIL), используя интерфейсы PIL API и примеры, приведенные вместе с Embedded Coder. После проверки кода через PIL тестирование, они провели программно-аппаратное моделирование (HIL) с программным обеспечением, работающим на рабочей панели управления. Команда реализовала функцию ведения журнала записей, которая фиксировала данные с панели управления каждые 100 миллисекунд. В результате было получено большое количество графиков данных в MATLAB, что помогло с отладкой и устранением неполадок.

После тестирования, квалификации и оптимизации программного обеспечения, компания Johnson Controls реализовала контроллер в рабочей системе YMC2.

Результаты

Сокращено количество итераций проектирования с месяцев до нескольких дней. «С нашим предыдущим подходом внесение изменений в код и его отлаживание на чиллере могло занимать несколько месяцев» говорит Крейн. «Используя Simulink, мы можем обновить модель, промоделировать, сгенерировать код и получить обновленный контроллер, который будет запущен на чиллере в течение одного или двух дней»

Получено высококачественное программное обеспечение. «В результате того, что мы тщательно моделировали контроллер в Simulink, 99% проблем, выявленных в ходе HIL тестирования, были не связаны с самим контроллером.» говорит Крейн. «У нас не было никаких проблем с кодом, генерируемым при помощи Embedded Coder.»

Ускорение разработки. «С MATLAB и Simulink мы могли впервые посмотреть, что происходит с нашими алгоритмами управления, что позволило упростить отладки и ускорить процесс разработки», говорит Роберт Терни, ведущий инженер Johnson Controls. «Генерация кода вместо отправки проекта на этап кодирования программистами также ускоряет разработку при минимизации ошибок, вносимых человеком.»

Используемые инструменты

- [MATLAB](#)
- [Simulink](#)
- [Embedded Coder](#)
- [Stateflow](#)

[Подробнее о компании Johnson Controls](#)

Дополнительная информация и контакты

Информация о продуктах
matlab.ru/products

Пробная версия
matlab.ru/trial

Запрос цены
matlab.ru/price

Техническая поддержка
matlab.ru/support

Тренинги
matlab.ru/training

Контакты
matlab.ru
E-mail: matlab@sl-matlab.ru
Тел.: +7 (495) 232-00-23, доб. 0609
Адрес: 115114 Москва,
Дербеневская наб., д. 7, стр. 8

