



ПРОГРАММНО РЕАЛИЗОВАННЫЙ ПЛК

И УПРАВЛЕНИЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕМ НА ОДНОМ ПК – РЕАЛЬНО ЛИ ЭТО?

Josef Papenfort (Компании Beckhoff)

При проектировании нового или модернизации уже имеющегося оборудования самого различного назначения встает проблема выбора технических средств управления. В расчет принимаются такие критерии, как соотношение цена-качество, имеющийся опыт работы с определенной системой, возможность перехода на новые технологии и т.д. С точки зрения управления предприятием при любом внедрении или обновлении оборудования следует оценивать имеющиеся риски, особенно в случае перехода на новую систему, поскольку это может привести к большой зависимости от изготовителя техники. Однако при использовании систем автоматизации на базе ПК эти вопросы решаются достаточно легко.

Требования, предъявляемые к современным контроллерам

Какой контроллер хотели бы мы иметь? Для обхода сложных алгоритмов и управления движением требуется мощный процессор с поддержкой операций с плавающей точкой; чтобы управлять большими объемами данных, необходимо достаточно памяти. Программы поступают с различных носителей, поэтому необходима возможность чтения и записи данных с произвольных носителей, а также возможность отправки сообщения и входа в систему. Программирование должно осуществляться в удаленном режиме с использованием Ethernet и TCP/IP. Данные должны передаваться по сети. Также хотелось бы иметь открытый интерфейс промышленной шины. Различные установки работают на разных промышленных шинах. Например, контроллер или только управление движением требуют частично различающиеся шины. В зависимости от задачи, шина может быть ведущей (Master) или ведомой (Slave). Из соображений стоимости неплохо было бы иметь интегрированную поддержку визуализации, также предполагаются простая установка, обслуживание, ремонт и гарантия долгосрочной поставки запчастей.

Чтобы все эти пожелания были выполнены, контроллер должен представлять собой ПК или ПК должен стать контроллером. Низкая стоимость, открытый интерфейс, более чем достаточное для контроллера быстродействие и объем памяти, экран и клавиатура для визуализации. Известная ОС, унифицированное, хорошо знакомое обслуживание. То есть, объединение контроллера и ПК обеспечит максимальный эффект при минимальной цене.

Варианты управления на базе ПК

Помимо технического оборудования, управление на базе ПК отличается и в некоторых других деталях. Под термином PC-based Control (управление на базе ПК), как правило, понимаются две различные системы: чисто программный контроллер (коротко называемый Soft-PLC) и работающий на отдельной плате расширения слотовый контроллер (Slot-PLC). Обе системы ши-

роко распространены, при этом распространение Soft-PLC в последние годы значительно увеличилось. Soft-PLC по своему существу сильно отличаются от специализированных, работающих на уникальной технической базе контроллеров и от смешанных форм типа Slot-PLC. В случае специализированной системы управления или Slot-PLC расчеты производятся на аппаратном обеспечении, имеющем собственный процессор (эти устройства для Slot-PLC размещены на плате расширения). Плата расширения обеспечивает управление через поддерживаемую ею ОС РВ. ПК при этом может работать под произвольной ОС. Связь между ПК и платой расширения идет с помощью драйверов, осуществляющих доступ к DP-РАМ платы.

В случае Soft-PLC за функции контроллера отвечает только выполняемая на ПК программа; ОС ПК контролирует режим РВ, последовательность выполнения заданий, функции контроллера и управления движением, а также ввод/вывод. В качестве ОС используются помимо специальных ОС РВ (OS/9, VxWorks), обычные – Microsoft Windows или Linux.

Аппаратная часть управляющего ПК, как правило, отличается от оборудования обычных офисных ПК. Корпуса должны отвечать производственным требованиям относительно устойчивости к электромагнитному фону, вибрации и высоким температурам. Выбор корпуса зависит от поставленных задач: от больших ПК с PCI-шиной и шинами для подключения многочисленных карт расширения до маленьких встроенных ПК, которые выглядят как обычные управляющие блоки, но обладают мощностью настоящего компьютера. Ограничение спектра возможных технических средств для контроллеров, управления движением и визуализации выбором только одной группы, а именно ПК, облегчает установку и обслуживание и минимизирует затраты на ремонт.

Реальное время под Windows

При управлении на базе ПК, когда собственно управление реализуется программно, как в случае ПО под WindowsNT/2000/XP (TwinCAT) производства Beckhoff,

встает вопрос, насколько точно обеспечивается РВ. Как оно определяется? Многозадачность является важным требованием, реализуемым на основе приоритетов заданий. Задача с высшим приоритетом может прерывать выполнение задачи с низшим приоритетом, когда она появляется в очереди в связи, например, с предстоящим новым циклом. При обработке процессов регулирования, например, при регулировании положения оси, необходимо следить, чтобы регулятор рассчитывался с высокой точностью в заданные моменты времени. Эта "своевременность" является вторым важным требованием к РВ. И, наконец, комплектность считается решающим качеством не только для систем РВ. Естественно, что вся информация должна быть передана и даже при перегрузке никакие данные не должны теряться. Это налагает особые требования на систему передачи данных. Среда передачи данных должна быть нечувствительной к помехам (и повреждениям), которые могут возникнуть в производственном окружении. Это последнее требование называется помехоустойчивость. Оно относится, помимо шин подключения карт, также к связи управляющих ПК между собой или с управляющей системой верхнего уровня через TCP/IP.

Стандартные ОС Windows NT/2000/XP согласно этим определениям не являются системами РВ, поскольку они не способны обеспечить одновременность и своевременность в пределах точности по времени, требуемой, например, для регулирования положения оси. Однако, при более мягких требованиях, например, при контроле температуры с невысокой точностью, можно достичь удовлетворительных результатов и со стандартной ОС.

После того, как четко сформулированы требования к РВ, рассмотрим, как можно его реализовать, используя не поддерживающую РВ ОС Windows. Решение заключается в использовании наряду с Windows второй ОС, способной работать в РВ. В этой ОС будут выполняться задания с приоритетами и очередью на выполнение.

Переключение между двумя ОС (РВ и Windows) осуществляется высокоточным переключателем. в заданные моменты времени. Точность достижения момента переключения определяется временем ожидания (Jitter). Современные ПК и хорошие системы РВ такие, как TwinCAT позволяют задавать моменты переключения с точностью выше 5 мкс. ОС Windows должна вызываться через определенные промежутки времени для обработки "жизненно важных" для нее прерываний от мыши, модема, жесткого диска и сети. В системе TwinCAT производства Beckhoff такие переключения осуществляются без дополнительного аппаратного обеспечения и модифицированы без использования компонентов NT. Это делает TwinCAT совместимой со всеми версиями Windows NT 4.0, 2000 и XP.

В отличие от специализированных аппаратных средств со своими собственными ОС, при использовании стандартного ПК ОС должна отвечать определенным требованиям. Так, контроллер должен стартовать без регистрации пользователя, выход которого из системы не должен приводить к остановке контроллера. При выключении ПК осуществляется и завершение работы контроллера. Остаточные переменные запоминаются при выключении системы и загружаться при повторном старте. Необходимо обеспечить бесперебойное электроснабжение, а также требуемые характеристики работы материнской платы (температуру, число оборотов вентилятора охлаждения и напряжение). Последовательные и параллельные интерфейсы компьютера могут быть использованы для подключения устройств ввода/вывода.

Soft-PLC

Стандартный контроллер предоставляет для размещения прикладной программы память размером всего в несколько килобайт и способен обрабатывать эту программу с тактом в несколько миллисекунд. В таких "стесненных" условиях особо не поразмышляешь, что бы еще мог выполнять контроллер, будь у него по больше ресурсов. Совсем другое дело, когда управление осуществляется ПК, оснащенным мегабайтами оперативной памяти, гигагерцовым процессором, жестким диском объемом в десятки гигабайт, платами расширения с различными интерфейсами, сетью для связи с другими компьютерами, монитором и клавиатурой для взаимодействия с обслуживающим персоналом. Ресурсы ПК могут быть использованы, например, для того, чтобы заменить аппаратный терморегулятор на функциональные модули в контроллере, которые устанавливаются и поддерживаются на центральном компьютере, откуда могут быть вызваны произвольное число раз. Затраты на аппаратное и программное обеспечение уменьшаются соответствующим образом. Если требуются специальные протоколы, они могут быть написаны в контроллере с помощью стандартных языков. Дополнительный коммуникационный модуль не требуется. Пусть поставлена задача регулирования давления и позиционирования гидравлической оси со специальными условиями переключения. В этом случае программа контроллера, реализующая алгоритм регулировки оси, может быть выполнена как задание с высшим приоритетом и очень маленьким временем цикла.

IEC 61131-3 практически стал стандартом для программирования задач управления. Хотя перенос программ различных производителей не всегда протекает гладко, каждый, кто хоть раз программировал на базе IEC 61131-3, способен разобраться в программах и системах, разработанных другими программистами. В зависимости от задачи может использоваться тот или другой язык из пяти стандартизированных языков программирования IEC 61131-3. Алгоритмы удобнее всего формулировать на языке высокого

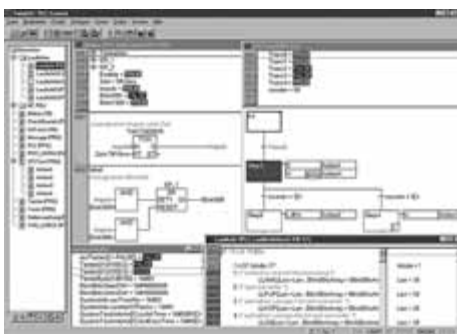


Рис. 1. ПЛК на базе TwinCAT является многоконтроллерной системой, а также средой программирования для всех языков IEC 61131-3: IL, FBD, LD, SFC, ST, CFC контроллером и TwinCAT ПЛК

уровня Structured Text (структурированный текст, ST) (рис. 1). Ввод в эксплуатацию, обслуживание и диагностика становятся легче, если использовать графические языки программирования Kontaktplan (контактный план, KOP), Funktionsplan (функциональный план, FUP) или Ablaufsprache (язык протекания процесса, AS). Даже список команд (AWL) может пригодиться. В распоряжении программиста имеется также удобный, привычный для языков высокого уровня отладчик с контрольными точками (Breakpoints), пошаговым выполнением, контрольными списками, мониторингом, контролем протекания процесса, трассировкой и областью применения (Scope). Международная организация орен занимается стандартизацией дальнейших структурных модулей в области управления движением и техники безопасности.

Программное управление движением (Soft-Motion-Control)

Приложение контроллера, как правило, не загружает полностью процессор ПК. Параллельно могут выполняться приложения ЧМИ и/или управление движением. Диапазон средств управления движением системы TwinCAT простирается от простых перемещений из точки в точку, "летучих пил" и дисковых кулачков вплоть до многомерных интерполированных движений. Приложения с 50 и более осями, идущие на ПК, отнюдь не являются редкостью.

Генерация заданного значения и регулировка положения осей осуществляется на ПК на основе высокоточной системы РВ. Централизованная регулировка положения с помощью компьютера имеет много преимуществ по сравнению с децентрализованной, осуществляемой непосредственно в приводах. Особенно это касается скоординированных движений многих осей, например, в кулачковой передаче или в интерполирующей группе, которые не только проще рассчитываются в централизованном случае, но и позволяют избежать большого потока данных, возни-

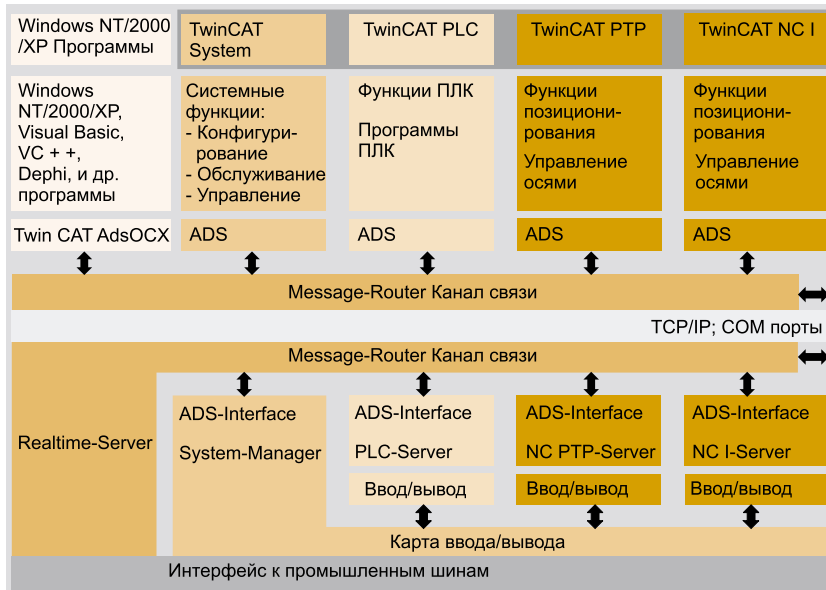


Рис. 2. Функциональная диаграмма программного комплекса автоматизации фирмы Beckhoff

кающего между осями в случае децентрализованного управления. Центральная конфигурация, запуск и независимая от шины диагностика всех осей облегчают эксплуатацию и снижают расходы. Открытый интерфейс шины устройства позволяет комбинировать разнообразные типы осей как, например, серво- и шаговые двигатели или гидравлические оси с различными датчиками положения и приводами. Позиционный регулятор вычисляется на ПК и в циклическом режиме обменивается данными с приводами и измерительными системами, используя шину устройства (рис. 2).

Используемые TwinCAT алгоритмы управления осями учитывают динамические параметры оси: скорость, ускорение и производную ускорения по времени. Тем самым оси в любой момент времени могут быть перемещены (в пределах динамических возможностей) и точно скоординированы (рис. 3). Для уменьшения возникающих на практике отклонений от идеальной траектории имеется набор соответствующих алгоритмов. На основе перемещения одной электрической оси от текущего положения к цели (Point-to-Point) система TwinCAT NC позволяет осуществить скоординированные перемещения многих осей через многоступенчатый Master-Slave-процесс (например, посредством различных передаточных механизмов). Кроме того, системы TwinCAT NC I и TwinCAT CNC делают возможным проход по специфицированной согласно DIN 66025 интерполирующей траектории со многими участвующими осями.

Вызов функций ЧПУ из программы контроллера осуществляется через циклические интерфейсы, дополненные многочисленными модулями из библиотеки IEC 61131-3.

Возможность моделировать оси без использования реального оборудования существенно облегчает запуск и взаимодействие контроллера и ЧПУ. Эти мо-

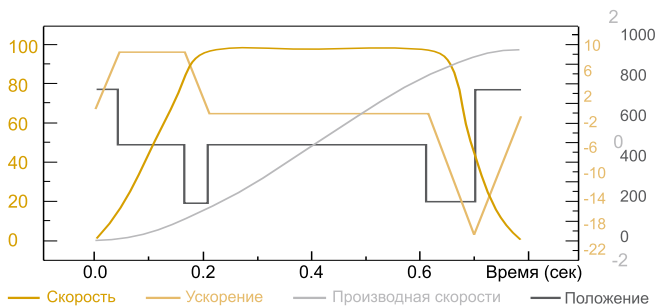


Рис. 3. Управление движением на ПК: процесс перемещения из точки в точку (Point-to-Point)

дельные оси могут передвигаться; фактическое значение приводится в точное соответствие с заданным и весь процесс может быть проконтролирован. Для реальной работы будет полезен модуль TwinCAT ScoreView, с помощью которого все переменные оси, например, скорость, ошибка перемещения и фактическое положение, могут быть потактово записаны и проанализированы (также в зависимости от сигналов контроллера).

Производительность Soft-PLC

С ростом производительности компьютеров увеличивается и производительность работающих на них контроллеров. Так, часто привлекаемые для сравнения классические 1k-программы на AWL (список команд) на современных ПК обрабатываются за время меньше 5 мкс. Поскольку оценка производительности контроллера пока не стандартизована, следует описать используемые для этой цели алгоритмы. Тест оценки производительности контроллера фирмы Beckhoff ПЛК включает усреднение по случайно выбранным 1k (ровно 1000) — программам на AWL. Программы содержат команды загрузки и записи, а также арифметические операции. В качестве типов данных используются булевские и битовые типы в различной пропорции, арифметические операции осуществляются с типом REAL. Чтобы исключить эффекты кэширования, выполняются также программы объемом в несколько сотен тысяч строк (с последующим осреднением результатов). Для встроенного ПК ряда CX1000 с процессором Pentium 266 МГц в приближенных к реальности тестах были получены значения 50 мкс на 1000 строк AWL. Компьютер с процессором 850 МГц Pentium III показывает более, чем удвоенное быстродействие: 20 мкс/1000 строк. С процессором Intel P IV 2,8 ГГц получены значения 3,5 мкс/1000 строк. Эти результаты показывают огромную производительность контроллеров на основе ПК, которая, конечно же проявляется не только в коротких циклах контроллера (рис. 4). Благодаря уменьшению временных затрат на программирова-

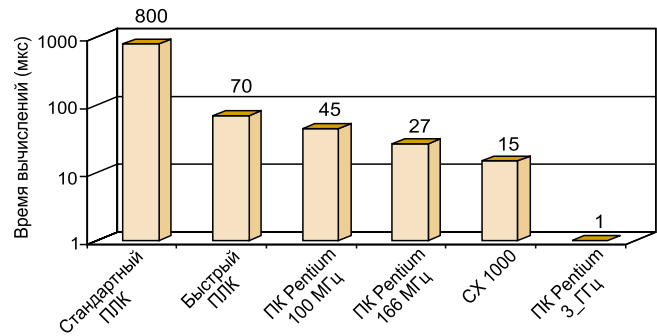


Рис. 4. Тест: время выполнения 1000 команд аппаратным контроллером и TwinCAT ПЛК

ние, трансляцию, тесты и запуск в эксплуатацию мы получаем возможность существенно снизить инженеринговые расходы.

Выводы

Производительность современного ПК позволяет осуществлять сложнейшие расчеты за чрезвычайно короткое время. И наращивание мощности ПК пока еще продолжается. Постоянно появляются новые, более мощные процессоры. Доступ к памяти также стал существенно быстрее. Однако в части разработки устройств для более быстрых шин прогресс не столь заметен. Шины на основе RS-485 такие, как Profibus и CAN имеют физический предел в 12 МBaud. Чтобы в полной мере использовать преимущества коротких циклов в контроллере и управлении движением на базе ПК, необходимы более быстрые шины. И в этой области фирма Beckhoff стоит на передовых позициях благодаря своей системе EtherCAT. Короткое время цикла, высокая точность, низкая цена и все это на основе хорошо известного и проверенного Ethernet. Эта шина открывает новые горизонты в технике автоматического управления. При таких коротких циклах уже можно думать об интеграции измерительной техники в стандартные контроллеры или о еще более точном регулировании положения приводов, что в свою очередь снова приводит к увеличению тактовой частоты и улучшению качества продукта. Поскольку в случае EtherCAT нет необходимости в дополнительных картах расширения для ПК — обработка идет через стандартную сетевую карту — то компьютер может быть сделан более компактным: он потребляет меньше энергии, не нужны мощные вентиляторы охлаждения. Встроенные варианты стандартных ОС дают возможность отказаться от вращающегося жесткого диска и снабдить компьютер только флэш-картой, вполне доступной теперь по цене. Таким образом, стало возможным соединить производительность систем управления на базе ПК с надежностью и простотой обслуживания стандартных систем управления.

Dr. Josef Papenfort — продукт-менеджер TwinCAT компании Beckhoff.

Контактный телефон компании Beckhoff (095)980-80-15.

[Http://www.beckhoff.ru](http://www.beckhoff.ru)