



## 10 ЛЕТ СИСТЕМАМ ВВОДА/ВЫВОДА КОМПАНИИ ВЕКХОФФ: ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЗАВОЕВЫВАЕТ ОТРАСЛЬ АВТОМАТИЗАЦИИ

Компания Beckhoff

10 лет назад в 1995 г. компания Beckhoff впервые представила технологию распределенной шинно-независимой системы ввода/вывода на выставке в Ганновере. В течение последующих лет компания Beckhoff постоянно расширяла линейку ввода/вывода и сегодня имеет оптимальные решения для различных областей применения, предлагая на выбор 187 различных типов модулей. О том, как воплощалась идея электронных шинных модулей, как за 10 лет она достигла нынешнего уровня и какие разработки ожидаются в дальнейшем рассказывают президент и основатель компании Ханс Бекхофф и технические специалисты.

### Ханс Бекхофф: необходим стимул для изобретения чего-то фундаментально нового

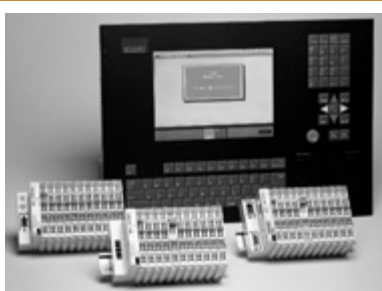
Десятилетие в такой инновационной области как технология автоматизации является очень большим сроком. Сегодня Fieldbus технология превратилась в стандарт автоматизации, которую, согласно статистике, используют почти 60% пользователей. А 10 лет назад технология промышленных шин находилась в "подростковом" периоде. В 1989 г. компания Beckhoff представила быстродействующую оптоволоконную шину собственной разработки Lightbus. Основная идея создания электронных клеммных модулей зародилась в 1994 г. на выставке в Ганновере, когда стало очевидным, что конкуренты начали пользоваться некоторыми нашими технологическими инновациями. Это явилось стимулом для изобретения чего-то фундаментально нового. И через год была представлена концепция шинного модуля.

Усилия компании Beckhoff основывались на точном анализе среды применения модулей ввода/вывода, который показал, что промышленная шина все больше и больше вторгается на уровень проводки, где ранее использовались классические контактные колодки. Практическая идея состояла в том, чтобы монтаж новых электронных модулей производился способом, аналогичным выполнению монтажных соединений, а монтажники и электрики могли работать с ними так же просто, как с контактными колодками и клеммами. Второй технологический аспект заключался в соблюдении требования модульности, чтобы обеспечить возможность работы со смешанными типами сигналов, которые неизменно использу-

ются в контактных колодках. Так, рабочая группа VDMA по созданию технологии автоматизации деревообрабатывающих станков активно выражала данное требование и искала систему ввода/вывода с высоким уровнем модульности.

Другой важный фактор заключался в веяниях изнутри фирмы Beckhoff, которая исторически занималась проектированием шкафов. Исходя из собственного практического опыта, специалисты компании понимали, что новое изделие должно помещаться в типовые клеммные шкафы 80-го размера и нужно использовать оправдавший себя конструктив пассивных клемм в качестве основы для разработки электронных клемм, которые должны иметь высокую степень модульности, быть простыми в применении и предоставлять возможность комплектовать нужный набор сигналов. При этом было необходимо предложить все это по цене, сравнимой с традиционным решением, несмотря на предоставляемые повышенные практические преимущества. Beckhoff решительно сконцентрировалась на этой новой и многообещающей идее.

Помимо тщательного анализа, любая инновация требует высокой степени интуиции и смелости. К счастью смелость была вознаграждена – сегодня приблизительно 50% продаж фирмы Beckhoff составляет система ввода/вывода, значительную часть которых составляют электронные клеммные модули. Необходимо отметить, что в период разработки системы ввода/вывода Beckhoff тесно сотрудничала с компанией Wago. Модули ввода/вывода являются хорошим примером успешного сотрудничества с четким разделением задач. Специализируясь на пассивных клеммах, компания Wago разработала и предо-



1995 г. – Представление системы ввода/вывода компании Beckhoff на выставке в Ганновере

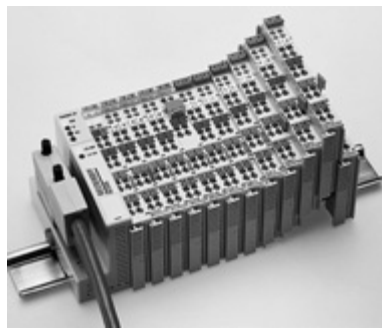


1996 г. – Серийный выпуск модулей, контроллеров "стандартного" и "экономичного" класса (BKxx00, BKxx10) для шин PROFIBUS, Lightbus, Interbus, CANopen и DeviceNet

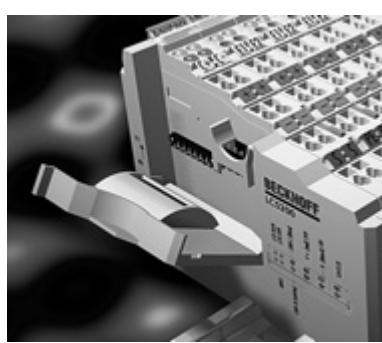
ставила технологию корпусов, в то время как компания Beckhoff занималась электроникой, ПО и проектированием систем. Результат выразился в экономическом успехе для обеих сторон и во взаимном обмене опытом. Сегодня компания Wago имеет свой сильный отдел по разработке электроники, а компания Beckhoff многое узнала в области технологии изготовления корпусов.

В первое время система ввода/вывода охватывала только "нормальные" сигналы, т.е. цифровые и аналоговые входные/выходные сигналы. Затем дискретность аналоговых выходных сигналов возросла с первоначальных 12 бит до 16 бит, затем до 24 бит. В то же время отдельные специальные модули достигают абсолютной точности в 0,01%, позволяя наряду с задачами управления и позиционирования решать также задачи прецизионных измерений. В будущем технологии измерений, управления и позиционирования достигнут еще более высокой степени интеграции. К началу 2005 г. система ввода/вывода компании Beckhoff насчитывала 57 типов контроллеров с различными шинными интерфейсами и 187 типов различных видов модулей. Помимо того по индивидуальной заявке заказчиков создано 16 типов специализированных контроллеров и 210 типов специализированных модулей. Тем самым фактически полностью покрываются потребности, определяемые рынком. Причем это число будет непрерывно возрастать. В настоящее время, например, уже разработаны серво-силовые секции, которые могут использоваться для управления непосредственно из самих модулей легкими задачами позиционирования; осциллоскопический модуль, позволяющий осциллографировать процессы в станке в масштабе РВ, или контроллеры с интерфейсами промышленных шин с интегрированным интеллектом, позволяющие децентрализованно осуществлять локальное управление модулями ввода/вывода.

Время показало, что компания Beckhoff создала универсальную систему ввода/вывода, которая представляет собой большой набор-конструктор с широким диапазоном



**1997 г.** – Первый программируемый контроллер PROFIBUS (BC3100), контроллеры-шлюзы ControlNet (BK7000) и контроллер RS-232/485 (BK8000/BK8100)



**1998 г.** – Контроллеры BK7300, BC7300, "экономичные" контроллеры LCxxxx для PROFIBUS, CANopen и DeviceNet



**1999 г.** – Система ввода/вывода с классом защиты IP (Fieldbus box)



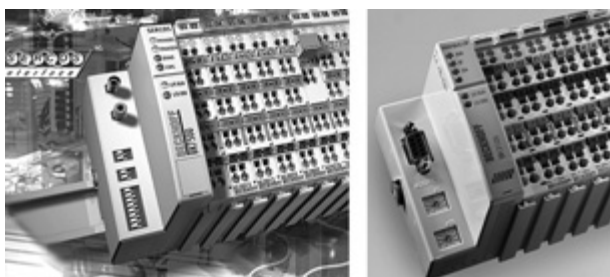
**1999 г.** – Контроллеры Ethernet TCP/IP (BK9000, BC9000), (USB) (BK9500), 16-битовые модули (KL31x2, KL41x2), мост сопротивлений (KL3351)

модулей ввода/вывода и различными центральными процессорными блоками. Эта система стала краеугольным камнем технологии автоматизации, так как на одной и той же аппаратной платформе решаются задачи от классической автоматизации станков до автоматизации зданий и ТП. Один и тот же ряд продукции может использоваться как для задач комплексного многоосевого позиционирования, так и для автоматизации административного здания, очистных сооружений сточных вод или нефтедобывающей платформы.

Компания Beckhoff сотрудничает с заказчиками, от которых регулярно получает возникающие идеи о создании новых изделий, кроме того, ведется мониторинг рынка общей электроники, что дает возможность использовать новейшие компоненты и технологии для применения в системах автоматизации. В усовершенствовании своей системы ввода/вывода Beckhoff помимо технологического усовершенствования изыскивает возможность снижения ее стоимости.

**Технические специалисты компании Beckhoff об особенностях концепции ввода/вывода**

Особенно интересный аспект заключается в концептуальной основе модулей ввода/вывода. 10 лет назад многие игроки рынка стремились использовать блочные модули для снижения временных затрат на выполнение проводных соединений в условиях эксплуатации. Компания Beckhoff также предлагала взаимосвязанное блочное решение, основанное на собственной оптоволоконной шине Lightbus. Специалисты Beckhoff не только хотели уменьшить число проводов, но и стремились заменить традиционную контактную колодку электронной версией, еще более приближая электронные решения к условиям производства. В связи с большим числом электронной аппаратуры, которая присутствовала в конструкции, было невозможно сохранить ширину стандартной контактной колодки 6 мм, поэтому появилось решение использовать колодку двойной ширины, чтобы сохранить первоначальные размеры решетки.

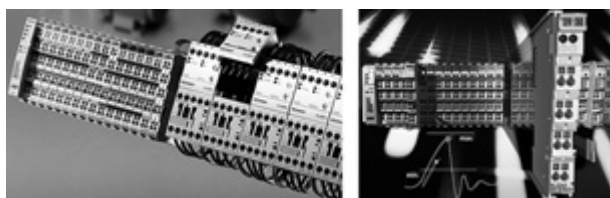


**2000 г.** – Контроллер SERCOS (BK7500), контроллер "экономичного" класса (BKxx20) для Lightbus, PROFIBUS, Interbus и DeviceNet, Interbus (BC4000), модули расширения шины K-Bus (KL9020, KL9050), дискретные модули для датчиков (KL13x2, KLK13x4)

Другая цель концепции заключалась в создании независимых от промышленной шины устройств ввода/вывода. Уже в 1997 г. компания Beckhoff представила помимо контроллера с интерфейсом шины Lightbus также контроллеры с интерфейсами CAN, Interbus, PROFIBUS и RS-232/485. Восприимчивые к новым идеям ведущие западные заказчики очень заинтересовались преимуществами новой системы: по сравнению с блочными модулями их поразили гибкость, простота установки и возможности диагностики. Модули ввода/вывода оказались сравнимыми по цене с блочными, а благодаря масштабируемости каналов система в целом получалась дешевле.

Десять лет назад модульный принцип построения, требующий только одного адреса для самого контроллера, был весьма значим, потому что адреса шин имели высокую стоимость. Для блочных модулей требовалось устанавливать дополнительный ретранслятор, поскольку не хватало адресов на шине. Сегодня концепция блочного построения снова приобретает актуальность, поскольку к настоящему времени на производстве увеличивается число контролируемых сигналов. Заказчики устанавливают на 60% больше датчиков, чем 10 лет назад, и используют преимущество модульности системы, например при добавлении нового датчика.

Следующим вкладом в развитие технологии стало создание мастер-модулей, предоставляющих экономичные шлюзы и позволяющих привязывать любое конечное оборудование по различным шинам к системам Beckhoff.



**2001 г.** – Силовые модули для контакторов фирмы Siemens серии Sirius 3R (KL8001), 8-канальные модули дискретного ввода/вывода (KL1xx8, KL2xx8), выходной модуль импульсов (KL2521), – осциллоскопический модуль для измерительных мостов сопротивления (KL3361, KL3362)

### Инновации в системе ввода/вывода продолжают

Модули ввода/вывода продолжают выпускаться в миллионных количествах и уже присутствуют во всех отраслях промышленности по всему миру. Многолетний опыт их производства позволяет при необходимости очень быструю разработку и выпуск контроллеров с новыми интерфейсами промышленных шин, к которым априори можно будет подключать всю широкую линейку модулей ввода/вывода.

Интересной инновацией является линейка модулей ввода/вывода и обработки сигналов противоаварийной защиты (ПАЗ) TwinSAFE. В 2005 г. система будет полностью сертифицирована по SIL 3. Логический модуль ПАЗ покрывает порядка 90% областей применения, что дает возможность сэкономить на дополнительном контроллере ПАЗ и освободить место в шкафу управления. Это решение будет более доступно для заказчика, поскольку стоимость выделенных ПАЗ контроллеров выше, они более дороги в проектировании, к тому же их необходимо интегрировать с системой управления. В настоящее время решение TwinSAFE поддерживает стандарт PROFIsafe, а в будущем планируется поддержка целого ряда шин ПАЗ.

Новые сферы применения были освоены с выпуском водонепроницаемой системы ввода/вывода класса защиты IP 67, которая может устанавливаться непосредственно на станки. Преимущества системы ввода/вывода такие, как открытость, большое разнообразие сигналов и высокая степень гибкости были перенесены на концепцию создания системы IP 67.

Тенденция создания специальных модулей по запросу заказчика с индивидуально разработанным смешением сигналов также проистекает из конкретных требований практического применения. Так появились модули серии KMxxxx, которые предлагают существенные преимущества для снижения затрат путем высокой плотности монтажа и использования нужной комбинации сигналов. Поэтому серия KM является последующим логическим шагом в разработке.

### Возможности современной системы ввода/вывода компании Beckhoff

- Модульная система ввода/вывода с классом защиты IP 20, состоящая из электронных клеммных модулей шириной 12 мм для непосредственного присоединения датчиков и исполнительных механизмов.
- Свыше 180 видов модулей для всех типов сигналов: дискретный ввод/вывод, 0...10 В, ± 10 В, 0...20 мА, 4...20 мА, термopара, PT100, тензодатчики, реле, счетчики, широтно-импульсные модуляторы (PWM), абсолютные (SSI) и относительные энкодеры.
- Коммуникационные модули-шлюзы позволяют создавать подсистемы типа AS interface, RS-232/485, LON, EIB EnOcean или DALI.
- Наличие контроллеров с интерфейсами 15 типов промышленных шин: PROFIBUS, Ethernet TCP/IP, EtherCAT, CANopen, DeviceNet, Interbus, RS-232/485, Modbus, SERCOS interface, USB, ControlNet, Fipio, CC-Link и Lightbus.

- Экономия пространства и экономическая эффективность, благодаря точной модульной структуре: модули в виде 1-, 2-, 4- и 8-канальных версий, отсутствие ограничений по смешению типов сигналов.

- Модули со сверхплотной упаковкой дискретных сигналов сер. КМ в 16-/32-/64-канальном исполнении.

- Модули запитки потенциала, опционально с предохранителями, диагностическими функциями и защитой от перенапряжения, позволяющие создавать группы с различными потенциалами.

- Модули расширения, позволяющие подключение до 255 модулей к одному контроллеру.

- Интегрированная система противоаварийной защиты: новые "желтые" модули TwinSAFE позволяют принимать, обрабатывать и выдавать сигналы ПАЗ.

- Интегрированное решение управления шаговыми электродвигателями и двигателями постоянного тока.

- Решение прецизионных задач посредством высокоточных модулей со скоростной электронной разверткой.

- Масштабируемая система управления благодаря наличию контроллеров различных классов мощности (от контроллеров сер. BC/BX до промышленных ПК CX1000).

#### Применение системы ввода/вывода в промышленности

Благодаря гибкости концепции, шинные терминалы компании Beckhoff могут использоваться в качестве универсальной системы ввода/вывода в широком диапазоне отраслей промышленности.

*Компания Hayes-Lemmerz AG (Германия)* ввела в строй наиболее совершенное в мире предприятие по производству колес. Вся автоматизация реализована полностью на оборудовании Beckhoff. Различные производственные процессы связываются друг с другом на производственной линии длиной в 200 м. Система сборки включает 57 осей. Сервооси и 1500 точек ввода/вывода станка управляются одним программно реализованным контроллером на базе TwinCAT. Всего производственная линия включает 120 распределенных контроллеров с интерфейсом Lightbus, 5000 дискретных и 1000 аналоговых модулей ввода/вывода.

*Компания Bruderer AG (Швейцария)* производит высокопроизводительные автоматические дыропробивные прессы. Термин "высокопроизводительные" включает целый ряд характеристик таких, как быстродействие, точность, надежность, гибкость, простота в эксплуатации и наличие возможных вариантов интеграции в сис-

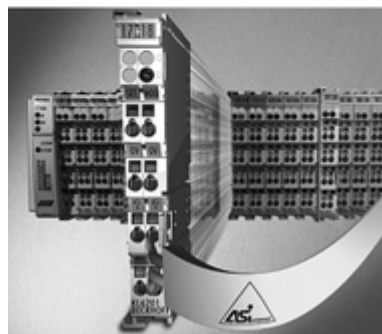
теме. Для выполнения всех этих требований необходим высокопроизводительный контроллер. Компания Bruderer в течение многих лет использует продукцию Beckhoff как единого поставщика системы ввода/вывода, промышленных ПК и программно-реализованного управления. Одно из требований к системе ввода/вывода заключалось в гибкости схемы соединений. Именно здесь пригодилась гибкость системы электронных шинных модулей, предлагающая локально на станке быструю интеграцию новых функций путем простого добавления нового модуля и простую замену контроллера при смене типа промышленной шины.

*Завод Continental AG (Румыния)* по производству покрышек. Система автоматизации состоит из: промышленных ПК, панелей управления, TwinCAT для управления и позиционирования, приводов и системы ввода/вывода. Здесь используется более 230 контроллеров на базе промышленных ПК, а также более 250 сервоосей компании Beckhoff. Связь с системой ввода/вывода реализована на шинах Lightbus и PROFIBUS DP.

*Компания Bertelsmann (Германия)* использует систему ввода/вывода на оптовой базе, с которой осуществляются немедленные поставки печатных рекламных материалов, бланков и разнообразных офисных принадлежностей крупным заказчикам. Система конвейера картона для оптовой базы площадью в 20000 м<sup>2</sup> основана на компьютерном управлении и распределенной системе ввода/вывода. Для надежной передачи данных используется устойчивая к электромагнитным помехам шина Lightbus компании Beckhoff. Управление каждым конвейером осуществляется локально. Контроллеры с вводом/выводом устанавливаются в клеммных коробках непосредственно на роликовом конвейере. Таким образом, осуществляется децентрализованный сбор

сигналов от сканеров штрих-кода, световых экранов и т.п.

*Компания Otto Nussbaum GmbH & Co. KG (Германия)* производит высококачественное подъемное оборудование. Она использовала систему ввода/вывода компании Beckhoff для своей последней системы башни-парковки автомобилей Smart. Полностью автоматические системы парковки предлагают размещение до 35 автомобилей на нескольких уровнях прозрачной башни-парковки со стеклянным фасадом. Система занимает небольшую площадь основания размером в 67,24 м<sup>2</sup>. Средняя продолжительность процедуры парковки или доставки автомобиля составляет всего 2,5 мин. Индуктивные датчики и фотоэлементы обеспечивают контроль наличия и движения авто-

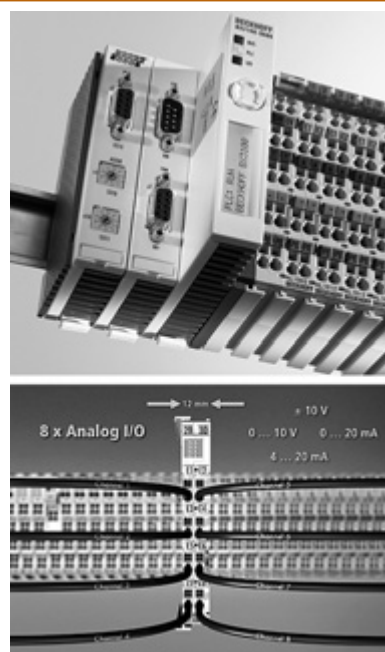


**2002 г.** – Первый Embedded PC CX1000, дискретные модули для сигнализации доступа (KL1362) и терморезистора (KL1382), модуль Triac (KL27x2), измерение с точностью 0,01% мостового сопротивления (KL3356), модуль анализа 3-фазного тока (KL3403), модель-интерфейс энкодера (KL5151), мастер-модуль AS интерфейс (KL6201), модуль-шлюз DALI/ DSI (KL6811)

мобиля. Информация поступает от датчиков в модули ввода по шине CAN и передается на вышестоящий уровень управления в промышленный компьютер.

Компания Nitrogen Work (Венгрия) для проведения реконструкции своих производственных предприятий по производству удобрений искала программно реализованное устройство контроля работы двухступенчатой турбины с регистрацией данных температуры, расхода и давления. Устройство отключает турбину при превышении установленной величины температуры. Требовалось компактное решение на базе контроллера с вводом/выводом, не требующее бумаги или чернил. Встраиваемый компьютер сер. СХ наряду с широким выбором модулей ввода/вывода компании Beckhoff обеспечил предприятию необходимую гибкость по разумной цене.

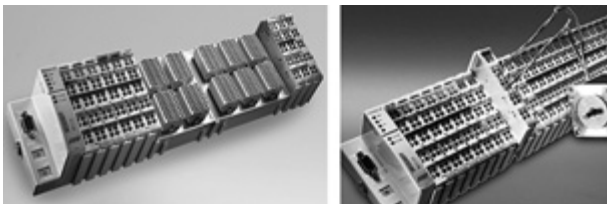
В штаб-квартире компании Microsoft (г. Мюнхен, Германия) управление интеллектуальным зданием реализовано на базе ПК и коммуникаций по сети Ethernet. Штаб-квартира включает два основных и девять офисных зданий общей площадью помещений 27600 м<sup>2</sup>. В каждом здании установлен один промышленный ПК, осуществляющий с помощью TwinCAT центральное управление зданием и координацию децентрализованных контроллеров. В 2000 г. проект компании Microsoft в Мюнхене



**2003 г.** – Модули ПАЗ (TwinSAFE), более мощные ПЛК серии ВХ для PROFIBUS, CANopen, DeviceNet, RS-232/485, Ethernet TCP/IP, контроллеры EtherCAT (BK1120), контроллеры серии "компактные" (BKxx50, VХxx50) для PROFIBUS, CANopen, DeviceNet, контроллеры "эконом-плюс" Fipio (BK7420). 8-канальные аналоговые модули (KL3xxx, KL4xxx), модуль-шлюз радиотехнологии EnOcean (KL6023), модуль для пускателя электродвигателя TeSys модели U компании Schneider (KL86xx)

был первым, в котором использовались контроллеры сети Ethernet для автоматизации зданий. 200 распределенных Ethernet контроллеров обеспечивают текущий контроль 12000 точек данных об отоплении, вентиляции, кондиционировании воздуха, режиме безопасности и доступа и других функций. Сигналы управления освещением, температурой, отоплением, вентиляцией и кондиционированием воздуха обрабатываются локально в Ethernet-контроллерах BC9000, поэтому в случае возникновения неисправности в сети все локально осуществляемые функции будут оставаться активными.

Функции управления на сегодняшний день при проектировании систем автоматизации перемещаются все ближе к станку. Для этой цели, помимо стандартного ввода/вывода, часто используется водонепроницаемая система ввода/вывода с классом защиты IP 67. Компания Leon-hard Moll Betonwerke GmbH & Co. (Германия) использует комбинацию обеих систем ввода/вывода компании Beckhoff на своем заводе по производству бетонных шпал. Использование управляющей платформы TwinCAT на базе ПК помогло существенно повысить как производительность, так и качество бетонных шпал. В качестве промышленной шины был выбран PROFIBUS DP со скоростью 12 Мбод.



**2004 г.** – 16-, 32- и 64-канальные дискретные модули сер. KMxxxx, контроллеры "компактные" CC-link и Modbus (BK7150, BK7350), программируемые контроллеры PROFinet, Ethernet/IP (BK9000, BC9000), двухпортовые контроллеры Ethernet TCP/IP (BK9100, BC9100), модули управления шаговыми двигателями (KL25x1), модуль watchdog (KL2692), высокоточные двухканальные аналоговые входные модули с самокалибровкой (KL31x2) модуль-шлюз DALI/ DSI (KL6811)

Стадион Auf Schalke (Германия), где состоится Кубок мира по футболу в 2006 г., помимодвигающихся трибун и уникальной конструкции крыши, отличается передвижным игровым полем весом в 11,5 т, которое управляется оборудованием компании Beckhoff. Функции управления и контроля осуществляются девятью контроллерами с PROFIBUS интерфейсами. Четыре контроллера BC3100 обеспечивают синхронизацию перемещения игрового поля. Съем информации положения цилиндров передается SSI-модулем. Кроме того, измеряется давление зажима и сдвига цилиндров, а также осуществляется управление клапанами соотношения давлений для обеспечения синхронного перемещения поля. Другие контроллеры BK3100 отвечают за контроль смазки и вывод на экран оператора всех данных о положении и температуре масла в цилиндрах. Восемь датчиков PT100, размещенных на различной глубине, позволяют получить точный профиль температуры поля.

Контактный телефон (095) 980-80-15.  
E-mail: info@beckhoff.ru Http://www.beckhoff.ru