

Без проводов, НО на СВЯЗИ ^{Часть 2}

Беспроводные датчики и исполнительные механизмы в промышленных системах управления

Ян-Эрик Фрей, Ян Эндресен, Андреас Крайц, Гюнтрам Шайбль

Беспроводная техника быстро завоевывает позиции в промышленной автоматике. Ее применение ведет к повышению производительности и росту универсальности: становится возможным отказ от сложных кабельных систем, упрощение конструкции приборов и сокращение продолжительности монтажа и пусконаладки.

В первой части этой статьи [1] была представлена разработка компании АББ, платформа WISA (беспроводной интерфейс к датчикам и исполнительным механизмам), описана архитектура систем и рассмотрены вопросы беспроводной подачи питания. В этой, второй, части статьи основное внимание уделено вопросам надежности беспроводных технологий, эксплуатируемых на промышленных объектах в неблагоприятных условиях, приведены примеры внедрения таких технологий на предприятиях заказчиков.



Производительность

Компания АББ провела масштабные полевые испытания беспроводной связи в промышленных условиях (на перерабатывающих предприятиях, электростанциях и объектах обрабатывающей промышленности). Эти условия характеризуются следующими факторами.

- 1) **Условия окружающей среды:** экстремальные температуры, вибрация, наличие стальных конструкций и других преград. Осложнения в работе беспроводной связи в таких условиях проявляются в быстром и медленном замирании сигнала, замирании, связанном с многолучевым распространением, снижении качества покрытия (вследствие отражений) и местных перепадах мощности принимаемого сигнала.
- 2) **ЭМП:** электромагнитные помехи, возникающие при работе электрических устройств, таких как приводы или сварочные аппараты, ведут к зашумлению радиочастотных диапазонов.
- 3) **Наличие других пользователей частот:** постепенное занятие частот другими пользователями (беспроводными сетями, устройствами Bluetooth, ZigBee и т.д.).

Технология WISA от АББ – единственная из технологий беспроводной передачи данных, предназначенная для работы в таких условиях – построена на базе новейшей схемы скачкообразной перестройки частоты. В дополнение к этому применен механизм обнаружения ошибок и повторной передачи в случае сбоев. Сообщения от датчиков или приводов доставляются с высокой степенью надежности даже при наличии помех или влиянии систем, работающих в том же диапазоне частот, таких как устройства Bluetooth или точки беспроводной сети. Для минимизации эффектов многолучевого распространения и экранирования применяется несколько антенн и переключение антенн (передача/прием) [2].

Архитектура WISA-com показала крайне высокую надежность даже в осложненных условиях, таких как сварочные линии. Аппарат индукционной сварки работает на токе до 20 кА и генерирует очень интенсивные электромагнитные поля. Однако подавляющая часть шума приходится на частоты до 1 ГГц

и оказывает на работу устройств WISA-com минимальное влияние (эти устройства работают в диапазоне 2,4 ГГц). Беспроводные бесконтактные датчики (WPS, wireless proximity switch) были испытаны как на линиях точечной, так и дуговой сварки, при этом датчики размещались всего в нескольких сантиметрах от сварочной головки. Испытания не выявили заметного влияния помех на работу беспроводной связи (рис. 1).

Пользователи часто проявляют обеспокоенность в отношении помех от других беспроводных устройств, работающих в том же диапазоне частот. К ним можно отнести расположенные

вблизи системы WISA («собственные помехи»), беспроводные сети и устройства Bluetooth. Поскольку устройства WISA рассчитаны на высокую плотность узлов при минимальной продолжительности занятия частоты, на практике при использовании WISA «собственных помех» не возникает даже при очень большой плотности узлов. Малая продолжительность блоков данных и верно подобранный алгоритм повторной передачи играют немаловажную роль в минимизации воздействия других систем. В АББ были проведены испытания в наиболее неблагоприятных условиях, в которых другие беспроводные системы находились в непосредственной близости от устройств WISA. Узел WLAN, например, занимает в диапазоне 2,4 ГГц значительную часть полосы частот, обычно одну треть (т.е. 22 МГц). Тем не менее, испытания показали, что на работу устройств WISA этот фактор оказал минимальное влияние, и лишь очень малое число блоков данных потребовало повторной передачи.

Реальное внедрение изделий WISA

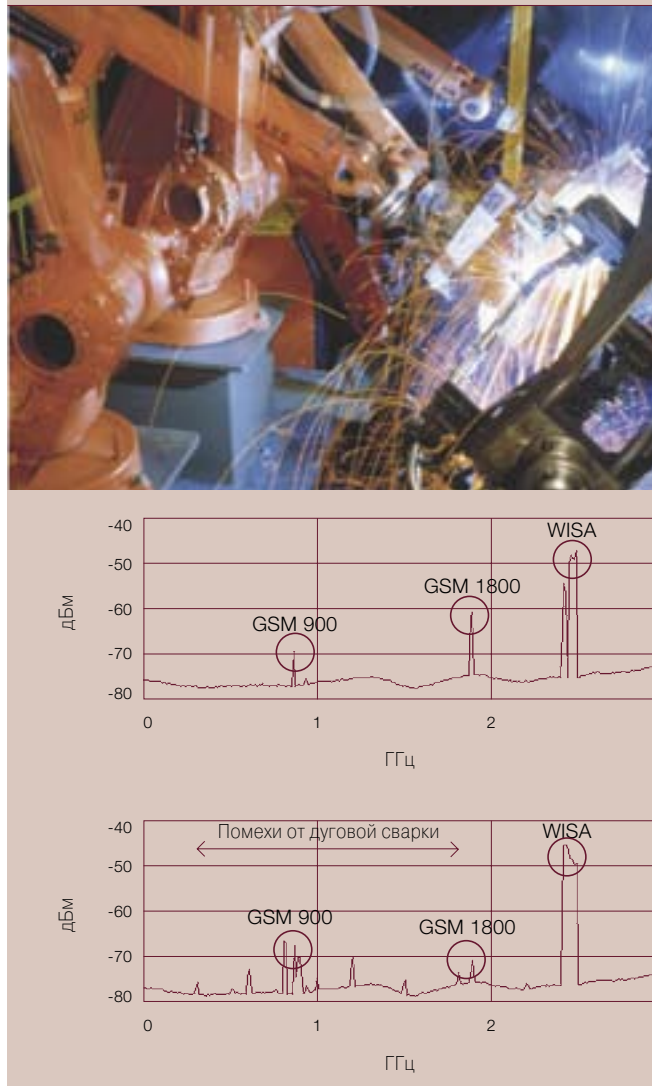
С момента представления беспроводных бесконтактных датчиков (WPS) и технологии WISA на рынке в начале 2004 года, они были внедрены на различных объектах и прошли всесторонние полевые испытания в промышленных условиях (рис. 2, 3).

Компания J. A. Krause в г. Бремене внедрила систему WPS на линии автоматизированной сборки. На данной линии ведется сборка головок цилиндров двигателей. Конвейерная лента и трехкоординатное портальное захватное устройство для переноса головок цилиндров управляются с использованием только беспроводных бесконтактных датчиков. Основным преимуществом такой системы, помимо снижения текущих затрат на эксплуатацию и упрощения конструкции подвижного захватного устройства, оказалась малая продолжительность монтажных и пусконаладочных работ. Обычно большую часть этих работ приходится выполнять дважды – первый раз при первичной сборке на заводе, а затем во второй раз на площадке заказчика при окончательной пусконаладке.

Потенциальные заказчики часто спрашивают представителей АББ: «Использует ли компания датчики WPS на собственных предприятиях?»

■ На широкополосной спектрограмме не наблюдается заметного влияния сварки на системы WPS.

На графике сверху показан частотный спектр в отсутствие шумов от сварки. На графике ниже показан тот же частотный спектр во время работы сварки. Помехи наблюдаются в нижнем частотном диапазоне (300–1800 МГц), тогда как в диапазоне 2,4 ГГц, в котором работают устройства WISA, шумов отсутствуют.



Вопрос, безусловно, обоснован. На самом деле одним из самых первых объектов, где была внедрена система WPS, является завод АББ по производству пускателей для электродвигателей. Система находится в эксплуатации уже почти три года без каких-либо неисправностей. «Стоимость монтажа существенно сократилась, а возможность повреждения проводки на подвижных элементах, оборудованных датчиками, была полностью исключена, – утверждает Олаф Маус, руководитель проекта, ответственный за внедрение этих датчиков. – Расширение производства с применением этого инновационного решения позволило существенно упростить и ускорить производство. При использовании датчиков также упрощается конструкция и сокращается продолжительность монтажа».

На еще одном месте внедрения технологии WISA – на заводе высоковольтных кабелей АББ в г. Карлскрона (Швеция) – в одной установке применены сразу 156 беспроводных бесконтактных датчиков. Эта установка служит хорошим примером высокой устойчивости технологии WISA в условиях промышленного производства, поскольку высокая плотность беспроводных узлов, их перемещение, а также наличие крупных вращающихся стальных элементов создают очень тяжелые условия для обычных технологий беспроводной связи. Руководитель отдела АСУ завода высоковольтных кабелей Ян-Улоф Сандберг делится своими впечатлениями: «Ни одна из технологий, с которыми я сталкивался за последние несколько лет, не позволяла найти надежное и экономически эффективное решение этой задачи: 156 стальных намоточных барабанов, вращающихся по всем трем осям в крупной производственной установке – это целый предмет исследований».

Перспективные изделия WISA освобождают роботов

В робототехнике на манипуляторе робота закреплен рабочий орган, например, захватное устройство, применяемое для перемещения деталей. В традиционных системах робот «опутан» сигнальными и силовыми кабелями. Поскольку робот обладает возможностью перемещения рабочего органа по очень сложным траекториям, кабельная проводка подвергается интенсивному износу, а следовательно, часто требует вмешательства обслуживающего персонала. Наружная кабельная проводка также ограничивает свободу перемещения манипулятора робота: свисающие кабели могут запутаться или зацепиться за другое оборудование. Из-за этого автономное программирование перемещений робота оказывается очень сложным.

Сообщения от датчиков или приводов доставляются с высокой степенью надежности, даже при наличии помех или влиянии систем, работающих в том же диапазоне частот, таких как устройства Bluetooth или точки беспроводной сети.

Компании АББ удалось решить эту задачу путем замены проводных сигнальных линий между контроллером робота и захватным устройством на приборы WISA, а также реализацией беспро-

водной подачи питания на исполнительные устройства (рис. 4).

Опытный образец беспроводного модуля ввода-вывода (I/O), смонтированный на рабочем органе, обеспечивает связь системы управления роботом с датчиками и исполнительными устройствами рабочего органа. Система построена на основе новейших компонентов ввода-вывода платформы WISA-com, одним из которых является базовая станция, обслуживающая беспроводные бесконтактные датчики.

Поскольку в задаче беспроводного модуля ввода-вывода входит подача выходных сигналов для управления приводами рабочего органа (пневматическими клапанами), он нуждается в значительно большей мощности питания (10–50 Вт), чем простой одиночный датчик. Было принято решение исключить проводное соединение между роботом и рабочим органом. Данная часть кабельной проводки – это наиболее проблемная область, поскольку здесь наблюдается наиболее интенсивное отклонение и вращение элементов. Для передачи электрической энергии от робота к рабочему органу была установлена бесконтактная система электропитания средней мощности. Первичная обмотка (круговая катушка) была закреплена на роботе, а вторичная – на рабочем органе. Поскольку перемещение по последней координатной оси больше не затрагивает кабель (не вызывает его натяжения), кабель питания трансформаторной цепи можно с легкостью смонтировать внутри манипулятора робота, что позволит избавиться от наружной кабельной проводки робота и значительно увеличить срок службы.

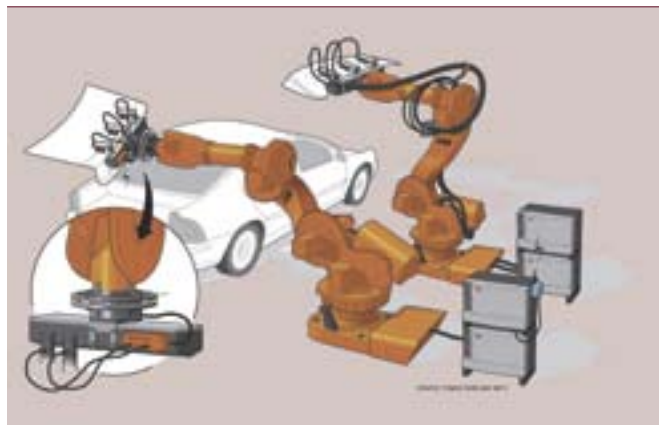
Экспериментальная беспроводная система ввода-вывода и передачи электроэнергии была

2 Примеры внедрения беспроводных бесконтактных датчиков (WPS). Слева: установка на заводе J. A. Krause, в г. Бремен в Германии (линия поточного производства). В центре: установка на заводе высоковольтных кабелей АББ в г. Карлскрона в Швеции (установка производства высоковольтных кабелей). Справа: система WPS установлена на заводе АББ по производству пускателей для электродвигателей в г. Гейдельберг (Германия).



Производительность

3 Экспериментальное внедрение системы беспроводного интерфейса и бесконтактной передачи электроэнергии в гибком производственном модуле сборки арок передних колес для Volvo S80, XC70 и V70.



установлена на заводе Volvo Cars в г. Олофстрём (Швеция). «Когда мы начинали работу над проектом, нашей задачей была оценка возможности применения радиосвязи в условиях нашего производства», – рассказывает Уве Йосок, отвечающий за АСУ на заводе Volvo Cars в г. Олофстрём – Для того чтобы по-настоящему испытать технологию, было выбрано место с самыми сложными условиями, которые можно себе представить, а именно – гибкий сварочный модуль. Эксперимент проводился на гибком производственном модуле сборки арок передних колес для Volvo S80, XC70 и V70. Система сначала была установлена параллельно с работающей кабельной системой и тщательно испытана. «Результат был очевиден; нам не удалось обнаружить заметного влияния условий работы на беспроводную связь или передачу электроэнергии. Поэтому руководство Volvo приняло решение полностью перевести производство на работу с беспроводной системой. Система на данный момент без сбоев нарабатала уже более двух лет», – сообщает Уве Йосок.

Изменение методов конструирования автоматических систем

С момента представления изделий WPS [3] – которые удостоились Золотой медали за достижения в области инноваций от «Уолл-стрит джорнэл» в 2002 году – технология WISA была расширена добавлением новых функций, обеспечивающих связь в режиме реального времени для сложных устройств, таких как модули ввода-вывода. Технология WISA-power может быть проработана

с охватом большего диапазона мощности, передаваемой бесконтактно, что позволит открыть совершенно новые области применения беспроводных решений.

Нам не удалось обнаружить заметного влияния условий работы на беспроводную связь или передачу электроэнергии.

Опытные беспроводные системы со всей очевидностью демонстрируют потенциальные возможности, которые открывает новая технология в плане сокращения продолжительности монтажа и снижения затрат на разработку и эксплуатацию. Кроме того, становится ясно, что для должной реализации этих возможностей необходимо внедрять как беспроводную связь, так и беспроводную передачу электроэнергии. Результаты всесторонних испытаний в жестких условиях, а также отзывы клиентов подтверждают высокую надежность технологии WISA и указывают на несоответствие современных стандартов беспроводных систем условиям применения в производственной автоматике, работающей в режиме реального времени.

Отказ от кабелей, без сомнения, позволяет сократить затраты, однако зачастую настоящая эко-

4 В системе на основе беспроводных технологий наружная кабельная проводка не требуется. Связь осуществляется с помощью беспроводного модуля ввода-вывода, закрепленного на рабочем органе.



номия связана с радикально новыми подходами к конструированию систем, которые становятся возможными благодаря применению беспроводных устройств. Например, если в каком-либо узле системы есть возможность отказаться от кабелей, то в результате обычно можно применить механически более простую конструкцию, поскольку перемещение кабелей и нагрузку на них учитывать больше не требуется. Это может привести к значительно большему экономическому эффекту, чем просто экономия двух-трех метров кабеля. Для того чтобы в полной мере воспользоваться преимуществами беспроводных технологий, необходима переработка современных принципов построения автоматических систем, способов их конструирования и функциональных характеристик.

Внедрение технологической платформы WISA показало, что беспроводные технологии обладают значительными преимуществами и потенциально могут привести к полному пересмотру принципов разработки систем автоматизации.

Ян-Эрик Фрей

ABB Automation Technologies
Вестерос, Швеция
jan-erik.frey@se.ab.com

Ян Эндресен

ABB Corporate Research
Биллингстад, Норвегия
jan.endresen@no.abb.com

Андреас Крайц

ABB Corporate Research
Ладенбург, Германия
andreas.kreitz@de.abb.com

Гюнтрам Шайбль

ABB STOTZ-KONTAKT GmbH
Гейдельберг, Германия

Литература

- [1] Ян-Эрик Фрей, Андреас Крайц, Гюнтрам Шайбль, «Без проводов, но на связи: Часть 1. Меняя термины», АББ Ревю №3, 2005.
- [2] Dacfeý Dzung, Jan Endresen, Christoffer Apneseth, Jan-Erik Frey, «Design and Implementation of a Real-Time Wireless Sensor/Actuator Communication System». Материалы ETFA'05, Катания, 19-22 сентября 2005 г.
- [3] Кристофер Апнезет, Даффи Дзун, Снор Кьесбю, Гюнтрам Шайбль, Вольфганг Циммерман, «Техника беспроводной связи. Беспроводные датчики ближней локации», АББ Ревю №4, 2002, стр. 42.
- [4] «The Hidden World» в приложении «Technology Innovations» к Wall Street Journal Europe, 22-24 ноября 2002 г.