

n – розрядність АЦП, прийнята на підставі врахування багатьох факторів цього використання АЦП, дорівнює 16.

Для досягнення прецизійних метрологічних характеристик контролера, а також пригнічення впливу на результати виміру різних побочних впливів, АЦП програмно устанавлюється до слідуєчого режиму роботи: розрядність – 16 біт; коефіцієнт підсилення – 1, час перетворення – 10 мс; самокалібровка перед кожним виміром.

Робота контролера та реалізація його автономних та системних функцій здійснюється під керуванням однокристалльної мікро-ЕВМ у відповідності із алгоритмами програмного забезпечення, яке записане до її енергонезалежної флеш-пам'яті.

5. Висновки

Застосування мікропроцесорної техніки дозволило суттєво підвищити метрологічні показники газоаналізаторів (знизити похибку вимірювань) в ІВКЕПД, за рахунок багаторівневої обробки вимірювальної інформації. Працездатність та оптимальність розглянутої системи доведено на практиці.

Запропонований інформаційно-вимірювальний газоаналітичний комплекс дозволить сертифікувати газотурбінні авіадвигуни на відповідність екологічним стандартам міжнародної організації цивільної авіації ІКАО.

6. Література

1. Кобзарь Ю.Г., Мельников Я.О. Розрахунок контрольного параметру емісії авіадвигуна відповідність нормам ІКАО// Тези доповіді на НТК «Приладобудування 20-093: стан і перспективи.», К.: НТУУ «КПІ». 2009 – С. 114-115.
2. Горелик Д.О., Конопелько Л.А., Панков Э.Д. Экологический мониторинг. Оптико-электронные приборы и системы – СПб. Крисмас, 1998.-582с.
3. Примиский В.Ф. Хемиллюминесцентный газоанализатор оксида азота // Тезисы доклада Международной научно-технической конференции «АВИА-2000». – Київ, 2000. – С. 40.
4. Бородавка В.П., Дашковський О.А., Приміський В.П. і інші Патент України 64586 А, Еколого-технологічний газоаналітичний комплекс / -2004 -Бюл.№2.
5. Безрук З.Д., Дашковський О.А., Приміський В.П., і інші. Патент України 65505А Газоаналітичний технологічний комплекс з мікро- процесорною системою / Оубл. 2004. Бюл. № 3.

УДК 621.395.004.77

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ КОЛЛИЗИЙ В СИСТЕМАХ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

И. В. Филиппенко

Соискатель

Кафедра АПОТ

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
пр-т Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61058

В статье рассмотрены существующие антиколлизционные алгоритмы в современных системах радиочастотной идентификации. Предложен путь решения уменьшения времени считывания информации с транспондера при повышении криптографической стойкости системы в целом

1. Введение

Главной задачей при проектировании систем радиочастотной идентификации (RFID) является проблема наиболее быстрого и безошибочного считывания информации с транспондеров. При этом

необходимо учитывать возможность возникновения коллизий и принимать меры по их устранению. Целью статьи является предложение путей решения уменьшения времени считывания информации с метки при повышении криптографической стойкости системы в целом.

2. Базовые принципы функционирования систем радиочастотной идентификации

В статье [1] была приведена классификация систем RFID. На рисунке 1 приведена схема опроса пассивной метки. Сигнал от ридера активирует метку, после чего получает ответ. В данной системе, использующей индуктивную связь, одновременно опрашиваться несколько тегов не могут.

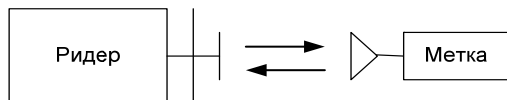


Рисунок 1.

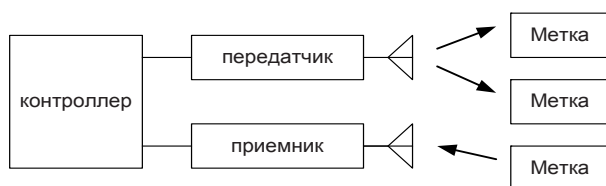


Рисунок 2.

На рисунке 2 показана система с активными метками. В такой системе сигнал от ридера одновременно активирует множество меток и также «одновременно» получает от них ответ. Когда в такой системе в рабочей зоне ридера находится одна метка, считывание информации проходит, как правило, безошибочно. Однако, когда в поле ридера попадает несколько меток, возникает ситуация коллизии, что влечет за собой проблему правильной идентификации каждой отдельно взятой метки и безошибочного считывания информации с нее. По мере увеличения количества меток в поле ридера вероятность одновременного безошибочного считывания уменьшается. Соответственно с возрастанием количества меток в поле ридера возрастает вероятность ситуаций коллизии и как следствие – неправильное чтение информации.

Задача безошибочного получения информации, передаваемой с метки, является первостепенной. Поэтому возникает необходимость решения антиколлизийных задач.

3. Существующие антиколлизийные алгоритмы

Антиколлизийные алгоритмы, используемые в системах RFID, сходны со способами разрешения конфликтных ситуаций множественного коммуникационного доступа и различными сетевыми протоколами. Реализация этих алгоритмов ограничена множеством параметров, такими как объемом памяти на метке, скоростью считывания информации, стоимостными критериями оценки системы в целом и т.д.

На сегодняшний день существует большое разнообразие антиколлизийных алгоритмов. Различают следующие методы мультидоступа – это пространственное, временное, частотное и кодовое разделение. Однако все эти методы накладывают определенные ограничения при разработке и эксплуатации таких систем.



Рисунок 3. Различные виды доступа

Так, например, использование метода пространственного разделения (SDMA) очень эффективно для систем, где вероятность появления двух или более меток в поле ридера маловероятна. Решение этой проблемы достигается ограничением зоны считывателя или вариацией мощности, излучаемой ридером. Основной проблемой пространственных методов является сложность достижения высокой точности определения дальности. В настоящее время считается, что наилучшим является использование этого метода совместно с частотным и временным методами.

Временное разделение (TDMA) тоже имеет ряд недостатков, которые ограничивают использование: требуется очень жесткий способ синхронизации, также жесткие алгоритмы опроса, которые накладывают временные ограничения на распознавание всех меток, находящихся в зоне ридера.

Для обеспечения надежного взаимодействия с ридером также используется частотное разделение, однако недостатком процедуры, реализующей метод FDMA, является относительно высокая стоимость считывателей, поскольку каждому каналу приема должен быть придан специализированный блок считывания. Также эта антиколлизийная процедура ограничена несколькими специальными приложениями.

4. Анализ существующей системы с использованием мультидоступа

Рассмотрим систему мультидоступа, в которой количество меток, находящихся в поле ридера, и являющихся одновременно активными в текущий момент, достаточно большое. Одновременное чтение достаточно большого количества меток без ситуации коллизии возможно осуществить с использованием метода CDMA.

Рассмотрим систему мультидоступа RFID описанную в [2]. Допустим в поле ридера находятся 8 меток. Каждая из меток имеет уникальный серийный номер, который в двоичном представлении находится в диапазоне от 00000000 до 11111111.

Алгоритм опроса начинается с первой итерации, когда ридером отсылается команда REQUEST. Все 8 меток отвечают ридеру, возникает ситуация коллизии. Затем запросом следующей команды выбираются метки, у которых в коде первый бит равен 1 и посылается снова запрос. Допустим, у 4 тегов первый бит равен 1. И опять 4 тега отвечают ридеру, что снова приводит к ситуации коллизии. Допустим, третья итерация, то есть опрос три бита осуществляется по 0, и допустим ответит две метки, что тоже есть ситуация коллизии. Только при последней итерации возможно будет выделить одну метку (рис. 4).

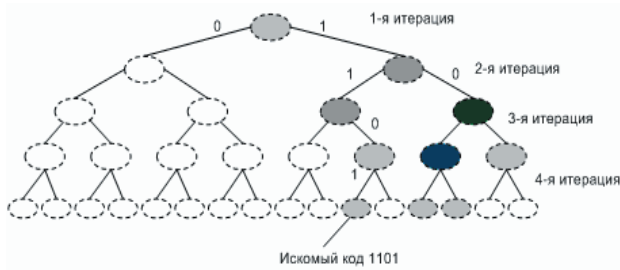


Рисунок 4. Процедура двоичного поиска

Алгоритм чтения меток с использованием мульти-доступа приводит к непрерывному диалогу между считывателем и метками, что есть по сути непрерывным процессом внутри дерева для считывания информации от одной единственной метки без коллизий. Следовательно, для прочтения информации от одной метки из 8 необходимо 4 итерации опроса и при этом каждый раз все 8 меток откликаются. Для прочтения же информации от 8 меток, необходимо сделать 32 итерации.

Количество итераций, необходимое для того, чтобы выделить одну метку из достаточно большой группы, определяется количеством транспондеров, которые находятся в зоне действия ридера. Это количество определяется по формуле:

$$L(N) = \log_2 N + 1, \tag{1}$$

где L – количество итераций; N – количество меток.

Исходя из этого, если в зоне действия ридера находится только одна метка, то для идентификации понадобится только одна итерация и в этом случае ситуации коллизии не возникнет. Если же в зоне действия ридера находится достаточно большое количество меток, то среднее количество необходимых итераций быстро возрастает в соответствии с графиком, приведенным на рисунке.

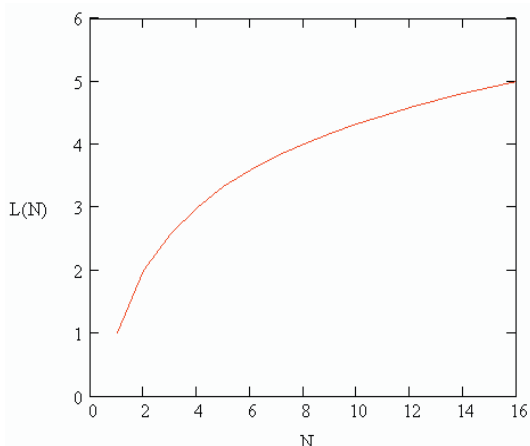


Рисунок 5. Зависимость количества итераций от количества меток, находящихся в зоне действия ридера

Описанный метод двоичного поиска также накладывает ограничения и на длину серийного номера метки. Исходя из сказанного, чем длиннее серийный

номер (а он часто не может быть ограничен 8 битами), тем большее количество итераций необходимо осуществить, а это очень существенно отражается на времени идентификации меток в целом.

5. CDMA RFID

Все вышесказанное свидетельствует о необходимости использования технологии беспроводного широкополосного доступа или Code Division Multiple Access – множественный доступ с кодовым разделением, основанный на методе расширения спектра.

Отличительными чертами широкополосных сигналов (ШПС) являются возможность повторного использования спектра, помехоустойчивость, структурная скрытность, энергетическая скрытность, ослабление влияния многолучевого распространения.

Многоканальность

Возможность повторного использования спектра дает возможность одновременного опроса неограниченного количества меток сразу с разрешением ситуации коллизии. А этот фактор оказывает большое влияние на время считывания, что в данном случае является преимуществом.

Помехоустойчивость

Этот параметр напрямую связан с шириной спектра, сигнала применяемого для передачи информации. При сжатии широкополосного сигнала коэффициент сжатия может достигать большого значения, а именно значение этого коэффициента определяет степень подавления узкополосных помех и уровень влияния на полезный сигнал различных других сигналов с другой модуляцией.

А если учесть, что системы RFID могут использоваться в производстве, где уровень производственных шумов достаточно высок (электрические флуктуации, помехи, излучаемые двигателями или другими электромагнитными устройствами). Соответственно, чем больше коэффициент расширения, тем устойчивее канал к воздействию помех различного происхождения, в том числе и к помехам соседних каналов (в нашем случае – стоящих рядом ридеров). Следовательно, с использованием метода широкополосной связи возможно сокращение уровня ошибок при считывании информации с метки, особенно в производственных помещениях.

Структурная скрытность

При использовании широкополосной системы передачи данных задача защиты информации решается расширением спектра исходного информационного сигнала по закону, известному только самой системе. Это приводит к сложности обнаружения самого факта передачи информации вследствие очень низкой спектральной плотности излучаемого сигнала, и обеспечивает высокий уровень скрытности. Кроме того, даже в случае обнаружения присутствия сигнала в канале, выделение из него полезной информации без знания способа расширения спектра превращается в практически неразрешимую задачу.

Кроме того, появляется возможность отказаться от задачи побитового арбитража. То есть, если в выше рассмотренном случае для того, чтобы выбрать одну метку понадобилось передавать достаточно большой объем данных и совершить несколько итераций, то по-

средством выбора закона расширения спектра появляется возможность сразу выбрать необходимую метку и считать необходимую информацию без передачи серийного номера.

Энергетическая скрытность

Проблема электромагнитной совместимости является очень важной для современных беспроводных информационных систем. То есть подразумевается бесконфликтное сосуществование различных систем в эфире, несмотря на то, что каждая из них принимает не только свой собственный сигнал, но и сигналы соседних систем. Понятно, что полностью исключить взаимные влияния систем друг на друга невозможно в принципе. Широкополосные системы передачи информации же незначительно увеличивают электромагнитную нагрузку на единичную полосу частот, что делает возможным повторное использование одного и того же участка спектра.

С позиции приемной системы любой сигнал, пришедший от сторонней излучающей системы, может трактоваться как узкополосная или широкополосная помеха. А так как широкополосный сигнал очень незначительно увеличивает электромагнитную нагрузку, то эта технология оказывается одним из действенных средств обеспечения электромагнитной совместимости.

6. Исследование пропускной способности канала

С конца 40-х годов технология широкополосных сигналов применялась для секретных операций в военных целях, так как она обеспечивает прекрасную устойчивость к помехам в результате преднамеренного подавления и позволяет скрыть передачу ниже уровня шума. В настоящее время ШПС используется в гражданском секторе в беспроводных системах, таких как CDMA из-за её естественной помехоустойчивости.

Теоретическая пропускная способность любого коммуникационного канала определяется формулой Шеннона:

$$C = W \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right), \quad (2)$$

где C – пропускная способность канала, бит/сек; W – ширина полосы пропускания канала связи; S – мощность сигнала; N – мощность шума.

Это уравнение устанавливает связь между возможностью осуществления безошибочной передачи информации по каналу с заданным соотношением сигнал/шум и полосой частот, отведенной для передачи [2]. Следовательно, изменяя ширину полосы пропускания, передаваемую мощность или и то и другое одновременно, возможно получить увеличение пропускной способности канала.

Одним из главных достоинств ШПС систем является их устойчивость к помехам. Результирующий выигрыш при обработке определяет уровень подавления помех. Выигрыш при обработке есть соотношение ширины пропускания канала к информационной скорости и равен:

$$G_0 = \frac{BW}{R}, \quad (3)$$

где BW – ширина модулирующего сигнала.

Интерференция сигнала тоже воспринимается как шум. Отношение сигнал/шум на входе и выходе связаны следующим уравнением:

$$\left(\frac{S}{N} \right)_0 = G_0 \left(\frac{S}{N} \right)_i \quad (4)$$

Чем выше выигрыш при обработке, тем более скрытно может работать система.

Выводы

1. Технология широкополосной передачи данных может быть использована при разработке систем RFID с активными метками.
2. Все перечисленные выше качества CDMA дают возможность системе RFID использовать преимущества широкополосной технологии, допускающей повторное использование спектра, обладающей высокой информационной скрытностью работы и позволяющей повысить помехоустойчивость и надежность передачи информации, а также решить вопрос электромагнитной совместимости радиотехнических средств различного назначения.
3. Однородность сигнала и полное использование рабочей полосы частот, с увеличением скорости передачи данных, уменьшение мощности, передаваемой от метки, без снижения качества передачи информации, а также невозможность идентифицировать сигнал без знания псевдослучайной последовательности обеспечивает эффективное кодовое разделение большого количества одновременно активных меток.

Литература

1. Хаханов В.И., Филиппенко И.В. Современные системы и проблемы идентификации. Автоматизированные системы управления и приборы автоматики №136, 2006, – 45-50с.
2. Хаханов В.И., Филиппенко И.В. Особенности построения систем радиочастотной идентификации. Восточно-европейский журнал передовых технологий №6/3 (36), 2008, –9-12с.
3. Диксон Р.К. Широкополосные системы. –М.: Связь, 1979. –304с.
4. Gehrig U. RFID Made Easy / EM Microelectronic-Marin SA/ EMAN1099/ Rev/ В CH-2074. Marin, 1999.
5. Global RFID System utilizing SAW Technology / RF SAW Inc./ 2003 Rev/ 1.0// <http://www.rfsaw.com>
6. Friedrich U., Annala A.-L. Palomar – a European answer for passive UHF RFID application / RFID Innovations 2001 conference // <http://vicaragepublictions.co.uk>.
7. Finkenzeller K. RFID Handbook/ Fundamentals and Application in Contactless Smart Card and Identification/ John Wiley & Sons Ltd., 2003.
8. Berg, O., Berg, T., Haavik, S., Hjelmstad, J. and Skaug, R. Spread Spectrum in Mobile Communication, IEE, London, 1998.