

RFID-считыватели стандарта ISO/IEC 15693 фирмы «Ридер»

Юрий ЛАЙКОВ
laikov@reader-systems.ru
Андрей ФАТКУЛЛИН
fatkullin@reader-systems.ru

Во первой части цикла статей мы познакомим вас с историческим аспектом радиочастотной идентификации и расскажем о стандартах RFID для частоты 13,56 МГц.

Введение

Радиочастотная идентификация (Radio Frequency Identification, RFID) — это разновидность автоматической идентификации объектов. К RFID относится целое семейство технологий, использующих связь радиодиапазона. Описание всех видов радиочастотной идентификации можно найти в книге Клауса Финкензеллера, ставшей настольной книгой любого радиоинженера, занятого разработками систем RFID [1]. В разные времена системы RFID осваивали различные рыночные ниши. Сейчас маркетологи считают «убойным приложением» (killer application) торговую и производственную логистику. По сравнению с системой идентификации, основанной на штрих-коде, радиочастотная система имеет ряд следующих преимуществ:

- чтение с большего расстояния;
- возможность размещения метки под стенкой упаковки, прозрачной для электромагнитного излучения;
- возможность одновременного считывания нескольких меток;

- большая устойчивость к внешним воздействиям;
- отсутствие требования прямой видимости;
- высокая скорость и точность идентификации;
- возможность использовать метки в агрессивных средах;
- большой срок эксплуатации меток;
- значительный объем информации в метке;
- метки могут быть перезаписываемыми, их трудно подделать.

Штрих-кодовые товарные метки мало пригодны для идентификации единицы товара. Хотя такие метки могут быть чрезвычайно дешевыми, камнем преткновения становится слишком малый объем хранимой на них информации и невозможность ее перезаписи при движении по цепочке поставки. Один штрих-код соответствует, как правило, целой партии товара: каждую единицу товара метить уникальным штрих-кодом весьма затруднительно.

Технология радиочастотной идентификации годится для автоматической идентификации физических объектов, которые могут быть и животными, и неодушевленными предметами. RFID представляет собой пример технологии, посредством которой физический объект может быть идентифицирован в полуавтоматическом или автоматическом режиме.

Не так давно считыватели RFID диапазона 13,56 МГц стандарта IEC/ISO 15693 поставлялись в Россию только из-за рубежа. Однако в настоящее время ситуация меняется. В первых пилотных проектах «обкатываются» отечественные разработки. Их модельный ряд охватывает большинство областей применения для диапазона частот 13,56 МГц. Настоящая статья посвящена семейству RFID-считывателей компании «Ридер» из Зеленограда.

История RFID

Проведем краткий экскурс по истории развития RFID. Эта технология не нова. В 1937 году Морская исследовательская лаборатория США разработала систему идентификации «свой-чужой», которая позволяла отличить вражеские объекты от своих [12].

Данная система стала основой систем управления движением воздушного транспорта, введенных в конце 50-х годов во всем мире. Тогда применение RFID ограничивалось военными проектами из-за высокой стоимости и громоздкости RFID-оборудования. Например, транспондер (приемопередатчик) на корабле представлял



Рис. 1.

собой солидный шкаф с несколькими десятками ламп внутри.

Во время второй мировой войны технология RFID использовалась авиацией Великобритании в системе опознавания самолетов (рис. 1) [13].

Первой публикацией, где была описана теория и применение RFID, считается работа Гарри Стокмана «Техника связи с помощью отраженной мощности», напечатанную в октябре 1948 года [4].

В 1963-1964 годах Харингтон (R. F. Harrington) написал несколько теоретических работ по вопросам электромагнитной теории, прямо относящихся к технологии RFID: «Измерение поля с помощью активных отражателей» [5] и «Теория нагруженных отражателей» [6]. Роберт Ричардсон продолжил исследования, написав в 1963 году статью «Приборы с удаленной активацией радиоволнами» [7]. Большой вклад внесли работы Отто Риттенбака [8], Вогельмана [9] и Виндинга [10].

Коммерческое использование технологии началось в конце 60-х годов молодыми компаниями Sensormatic, Klono и Checkpoint. Фирмы разрабатывали и производили EAS — оборудование для защиты от краж (EAS — electronic article surveillance, дословно переводится как «система электронного выживания»). Системы такого типа используют 1-битные метки, то есть можно определить только факт наличия или отсутствия метки. Однако уже тогда они были достаточно дешевыми при серийном производстве. EAS является первым массовым применением RFID.

Большие компании тоже стали заниматься технологией RFID: Raytheon разработала систему Raytag в 1973 году, Fairchild соревновалась с Кленшем и Стерзером из RCA при разработке «Системы электронной идентификации» в 1975 году и «Электронного номера для автомобиля» в 1977.

В августе 1973 года сотрудником IBM Чарлзом Валтоном был получен патент № 3752960 на систему RFID индукционного типа. Томас Мейерс и Эшли Лейх из Fairchild разработали «Пассивный кодируемый микроволновой транспондер» в 1978 году.

В 70-х годах были разработаны системы RFID для идентификации животных, автомобилей и промышленной автоматизации. Тогда же администрации Нью-Йорка и Нью-Джерси протестировали первую систему бесконтактной оплаты проезда от группы компаний General Electric, Westinghouse, Philips и Glenayre. Результаты были обнадеживающие, но до широкого применения технологии RFID на транспорте было еще далеко.

В 1980-1990 годах RFID распространились на транспорте (иммобилайзеры и оплата проезда) и в системах доступа. Первая RFID-система для пользования платными дорогами появилась в 1987 году в Норвегии. Texas Instruments выпустила в 1991 году компоненты многофункциональной системы TIRIS — Texas Instruments Registration and Identification System (134,2 кГц) [14].

В 1999 году Санжей Сарма и Дэвид Брок из Масачусетского технологического института при поддержке компании Procter and Gamble создали «Центр автоматической идентификации» (Auto-ID Center). Именно на базе этого центра объединились научно-исследовательские институты в разных концах мира при работе над стандартом для «Интернета вещей». Основная мысль — хранить информацию об объекте не в памяти метки, а в Интернете. Код метки

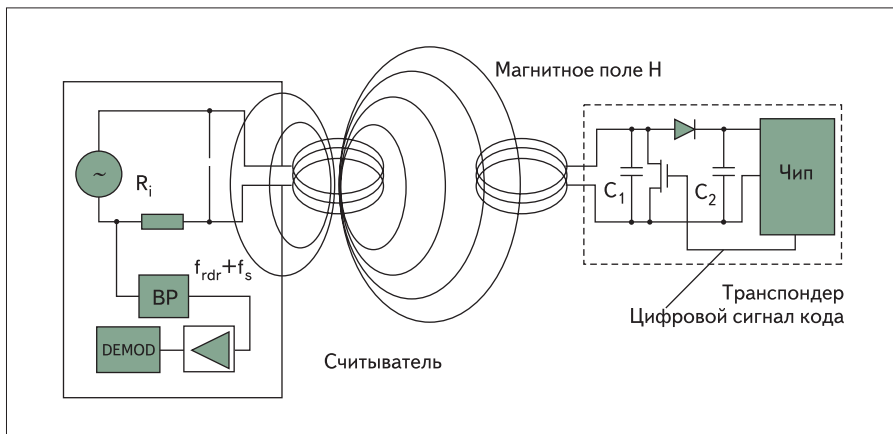


Рис. 2. (pic02.tif) Индуктивно связанные системы основаны на связи трансформаторного типа между первичной обмоткой считывателя и вторичной метки [1]

(EPC — electronic product code, электронный код продукта) трактовался как ключ в базе данных объектов для записи товарной единицы.

Физические принципы RFID для диапазона 13,56 МГц

RFID-системы работают на разных принципах. Из них основными являются «принцип индуктивной связи» и «принцип связи обратного рассеяния». Здесь мы коснемся только первого принципа, именно он работает в системах RFID на частоте 13,56 МГц (высокочастотный диапазон, ВЧ). Прежде чем приступить к описанию этого типа взаимодействия, рассмотрим концепции ближнего и дальнего полей.

«Ближним полем» называется область, расположенная между антенной считывателя и линией, удаленной от этой антенны не далее одной длины волны излучаемого сигнала. Область, лежащую за этой границей, принято называть «дальним полем». Пассивные RFID-системы, работающие в ВЧ диапазоне, используют для взаимодействия ближнее поле, в то время как дальнее поле применяется в СВЧ RFID-системах.

Индуктивная связь

Транспондер представляет собой устройство, состоящее из микрочипа, соединенного с антенной, и корпуса, в котором эта конструкция реализована. Индуктивно связанные транспондеры практически во всех случаях работают в пассивном режиме. Это означает, что вся энергия, необходимая для работы микрочипа, должна быть обеспечена считывателем. Для этого антенна считывателя наводит высокочастотное электромагнитное поле. Из-за того, что длины волн, соответствующие диапазону используемых частот, в несколько раз превышают расстояние между антенной считывателя и меткой, электромагнитное поле можно рассматривать как слабо меняющееся ближнее магнитное поле.

Небольшая часть излучаемого поля пронизывает витки антенны транспондера, находящейся на некотором удалении от антенны считывателя. За счет индукции на антенне считывателя возникает напряжение, которое выпрямляется и используется в качестве питания микрочипа. Параллельно обмотке антенны подключается емкость, которая в цепи с индуктивностью антенны формирует параллельную резонирующую цепь, частота резонанса которой соответствует частоте передаваемого сигнала. В обмотке

антенны считывателя генерируются сильные токи, которые могут быть использованы для создания поля такой мощности, чтобы удаленный транспондер мог работать. На стороне метки емкость, подключенная параллельно виткам антенны, подстраивается таким образом, чтобы сформировалась резонансная цепь, настроенная на частоту излучения считывателя.

Индуктивно связанные системы основаны на связи трансформаторного типа между первичной обмоткой считывателя и вторичной обмоткой метки (рис. 2). В случае, когда резонирующая метка (то есть когда частота саморезонанса метки соответствует частоте излучения считывателя) находится в пределах переменного магнитного поля антенны считывателя, она забирает часть энергии магнитного поля.

Такое дополнительное потребление энергии может быть зафиксировано при наблюдении падения напряжения на внутреннем сопротивлении антенны считывателя. Включение и выключение нагрузочного сопротивления на антенне метки вызывает изменение напряжения на антенне считывателя и в конечном итоге влияет на амплитуду модуляции напряжения антенны. Если переключение нагрузочного сопротивления управляется потоком данных, эти данные могут быть переданы от транспондера к считывателю. Такой тип передачи данных называется «нагрузочная модуляция» (load modulation).

Для восстановления данных на стороне считывателя, напряжение, измеренное на его антенне, выпрямляется. Таким образом производится демодуляция амплитуды модулированного сигнала.

Диапазоны частот и стандарты

RFID-считыватель излучает электромагнитные волны, поэтому RFID-системы оправданно классифицируются как радиосистемы. При этом функционирование других служб, работающих в радиодиапазоне, ни при каких обстоятельствах не должно быть сорвано либо ослаблено работой RFID-систем. Особенно важно иметь гарантии, что RFID-системы не мешают работе радио и телевидения, мобильной связи (милиция, службы безопасности, промышленность), а также военным, авиационным службам и сотовой телефонии.

Необходимость учитывать работу других служб значительно ограничивает диапазон доступных RFID-систем рабочих частот. По этой причине обычно доступны для использования лишь те

Таблица 1. Диапазоны частот RFID-систем

Диапазон частот	Описание	Допустимые напряженность электромагнитного поля или мощность передачи
< 135 кГц	НЧ, индуктивная связь	72 дБ·мкА/м
6,765–6,795 МГц	СЧ (ISM), индуктивная связь	42 дБ·мкА/м
7,400–8,800 МГц	СЧ, используемые только в EAS	9 дБ·мкА/м
13,553–13,567 МГц	ВЧ (13,56 МГц, ISM), индуктивная связь, широко распространен в системах с бесконтактными смарт-картами (ISO 14443, MIFARE, LEGIC, ...), смарт-метками (ISO 15693, Tag-It, I-Code, ...), а так же в сфере управления объектами (ISO 18000-3)	42 дБ·мкА/м
26,957–27,283 МГц	ВЧ (ISM), индуктивная связь, только для специальных приложений	42 дБ·мкА/м
433 МГц	УВЧ (ISM), обратная связь с рассеянием, редко используется в RFID	10–100 мВт
868–870 МГц	УВЧ (SRD), обратная связь с рассеянием, новая частота, системы находятся на этапе разработки	500 мВт, только в Европе
902–928 МГц	УВЧ (SRD), обратная связь с рассеянием, используется в нескольких системах	4 Вт — широкий спектр, только США/Канада
2,400–2,483 ГГц	СВЧ (ISM), обратная связь с рассеянием, используется в нескольких системах (идентификация транспортных средств — 2,446–2,454 ГГц)	4 Вт — широкий спектр, только США/Канада; 500 мВт, только в Европе
5,725–5,875 ГГц	УВЧ (ISM), обратная связь с рассеянием, редко используется в RFID	4 Вт — США/Канада; 500 мВт — Европа

частоты, которые были специально зарезервированы для использования в сферах науки, промышленности или медицины, а также частоты для устройств малого радиуса действия.

Сегодня большинство систем RFID работает в трех диапазонах:

- низкие частоты (НЧ-125 кГц);
- высокие частоты (ВЧ — 13,56 МГц);
- сверх-высокие частоты (СВЧ — 400–900 МГц и выше).

Данная статья посвящена высокочастотным RFID. Такие системы применяются в логистике, при организации цепи производства, поставки, складирования и реализации продукции, когда отдельные упаковки или контейнеры с товаром оснащаются радиочастотными метками для отслеживания их местонахождения при помощи считывателей с достаточно большими антеннами, расположенных, например, рядом с контейнером, в воротах склада, магазина и пр.

Стандарты, разработанные ETSI (European Telecommunications Standards Institute — Европейский институт по стандартизации телекоммуникаций), служат для предоставления полномочий в сфере национальных коммуникаций на основе создания национальных норм по администрированию радио- и телекоммуникаций. Б

Продолжение следует.

Литература

1. Klaus Finkenzeller. RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification. John Wiley & Sons. 2003. (w ww.rfid-handbook.com)
2. <http://proc.ca/sari/sariff.html>
3. <http://www.freepatentonline.com/4384288.pdf>
4. Harry Stockman. Communication by Means of Reflected Power. Proc. of IRE Institute of Radio Engineers.
5. R. F. Harrington. Field measurements using active scatterers
6. R. F. Harrington. Theory of loaded scatterers
7. Robert Richardson. Remotely activated radio frequency powered devices
8. Otto Rittenback. Communication by radar beams
9. J. H. Vogelmann. Passive data transmission techniques utilizing radar beams
10. J. P. Vinding. Interrogator-responder identification system
11. J. Landt. Shrouds of Time. The history of RFID. http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/resources/shrouds_of_time.pdf
12. <http://www.nrl.navy.mil/content.php?P=FRIENDFOE>
13. <http://proc.ca/sari/sariff.html>
14. <http://rf.atnn.ru/s6/Radio-identifik.htm>

Основные стандарты RFID

Идентификационные карты — бесконтактные карты с интегрированными микросхемами. Стандарты на них включают описание их физических характеристик, габаритных размеров, размещение связных областей, описание электронных сигналов и процедур сброса, а также протоколы передачи данных.

1.1 ISO 10536 (ISO SC17/WG8) — Близко связные карты

Часть 1: Физические характеристики
Часть 2: Габариты и размещение связных областей
Часть 3: Электронные сигналы и процедуры сброса
Часть 4: Ответ на сброс, а так же протоколы передачи (в разработке)

1.2. ISO 14443 (ISO SC17/WG8) — карты ближнего действия

Часть 1: Физические характеристики
Часть 2: Мощность радиочастоты и сигнальный интерфейс
Часть 3: Инициализация и антиколлизия

Часть 4: Протокол передачи

1.3. ISO 15693 (ISO SC17/WG8) — карты среднего радиуса действия

Часть 1: Физические характеристики
Часть 2: Мощность радиосигнала и сигнальный интерфейс
Часть 3: Антиколлизия и протокол передачи
Часть 4: Расширенный набор команд и особенности защиты (в разработке)

1.4. ISO 10373 (SC17/WG1/8) Идентификационные карты — Методы тестирования

Часть 4: близко-связанные карты в соответствии с ISO 10536
Часть 6: Карты ближнего радиуса
Часть 7: Карты средне-ближнего радиуса действия

2. Управление объектами

2.1. ISO 10374 (ISO TC 104) — грузовые контейнеры — автоматическая идентификация

2.2. ISO 15960 (SC31 WG2/4) — RFID для управления объектами; — профили транзакций сообщений

2.3. ISO 15691 (SC31 WG2/4) — RFID для управления объектами; — функциональные команды хост-метки и другие особенности синтаксиса (в разработке)

2.4. ISO 15691 (SC31 WG2/4) — RFID для управления объектами; — синтаксис данных (в разработке)

2.5. ISO 15691 (SC31 WG2/4) — уникальная идентификация радиочастотной метки и регистрирующий орган для управления уникальностью (в разработке)

Часть 1: Система нумерации
Часть 2: Стандарт процедур
Часть 3: Применение уникальной идентификации радио-меток в интегральных схемах

2.6. ISO/IEC TR 18000 (SC31 WG4/SG3) — RFID для управ-

ления объектами; воздушный интерфейс (в разработке)

Часть 1: Общие параметры коммуникаций посредством воздушного интерфейса для глобально принятых частот
Часть 2: Параметры для интерфейса воздушных коммуникаций ниже 135 кГц
Часть 3: Параметры для интерфейса воздушных коммуникаций на 13,56 МГц
Часть 4: Параметры для интерфейса воздушных коммуникаций на 2,45 ГГц
Часть 5: Параметры для интерфейса воздушных коммуникаций на 5,8 ГГц
Часть 6: Параметры для интерфейса воздушных коммуникаций — УВЧ частоты

2.7. ISO 18001 (SC31 WG4) — Информационная технология — RFID для управления объектами — Профили Требований Уровня Приложений

Т а б л и ц а 2. Основные параметры стандарта ISO/IEC 15693

Общие параметры ISO/IEC 15693		Несущая частота: 13.56 МГц, индуктивная связь, напряженность поля — 0,15–7,5 А/м
Прямой канал (от считывателя к метке)	Модуляция: ASK 10%, ASK 100% (карта поддерживает обе глубины модуляции) Битовое кодирование: «1 из 256», «1 из 4» (карта поддерживает оба вида) Скорость передачи: 1.65 кБит/сек, 26.48 кБит/с модифицированный код Миллера	
Обратный канал (от метки к считывателю)	Модуляция: модуляция нагрузки поднесущей. Битовое кодирование: манчестер, поднесущая является ASK (423 кГц) или FSK (423/485 кГц) -модулируемой. Скорость передачи: 6.62 кБит/сек, 26.48 кБит/с (выбирается считывателем)	

3. Идентификация животных

3.1. ISO 11784 (ISO TC 23/WG19) Радиочастотная идентификация животных — структура кода

3.2. ISO 11785 (ISO TC 23/WG19) Радиочастотная идентификация животных — техническая концепция

3.3. ISO 14223 (ISO TC 23/WG19) Радиочастотная идентификация животных — усовершенствованные метки (в разработке)

Часть 1: Воздушный интерфейс
Часть 2: Структура кода и команд

4. Другие стандарты

4.1. IATA: (ISO 15693) (в разработке)

4.2. UPU: «бесконтактные печати»

4.3. prENV 27819 «автоматическая идентификация подвижного состава или фрахта» (в разработке)

4.4. ISO 69873 Werkzeuge und Spannzeuge mit Datenträgern — MaBe fur Datentraget und deren Einbauraum (в разработке)

4.5. ANSI MH 10.8.4 (ISO TC 122) — радиочастотные метки для погрузок единиц и транспортировки упаковок (проект TAG, США) (в разработке)

4.6. ANSI MH 10/SC 8 (TC 122) — радиочастотные метки в приложениях цепи поставок, приемки и управления товарных складов (в разработке)

5. Регламент радиосвязи

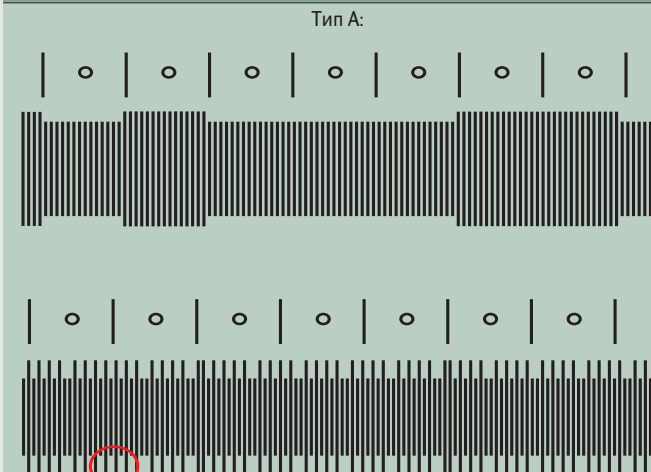
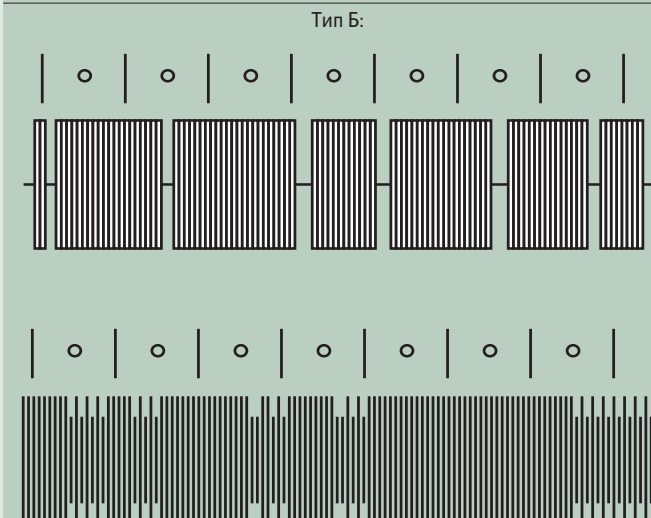
5.1. СЕРТ

- * СЕРТ/ERC 70-03 Рекомендация 70-03, относительно использования устройств малого радиуса действия (SRD)
- * СЕРТ Т/Р 60-01 Маломощное оборудование радиосвязи для обнаружения перемещения и тревоги (EAS)
- * СЕРТ Т/Р 22-04 Гармонизация полос частот для систем информатизации дорожного транспорта (RTI)

5.2. ETS (в разработке)

- * EN 300 330 ERM: Устройства ближнего радиуса действия (SRD) радиооборудование для диапазона частот 9кГц — 25 МГц, а так же системы на индуктивной петле в диапазонах частот 9 кГц — 30 МГц
- Часть 1: Технические характеристики и методы тестирования
- Часть 2: Гармоничный EN по статье 3.2 директивы R&TTE
- EN 300 220 ERM: Устройства ближнего радиуса действия (SRD) радиооборудование для диапазона частот 25 МГц — 1 ГГц с мощностью вплоть до 500 мВт
- Часть 1: Технические характеристики и методы тестирования
- Часть 2: Дополнительные параметры, не предназначенные для соответствия
- Часть 3: Гармоничный EN удовлетворяющий существенным требованиям статьи 3.2 директивы R&TTE
- * EN 300 440: Радиооборудование и системы (RES); SRD; 1 ГГц — 25 ГГц
- * EN 301 489 ERM: стандарт Электромагнитной совместимости (EMC) для радио-оборудования и служб
- Часть 1: Общие технические требования
- Часть 2: Специфические требования для устройств малого радиуса действия (SRD), работающих в диапазоне частот от 9 кГц до 25 Гц

Т а б л и ц а 3. Основные параметры стандарта ISO/IEC 14443

Общие параметры стандарта ISO/IEC 14443		Несущая частота 13,56 МГц, индуктивная связь, напряженность поля — 1,5–7,5 А/м
Тип А:		
	Прямой канал: ASK 100%, модифицированный код Миллера, 106 кбит/с. Обратный канал: модуляция нагрузки на 847 кГц. Поднесущая ASK-модулированная, манчестерский код, 106 кбит/с. Антиколлизия: обход двоичного дерева	
Тип Б:		
	Прямой канал: ASK 10%, код NRZ, 106 кБит/сек. Обратный канал: модуляция нагрузки на 847 кГц. Поднесущая BPSK(bi-phase shift keying)-модулированная, код NRZ, 106 кБит/с. Антиколлизия: слотовый Aloha	