

АНТЕННО-ФИДЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА СВЧ, КВЧ И ОПТИЧЕСКИХ ДИАПАЗОНОВ ВОЛН

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОПОЛОСКОВОЙ АНТЕННЫ ДЛЯ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Елизаров А.А., Касторская А.С., Кухаренко А.С.

Московский государственный институт электроники и математики
(технический университет)

Современный этап развития телекоммуникаций и средств связи требует решения проблемы преобразования физической информации в виртуальную. Для её решения широко используется технология радиочастотной идентификации (в англоязычной литературе используется аббревиатура RFID – Radio Frequency Identification). При этом информация в физической форме получается за счет бесконтактного считывания данных, которые записаны в транспондерах или метках, прикрепленных к живым или неживым объектам [1].

Системы RFID позволяют считывать информацию, находящуюся вне пределов видимости, при этом идентификационный код хранится в метке, состоящей из микрочипа, прикрепленного к антенне. Связь между меткой и считывателем может быть емкостной, при использовании электрического поля, или индуктивной – при использовании магнитного поля. Существует несколько типов резонансных антенн для RFID. Обычно используются фольгированные полуволновые диполи и микрополосковые (патчевые) антенны различных конфигураций [1-3].

Микрополосковые или патчевые антенны являются планарными антеннами, которые наносятся печатным образом на диэлектрическое основание. Они состоят из трех слоев: сверху – проводящая пластина (патч), снизу – проводящее металлическое основание и диэлектрический слой между ними. Пластина, обычно, по размерам порядка нескольких долей длины волны, а основание имеет несколько большие размеры. В качестве диэлектрика используются широко распространенные материалы, применяемые для высокочастотных печатных плат, например, фторопласт, поликор или другие. Диаграмма направленности излучения микрополосковых антенн в основном формируется областью поверхности над основанием. Пластина может иметь различные формы. Обычно используется круглая, эллиптическая или прямоугольная форма. Различные формы пластин используются для того, чтобы обеспечить вариацию различных параметров, включая входной импеданс, эффективность излучения и поляризацию. Подвод энергии к пластине осуществляется тремя способами: при помощи коротких линий передачи, непосредственно электромагнитной связью или апертурным способом. Каждый способ запитки имеет свои особенности, но, как и в случае формы пластины, основными параметрами, на которые влияет запитка, остаются входной импеданс, эффективность излучения и поляризация. Обычно в патчевых антеннах ширина полосы равна единицам процентов. Очевидно, что увеличение толщины диэлектрика расширяет полосу пропускания антенны, а увеличение диэлектрической проницаемости уменьшает ее. Выбор диэлектрика важен не только с точки зрения ширины полосы пропускания, но и влияет на другие характеристики антенны. Так для обеспечения ее хороших эксплуатационных характеристик диэлектрики должны иметь минимальные потери, высокую температурную стабильность и стабильность геометрических размеров, а также малые неоднородности.

На современном этапе развития технологии RFID требуется разработка и создание малогабаритных излучателей и антенн, геометрические размеры которых много меньше излучаемых или принимаемых длин волн. Одним из способов решения указанной задачи является возможность миниатюризации путем использования в микрополосковых RFID антеннах спиральных и меандровых структур [4, 5].

Микрополосковые спиральные антенны, выполненные на базе одиночных или связанных радиальных круговых или прямоугольных резонаторных структур, с арифметической, логарифмической или эллиптической намоткой, обладают осевым излучением с вращающейся круговой или эллиптической поляризацией, которая в дальней зоне излучения вырождается в линейную, что ухудшает кросс-поляризационные свойства таких структур и затрудняет возможности их применения для радиочастотной идентификации в диапазоне 866 – 915 МГц.

Поэтому в конструкции антенны для радиочастотной идентификации предложено использовать отрезок периодической замедляющей структуры в виде меандр- или зигзаг-линии. На рис.1 (а, б) показаны варианты топологии антенны на основе круговой меандр-линии с различной периодичностью структуры. Антенны выполнены на подложках с относительной диэлектрической проницаемостью 5,6 и имеют внешний диаметр 110 мм, внутренний 83 мм, при ширине микрополоскового проводника 4,5 мм.

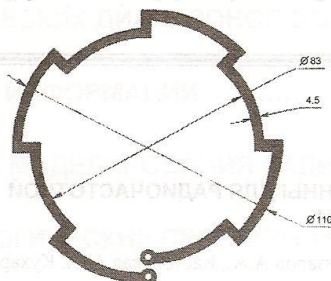


Рис.1а

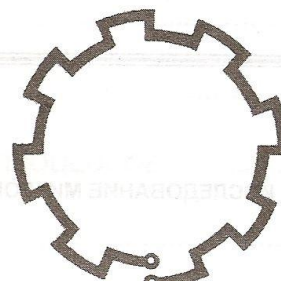


Рис.1б

Экспериментально полученные дисперсионные характеристики для зигзаг-линии показали достаточно равномерное изменение коэффициента замедления в рабочем диапазоне частот антенны от 2 до 4, а для меандр-линии - от 4 до 6. Это позволяет прямо пропорционально величине коэффициента замедления уменьшать геометрические размеры таких структур при сохранении их прежней электрической длины [5]. При этом максимальная длина волны антенны будет определяться её максимальной электрической длиной, а минимальная - точностью изготовления структуры вблизи точки питания.

На рис.2 показана модель антенны в программной среде MMANA-GAL v.1.2.0.20.

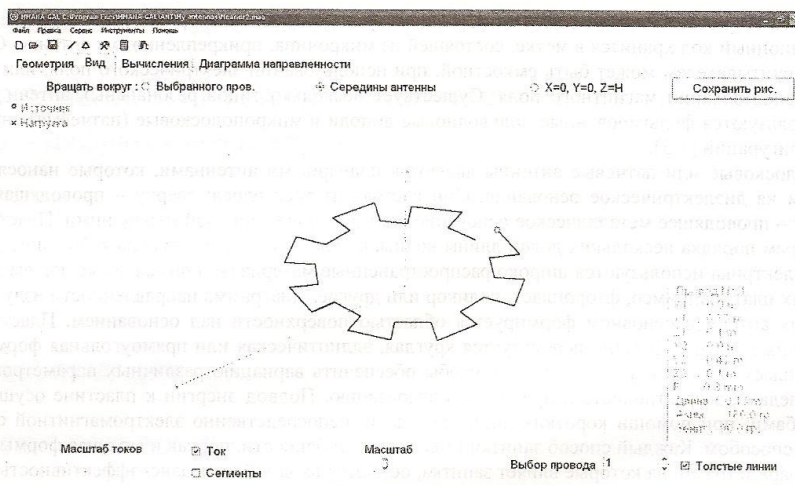


Рис.2

Как известно, при возбуждении периодической структуры возможно два режима работы: в первом - электромагнитная волна сосредотачивается вблизи структуры без излучения, а во втором - наблюдается излучение электромагнитных волн в окружающее пространство. Режим работы периодической структуры определяется соотношением между коэффициентом фазы питающей волны, распространяющейся вдоль структуры, и периодом структуры. При малом периоде по сравнению с длиной волны излучение отсутствует, а при их совпадении происходит интенсивное резонансное излучение. В последнем случае энергия питающей волны в структуре практически полностью преобразуется в энергию излученных электромагнитных волн, а возбуждение структуры за областью излучения резко уменьшается, что не нарушает режим работы антенны. Период структуры у предложенных вариантов антенн является постоянным, что позволяет объяснить отсутствие отсечки тока в периодической системе реализацией режима резонансного излучения.

Анализ диаграмм направленности (рис.3), рассчитанных в программе MMANA-GAL v.1.2.0.20 для варианта антенны на основе круговой меандр-линии, подтверждает наличие у данной структуры осевого излучения с круговой поляризацией, ортогонального плоскости подложки.

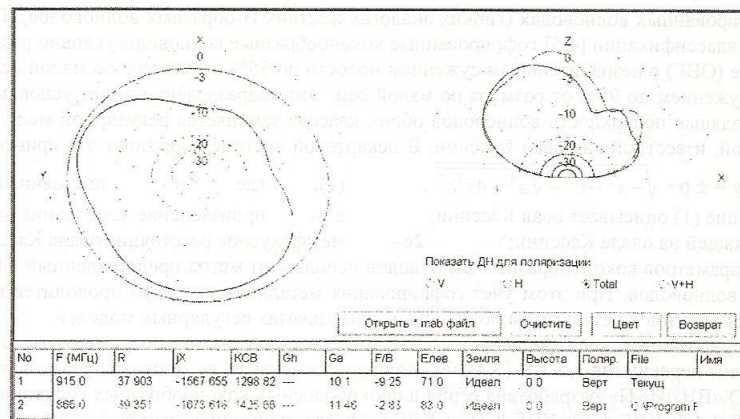


Рис.3

При этом на рабочей частоте антенны 866 МГц достигается наиболее равномерная диаграмма направленности. С увеличением частоты до 915 МГц появляется изрезанность, что объясняется ростом потерь на излучение. Проведенное моделирование аналогичных микрополосковых антенн на базе круговых меандр- и зигзаг-линий с меньшим числом периодов также показало увеличение изрезанности диаграмм направленности, что связано с уменьшением коэффициентов замедления таких структур.

Литература

1. Шарфельд Т. Системы RFID низкой стоимости / пер. с англ. и науч. ред. С.В.Корнеев. М., 2006.
2. Панченко Б.А., Нефедов Е.И. Микрополосковые антенны. М.: Радио и связь, 1986.
3. Электродинамический расчет характеристик полосковых антенн / Б.А.Панченко, С.Т.Князев и др. М.: Радио и связь, 2002.
4. Lee Y. Antenna Circuit Design for RFID Applications // Microchip Technology Inc., USA, 2003, AN710, p.1-50.
5. Елизаров А.А., Пчельников Ю.Н. Радиоволновые элементы технологических приборов и устройств с использованием электродинамических замедляющих систем. М., Радио и связь, 2002.

MICROSTRIP ANTENNA FOR RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION RESEARCH

Physical and design features of antennas for RFID applications are considered. Research of the microstrip antenna on the basis of a circular meander-line by means of software MMANA-GAL v.1.2.0.20 is conducted. It is shown that such antenna possesses axial radiation with circular polarization and overall dimensions, smaller resonant length of a wave range 866-915 MHz.

КОКОНООБРАЗНЫЕ ГОФРИРОВАННЫЕ ВОЛНОВОДЫ

ОАО «ВНИИКП», Москва

Пасько В.А.

В антенно-фидерных устройствах радиорелейной, тропосферной и космической связи для передачи электромагнитной энергии сверхвысоких частот (СВЧ) широко применяются закрытые металлические волноводы. Наиболее известны [1,2] волноводы круглые, прямоугольные и эллиптические, а также волноводы сложных поперечных сечений – П-, Н-, Г-, гантелеобразных, лунарных, треугольных и других сечений, на основе которых могут строиться волноводные линии передачи.

Широкое распространение получили волноводные линии на основе прямоугольных и эллиптических волноводов, которые могут выполняться гофрированными, что обеспечивает их высокие механические свойства и в частности гибкость. Прямоугольные гофрированные волноводы выпускаются в виде секций длиной до 1 м и допускают многократный изгиб и продольную скрутку. Эллиптические гофрированные волноводы (ЭВГ) производятся длиной в десятки метров, допускают многократный изгиб и многократную намотку на барабан. Однако, указанные типы волноводов характеризуются узким рабочим диапазоном частот – имеют малый коэффициент перекрытия (широкополосности), который определяется отношением верхней частоты волны sNE_{11} в одномодовом режиме передачи к нижней. Для эллиптических и прямоугольных волноводов коэффициент перекрытия составляет величину не более 1,4-1,55.

Большие значения коэффициента перекрытия до 1,8-3,0 можно получить [2,3] в широкополосных коко-