

Радиочастотная технология с качающейся радиочастотой.

Технология имеет генератор, который создает зону обнаружения меток. Передатчик посылает "качающийся" сигнал в широком диапазоне частот, как правило от 7.4 до 8.8 МГц. Сигнал передатчика активирует метку, которая имеет схему, состоящую из индуктивности и конденсатора. Когда они соединены в цепь, то способны получать и отдавать энергию, то есть резонировать. Когда цепь, состоящая из индуктивности и конденсатора, помещается в переменное магнитное поле, в катушке индуктивности возникает ток. Если частота переменного магнитного поля совпадает с частотой резонанса индуктивно-емкостной цепи, то ток, который течет в цепи, действует против внешнего магнитного поля. Этот эффект проявляется в виде небольшого падения напряжения на катушке генератора, что ведет к ослаблению напряженности магнитного поля. Это незначительное падение напряжения можно зафиксировать с помощью дополнительного, но необязательного приемника. Падение напряжения зависит от расстояния между катушками генератора и меткой и от добротности (Q) цепи метки. Переменное магнитное поле в зоне обнаружения генерируется рамочными антеннами, которые встраивают в колонны, формирующие ворота. Частота, на которой будет резонировать эта цепь, зависит от индуктивности катушки и емкости конденсатора. Метка "отвечает", излучая сигнал, который улавливается широкополосным приемником, который сканирует широкую полосу частот, обычно около 1.4 МГц. Поскольку приемник сканирует полосу частот, то относительно слабый сигнал от метки улавливается в тот момент, когда частота генератора совпадает с частотой резонанса. Поэтому отклонения в частоте резонанса, которая зависит от допусков при производстве метки и присутствия посторонних металлических предметов, не играют значимой роли, так как сканируется полоса частот. В ранних версиях использовалась медная изолированная проволока, припаянная к конденсатору в пластиковом корпусе в виде жесткой бирки. В современных системах используется тонкая проволока внутри фольги в виде этикетки-наклейки. Поскольку метка не удаляется физически с товара, то она должна быть деактивирована. Специальное устройство, деактиватор, создает достаточно сильное магнитное поле, которое пробивает конденсатор метки, специально имеющий определенные дефекты, облегчающие этот процесс. Пробой конденсатора необратим и не позволяет метке резонировать на частотах от 7.4 до 8.8 МГц. На достаточно низкий коэффициент обнаружения меток значительно влияет материал, используемый в товарах. В первую очередь, это металлы, из которых изготовлены товары и упаковка, например, консервы и жестяные банки, так как они влияют на резонансную частоту метки и на катушку детектора. Также попадают товары, которые имеют частоту резонанса тоже в полосе частот 7.4-8.8 МГц, что является дополнительной проблемой, с которой приходится сталкиваться производителям и потребителям радиочастотных систем защиты от краж.

Микроволновая технология

Эти системы работают на эффекте возникновения гармоник в компонентах с

нелинейными характеристиками, например такими как в диодах. Гармоника синусоидального напряжения **A** с определенной частотой **fA** будет синусоидальным напряжением **B**, частота которого **fB** кратна частоте **fA**

fA
. То есть гармоники частоты

TA
- это частоты
2fA

,
3fA

,
4fA
и т.д.

N
-я гармоника - это несущая частота (ее также называют первой гармоникой), умноженная на

N
. В принципе, любой симметричный вибратор (диполь) с нелинейными характеристиками генерирует гармоники от первой гармоники. В случае с нелинейным сопротивлением поглощается энергия, поэтому в гармоники конвертируется только небольшая часть энергии первой гармоники. При благоприятных условиях эффективность умножения частоты

f
на **N**
пропорциональна

1/n²
. Впрочем, если для умножения используются нелинейные накопители энергии, то в идеальном случае потери будут отсутствовать. Для этого хорошо подходит варикап - это полупроводниковый диод, в котором используется зависимость емкости

p-n
перехода от обратного напряжения. Количество и энергия гармоник будет зависеть от примесей, используемых при производстве и вольт-фарадной характеристики варикапа. Схема такой метки будет очень проста: варикап соединен с антенной, настроенной на частоту несущей. При частоте несущей 2.45 ГГц длина антенны составляет 6 см. Когда метка попадает в зону действия передатчика, ток, возникающий в метке, генерирует гармоники несущей частоты. Особенно четкие сигналы будут на 2-х и 3-кратной частоте несущей, в зависимости от типа варикапа. Метки такого типа представляют собой жесткие бирки и используются в основном для защиты одежды. Они убираются вручную и используются повторно. При частоте несущей 2.45 ГГц вторая гармоника генерируется на частоте 4.90 ГГц. Система защиты от краж с использованием микроволновой технологии состоит из передатчика, приемника, детектора, управляемого микропроцессором, и тревожной сигнализации. Передатчик генерирует два сигнала. Один из них - это высокочастотный несущий сигнал, второй - низкочастотный. В

Северной Америке высокочастотный сигнал располагается на полосе частот от 902 до 906 МГц отдельными группами по 50 частот, для того чтобы исключить взаимные помехи от расположенных рядом систем. В Европе высокочастотный сигнал располагается на полосе частот от 2402 до 2486 МГц, но каждая система настраивается на индивидуальную частоту, чтобы исключить взаимные помехи. Низкочастотный сигнал может находиться на частоте 111.5 кГц. Поскольку этот сигнал не распространяется на большие дистанции, то это позволяет ограничивать высокочастотное электромагнитное поле до необходимой зоны обнаружения, чтобы сигналы не мешали работе других систем и не вызывали ложных тревог от меток, находящихся за пределами зоны обнаружения. Метка имеет комбинированную антенну для приема и передачи высокочастотного и низкочастотного сигнала. При попадании в зону обнаружения метка смешивает эти сигналы и излучает комбинированный сигнал, в котором модулируется несущая частота и ее гармоники. Комбинированный сигнал улавливается приемником. В детекторе он усиливается и сравнивается с образцом, чтобы установить, что уровень сигнала и частота верны. Если это так, то срабатывает тревожная сигнализация.

Электромагнитная технология

Электромагнитные системы защиты от краж создают сильное низкочастотное электромагнитное поле, как правило, используются частоты от 10 Гц до 20 кГц, между двумя стойками, установленными на выходе. Полярность и напряженность магнитного поля циклично меняются от плюса к минусу и от минуса к плюсу. За половину цикла полярность магнитного поля между двумя стойками меняется на противоположную. Метки содержат мягкие магнитные полоски из аморфных металлов. При изменении полярности магнитного поля домены материала метки, резко изменяют свою ориентацию, то есть два раза за полный цикл. Такое быстрое изменение ориентации доменов метки генерирует сигнал, богатый гармониками основной частоты, и эти гармоники могут быть получены и обнаружены системой. Дальнейшее усовершенствование электромагнитных систем предусматривает наложение дополнительных секций с более высокими частотами на основной сигнал, так как нелинейность кривой гистерезиса материала метки генерирует не только гармоники, но и сигналы на разностных и суммарных частотах. Если, например, основная частота **$f_s = 20$ Гц**

, а дополнительные частоты

$$f_1 = 3.5 \text{ кГц}$$

и

$$f_2 = 5.3 \text{ кГц}$$

, то дополнительные сигналы генерируются на следующих частотах:

$$f_1 + f_2 = 8.80 \text{ кГц}$$

$$f_1 - f_2 = 1.80 \text{ кГц}$$

$$f_s + f_1 = 3.52 \text{ кГц и т.д.}$$

В этом случае система отслеживает не гармоники основной частоты, а суммарные и разностные частоты дополнительных сигналов. Метки выпускаются в форме самоклеящихся полосок, длина которых колеблется от нескольких до 20 сантиметров.

Благодаря низким рабочим частотам электромагнитные системы легко можно использовать для работы с товарами, в которых содержится металл. Недостатком является то, что надежность обнаружения метки зависит от ее ориентации по отношению к магнитному полю. Для деактивации метки покрыты слоем твердого металла-магнетика или частично прикрыты твердыми магнитными пластинками. После покупки метка деактивируется, когда кассир намагничивает постоянным магнитом металлический слой или пластинки. Их остаточное магнитное поле достаточно сильно и не позволяет магнитным полоскам из аморфного металла перемагничиваться в изменяющемся магнитном поле. Метки можно снова активировать размагничиванием, а процесс активации и деактивации можно повторять бесконечное число раз. Благодаря этому, а так-же учитывая малый размер метки, они изначально нашли широкое применение в публичных библиотеках. В настоящее время их используют и в розничной торговле. Кроме того, с помощью этих меток можно не только защищать металлические предметы, но даже обнаруживать метку, находящуюся на товарах в продуктовой тележке. Технология пользуется особой популярностью в Европе.

Акустомагнитная технология

Метки в акустомагнитных системах представляют собой исключительно маленькие пластиковые коробочки высотой около 1 миллиметра, поэтому их трудно обнаружить и удалить с защищенного товара. В этих коробочках находятся две металлические полоски. Первая сделана из твердого магнитного металла и намертво прикреплена к корпусу, вторая изготавливается из аморфного металла, который способен механически вибрировать. Металлы-ферромагнетики имеют свойство при попадании в магнитное поле слегка изменять свои размеры под воздействием напряженности магнитного поля. Этот эффект называется магнитострикцией и связан с изменением расстояния между атомами, при намагничивании. В переменном магнитном поле металлическая полоска с таким свойством будет вибрировать на частоте поля. Амплитуда вибрации будет особенно велика, если частота переменного магнитного поля совпадает с резонансной (акустической) частотой металлической полоски. Этот эффект особенно заметен в аморфных материалах. Резонирующая магнитная полоска тоже создает переменное магнитное поле и продолжает некоторое время резонировать самостоятельно, даже если внешнее магнитное поле исчезает, что и происходит, так как оно пульсирующее. Поэтому импульс метки обнаруживается приемником в промежутках между импульсами генератора магнитного поля. В активированном состоянии метки намагничены - жесткая магнитная металлическая полоска имеет достаточно сильное магнитное поле, то есть является постоянным магнитом. Для деактивации метки эту жесткую металлическую полоску необходимо размагнитить, чтобы она не смогла резонировать на рабочей частоте системы. Размагнитить ее можно только сильным переменным магнитным полем с медленно убывающей напряженностью. Поэтому невозможно использовать обычный постоянный магнит, который с такой же целью может быть принесен в магазин злоумышленником. В настоящее время акустомагнитные системы защиты от краж производятся только американской компанией Sensormatic.

Технология радиочастотной идентификации (RFID)

Основы технологии были заложены еще во времена Второй мировой войны, но вплоть до недавнего времени коммерческое применение этой технологии было нецелесообразным из-за высокой стоимости оборудования. На самом деле технология RFID - это общее название для целого набора различных технологий, которые сильно различаются между собой. Для систем, использующих радиочастотную идентификацию, необходимо не только обнаружить присутствие метки, но и идентифицировать ее. Если метки других систем иногда называют 1-битными транспондерами, так как в зоне обнаружения различаются только два состояния: 0 - активная метка отсутствует и 1 - активная метка присутствует, то метки систем радиочастотной идентификации, напротив, считаются мультибитными транспондерами, так как считыватель не только обнаруживает их присутствие, но и считывает информацию, которая записана в памяти метки (серийный номер изделия, производитель и т.д.), и объем которой может достигать нескольких килобайт. Кроме того, в тех случаях, когда это необходимо, в память метки после считывания может записываться и дополнительная информация специальными устройствами программаторами, иногда совмещенными со считывателями. Область применения технологии радиочастотной идентификации очень широка: контроль доступа, автоматическая оплата за пользование стоянками, дорогами, противоугонные системы и даже животноводство. Перспективным направлением для технологии RFID считается защита банкнот и документов от подделки. Долгое время эта технология была недоступна для электронных систем защиты от краж, так как стоимость меток была слишком высока. Сейчас, когда оптовая цена простых меток RFID упала до ~10руб. за штуку, их уже стали применять и для защиты товаров от краж. Но чтобы эта технология получила большее распространение, необходимы координированные усилия производителей товаров для размещения меток на упаковках в процессе производства, так называемый *source tagging*, оптовых поставщиков и представителей розничной торговли для оборудования складов и магазинов системами радиочастотной идентификации.

Технология с делителем частоты

Работает в длинноволновом диапазоне (100-135.5 кГц). Метки состоят из микрочипа и резонирующей катушки, сделанной из изолированной медной проволоки. Цепь резонирует на частоте системы защиты от краж за счет конденсатора. Такие метки обычно изготавливаются в виде жестких пластиковых бирок, которые снимаются вручную после покупки товара. Микро-чип метки получает энергию от магнитного поля. Частота катушки индуктивности делится пополам и отсылается обратно на антенны системы. Магнитное поле системы пульсирует на более низкой частоте (амплитудная модуляция), чтобы повысить вероятность обнаружения метки. Так же, как и в примере с гармониками, амплитудная или частотная модуляция несущей поддерживается на половинной частоте (субгармоника). Это сделано для того, чтобы отличать сигналы метки от помех. Такая система позволяет практически полностью исключить ложные

срабатывания.