

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Индустријски инжењеринг

Предмет: СИМ системи

Број индекса: 329/2010

Дарко З. Мишулић

**Употреба RFID система у производним
организацијама**

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Миладин Стефановић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да :

Да изврши опис и сврху радио фреквентне идентификације, приказујући принцип рада, предности и мане као и утицај на човека и околину. На примеру приказати примену у логистици, људским ресурсима и транспорту. Објаснити тренутно стање и у којем правцу се даље развија ова технологија. Извршити то кроз утицај система, картица, читача и сл. који све више освајају свет и постају наша неизбежна свакодневица.

Препоручена литература:

- [1] Миладин Стефановић, „*CIM системи*“, Машински факултет у Крагујевцу, 2006.
- [2] Здравко Зарић, „*Примена РФИД технологије у контроли приступа ресурсима*“, Универзитет у Београду, Факултет Организационих наука, Београд 2008
- [3] Authors : Andrea de Panizza, Sven Lindmark and Pawell Rotter, „*RFID : Prospects for Europe item-level tagging and public transportation*“, 2010

Крагујевац, фебруар 2012. год.

ментор:

Проф. др Миладин Стефановић

Резиме рада :

Овај рад је посвећен, пре свега, упознавању са РФИД технологијом, јер је то појам који није у великој мери присутан код нас. Кроз саму историју настанка и развоја до данашњег дана, циљ ми је био да прикажем велики утицај који ова технологија оставља иза себе кроз све ове године, а сигурно ће то чинити и у будућности. У наставку је објашњена архитектура система као и два најважнија елемента, таг и читач. Такође је дат кратак осврт на стандарде у различитим регијама света из ове области. Широк спектар примене је приказан у области трговине, производње, људским ресурсима, транспорту, медицини и многим другим. Затим су објашњене предности али и неки недостаци који ће се вероватно исправити у наредном периоду. Наравно на самом крају објашњено је зашто користити баш ову технологију која је у великом залету, као и њена будућност која је свакако светла.

Кључне речи : РФИД, таг, читач, талас, фреквенција, систем, производ, технологија

Resume :

This work is devoted, primarily, to the introduction with RFID technology, because it is a concept that is not very much present with us. Throughout history of the origin and development to this day, my goal was to show the great impact that this technology leaves behind all these years, and certainly will do so in the future. The following explains the system architecture and the two most important elements, tag and reader. Also it gives a short overview of the standards in different regions of the world in this field. A wide range of implementation is shown in trade, manufacturing, human resources, transportation, medicine, and many others. Then it is explained the advantages and some disadvantages that are likely to be corrected in the future. Of course at the end it is described why to use this technology which is in a large roll, and that its future is certainly bright.

Keywords : RFID, tag, reader, wave, frequency, system, product, technology

Садржај:

1. Увод	7
2. Концепт и архитектура РФИД система	8
2.1 О РФИД-у	8
2.1.1 Историја настанка	9
2.1.2 Развој РФИД технологије	10
2.2 РФИД архитектура	12
2.2.1 Радио таласи (појам)	13
2.2.2 Карактеристике РФИД система	14
2.2.2.1 Одређивање одговарајуће шеме	14
2.2.2.2 Постављање тагова на предмет	14
2.2.2.3 Праћење кретања предмета	14
2.2.3 Компоненте РФИД система	15
2.2.4 Како РФИД систем ради (корац)	16
2.3 Тагови	16
2.3.1 Основне карактеристике тагова	17
2.3.2 Физичке особине	18
2.3.3 Сребрна маска и ситоштампа	19
2.3.4 Извори енергије и типови меморије	19
2.3.5 Комуникација са читачем	20
2.3.5.1 Оперативна фреквенција	20
2.3.5.2 Начини комуникације	21
2.3.5.3 Начини уноса података	22
2.3.5.4 Енкодирање	22
2.3.6 Спајање	22
2.3.6.1 Индуктивно спајање	22
2.3.6.2 Магнетно спајање	23
2.3.6.3 Кондензаторско спајање	23
2.3.7 Складиштење и процесирање информација	24
2.3.8 Програматор РФ транспондера	24
2.4 Читачи	24
2.4.1 Физичке компоненте РФИД читача	25
2.4.1.1 Антенски подсистем	26
2.4.1.2 Контролер	27
2.4.1.3 Мрежни интерфејс	27
2.4.2 Логичке компоненте РФИД читача	27
2.4.3 Врсте РФИД читача	27
2.4.4 Положај читача и антене	28
2.4.4.1 Портали	28
2.4.4.2 Тунели	28
2.4.4.3 Ручни читачи	29
2.4.4.4 Читачи на виљушкарима	29
2.4.4.5 Паметне полице	29
2.4.5 Стандарди	30
3. Примена РФИД у пословним системима	32
3.1 Примена РФИД технологије у трговини	32
3.2 Примена РФИД технологије у процесу монтаже/демонтаже прибора	33
3.2.1 Претходна истраживања	34

3.2.2 РФИД у производњи	34
3.2.3 Поставка РФИД система	35
3.2.4 Резултати	37
3.3 Праћење прехранбених производа коришћењем РФИД технологије	37
3.3.1 Потреба за праћењем прехранбених производа	38
3.3.2 Системи за праћење прехранбених производа коришћењем РФИД технологије	38
3.3.3 Стање у Србији	40
3.4 Примена РФИД система за праћење возила	41
3.5 Примена РФИД у производним и пословним процесима	41
3.5.1 Модели примене у пословним процесима и ланцима снабдевања	42
3.5.2 Модели примене у производњи и праћењу робе	44
4. Карактеристике и правци даљег развоја РФИД система	46
4.1 Предности и мане РФИД технологије	46
4.1.1 Разлози за коришћење	47
4.1.2 Предности у односу на друге технологије	47
4.2 Подручја примене	48
4.3 Правци даљег развоја	51
4.3.1 Разноликост сензора	53
4.3.2 Све више активних тагова	53
4.3.3 Jini	53
4.3.4 Интернет ствари	53
4.3.5 РФИД РСВ	54
4.4 Питања безбедности и приватности	54
4.4.1 Безбедност РФИД система (тагови)	55
4.4.2 Безбедност РФИД система (читачи)	55
4.4.3 Контрола приступа	56
4.4.4 Заштита приватности података	57
4.5. Најчешћа питања	58
5. Закључак	60
6. Листа скраћеница и израза	61
7. Литература	64
8. Корисна литература, адресе и линкови	65

1. Увод

Развојем информационо-комуникационе технике отвориле су се нове могућности које утичу на све сфере живота. Информационо-комуникациона технологија нуди бројна побољшања али носи и одређене опасности.

Доктор Алан Кеј је једном рекао : „Најбољи начин да предвидите будућност је да учествујете у њеном стварању“. Ова изјава чини се тачнијом сада више него икада раније. Данашње време обележено је интензивним научно-технолошким развојем. За велике промене некада су били потребни векови, данас се промене дешавају готово свакодневно. Живот у савременом свету директно је повезан са прихватањем, али и иницирањем промена. Развој савремене рачунарске технологије и информационих система је условио њихову значајну примену у целокупном људском животу, посебно у пословању предузећа. Да би предузеће остварило конкурентску предност, оно не сме да се ослони само на праћење и прихватање промена, већ мора да иде корак испред осталих, увођењем иновација. Одговарајући информациони системи представљају битан чинилац опстајања сложених пословних система. За успех у пословању неопходно је да се правовремено обезбеде квалитетне информације на свим нивоима. Информације имају немерљиву вредност. Једна од технологија које убрзано напредују и омогућавају лакши и бржи приступ информацијама је и РФИД.

РФИД (Radio Frequency IDentification) је технологија која користи радио-таласе за аутоматску идентификацију појединачних производа. Прве варијанте ове технологије су коришћене још током Другог светског рата, а уз њихову помоћ је савезничка противавионска одбрана настојала да разликује своје од непријатељских авиона.

Идентификација путем радио таласа убрзано мења начин на који предузећа прате свој инвентар и имовину. Напори који су учињени већ дају резултата, али софтвер интеграција и обрада података још увек представљају значајан изазов.

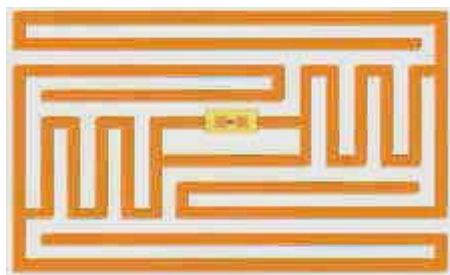
РФИД технологија се доказује и тиме што је користе такви гиганти какви су Wal-Mart и Министарство одбране Сједињених Америчких Држава. Употреба није ограничена само на ланце снабдевања.

2. Концепт и архитектура РФИД система

2.1 О РФИД-у

Према већини извора скраћеница потиче од енглеског назива **Radio Frequency Identification (RFID, у даљем тексту РФИД)** или радио фреквентна идентификација. Ипак у новије време се све чешће ова скраћеница сагледава као **Radio Frequency Identification Devices**, односно уређаји за радијско фреквенцијску идентификацију. РФИД се сврстава у технологије за аутоматску идентификацију (тзв. Auto-ID технологије) у које се убрајају : бар-код, OCR (Optical Character Recognition или технологија оптичког препознавања знакова), чип картице, биометријске технологије (отисци прстију и руке, препознавање гласа и очна идентификација) и РФИД. Аутоматска идентификација је широк појам који се односи на методе прикупљања података и њиховог уношења у рачунарску систем. [1]

РФИД је метод аутоматизоване идентификације који се односи на даљинско смештање и претраживање података коришћењем уређаја који се називају РФИД ознаке или транспондери (аутоматизовани уређаји који примају, појачавају и поново шаљу сигнал на различитим фреквенцијама у радио-фреквентном опсегу). РФИД ознака је омањи објекат који се може окачити или уградити у неки други производ, животињу или особу. РФИД ознаке садрже силиконске чипове и антене које оспособљавају такве уређаје да примају и одговарају у фреквентном опсегу на захтев од РФИД трансивера (уређај који прима и преноси сигнал).



Слика 1. EPC РФИД ознака коју користи Wal-Mart компанија

РФИД системи се граде од неколико компоненти :

- ознака (Слика 1.)
- читачи ознака
- сервери
- LAN мреже и
- апликативни софтвер.

Међу корисницима, технологија је препознатљива по употреби безконтактних паметних картица. Осим у облику картице, РФИД таг (насач чипа) може бити у облику паметне налепнице, привеска за кључеве, наруквице или дугмета и користи се за обележавање и идентификовање разноврсних предмета, животиња и људи. Помоћу РФИД тага врши се праћење имовине предузећа (основних средстава, робе у складишту, робе у продајним објектима и сл.), праћење радног времена запослених, физичка контрола приступа у забрањена подручја, идентификација возила приликом уласка на паркинг или проласка поред наплатне рампе, наплата карата у јавном градском саобраћају, наплата улазница за различите објекте и догађаје (спортске,

културне, забавне), евиденција долазака студената на предавања, евиденција у библиотекама итд. [2]

РФИД технологија је релативно нова технологија која се у ланцима снабдевања углавном примењује за обележавање палета, транспортних кутија, пакета и мањег броја артикала. РФИД систем помоћу радио фреквентних сигнала врши аутоматску идентификацију робе користећи читаче и специјалне РФИД тагове. РФИД тагови или етикете садрже антену и електрично коло у које се могу учитавати и из њих читати подаци који су неупоредиво садржајнији него у сада заступљеној бар-код технологији. Тагови или етикете се лепе или постављају на предмете, палете или кутије које се прате током дистрибуције и не захтевају физички контакт нити морају бити у видном пољу читача, што знатно убрзава транспорт веће количине робе или збирних пошиљака. Процењује се да је глобално РФИД тржиште на крају „пионирске“ фазе увођења, закључно са 2006. годином, вредело 2-3 милијарде долара, и да се у наредних десетак година очекује период широке примене. Наравно ово се не може десити преко ноћи већ постепено.

Закључак је да РФИД технологију не треба посматрати као замену за остале начине идентификације и обележавања већ као комплементарну технологију. Директор Alba технологија, Ђорђе Грубор, напомиње да су прогнозе да ће се РФИД у наредним годинама користити све масовније за обележавање артикала. На питање када се очекује глобална употреба РФИД технологије прогнозе варирају од 5, 10 и више година у зависности од цене тага у односу на цену артикла који обележава. Цене тагова ће се знатно смањивати порастом обима њихове производње, односно примене. РФИД тагови коштају од 10-20 центи (РФИД етикете за обележавање палета), па и до 100 долара колико кошта активни таг који садржи специјални сензор.

РФИД (Радио Фреквентна Идентификација) је технологија брзе аутоматске идентификације, сличне намене као и бар-код технологија, али која за пренос података између читача и јединица робе која се прати користи радио фреквентне сигнале уместо оптичких скенера. РФИД системи могу да прочитају податке са тагова при брзини од најмање 40 тагова у секунди. РФИД тагови или етикете се лепе или постављају на предмете, палете или кутије које се прате током дистрибуције и не захтевају физички контакт нити морају бити у видном пољу читача, што знатно убрзава транспорт веће количине робе или збирних пошиљака. РФИД је веома ефикасна бежична технологија за управљање праћења робе у ланцима снабдевања.

2.1.1 Историја настанка

Историја овог уређаја је слична као и других : последица је војне индустрије. Наиме, 1945. Лав Термен (1896.-1993.) уводи специфичан алат за шпијунажу а за потребе СССР-а, тако да се ретрансмитију ометајући радио таласи заједно са исправном аудио информацијом. Чак иако су ови уређаји били пасивни скривени прислушни уређаји а не идентификационе ознаке, ово се сматра првим познатим уређајем и претком данашње РФИД технологије. Неки други извори тврде да је оваква технологија примењивана још раније, 1920. (доба успона нацизма) а неки други 1960. (доба интензивног „хладног рата“ и почетка летова у космос). Марио Кардуљо је 1973. године патентирао под ознаком U.S. Patent 3,713,148 првог правог претка модерних РФИД ознака – пасивни радио транспондер са меморијом. Прва демонстрација данашњих РФИД рефлективних ознака расипањем сигнала (Backscattering) урађено је

1973. у научној лабораторији Los Alamos у САД. У апликацијама за праћење, РФИД се појавио 1980их година и брзо добио велику пажњу због своје способности да прати покретне објекте. Као префињена технологија, са неслућеним могућностима примене, он се стално развија и спектар могућих употреба ове технологије се стално шири. Следи историјски ток развоја ове технологије, односно кључни моменти у њеном настајању:

1880. година – кључно схватање електромагнетне енергије.

1897. година – Guglielmo Marconi је изумео радио.

1922. година – проналазак радара унапређује размишљања околине о РФИД технологији.

1950. година – најранија РФИД технологија је коришћена у истраживачким лабораторијама.

1958. година – Jack Kilby је изумео интегрисано коло за Texas Instruments.

1960. година – Electronic Article Surveillance (EAS) – електронско праћење производа.

1970. година – јављају се бројни РФИД патенти.

1970. и 1980. година – комерцијална употреба РФИД-а у развоју за праћење животиња и аутоматизацију фабрика.

1987. година – прва комерцијална примена електронске наплате путарине у Норвешкој.

1989. година – електронска наплата путарине (ауто-пут) на северу Даласа (САД).

1990. година – E-Z Pass утире пут за креирање нових апликација и стандарда за интероперативност.

1990. година – РФИД апликације и њихова примена доживљавају процват.

1990. година – амерички железнички вагони су опремљени са РФИД технологијом.

Касне 1990-е – UHF тагови стварају нове могућности у ланцима снабдевања.

2000. година – Wall-Mart и други већи продавци налажу коришћење РФИД-а својим добављачима.

2003. година – РФИД технологија се користи од стране министарства одбране Сједињених Америчких Држава у различитим операцијама (Ирак). [3]

Претпоставља се да је први истраживачки рад који је објављен дело Хари Стокман-а (Harry Stockmann) који је тај рад објавио 1948. године под насловом “*Комуникација као одраз моћи*”. Стокман је већ тада предвидео да до широке примене RFID плочица предстоји дуг и мукотрпан рад на истраживању и развоју на пољу радио фреквенционих комуникација. И као што смо видели било је потребно више од 30 година да би RFID плочице заживеле у пракси. Од 1999-2005 године више од 100 великих компанија је прихватило РФИД технологију. Светско тржиште је у 2004. години износило око 1,49 милијарди америчких долара. Ту су укључени РФИД читачи (20%), активни тагови (14%), пасивни тагови (29%), интегрисана кола (10%), софтвер (9%) и РФИД сервиси (19%).

2.1.2 Развој РФИД технологије

Проблем који се данас настоји решити увођењем нове технологије је како пратити јединствени производ од његовог настанка до крајњег потрошача. Стандардни бар-код идентификује само произвођача и производ, али не и јединствени артикал. Бар-код на омоту чоколаде је исти на сваком омоту исте врсте чоколаде, па је немогуће путем самог бар кода издвојити тачно одређени производ. РФИД транспондер, напротив, носи идентификатор — серијски број јединствен само за тај специфични производ.

Апликације где је потребна сигурна и јединствена идентификација те дуготрајност и изузетна отпорност идентификатора на разне специфичне утицаје околине, а није

потребна директна видљивост, идеалне су за примену РФИД технологије. У већини окружења, РФИД постиже 99.5% до 100% читања у првом скенирању. Такође РФИД је без покретних делова или оптичких компоненти, одржавање је далеко једноставније. РФИД, његова примена и стандардизација су још увек у почетној фази. За сада РФИД не мора у потпуности заменити постојећи систем идентификације и праћења базиран на бар-коду, али га може успешно надопуњавати.

Неколико различитих категорија система претпоставља различиту опрему:

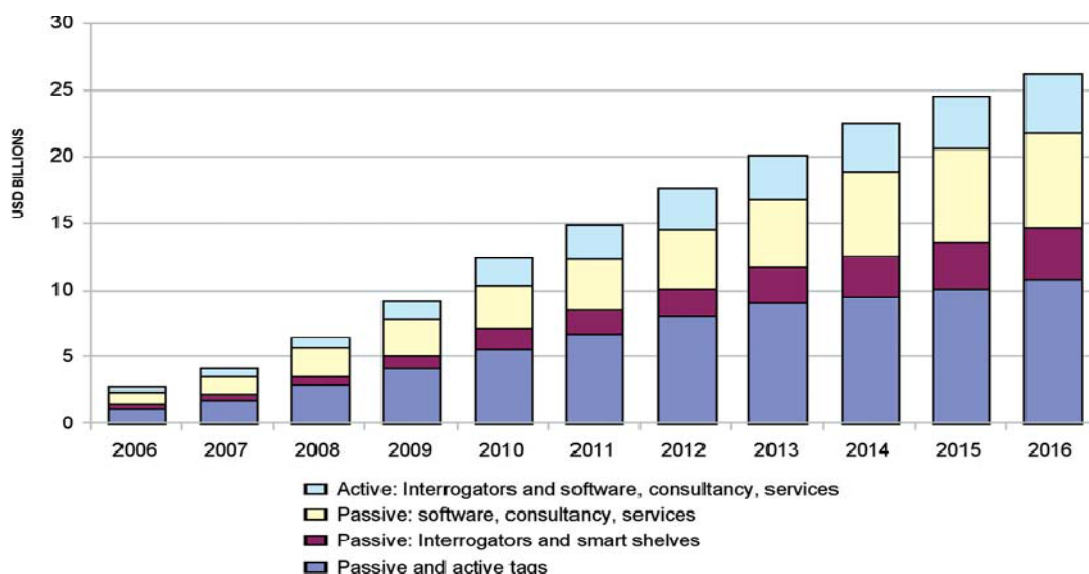
-EAS (Electronic Article Surveillance) - систем за електронско праћење артикала коме је потребан транспондер са само једним битом меморије. То је довољно за детекцију присутности производа. Овакви се системи сусрећу у трговинама где је сваки артикал означен, а читач-антена смештен је на излазу.

-Систем мобилног прикупљања података - систем претпоставља коришћење ручних преносних терминала с интегрисаним РФИД читачем, а према потреби и читачем бар-кода. Дobar пример је преносни ласерски терминал за прикупљање података, с интегрисаним читачима за обе технологије. Такав уређај омогућује и уписивање нових података у апликацији где се користе читај/пиши транспондери, а може имати велику меморију за чување прикупљених података.

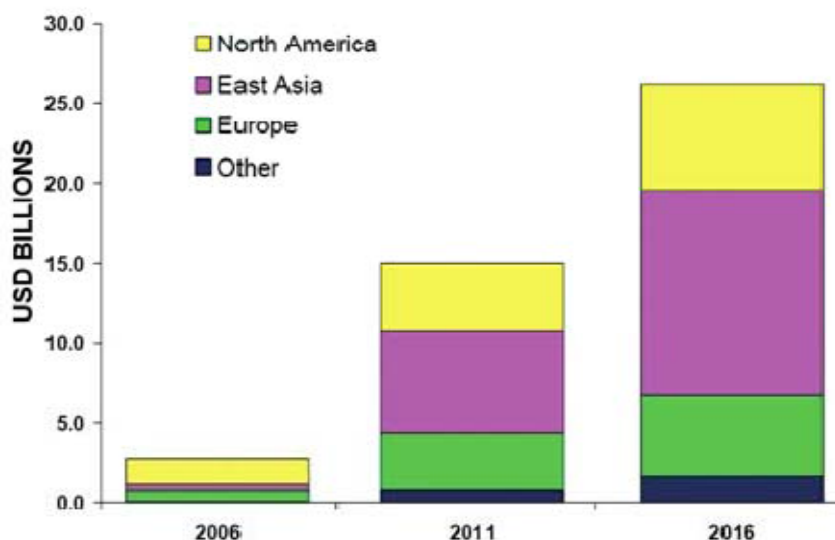
Мрежни систем се обично састоји од фиксних читача, смештених тако да могу читати информације с транспондера који поред њих пролазе. Ти транспондери могу бити учвршћени на неки објекат, производ или на одећу особља неке установе, зависно од примене. Читачи су спојени путем мреже на систем управљања информацијама и омогућавају контролу у реалном времену.

У систему за позиционирање транспондери се користе за аутоматско лоцирање и навигацију за вођена возила. Читачи су смештени на возила и повезани с рачунаром, а транспондери (опремљени информацијом о локацији) причвршћени су дуж пута којим се возила морају кретати.

Различита истраживања показују да ће се у наредним годинама ова технологија користити још интензивније, и да ће наћи примену и у другим областима у којима тренутно није заступљена (Слика 2.). Стручњаци сматрају да ће укупна потрошња на РФИД системе (Слика 3.) до 2016 бити десетоструко већа, али и да ће Северна Америка почети да губи примат који има, и да ће је постепено престићи Источна Азија. И то пре свега Кина и Јапан који имају и најаче економије и најбоље услове за остваривање таквих дугорочних циљева. Европа ће и даље бити у заостатку, али ће бележити раст из године у годину.



Слика 2. Предвиђање пораста целокупног РФИД тржишта [8]



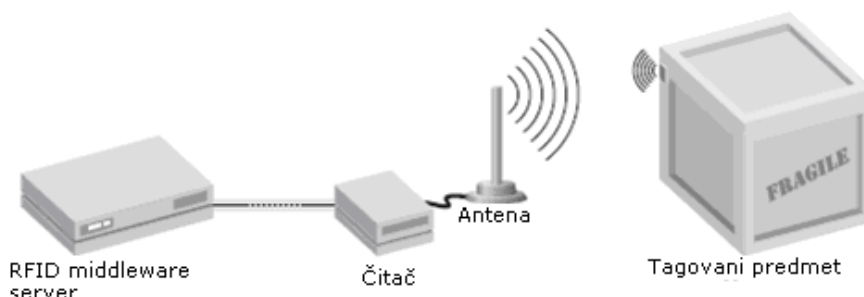
Слика 3. Укупна потрошња на РФИД системе по континентима [8]

2.2 РФИД архитектура [4]

Најпростије речено, РФИД је технологија која омогућава малом радио уређају закаченом за одређени предмет да носи идентитет тог предмета. У преводу значи идентификација помоћу радио таласа. РФИД представља било који систем идентификације у ком електрични уређај користи радио таласе или промене магнетног поља за комуникацију.

Две најважније компоненте РФИД система (Слика 4.) су : таг (који је идентификациони уређај прикачен на уређај који желимо да пратимо) и читач (уређај који препознаје присуство РФИД тагова и чита информације сачуване на њему).

Читач потом може да информисе неки други систем о присуству тагованог предмета. Систем, са којим читач обично комуницира, покреће софтвер који се назива РФИД мидлвер (middleware). Следећа слика приказује како се ови делови међусобно уклапају.



Слика 4. Компоненте РФИД система

Препоруком за коришћење од стране Америчког министарства одбране, Агенције за храну и лекове и неколико приватних мега корпорација дошло је до великог раста интересовања за РФИД. На пример, у намери да подигне ниво ефикасности, Wal-Mart је позвао својих 100 највећих добављача да почну да користе РФИД тагове на палетама које достављају у њихове радње. Овај налог је проузроковао да се компаније, које се налазе у ланцима снабдевања Wal-Mart-а, значајније посвете увођењу РФИД система. Морали су да одлуче које тагове и читаче ће користити, како ће качити тагове на контејнере или производе и како ће тестирати тагове на палетама док излазе кроз врата

и на камионима. Највећи допринос ове технологије није у читању тагова, него у добијању квалитетних информација из прочитаних података. Првих 100 добављача је само почетак у Wal-Mart-овом ланцу снабдевања. И остали добављачи ће почети да постављају тагове на своје палете и кутије, па чак и на појединачне производе.

2.2.1 Радио таласи (појам)

Радио је бежични пренос и детекција комуникационих сигнала електромагнетних таласа чије су фреквенције ниже од фреквенције видљиве свстлости. Радио таласи путују кроз хомогени простор (ваздух или вакуум) праволинијски, у свим правцима. Када се радио таласи усмере ка комуникационом саталиту они се ту хватају, појачавају и емитују назад ка Земљи.

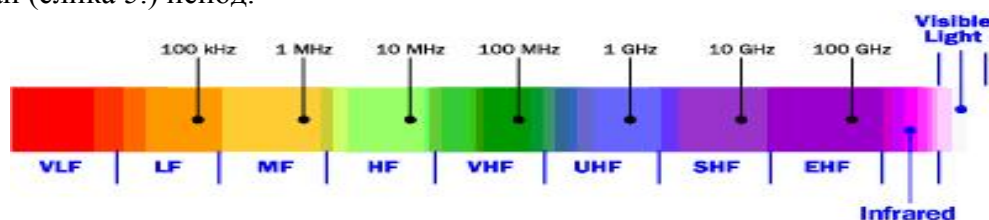
Радио таласи настају у антенама када високофреквентна струја изазива наизманичну промену електричног и магнетног поља у околони антене што представља радио зрачење. Таласна дужина зависи од резонантне фреквенције осцилаторног кола које се налази у излазном степену и које је повезано са антенном. Величина и тип антена утичу на ефикасност зрачења таласа и то тако да је најефикасније зрачење у случају да је величина антене једнака четвртини таласне дужине, већа антена – веће су таласне дужине (мања фреквенција) и обрнуто.

Прост радио талас је синусна таласна појава и као такав не носи многе информације. Информација се преноси систематским мењањем неке особине радио-таласа, као што је амплитуда, фреквенција или фаза. То мењање се зове модулација. Такав електрични сигнал се онда уводи у резонантно коло које је прикључено на емисиону антену, одакле се емитују радио таласи у простор. У зависности која се особина мења постоји:

- Амплитудска модулација,
- Фреквентна модулација и
- Фазна модулација.

Када се електрични проводник нађе у електромагнетном пољу радио таласа, променљиво електромагнетно поље индукује наизменичну струју у проводнику. Ово се може детектовати и трансформисати у звук или други сигнал који носи информацију тако што се прво што већа количина енергије радио таласа ухвати у антени пријемника, уради обрнути процес од модулације (демодулација) и потом се добије електрични сигнал који садржи неку корисну информацију.

Подручје радијског спектра обухвата таласне дужине од милиметар до километар, односно фреквенције од 3 Hz до 300 GHz (1 GHz = 1×10^9 Hz). Опсег фреквенција је приказан (слика 5.) испод.



Слика 5. Опсег фреквенција [8]

Ниске фреквенције се користе за комуникацију са подморницама, подземне комуникације и комуникацију у рудницима. Неки од интересантнијих уређаја раде на следећим фреквенцијама:

- РФИД на фреквенцијама 100-500 KHz (LF), 10-15 MHz (HF), 433-900 MHz и 2,45 GHz (UHF),
- АМ радио пренос на фреквенцијама од 550 kHz до 1700 kHz,
- ФМ радио пренос на фреквенцијама од 88 MHz до 108 MHz,
- Мобилни телефони раде на фреквенцији од 2,4 GHz,

- Бежичне WiFi мреже на фреквенцији од 2,4 GHz.

2.2.2 Карактеристике РФИД система

Као што је раније речено, веома је тешко дефинисати типичну архитектуру РФИД система које ће одговарати свим применама РФИД технологије. Међутим, неке сличности су присутне. РФИД системи морају да обезбеде неке, ако не и све, од следећих карактеристика:

- Могућност да се шифрују РФИД тагови,
- Могућност да се шифровани тагови поставе на предмет,
- Могућност да се прате обележени предмети,
- Могућност да се РФИД информације интегришу у пословне апликације,
- Могућност да се стварају информације које ће бити резмењиване између пословних партнера,
- Могућност да се развијају самостални интелигентни уређаји и системи.

2.2.2.1 Одређивање одговарајуће шеме

Идентификација је чин препознавања идентитета неког предмета или објекта. За РФИД идентитет је string, тј. низ слова и бројева придружених предмету, који омогућава особи или аутоматском систему да препозна тип тог предмета или чак јединствени предмет. Један предмет може имати више идентитета. Тако на пример једна књига има идентитет UDC (Universal Decimal Classification) система. Исто издање у Сједињеним Америчким Државама добија и „US Library of Congress Code“. У Србији такву функцију има COBISS.SR. Такође, свака књига има и International Standard Book Number (ISBN). Конгресна библиотека у САД користи своју идентификацију за одређену књигу, а за њу је ISBN само још један атрибут књиге, баш као што је и наслов. За продавце књига, ISBN је идентитет књиге, и он се чак и штампа на корицама као бар-код.

2.2.2.2 Постављање тагова на предмет

Качење, односно постављање тагова на предмет је процес који захтева време. Ручно постављање тагова се чини као очигледно решење, али је уједно и најнеефикасније. Бар-код приступ обично користи машине за штампу и постављање кодова на производ док су производи још на траци. Приликом доношења одлуке о увођењу аутоматског система за постављање тагова на производ, мора се узети у обзир и релативно велика стопа дефектних РФИД тагова, због њихове осетљивости. Сваки аутоматски или ручни систем постављања тагова мора рачунати и на вероватноћу да неки тагови нису исправни. Тагови морају бити проверени пре него што се поставе, али и поново, пошто се поставе на производ.

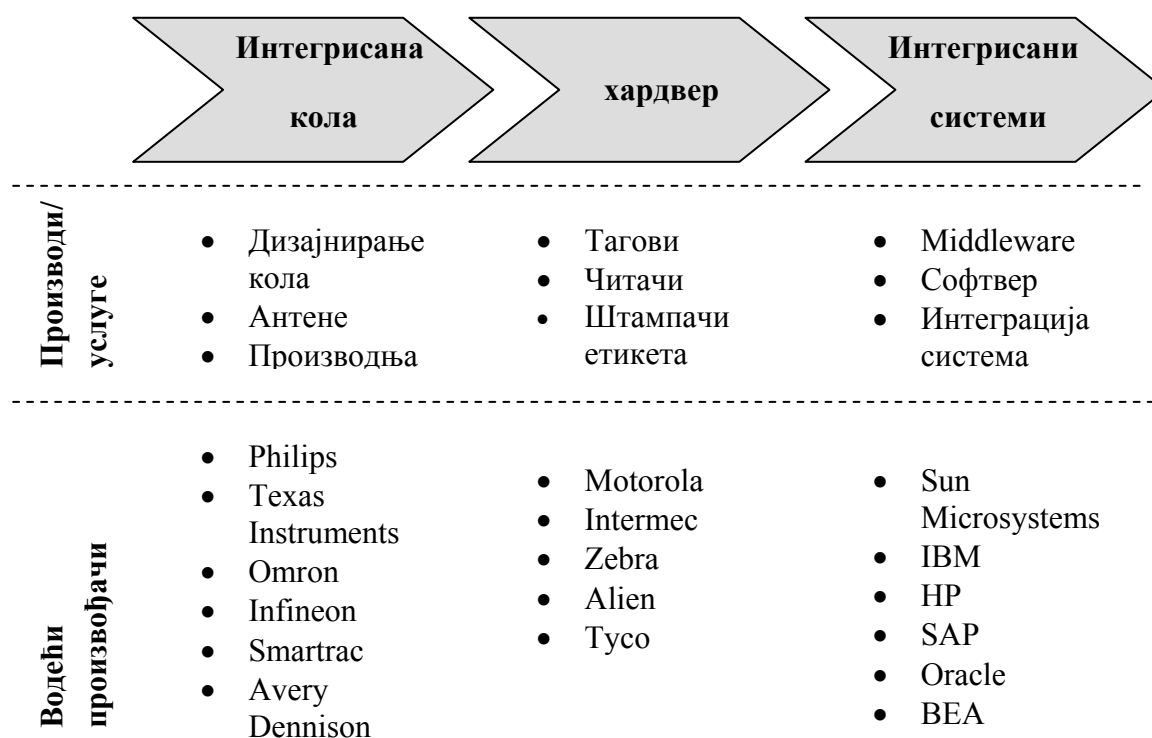
2.2.2.3 Праћење кретања предмета

Постављање тагова на робу која се превози доприноси примаоцу робе тако што он може пратити свој товар од тренутка када је изашао од произвођача до тренутка када стигне на одредиште. Ако је на производ постављен таг раније, на пример, током процеса производње, произвођач може пратити производ кроз цео ланац снабдевања. Може бити од користи да се зна када је и где производ ушао, односно изашао из ланца снабдевања.

2.2.3 Компоненте РФИД система

Осим носилаца информације, РФИД систем захтева и средство којим ће те информације бити прочитане и затим пренете рачунару, тј. информационом систему. Наравно, део система мора бити и начин на који ће се програмирати транспондери ако то није већ учињено у тренутку њихове производње. РФИД читач (терминал за прикупљање информација) користи радио трансмисију за слање енергије транспондеру (РФИД таг) који онда емитује повратну информацију : јединствени идентификациони код или низ података, раније смештених у самом транспондеру. Тако прикупљене податке, као и у случају бар кода, могуће је даље обрађивати. На следећој слици су приказани највећи произвођачи тагова, читача и интегрисаних система, захваљујући којима се РФИД компоненте уклапају у јединствен систем и успешно комуницирају са спољним светом.

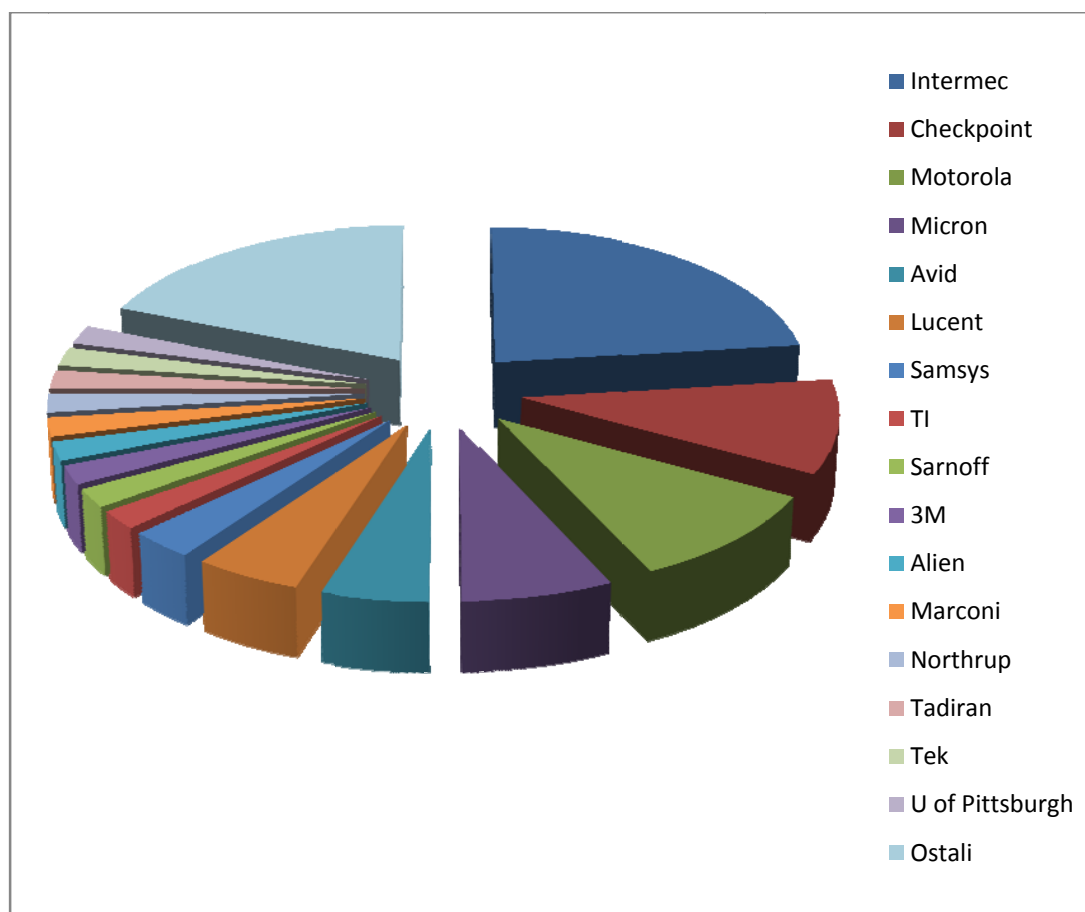
Различите фирме и компаније се баве израдом делова за овакве системе. Од њих су неки врло познати попут Мотороле, а други су анонимни али итекако присутни у производњи одређених елемената. Водећи произвођачи на овом пољу (Слика 6.) су компаније изузетне структуре и спадају међу најбоље у свету.



Слика 6. Водећи произвођачи у РФИД технологији

Као што је већ речено, најважнији делови РФИД система су :

- Таг (транспондер) – Основне компоненте транспондера су микрочип и антена, заливени у кућиште отпорно на утицај околине. Реч транспондер изведена је од термина transmitter/responder, према функцији тог уређаја који на трнсмисију читача одговара (respond) податком.
- Читач – његов задатак је комуникација с транспондерима и пренос података даље обично до рачунара. РФИД читачи се прилично разликују по комплексности, што зависи од типа транспондера са којима ради и од функција које мора да обавља. Другачије се називају transceiver (изведено од transmitter/receiver). Многобројни патенти (Слика 7.) су током година омогућили ово што данас постоји и наставља да се усавршава.



Слика 7. Поседовање патената на глобалном нивоу

2.2.4 Како РФИД систем ради (кораци)

Кораци су следећи :

- Читач генерише електромагнетни талас,
- Антена РФИД тага подешена је да прима ове таласе,
- Пасивни РФИД таг црпи снагу из поља читача и користи је за напајање микрочипа,
- Чип модулише таласе које таг шаље назад ка читачу,
- Антена читача прихвата модулисани сигнал,
- Читач декодира податке и извештај шаље host-у.

2.3 Тагови [4]

Основна сврха РФИД тага је да физички придружи податке о предмету. На сам тај предмет. РФИД таг је носилац података за идентификацију објеката у РФИД систему, прима сигнал од РФИД читача и аутоматски одговара на њега. Најједноставнија варијанта чека на пријем сигнала, и по пријему, шаље унапред припремљен повратни сигнал. Напредније варијанте могу да шаљу различите информације сачуване у меморији, док најнапредније варијанте могу и да врше рачунске операције и верификацију података, као и енкрипцију података ради веће безбедности система. Иако сваки таг не поседује микрочип или уграђен извор енергије, сваки РФИД таг поседује неку врсту калема или антене, који су уграђени у кућиште отпорно на утицаје околине.

Преко слике (Слика 8.) биће објашњено како РФИД таг обавештава читач о својој присутности и идентитету. РФИД читач емитује радио таласе на уобичајеној фреквенцији и интервалу. Сви тагови, који су у домету овог читача, покупиће тај сигнал, јер сваки има у себи уграђену антену која служи за слушање сигнала на одговарајућој фреквенцији. Тагови обично користе енергију добијену од читача да пошаљу повратну информацију, као што је ИД (ID- идентификација) број, назад до читача.



Слика 8. Начин на који таг обавештава читач о свом присуству

Присутне су различите врсте тагова и читача које одговарају различитим апликацијама и окружењима. Одлука о избору одговарајућих алата је од пресудног значаја за успех примењеног решења.

2.3.1 Основне карактеристике тагова

Многе операције са таговима су могуће, али само су две универзалне за сваки од њих. Постављање тагова - за сваки таг мора да постоји начин да се постави (прикачи) на предмет и читање са тага - сваки РФИД таг мора бити оспособљен да на неки начин комуницира преко радио таласа. Већина тагова нуди и неке од следећих карактеристика.

Kill – онеспособљавање

Неки тагови омогућују читачу да им нареди да трајно престану да функционишу. Када таг једном прими „kill code“, више никада неће одговарати читачу.

Уписивање једанпут

Многи тагови су произведени са трајно постављеним подацима на њих. На ове тагове вредност може уписати и крајњи корисник. После тога вредност на тагу не може бити промењена.

Вишеструко уписивање

Неке врсте тагова пружају могућност да се на њих више пута уписују и да се на њима мењају подаци.

Анти – колизија

Када је више тагова у непосредној близини, читач може имати проблема да дефинише где сигнал једног тага престаје, а другог почиње. Анти – колизијом тагови знају како да сачекају свој ред да одговоре читачу.

Безбедност и енкрипција

Неки тагови су у могућности да учествују у енкриптованој комуникацији, а неки одговарају само читачима који „знају“ одговарајућу шифру.

Усаглашавање стандарда

Таг може да се придржава једног или више стандарда, омогућавајући комуникацију само са читачима који подржавају баш тај стандард, или у случају стандардизације физичких особина, таг мора одговарати посебном стандарду паковања.

2.3.2 Физичке особине

Пошто се РФИД тагови (Слика 9.) морају физички поставити на предмете различитих облика, произилази и да сами тагови морају имати најразличитије облике и величине.

Неке најчешће физичке карактеристике различитих тагова укључују :

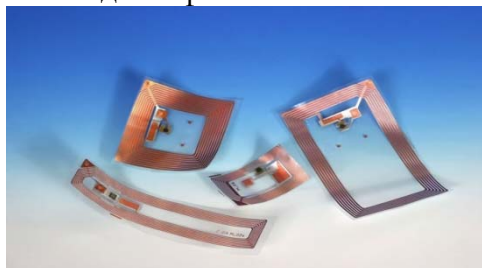
- Пластични дугмићи или дискови, обично са неком рупицом у средини, ради лакшег ношења. Ови тагови су трајни и могу се користити више пута.
- РФИД тагови у облику платних картица се називају безконтактне smart картице.
- Тагови који представљају етикету, називају се паметне етикете. Могу бити постављене аутоматским уређајима, као код бар-код етикета.
- Мали тагови уграђени у одређене предмете као што су сатови или одећа. Могу, такође, бити и у форми кључева или привезака за кључеве.
- Тагови у малим стакленим капсулама, који могу успешно радити чак и у условима корозије и у течном окружењу.

РФИД тагови се могу сместити било где. Једино их је немогуће сместити у течности и металу. Течности апсорбују електромагнетну енергију која је потребна за напајање чипа док је метал рефлектује – одбија као што се светлост одбија од огледала.



Слика 9. Различити облици РФИД тагова

Најбоље је вршити избор одређеног тага на основу паковања, на које се поставља таг. Дугме може да се носи преко неке траке, на пример, око врата, а тагови у облику привеска, заједно са кључевима. Паметне етикете се каче помоћу лепка за амбалажу. Пластичне медицинске боце могу да садрже стаклену капсулу у свом поклопцу или у основи боце, а мање капсуле се убризгавају у вратове животињама, да би их лакше пратили и идентификовали.



Слика 10. Изглед простог РФИД тага



Слика 11. Chipless РФИД

Уобичајено не сарджи више од 2КВ података, то је довољно да се сместе основни подаци о објекту. (Слика 10.)

Chipless РФИД (Слика 11.) чува информацију унутар електромагнетског материјала од којег је сачињен. Капацитет је мањи од 32 бита.

2.3.3 Сребрна маска и ситоштампа [5]

Будући да је антена компонента РФИД транспондера та која омогућује комуникацију између чипа и читача без икаквог контакта, тежило се пронаћи идеалан материјал и техника производње таквих, отпорних антена. За штампање антена се користи алуминијум, бакар, полимерна мастила, раствор од ситних сребрних честица распршених у органском растварачу, итд. Сваким даном се проналазе нови материјали и начини штампања, напреднији и у много чему бољи од досадашњих.

Сребрна антена, штампана на папир, подноси савијања и остала искривљења пуно боље од обичних бакрених антена. Штампа се техником ситоштампе, и то директно на папир, тако да мастило продре у папирна влакна. Тим начином је омогућена већа флексибилност антене. Сушење се врши или врућим зраком, или UV системима сушења.

Данас се ситоштампа сматра једном од најисплативијих техника штампања РФИД антена. Идеална је за производњу јефтиних РФИД транспондера. То је процес у једном кораку, еколошки и прилагођен кориснику. Овај процес не укључује употребу агресивних хемикалија. Друга кључна предност коју нуди антена произведена ситоштампом је да ће произведени уређај бити флексибилнији, стабилнији, поузданији, економичнији, лако употребљив, лако склопив и већих перформанси.. Такве су антене отпорније на већа механичка напрезања (могућност стављања на предмете који имају различите типове површина као нпр. закривљења, оштри углови итд.).

2.3.4 Извори енергије и типови меморије

Једна од могућности за категоризацију тагова је и начин на који добијају енергију за рад. Такође, ово је један од одлучујућих фактора који утичу на цену и животни век тагова. Можемо их поделити на :

- Пасивни тагови (без напајања) – они немају сопствени извор енергије, већ се у потпуности ослањају на читач, као извор енергије за рад. Њих покреће читач, који шаље електромагнетне таласе који индукују електричну струју у антени тага. Долазећи радио фреквентни сигнал на антену изазива индукцију струје довољне снаге да се одговарајуће интегрално коло напаја и омогући пренос података. Ови тагови су најмањи и најјефтинији и као такви највише се користе за обележавање производа. Њихов домет преноса сигнала је најслабији и капацитет меморисања података им је најмањи, а и најосетљивији су на електромагнетне шуме из окружења.
- Полу – пасивни тагови – ови тагови користе мале батерије да би покренули електрично коло чипа, али комуницирају користећи енергију из читача.
- Активни тагови – ови РФИД тагови имају батерије, које се користе да покрену електрично коло микрочипа и за емитовање сигнала читача. Користе се за праћење добара великих вредности која захтевају да се скенирају на великим дистанцама. Њихова цена их чини превише скупим за означавање јефтиних производа. Имају значајно већи капацитет интерне меморије. Обично су величине металног новчића. Просечни животни век трајања једне батерије је 5 година.

Са аспекта типа меморије разликују се read-only, read-write и комбиновани тагови. Read-only (RO) тагови могу само једном бити програмирани, углавном од стране произвођача. Од тренутка програмирања, подаци смештени у меморији тага не могу се више мењати. Предност је лако инкорпорирање у бар-код системе продајних објеката, а мана је ограничена флексибилност у примени. Посебан вид Read-only тагова је Write-Once-Read-Many (WORM) таг. Приликом набавке овакве врсте тага, корисник добија могућност да на њега само једном упише податке. Након тога са тагом се може само комуницирати ради преузимања података. Read-write (RW) тагови поседују меморију која је изменљивог типа. На њих се могу смештати велике количине разноврсних података. Подаци се могу мењати по потреби. Овај тип тагова је веома повољан за примену, и распрострањен је у пословним системима. Комбиновани (RO-RW) тагови садрже read-only (RO) и read-write (RW) тип меморије. У RO меморију смештају се неизменљиви подаци (јединствени идентификатори, серијски бројеви и сл.), а у RW меморију подаци који се по потреби могу мењати.

2.3.5 Комуникација са читачем

Интерфејс који се назива „air interface“ описује начин како таг комуницира са читачем. Позивајући овај интерфејс може се одредити домет тага и идентитет читача који је компатибилан са тагом. Главни атрибути овог интерфејса су тагов извор енергије, оперативна фреквенција, начин комуникације, унос података, шифровање (енкодирање) и упаривање. Потребно је напоменути како је висина зрачења које емитују радио фреквенцијски таласи при функционисању РФИД технологије потпуно занемарљива и без икаквог утицаја на човеково здравље. Та висина је отприлике на нивоу којим зраче радио пријемници који се свакодневно користе у кућама и аутомобилима.

2.3.5.1 Оперативна фреквенција

Оперативна фреквенција је електромагнетна фреквенција коју таг користи да комуницира или да добије енергију. Електромагнетни спектар у простору у којем РФИД обично ради је подељен на ниско-фреквентни (LF), високо-фреквентни (HF), ултра високо-фреквентни (UHF) и микро таласе (табела 1.). Како РФИД системи преносе радио таласе, они се сматрају радио уређајима.

Табела 1. РФИД фреквентни простор

Назив	Фреквентни опсег	ISM фреквенције
LF	30300 kHz	до 135 kHz
HF	330 MHz	6.78 MHz, 13.56 MHz, 27.125 MHz, 40.680 MHz
UHF	300 MHz-3 GHz	433.920 MHz, 869 MHz, 915 MHz
Микроталаси	преко 3 GHz	2.45 GHz, 5.8 GHz, 24.125 GHz

РФИД системи се не смеју мешати са другим, заштићеним апликацијама и корисницима, као што су радио уређаји хитних служби или емитери телевизијских сигнала. У пракси, ово значи да су фреквенције доступне РФИД-у ограничене на оне фреквенције које су остављене по страни као индустријско-научно-медицинске (Industrial Scientific Medical - ISM). Фреквенције ниже од 135kHz нису ISM фреквенције, али у овом простору РФИД системи обично користе моћна магнетна поља и раде преко кратких опсега (Табела 1.), тако да су мешања сигнала мања него она која иначе настају.

Различите фреквенције имају различите особине. Сигнали на нижим фреквенцијама се боље крећу кроз воду, док више фреквенције могу да носе више информација. Табела испод показује опсеге читања за различите фреквенције и како се оне могу користити у различитим апликацијама и ситуацијама (Табела 2.).

Табела 2. Домет пасивних тагова и њихова уобичајена употреба

Фреквенција	Уобичајен максимални домет пасивних тагова	Неке типичне ситуације
LF	50 cm	Идентификација животиња, производи са великим садржајем воде
HF	3 m	Контрола приступа зградама
UHF	9 m	Кутије и палете
Микроталаси	преко 10 m	Идентификација разноврсних возила

Смањење цена UHF тагова проузроковало је раст коришћења ових тагова у односу на HF и LF тагове, који су били више у употреби у прошлости. UHF вероватно неће заменити LF тагове у имплантима или тагове који користе микроталасе у апликацијама у којим комуницирају са удаљеним читачима (преко 10 метара). Регулаторна тела су изабрала различите UHF фреквенције у различитим деловима света. У Европи, Јужној Америци и великом делу Азије UHF РФИД тагови раде на фреквенцијама од 865 MHz до 868 MHz. У Северној Америци се користи опсег од 902 MHz до 928 MHz, а Индија је недавно прихватила опсег од 865 MHz до 867 MHz. Кина још увек није објавила који ће опсег изабрати, али постоје индикације да ће изабрати опсег који одговара глобалним стандардима. Један од могућих стандарда је EPCglobal Gen2 standard. Gen2 тагови раде на фреквенцијама од 860 MHz до 960 MHz.

2.3.5.2 Начини комуникације

Још једна од разлика међу таговима је у томе да постоје они који могу и они који не могу да комуницирају истовремено са читачем. Ова могућност је позната под називом комуникациони мод. Као и код жичаног преноса података, радио фреквентна комуникација може пружити обосмерни пренос података (full-duplex - FDX) или једносмерни (half-duplex - HDX). Код FDX-а таг и чатач могу да комуницирају истовремено, док код HDX-а морају да сачекају свој ред. Таг који се налази на или у производу (кутији, палети, превозном средству), бива озрачен радио таласима које емитује читач и његова антена. Помоћу своје антене, таг примљени сигнал претвара у електричну енергију која му омогућава функционисање. Истовремено шаље према читачу садржај своје меморије (информације о производу). Читач може истовремено прочитати велики број тагова, а број и брзина читавања зависе од могућности читача,

врсти тагова и величини поља деловања читача. Примљене информације читач претвара у дигитални облик и прослеђује их према рачунару. То се врши помоћу одговарајуће мреже (мрежни кабал, access-point) и одговарајућег софтвера и хардвера (рачунарски систем).

2.3.5.3 Начини уноса података

Унос података(keying) описује који атрибути аналогног преноса могу бити обрађени да представе нуле и јединице дигиталне поруке. Три главна начина уноса података су:

Померање амплитуде(ASK)

Начин уноса који шаље податке преко аналогног носача мењајући амплитуде таласа кроз време.

Промене фреквенције(FSK)

Врста уноса код које се промене шаљу кроз фреквенцију таласа (или колико често врх таласа долази сам).

Промене фазе(PSK)

Начин уноса који шаље промене кроз дужину којом талас води или прати одређену тачку у времену.

2.3.5.4 Енкодирање

Енкодирање описује начин на који ће таг и читач интерпретирати промене у аналогном носачу да би представили дигитални податак. То значи да је енкодирање договор између пошиљалаца и примача шта унете промене значе. Морзеоов код, један од начина енкодирања, користи дугачке тонове да представи цртице, а кратке да представи тачке. Ако се цртице замене нулама, а тачке јединицама, Морзеоовим енкодирањем могу се слати информације преко серијске магистрале. Најчешће коришћене шеме енкодирања у РФИД технологији су: двофазно Манчестер енкодирање, енкодирање пулсним интервалом (сличан Морзеоовом коду), пулсно RZ енкодирање, “1 од 256“ и „1 од 4“.

2.3.6 Спајање

Механизам спајања тагова одређује начин на који коло на тагу и коло на читачу утичу на слање и пријем информација или енергије. Тип спајања, који таг користи, директно утиче на опсег читања између тага и читача. Опсези читања могу бити, од блиских (до 1 cm), прко средњих (од 1 cm до 1 m) до удаљенијих (преко 1 m). Кондензаторско и магнетно спајање су примери блиског спајања, индуктивно спајање је пример средњег спајања, а backscatter спајање може бити и средње и удаљено.

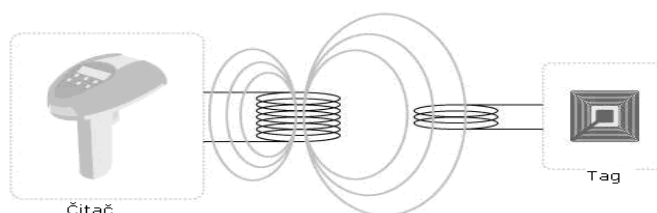
Поред коришћења енергије за рефлектовање назад на читач, антена део енергије користи и за напајање чипа. Чип контролише отпорник између две половине антене.

Отпорник је као ролетна у примеру са огледалом и лампом. Када се две половине антене повежу директно са малим отпором, тада се рефлектује сигнал са високом амплитудом. Када отпорник раздвоји две половине антене, тада се рефлектује сигнал са нижом амплитудом. Укључивањем и искључивањем отпорника из кола, чип ствара сигнал који преноси јединствени ID број сачуван у меморији чипа.

2.3.6.1 Индуктивно спајање

Неке од најчешћих врста тагова последњих година су разне врсте тагова индуктивног спајања (Слика 12.), укључујући ту и тагове који су у складу са ISO 15693 стандардом за smart картице са очитавањем у близини. Читач користи антену од намотаја да снабде овакав таг енергијом и да створи магнетно поље. Поље пролази кроз намотај на тагу

индукцијом, на исти начин на који трансформатор преноси енергију између два намотаја.

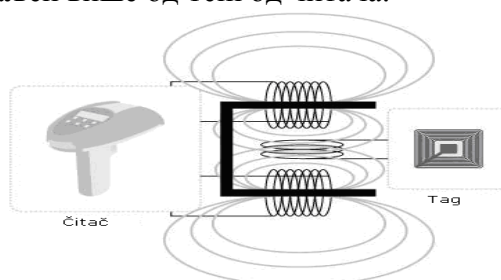


Слика 12. Индуктивно спајање

Из овог разлога се индуктивно спајање назива и трансформационо спајање. Поље пружа просту енергију за снабдевање микрочипа, који може да комуницира са читачем модулацијом готово на исти начин као код рефлектног спајања. Отпорник који је укључен или искључен изазива флукуацију (колебање) у магнетном пољу, што ствара промену волтаже у читачевој антени.

2.3.6.2 Магнетно спајање

Ово спајање (Слика 13.) је врста блиских спајања, које је слично индуктивном по томе што читач и таг формирају пар трансформационих намотаја. Главна разлика је у томе што су намотаји на читачу магнетног спајања округли или у облику слова U, као на слици. Таг не сме бити удаљен више од 1cm од читача.

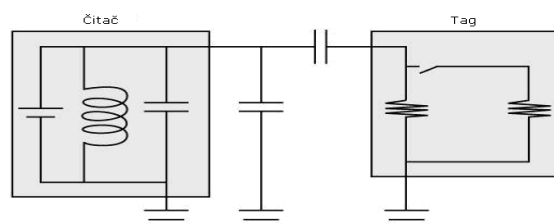


Слика 13. Магнетно спајање користи антене са феритним језгром

Ово спајање може да снабде енергијом сложене чипове. Спајање на малој удаљености обично захтева да таг буде убачен у читач, тако да је то идеално за „smart“ картице. ISO 10536 дефинише стандарде за магнетно спајање „smart“ картица.

2.3.6.3 Коднензаторско спајање

Ово је још један облик блиског спајања (Слика 14.), најбоље ради са таговима који се убацују у читач, као што су, на пример, „smart“ картице. Кондензаторско спајање нема антену, већ је замењује са електродама. И читач и таг имају проводнике који заједно формирају кондензатор када се држе паралелно без додира. Као што слика показује, коло које се формира идентично је колу у којем су таг и читач директно повезани кроз кондензатор. Као и магнетно, и овај тип спајања може лако да снабдева сложене тагове енергијом.



Слика 14. Кондензаторско спајање

2.3.7 Складиштење и процесирање информација

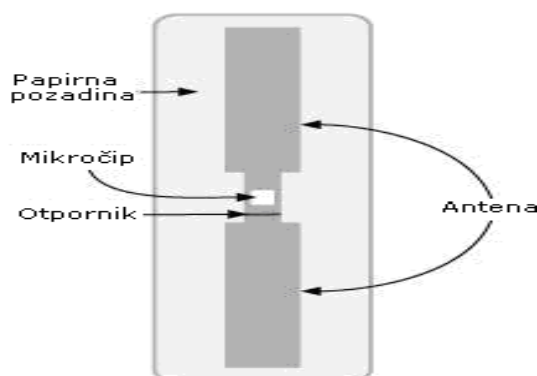
Последња категорија по којој се класификују тагови је управо складиштење и процесирање информација. Најпростији тагови чувају само један бит. Системи базирани на овим таговима могу само препознати присуство или одсуство тага, они не могу препознати идентитет индивидуалног тага. Овакви системи се користе у библиотекама и продавницама да би се спречиле крађе. Неки тагови могу да сачувају килобајте података.

2.3.8 Програматор РФ транспондера [3]

Било да се ради о транспондеру којим може само да се прочита или на који се може и писати и читати, податак мора у транспондер да се унесе бар једном. Уређај који ће да обави тај задатак на мора да буде смештен тамо где ће транспондери да се користе. РФИД принтер (штампач) који чита, пише и штампа „smart“ налепнице ће заједно са штампом графике, текста и бар-кода на површини налепнице, уписати и информацију у транспондер који је саставни део налепнице. Овакви штампачи су развијени за различита поља примене, на пример за контролу основних средстава, идентификацију пацијената и/или узорака у здравству, означавање пртљага, аутоматизацију у производњи, означавање палета или контролу приступа итд. За неке системе практичније је предвидети репрограмирање транспондера на лицу места, нарочито ако се транспондер користи као мобилна интерактивна база података у производном процесу. На слици 15. је приказан РФИД штампач, а на слици 16. шема smart тага који је нашао примену у многим различитим областима.



Слика 15. РФИД штампачи



Слика 16. Савремене „smart“ етикете – врста РФИД тага

2.4 Читачи [4]

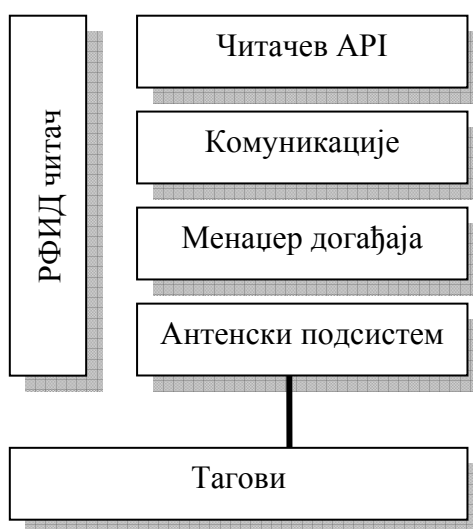
У близини пасивних тагова мора да постоји радио трансмитер да их снабде енергијом и да прими њихов одговор. Чак и активни тагови захтевају присуство неке врсте трансмитера. У РФИД систему, ова врста трансмитера назива се читач. Читач се налази

између тага и филтера догађаја у РФИД систему. Он има улогу да комуницира са тагом, да направи догађај ниског нивоа од прочитаног и да пошаље те догађаје до филтера. РФИД читач представља фиксни или преносни уређај који може да шаље захтеве таговима, да их активира и прикупља сигнале које одашиљу тагови. Наредбе дефинисане одговарајућим софтвером читач прима од рачунара или другог управљачког уређаја. Управљачка јединица која се налази у читачу извршава примљене наредбе. Постоје разне величине и облици РФИД читача(Слика 17.).



Слика 17. Различити модели и облици читача

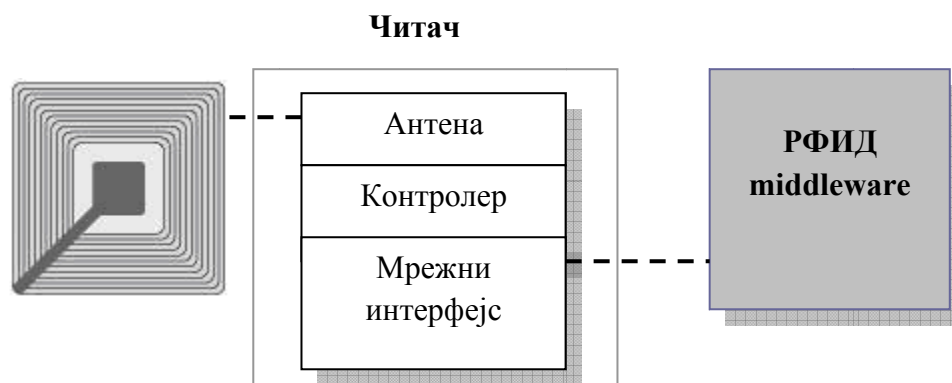
Слика 18. приказује како се читач уклапа између тага и спољног света и илуструје компоненте читача. Читач је систем састављен од 4 подсистема : читачев API, комуникације, менаџер догађаја и антенски подсистем.



Слика 18. Таг, читач и његове логичке компоненте

2.4.1 Физичке компоненте РФИД читача

Како читач комуницира са тагом коришћењем радио таласа, то значи да сваки РФИД читач мора да има једну или више антена. Због тога што мора да комуницира са неким другим уређајем или сервером, то значи да мора да има и неку врсту мрежног интерфејса. Неки читачи и имају уграђену „bluetooth“ или бежичну ethernet комуникацију. На крају, да би се имплементирали комуникациони протоколи, сваки читач мора да има бар микроконтролер или микрокомпјутер. Слика 19. приказује физичке компоненте РФИД читача.



Слика 19. Физичке компоненте РФИД читача

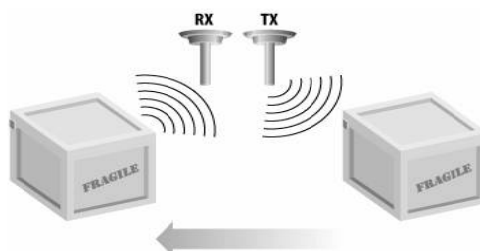
2.4.1.1 Антенски подсистем

Иако су саме антене у основи просте, и даље се константно ради на побољшању пријема, смањењу потребне енергије и прилагођавању за најразличитије потребе (Слика 20.). Антена се користи за појачавање сигнала који одашиље читач ка тагу и сигнала који таг враћа читачу, чиме се и повећава домет читања тага. Док неки читачи имају само једну или две антене упаковане заједно са читачем други могу бити направљени тако да имају више антена на удаљеним локацијама. Главно ограничење код постављања великог броја удаљених антена је губитак сигнала код повезивања читача и антена. Највећи број инсталираних система, управо због тога, задржава најудаљеније антене на око 2 метра од читача, али је теоријски могућа много већа удаљеност.



Слика 20. Пример Моторолине и још неких антенских решења

Неки читачи користе једну антену за слање, а другу за пријем. Код ових система, од значаја је начин на који ће таг бити усмерен у пољу читача. Слика 21. приказује покретну траку са кутијама обележеним таговима које пролазе прво поред антене која шаље сигнал (transmitting antenna - TX), па онда поред антене која прима сигнал (receiving antenna - RX).



Слика 21. Пожељни положај антене која шаље (TX) и антене која прима (RX) сигнал

2.4.1.2 Контролер

Компјутер који контролише рад читача може бити различите комплексности, од простих, који се уграђују у телефоне или PDA уређаје, до комплетних система на којима ради серверски оперативни систем. Контролер је задужен за контролисање читачеве стране протокола, као и за одређивање када прочитана информација представља догађај за слање на мрежу.

2.4.1.3 Мрежни интерфејс

Читање тагова и препознавање догађаја не би било много корисно да се те информације никада не пренесу никоме. Читач комуницира са мрежом и другим уређајима кроз различите интерфејсе. Раније се више користило серијско повезивање, а последњих година све више читача подржава бежични ethernet, bluetooth и ZigBee.

2.4.2 Логичке компоненте РФИД читача

Постоје четири одвојена подсистема која имају различите одговорности за рад читача. Као што је већ наведено, то су читачев API, комуникације, менаџер догађаја и антенски подсистем :

Читачев API

Сваки читач поседује свој API (интерфејс апликационог програма) који дозвољава другим апликацијама да користе садржај са тага, прати стање читача и контролише ниво енергије и време. Његов главни задатак је креирање порука за слање до РФИД middleware-а и парсирање (раздвајање) примљених порука.

Комуникације

Комуникациони подсистем управља детаљима комуникације преко било ког транспортног протокола који се користи да комуницира са middleware-ом. Ова компонента се користи за слање и пријем порука које направи API.

Менаџер догађаја

Ситуација када читач види таг, назива се опсервација. Опсервација која се разликује од претходне назива се догађај. Разликовање и раздвајање ових догађаја назива се филтрирање догађаја. Подсистем за управљање догађајима дефинише које врсте опсервација се прихватају као догађаји, као и који догађаји се смештају у извештаје, а који одмах шаљу спољним апликацијама на мрежи.

Антенски подсистем

Антенски подсистем садржи интерфејсе и логику који омогућују РФИД читачу да постави упит тагу и контролише антену.

2.4.3 Врсте РФИД читача

Као и тагови и читачи се разликују на много начина и не постоји један читач који савршено одговара у свим ситуацијама. Читачи се праве у разним облицима, разним величинама, подржавају различите протоколе и често морају да подржавају одговарајуће захтеве, што значи да један читач може бити прихватљив за употребу у једном региону, а потпуно неупотребљив у другом. Могу се поделити према облику, величини, стандардима, протоколима и регионалним разликама.

Облици и величине

Читачи се производе у величинама од 2cm дужине до оних који су величине стоних рачунара. Могу бити уграђени у мобилне телефоне, а могу бити и прикачени на зидове. Чак се уграђују и на рафове у продавницама.

Стандарди и протоколи

Читачи подржавају исте стандарде и протоколе као и тагови које читају, са тим да неки читачи могу да подрже више протокола. Неки читачи су заштићени и могу да читају само тагове одређених произвођача. Најзначајнији стандарди за читаче укључени су у ISO и EPC стандарде за тагове.

Регионалне разлике

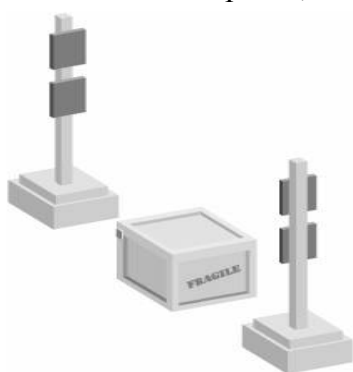
Допустиви ниво електричне енергије, варијације фреквенције и регулаторни захтеви разликују се од регије до регије, чак и када се примењују на исти тип тагова. На пример, EPC UHF читачи читају исте тагове у Сједињеним Америчким Државама на 915 MHz, а у Европи на 869 MHz, зависно од регулаторних ограничења. EPCglobal, ISO и друге организације за стандардизацију раде на томе да се створе заједнички стандарди који ће бити прихватљиви у целом свету, али за сада читачи се морају пажљиво бирати, у складу са локалним законима и ограничењима.

2.4.4 Положај читача и антене

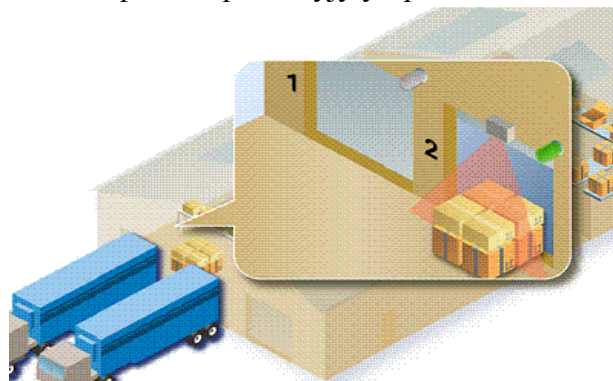
Како се РФИД системи користе у различитим ситуацијама, јасно је да се читачи и антене морају изабрати тако да најбоље одговарају условима у којима раде. Ови читачи се налазе свуда : у аеродромима, лукама, аутопутевима, дистрибуционим центрима, магацинима, продавницама и у кућама. Број различитих варијација је неограничен. Нека од техничких решења су портали, тунели, ручни читачи, читачи на виљушкарима, паметне полице итд.

2.4.4.1 Портали

Реч портал значи улаз или улазна капија, а РФИД портал (Слика 22.) је распоред антена и читача постављених тако да препознају улазак или излазак обележених предмета кроз капију. Овај распоред је уобичајен за складишта у којима предмети улазе и излазе кроз капију. Такође, може се користити приликом кретања предмета кроз секторе у фабрики, где обележени предмет путује кроз врата, на пример, из складишта у радионицу за монтажу. Портали могу бити и мобилни. На слици 22. је приказан изглед једног типичног портала, а на слици 23. како се портали примењују у пракси.



Слика 22. Портал



Слика 23. Примена РФИД портала у пракси

2.4.4.2 Тунели

Тунели су затворени системи, обично изнад покретних трака. Тунел личи на мали портал, са том предношћу што тунел обезбеђује заштиту од радио таласа, тако што омогућава друге таласе да не улазе под тунел и тако ометају рад система. Корисни су код трака за монтажу или паковање, јер систем идентификује фазу кроз коју предмет тренутно пролази. Сlike (Слика 24.) приказују типичне РФИД тунеле и њихову примену.



Слика 24. Модел РФИД тунела и РФИД тунел у пракси

2.4.4.3 Ручни читачи

Ручни читачи са интегрисаним антенама и контролерима омогућају да се скенирање обележених предмета обави и у ситуацијама када је скупо или немогуће преместити их до читача. Употреба ручних читача је слична као код уобичајених бар-код читача. Многи РФИД читачи су направљени тако да могу да читају и бар-кодове. Комуникација се обавља преко бежичног ethernet, RF модема, а раније и преко серијске или USB везе. Неколико ручних РФИД читача је приказано на следећим сликама (Слика 25.).



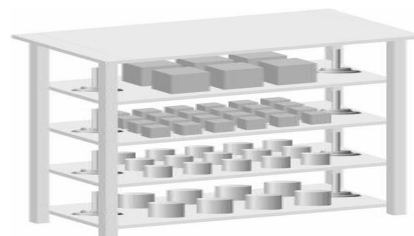
Слика 25. Ручни РФИД читачи различитих облика

2.4.4.4 Читачи на виљушкарима

Виљушкари могу да носе РФИД читач, из истог разлога из којег нека особа носи ручни читач. Произвођачи виљушкара су почели да нуде РФИД читаче као део опционе опреме на њиховим производима, баш као што су то раније радили и са бар-код читачима. Проблем код постављања читача на виљушкар је придржавање законских ограничења, а мора се водити рачуна и да се читач постави тако да не угрожава неког од запослених. Сlike (Слика 26.) приказују неке од начина како РФИД читач може бити монтиран на виљушкар.



Слика 26. Положај антене на виљушкар и конкретан пример антене на виљушкар



Слика 27. Паметна полица

2.4.4.5 Паметне полице

Апликација о којој се много прича а која је веома мало примењена у пракси је „smart shelf“ (паметна полица), (Слика 27.). То је систем полица и контејнера који константно

прате број и стање појединачних предмета који су на њих смештени. То је најсавршенији вид РФИД система, који у случају уклањања или додавања објекта моментално обнавља информације о стању залиха. Примарна сврха овог система је прецизно позиционирање објеката у простору. Најчешће се користи у системима за складиштење. Оне представљају систем у који су уграђене антене тако да препознају стављање и узимање предмета са полица или читавају све предмете са полица на захтев корисника. На овај начин се у реалном времену омогућује праћење артикала на рафовима у продавници. Не само да се може пратити бројно стање на полицама, већ се преко јединственог ID и повезивања са базом могу приказати подаци као што је, на пример, рок трајања.

2.4.5 Стандарди [4]

Развој стандарда за РФИД је веома сложен процес и оно што је до сада постигнуто свакако завређује пажњу. Поред уобичајених изазова на које се наилази код стандардизације нових области и патената, овде је додатан проблем то што различите земље имају различите регулативе по питању коришћења радио спектра. Посебан проблем је представљала Кина, као највећи светски произвођач, јер се њени званичници дуго нису одредили које стандарде ће прихватити, као ни да ли ће их уопште прихватити.

Конвергенција је чин усклађивања и иако је раније главна тема за РФИД стандарде био хаос, чини се да је то сада конвергенција. После много неизвесности, чини се да су се владе разних држава и тела за стандардизацију заједнички ангажовали да створе један заједнички, глобални стандард (Слика 28.).

Генерално, РФИД користи радио таласе у фреквентном опсегу од 30 KHz до 5.8 GHz. За сада не постоје глобални јавни стандарди који покривају који су фреквентни опсези дозвољени за примену РФИД фреквенција. Употреба ових уређаја односно додела фреквенција је за сада покривена са:

- САД: FCC (Federal Communications Commission)
- Канада: DOC (Department of Communication)
- Европа: ERO, CEPT, ETSI уз допунске националне клаузуле
- Јапан: MPHPT
- Кина: прописи Министарства информатичке индустрије
- Аустралија: Australian Communications and Media Authority
- Нови Зеланд: прописи Министарства за развој економије

Без обзира на прописе, без лиценце се може јавно користити РФИД технологија на ниским фреквенцијама (LF: 125 - 134.2 kHz и 140 - 148.5 kHz) и на високим фреквенцијама (HF: 13.56 MHz).

Код ултра кратких таласа (УКТ), је велико шаренило у Северној Америци. Постоје посебни пропусни опсези за потребе здравства и медицинске подршке.

Поред националних стандарда, користе се за РФИД технологију и други стандарди као:

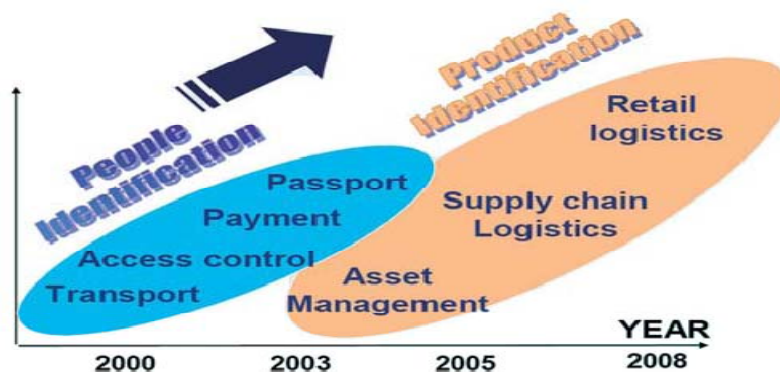
- ISO 11784 / 11785
- ISO 14223/1
- ISO 10536
- ISO 14443
- ISO 15693
- ISO 18000
- EPCglobal

Ова технологија и даље изазива контроверзне реакције а понекад и бојкотовање углавном због потенцијалне злоупотребе угрожавања приватности идентитета. [6]

Ипак упркос свим проблемима и препрекама константно се повећава њена примена и све више је заступљена у свету (Слика 29.), а постепено се уводи и код нас.



Слика 28. РФИД фреквенције и одговарајући стандарди [8]



Слика 29. Убрзан раст РФИД апликација [8]

3. Примена РФИД у пословним системима

3.1 Примена РФИД технологије у трговини

Бар-код као средство означавања се користи већ преко 30 година и показао се као одличан изум који увелико олакшава идентификацију покретних и непокретних објеката. Напретком технологије и појефтинјењем микрокомпоненти РФИД, који је патентиран још пре неких 25 година, добија све већу примену у свим гранама индустрије па тако и у трговини и логистици.

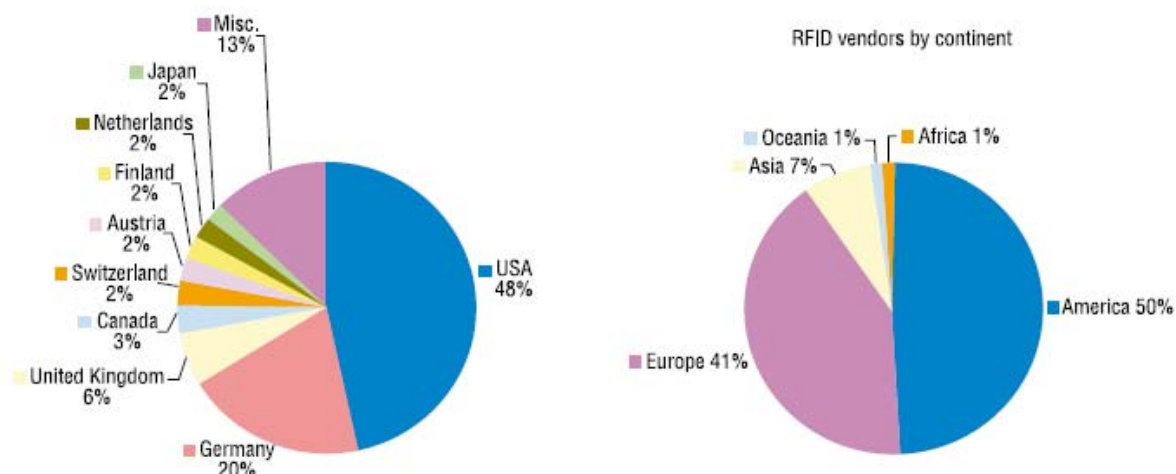
Примена и предности

Прва и основна предност РФИД-а у односу на бар-код је чињеница да није потребно видети РФИД ознаку како бисмо је читали. Ово је велика предност која се може искористити како у логистици тако и у малопродаји, јер је веома лако скенирати све артикле без потребе да се нађе или циља ознака као што је случај са баркодом.

Данас се self-checkout системи све више ослањају на ову технологију, јер без обзира на профил купца веома је лако осигурати да ће сваки од одабраних артикала бити успешно скениран и наплаћен. Овим се повећава ефикасност, смањују гужве и добија на додатној вредности у односу на конкуренцију. Поред линије видљивости, РФИД има још једну велику предност, а то је количина података који се може записати у једну РФИД ознаку. У РФИД ознаку можемо уписати величину, боју, цену артикла, датум производње, серијски број и многе друге битне карактеристике и податке.

Имплементацијом РФИД технологије трговачки ланци би били у стању повећати ефикасност и смањити трошкове у комплетном логистичком ланцу од добављача до купца, јер би се правилном имплементацијом многи процеси аутоматизовали, а број људи који учествују у разним корацима као и могућност грешака смањили. РФИД ознака може се користити и у сигурносне сврхе, на улазима, излазима, како би се спречила крађа робе и алармирало обезбеђење на време. Пријем, праћење и попис робе би били далеко једноставнији и бржи јер би сам процес скенирања робе био далеко бржи и мање подложен људским грешкама. Као пример из праксе можемо навести амерички „Wal-mart“ који је 2005. године од стотину својих највећих добављача захтевао да имплементирају РФИД ознаке на све своје пошиљке. Иако је пројекат био међу првима у свету, након 10 месеци се показало да су радње које су користиле РФИД ознаке имале 21% мање ситуација да немају неку робу на лагеру у односу на радње које нису користиле овај систем. Један од пионира у употреби ове технологије у трговини на нивоу артикла је један од највећих трговинских ланаца у свету „Метро Група“. Такође је започела међу првима са РФИД-ом (2004. године), и то са означавањем палета помоћу тагова. Од 2006. започиње сарадњу са одабраним добављачима који почињу означавати кутије, а данас чак 180 кључних добављача Метроа означава палете и кутије са РФИД таговима. Како би у потпуности искористили логистички потенцијал РФИД-а, Метро група се одлучила и за имплементације у малопродајним и veleпродајним објектима од којих су готово сви велики формати у Немачкој опремљени са РФИД порталима. При томе ни Метро не би био успешан без потпоре својих главних добављача. Али и они траже начине додатног искоришћавања могућности ове технологије, па тако у сарадњи са Metro, Gillette експериментише са РФИД таговима за заштиту од крађе, Kraft Foods покушава пронаћи додатне могућности на подручју истека рока трајања итд. Са својим концептом „Real future store“ и „Metro future store“ они користе РФИД при свакодневним операцијама у једном малопродајном објекту као што су : планирање набавке намирница са кратким роком трајања (свеже месо), попис и продаја робе и слично. Оваква примена РФИД-а има и многе противнике и то пре свега удружења за заштиту приватности која сматрају да овакав начин обележавања робе може нарушити право на приватност купца.

Свакако, даљим технолошким напретком, појефтинјењем производње РФИД ознака, проналаском правог баланса између заштите приватности и боље услуге и ефикасности, имплементација РФИД ознака на нивоу артикла се и даље развија и унапређује и све више трговинских ланаца показује заинтересованост за њу. Усклађивањем кодова између добављача и продавца, праћење робе и ажурирање података у магацинским и логистичким апликацијама би многоструко унапредило читав ланац снабдевања и довело би до далеко мањег броја грешака, несташица робе, лакшег пописа артикала, и помогло би у испуњењу крајњег циља сваког трговинског ланца : Права роба у право време на правом месту у правој количини.[7]



Слика 30. РФИД испоручиоци по земљама и континентима [8]

Да би се остварили сви ови циљеви потребно је да испоручиоци РФИД опреме буду поуздани, тачни и веома ефикасни. Тренутно највећи проценат производње држи САД (Слика 30.), али прате је и европске развијене земље, попут Немачке. Наравно велики удео има и Јапан, као и Велика Британија. Све остале државе су заступљене много мање, али додају врло значајан допринос генералној слици светског тржишта где се свако бори за свој део.

3.2 Примена РФИД технологије у процесу монтаже/демонтаже прибора

Ново, дигитално доба и окружење информационих технологија са собом доноси промене које уз редефиницију пословних стратегија и реинжењеринг пословања утиче на прогресиван развој информационих технологија и увођење информационих технологија у пословање. Савремени производни системи у машинској индустрији карактеришу се високом фреквенцијом промене програма производње, захтевима за сталним побољшањем квалитета производа, смањењем рокова њихове израде, сталном потребом подизања технолошког нивоа производа, смањењем трошкова њихове израде, итд. Променљиви захтеви тржишта, стални развој нових технологија, као и велики број различитости варијанти једног типа производа утичу на потребу сталног унапређивања производа. Да би производе подигли на виши ниво све машинске елементе је потребно оптимално решити по питању функционалности, ергономије, дизајна итд., што све условљава прелазак са статичког на динамички приступ пројектовању. Овакав приступ реално описује променљиву природу процеса који се одвијају у производним, односно монтажним системима и омогућава њихово ефикасније извођење. Ефикасна метода у фази пројектовања подразумева методу која пружа потребан квалитет (макро и микро геометрију, материјал, толеранције,

прегледност и садржајност документације и њен квалитет, технологичност конструкције, односно експлоатациону погодност и економичност) и варијантност конструкционих решења у што краћем времену а у фази технолошког и производног освајања, ниске трошкове, висок степен поузданости и оперативну готовост. Претпоставка за оптималан начин решавања ове проблематике и могућност постизања планираног степена флексибилности још у фази пројектовања монтажних система је усвојени модуларни прилаз процеса развоја, који својим брзим, ефективним и ефикасним пројектантским и производним техникама омогућава значајно смањење времена готовости процеса монтаже.

Прибори представљају уређаје који се користе у различитим процесима, који се одвијају у индустријским системима, од производње до монтаже, односно демонтаже. Обзиром да су они једни од значајних елемената процеса, при аутоматизацији производних система могуће је проблем њиховог пројектовања, монтаже/демонтаже и идентификације реализовати тако да се унапреди комплетан производни процес. Аутоматизација се првенствено огледа у процесу аутоматске идентификације које је могуће реализовати у процесима монтаже и демонтаже.

3.2.1 Претходна истраживања

Прибори се користе за позиционирање и стезање радног предмета у процесу машинске обраде, као и монтаже. Без употребе прибора процес израде захтеване мере и траженог квалитета у потребним толеранцијама је практично немогуће извести. При освајању производних процеса са новим конструкцијама прибора могу се идентификовати две нераздвојне целине: процес пројектовања, са једне стране, и процес монтаже и демонтаже прибора, са друге стране.

За оптимизацију конструкције прибора употребљаване су различите технике : метода коначних елемената, генетски алгоритми, комбинација метода коначних елемената и генетских алгоритама. У пољу пројектовања конструкције прибора се може издвојити неколико праваца истраживања примене вештачке интелигенције : вештачке неуронске мреже, закључивање на основу случајева, експертни системи, итд. Сваки од ових прилаза има своје предности, али и недостатке.

Процес монтаже и демонтаже прибора је у потпуности занемарен. Према објављеним истраживањима удео времена и трошкова монтаже и демонтаже готових конструкција прибора варира од 5-20% у зависности од броја саставних елемената и сложености прибора. Овакав однос процената указује да се посебна пажња мора посветити управо процесу ефикасне монтаже и демонтаже прибора са циљем повећања продуктивности и смањења укупних трошкова производње.

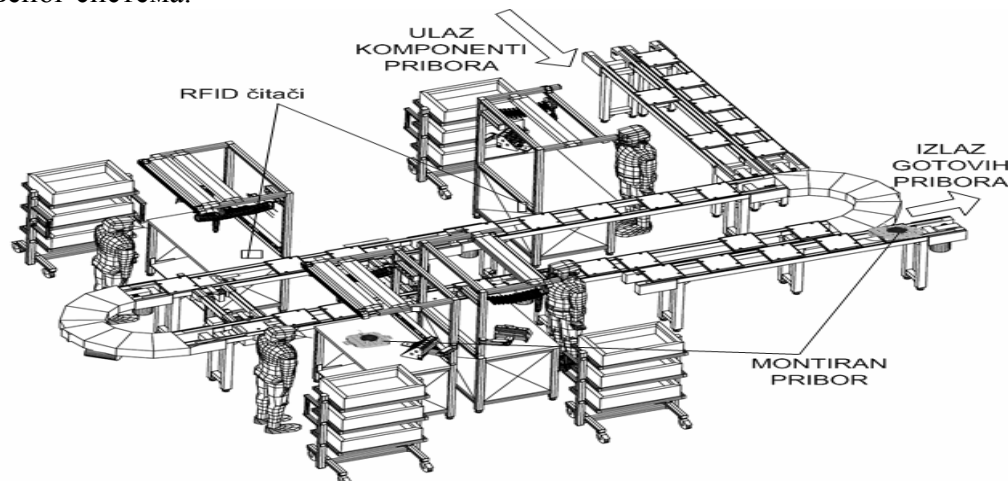
3.2.2 РФИД у производњи

РФИД технологија омогућава предузећима да доделе јединствену ознаку индивидуалним производима или ресурсима, као што су машине, алати и прибори. Поред тога ову технологију могуће је користити и у неиндустријским окружењима. Од тренутка када је производ/прибор произведен, до момента његове експлоатације или демонтаже РФИД технологија омогућава идентификацију у реалном времену у процесу испоруке и складиштења или било којем другом процесу у оквиру предузећа. Употребом радио таласа, подаци се прихватају и преносе бежичним путем од и до производне и пословне активности у реалном времену. Овај јединствени начин означавања је прилагодљив тако да информације о производу/прибору кореспондирају информацијама у бази података компаније или host система. Коришћењем РФИД технологије, производе и опрему укључујући и приборе могуће је пратити уз минималну људску интервенцију. Ова чињеница потенцијално може утицати на

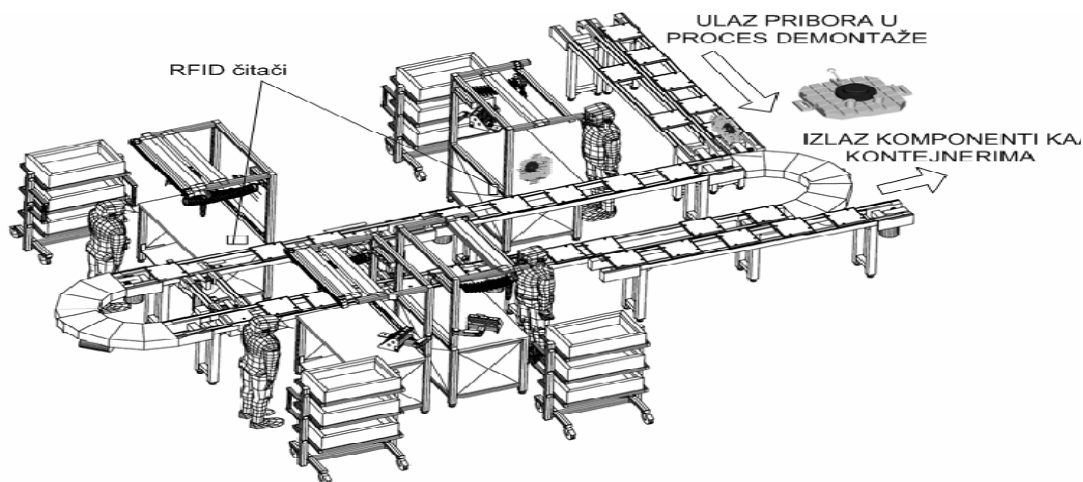
смањење оперативних трошкова и видљивост у комплетном животном циклусу не само производа већ и прибора у реалном времену.

3.2.3 Поставка РФИД система

Пример примене РФИД технологије приказан је на сликама 31. и 32. Дата концепција система може се користити како за процес монтаже, тако и за процес демонтаже прибора у циљу повећања степена флексибилности и степена искоришћења постављеног система.



Слика 31. Примена РФИД у процесу монтаже прибора



Слика 32. Примена РФИД у процесу демонтаже прибора

На истим технолошким системима може се вршити и монтажа и демонтажа прибора, а све у складу са потребама технолошког поступка тренутно пристиглог прибора на одговарајуће радно место. Пример монтаже приказан је на слици 31. и одвија се на следећи начин : покретном траком долазе делови који на себи носе РФИД таг, РФИД таг са UID (Unique IDentifier) јединствениом идентификатором се по доласку на прво радно место ишчитава путем РФИД читача, ишчитани UID се упоређује са UID-ом из базе података, након чега се из базе података повлачи низ инструкција технолошког поступка монтаже у виду визуелне презентације на монитору испред радника. Инструкције су дате секвенцијално и оне се активирају узимањем одговарајуће врсте алата, а по његовом враћању на место активира се следећи захват монтаже. Ако се неки захват извршава без алата, онда се иницирање следеће инструкције врши ручно. По завршеној операцији (низу захвата) предвиђеној за то радно место низ инструкција се завршава. Прибор се потом одлаже на траку, где се сада на некој од следећих радних

места по читавању сигнала са РФИД тага врши идентификација (препознавање) прибора. Ако прибор треба да се обради на том радном месту, укључује се сигнално светло и радник узима прибор са траке. Даље се процес наставља као и на претходној операцији са низом инструкција предвиђених за то радно место и дати прибор. Уколико су сва радна места заузета прибор кружи на траци све до тренутка док се неко од њих не ослободи. РФИД таг све време се налази на базном делу. Тако припремљен прибор одлази покретном траком до низа машина које врше машинску обраду. Поред сваке машине налази се РФИД читач који ишчитава податке са РФИД тага који се налази на базном делу прибора. Упоредивањем података ишчитаних са тага и податка из базе података о пристиглом прибору доноси се одлука да ли је пристигли прибор намењен машини или не. Уколико јесте, укључује се сигнална сијалица, податак о одговарајућој машини уписује се у базу података о прибору и преузима од стране радника након чега се монтира на машину. Уколико није, прибор се шаље даље покретном траком и кружи до тренутка преузимања од стране радника на одговарајућој машини. Након употребе прибора, у РФИД таг се уписује податак о коришћењу прибора и он се шаље покретном траком до система за демонтажу. Уколико је прибор могуће користити и на некој другој машини, без измене елемената прибора (о томе постоји податак у РФИД тагу) прибор се шаље покретном траком до следеће машине, где се поступак идентификације, ишчитавања података и уписа података понавља на исти начин. Пример поступка демонтаже приказан је на слици 32. и одвија се на следећи начин : на радну станицу пристижу прибори са чијих РФИД тагова се врши ишчитавање података и избор варијанте стратегије за дати избор, у складу са понуђеним стратегијама које су записане у РФИД таг. Изабрана стратегија уписује се у РФИД таг. Потом се прибор одлаже на транспортну траку одакле креће у процес демонтаже. Читач РФИД тагова поред стратегија, преузима UID са тага и из базе података повлачи низ инструкција технолошког поступка демонтаже у виду визуелне презентације на монитору испред радника. Инструкције су дате секвенцијално и активирају се узимањем одговарајуће врсте алата, а по његовом враћању на место активира се следећи захват демонтаже. Ако се неки захват извршава без алата, онда се иницирање следеће инструкције врши ручно. По завршеној операцији (низу захвата) предвиђеној за то радно место низ инструкција се завршава. Прибор се потом одлаже на траку, где се сада на неком од следећих радних места по читавању сигнала са РФИД тага врши идентификација (препознавање) прибора и уколико прибор треба да се обради на том радном месту, укључује се сигнално светло и радник узима прибор са траке. Даље се процес наставља као и на претходној операцији са низом инструкција предвиђених за то радно место и дати прибор. Уколико су сва радна места заузета прибор кружи на траци све до тренутка док се неко од њих не ослободи. Уколико се на неком од радних места врши демонтажа неке компоненте која се према стратегијама за селекцију може поново користити, онда се на том радном месту на ту компоненту поставља РФИД таг, при чему се уписују подаци о претходном коришћењу компоненте. Постављањем компоненте са РФИД тагом на траку врши се њен транспорт до места где се производ (по читавању података са РФИД тага) преусмерава ка складишту компоненти за поновну употребу, путем исте траке за излаз готових производа, као што је случај код процеса монтаже с том разликом што се уместо у процес машинске обраде, компоненте усмеравају ка одговарајућим контејнерима. Компоненте за које је одабрана стратегија реконструкције крећу се на палети транспортне траке до одговарајућег контејнера, након чега се контејнер преноси до складишта за реконструкцију производа. Материјали који иду на рециклажу (тзв. секундарни материјали), са траке се преусмеравају у одговарајуће контејнере за секундарни материјал.

3.2.4 Резултати

За групу 1 прибора (садржи 13 конструкција прибора за операције бушења рупа/отвора на радним предметима) разлика просечног времена монтаже прибора при ручној идентификацији и при идентификацији коришћењем РФИД технологије износи око 7% у корист идентификације путем РФИД технологије. Код демонтаже је слична ситуација с тим што је просечно време демонтаже око 6% краће у односу на ручну.

За групу 2 прибора (садржи 9 конструкција прибора за операције брушења површина на радним предметима) разлика просечног времена монтаже прибора при ручној идентификацији и при идентификацији применом РФИД технологије износи око 9% у корист идентификације путем РФИД технологије. Код демонтаже је слична ситуација с тим што је просечно време демонтаже око 6% краће у односу на ручну.

За групу 3 прибора (садржи 8 конструкција прибора за операције стругања површина на радним предметима) разлика просечног времена монтаже прибора при ручној идентификацији и при идентификацији коришћењем РФИД технологије износи око 3% у корист идентификације путем РФИД технологије. Код демонтаже је слична ситуација с тим што је просечно време демонтаже око 9% краће у односу на ручну.

За групу 4 прибора (садржи 14 конструкција прибора за операције глодања површина на радним предметима) разлика просечног времена монтаже прибора при ручној идентификацији и при идентификацији коришћењем РФИД технологије износи око 21% у корист идентификације путем РФИД технологије. Код демонтаже је слична ситуација с тим што је просечно време демонтаже око 10% краће у односу на ручну.

Оваквом концепцијом система обезбеђује се потпуна контрола свих токова материјала који су везани не само за производни процес већ и за његово окружење. Поред тога доступни су детаљни подаци о броју прибора који иду на монтажу, демонтажу, елементима прибора који се могу поново користити (који су у складишту или на путу ка њему), елементима прибора који се могу реконструисати, количинама и врстама материјала за рециклажу (врстама и количинама секундарних материјала).

На основу резултата верификације система у лабораторијским условима може се приметити да однос процената варира чак у појединим случајевима и до 20%, али увек у корист идентификације путем РФИД технологије што говори о оправданости коришћења РФИД технологије у наведеним примерима. Поред тога, систем који је на овај начин пројектован има повећан степен флексибилности у смислу могућности прихватања и обраде различитих врста прибора, као и других производа.

Као коначни закључак може се извести следеће : постављени и тестирани систем дао је задовољавајуће резултате за различите типове прибора који су груписани према сличности захвата монтаже/демонтаже. Он омогућава скраћење времена трајања поступака монтаже/демонтаже чиме се директно утиче на повећање продуктивности процеса. [9]

3.3 Праћење прехранбених производа коришћењем РФИД технологије

Савремено потрошачко друштво поставља све више захтеве за квалитетом робе и услуга. Последњих деценија, све више држава покушава да успостави различите системе за праћење и надзор робе, који би омогућили потрошачима да имају све више информација о датом производу.

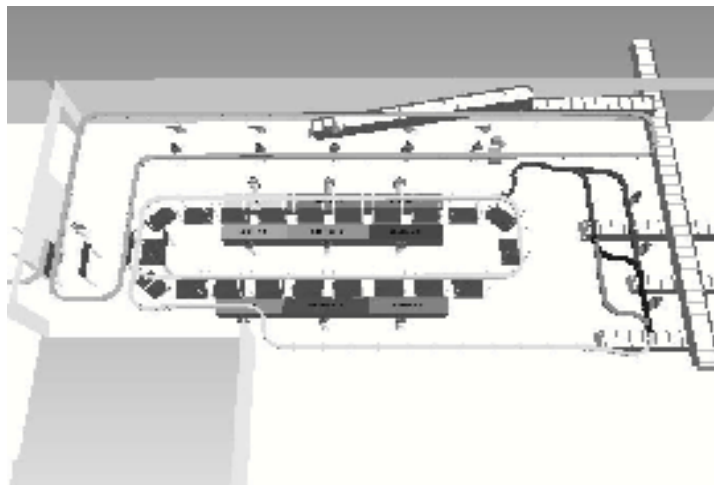
3.3.1 Потреба за праћењем прехранбених производа

Међу оваквим системима, посебан акценат се ставља на системе за праћење прехранбених производа, будући да је праћење хране од њеног настанка до доласка до потрошача веома битан процес, осигурава квалитет хране, здравље потрошача, и смањује трошкове свих учесника у процесу. Корисници желе да имају све више података о храни коју купују, од тога како су животиње и биљке гајене, како је храна настала и у којим условима је чувана, до тога како је доспела до крајњег продавца. Уз све глобалнији ланац снабдевања, ти подаци морају бити детаљни и поуздани. Компаније могу са тим подацима да остваре и додатну вредност, као што је побољшани ланац дистрибуције и мањи степен кварења хране. Глобална политика у области безбедности хране је прихваћена од стране многих влада, и нови закони су припремљени и усвојени широм света, са посебним нагласком на Европску Унију. Један од концепата који се појављује у овим законским документима је управо праћење прехранбених производа. Нове информационе и комуникационе технологије се од скоро користе у системима за праћење прехранбених производа, али углавном само за веће производе или за скупове мањих производа (гајбе, палете, итд), Савремени трендови доводе до примене РФИД технологије као средства за реализацију оваквих система. Ова технологија, за разлику од бар-код технологије, дефинише сваки појединачни производ (садржај, датум настанка, рок трајања, услови чувања, итд). [10]

3.3.2 Системи за праћење прехранбених производа коришћењем РФИД технологије

РФИД технологија има бројне примене у ланцима снабдевања. У Великој Британији, велики број главних трговаца храном је почео да експериментише са РФИД технологијом, укључујући Sainsbury's, Marks & Spencer, ASDA и Tesco. РФИД технологији се приписују разни могући доприноси у снабдевању храном, укључујући строжу контролу и управљање ланцем снабдевања и инвентаром, смањење цене рада, побољшања корисничких услуга, јасније одређивање потенцијалних купаца и њихових потрошачких навика, итд. Ова технологија би трбало да повећа доступност производа у одговарајућем моменту, што би повећало добит продавца. Затим, елиминисањем трошкова ручног инвентара, повећањем транспортне ефикасности и тачности и брже претраге у складиштима требало би да се смање оперативни трошкови. Требало би да се смањи изложеност безбедносним ризицима, као и да се повећа могућност праћења међународних токова хране и праћења рециклаже амбалаже, што би повећало контролу квалитета и задовољство потрошача. РФИД тагови представљају могућност да се прехранбени производи прате од њиве до тањира. Подаци у реалном времену могу да дају информације произвођачима, добављачима и продавцима о инвентару, логистици и свежини намирница у сваком тренутку. Да би се РФИД технологија увела у све тачке у ланцу снабдевања неким прехранбеним производом, неопходно је реформисати целокупни систем логистике и увести комплетну инфраструктуру. Аутоматизовано руковање материјалом и системи за праћење засновани на РФИД технологији су присутни у многим индустријама, али услед велике цене инсталације, а мале добити, у комбинацији са могућом некомпатибилношћу између разних система, овакви системи још увек нису уведени у индустрију обраде меса у Великој Британији. Оформљен је конзорцијум индустријских компанија и истраживачких група под именом Meatracs 0, са циљем да истражи и развије нови систем који аутоматски прати исечено месо унутар кланице. Развијен је модел система (Слика 33.) са покретним тракама по којима се крећу носачи са месом. Сваки носач је дизајниран тако да се на њега поставља РФИД таг, који носи јединствени код који одговара информацијама о животињи. Овако је

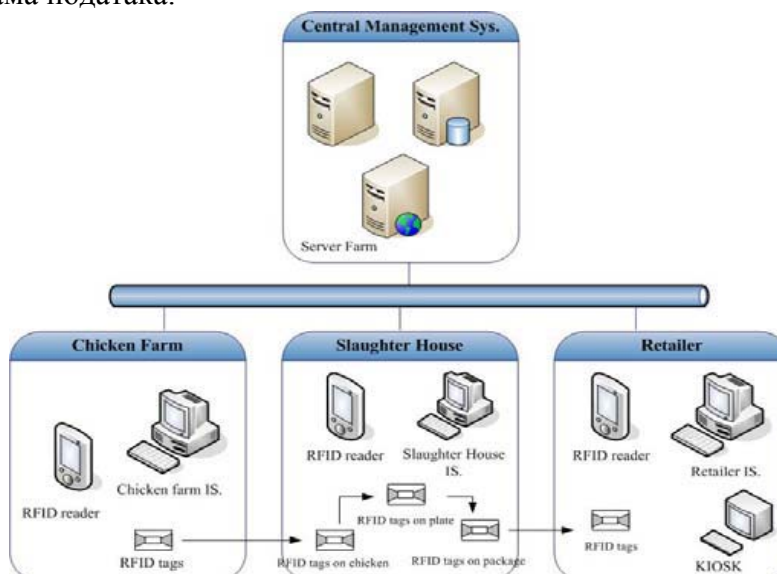
носач меса обележен кроз цео процес, све док се месо не одстрани са носача и упакује у завршно паковање.



Слика 33. Модел система покретних трака за праћење меса у кланици

На Тајвану је постављен систем за праћење пилеће хране уз помоћ РФИД технологије. Овај систем треба да помогне у смањењу потребне радне снаге, времена за бележење и читање података о храни, тако што би се целокупан процес аутоматизовао. Систем за праћење пилеће хране треба да обухвати могућност праћења у свим фазама снабдевања, од развоја животиње на фарми, где пиле расте од рођења до одрасле јединке, преко кланице, где се пиле процесира и пакује, па до продаваца где се готови пилећи производи продају крајњим потрошачима.

Предложени систем (Слика 34.) се састоји од РФИД и информационог система за праћење пилића у фази узгоја, процесирање и продаје. На фарми, у кланици и код продавца су постављени РФИД читачи и одговарајућа инфраструктура, који су међусобно повезани и повезани са главним управљачким делом система, где се налазе сервери са базама података.



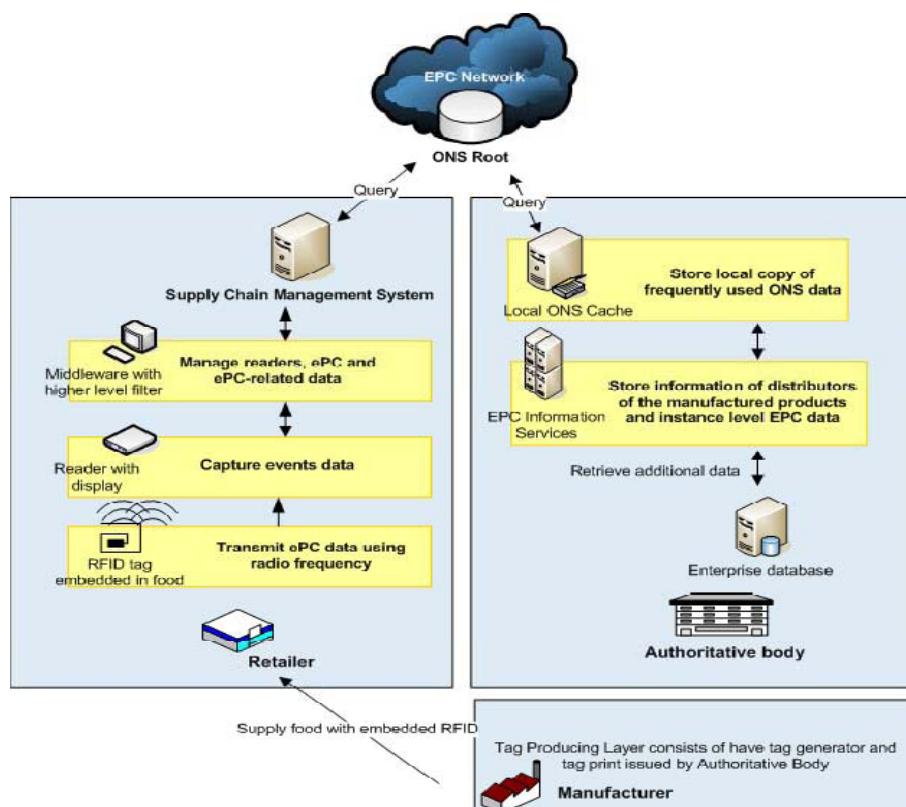
Слика 34. Архитектура система за праћење пилеће хране

Сви учесници у процесу имају могућност уписа података битних за праћење хране. Поред тога, сви, укључујући продавца, имају могућност читања података. Централни

управљачки део система добија податке од свих учесника у ланцу снабдевања, и омогућава групно прегледање и анализу хране и прехранбених производа.

У Малезији је развијен систем за праћење „Halal“ хране. Како је Малезија већински Муслиманска земља, неопходно је мислити о Муслиманским корисницима производа, којима је из религиозних разлога прописана одређена врста хране која је на специјални начин гајена, обрађена и чувана. Оваква храна је обележена ознаком „Halal“.

Предложени систем се заснива на РФИД технологији (Слика 35.).



Слика 35. Архитектура система за праћење „Halal“ хране

Јединствени идентификациони број који одређује један прехранбени производ у ланцу снабдевања је записан на микроскопском РФИД тагу који се поставља на тај производ. РФИД читачи су постаљени у продавници хране, код полица са храном или код касе и аутоматски скенирају сваки РФИД таг који им се нађе у домету и читају податке са њега. Средњи слој повезује више читача и процесуира ток података који долазе истовремено, и прослеђује потребне податке вишим слојевима (централном систему за управљање ланцем снабдевања). Пословни ситем трговца шаље упит централној бази података, која захтева тражене податке од стране ауторизованог тела. База чува све податке о производу и омогућава потрошачу да сазна све потребне информације у реалном времену, пре куповине производа.

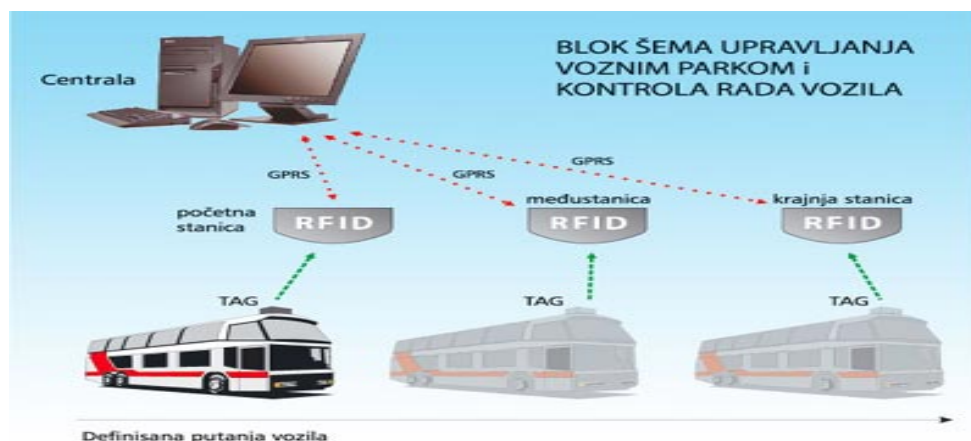
3.3.3 Стање у Србији

У Србији је тек потребно увести системе за праћење прехранбених производа, што је и прописано Законом о безбедности хране из 2009. године. Предлаже се систем за праћење прехранбених производа који се пакују у пластичне амбалаже, обележавањем сваке амбалаже РФИД тагом у току производње. Све битне информације о производу, биле би уписане на тагу што би свим учесницима у ланцу снабдевања омогућило одговарајућу контролу, складиштење и коришћење. Што се тиче праћења робе и

производа ове системе већ имају Метро-Србија, Рода, ДИС, Махі и IDEA. У даљем периоду имплементација се наставља, уводе се нови системи а стари унапређују.

3.4 Примена РФИД система за праћење возила

Овај систем (Слика 36.) је базиран на РФ идентификацији и комуникацији преко GPRS сервиса. РФИД тагови (ознаке) се постављају на возила, а РФИД пријемници се монтирају на контролне тачке, на пример аутобуске станице. Пријемници региструју пролаз возила поред контролних тачака, а GPRS модули потом шаљу податке ка централном серверу преко мреже мобилне телефоније и интернета. РФИД технологија обезбеђује поуздану идентификацију кретања возила, а GPRS сервис сигуран и брз пренос података. Систем је врло економичан у експлоатацији због ниске цене и једноставније уградње ознака на возила, могућности коришћења постојеће уличне инфраструктуре за постављање пријемника и јефтиног преноса података. РФИД пријемници могу се поставити на стубове и бандере поред аутобуских станица, а GPRS сервис обезбеђује минималну цену преноса података која је сразмерна количини пренетих података, а не трајању везе. Повећањем броја возила у систему, смањује се цена овог система по возилу. [11]



Слика 36. Систем праћења градског превоза

3.5 Примена РФИД у производним и пословним процесима [12]

РФИД технологија омогућава аутоматско прикупљање података у реалном времену, одговарајућу манипулацију подацима и управљање информацијама на нивоу једног пословног система, ради побољшања квалитета пословног одлучивања. Она такође омогућава ефикасну размену података између више пословних система.

Идентификовано је шест основних предности примене РФИД технологије:

- Аутоматско прикупљање података у реалном времену,
- Економичност у примени са аспекта времена,
- Велика количина разних врста података,
- Увид у стање објеката,

- Ефикасно просторно лоцирање објеката,
- Велика тачност прикупљања података.

РФИД може бити јако користан за предузећа. Прикупљањем и анализом података применом РФИД технологије операциони менаџмент компаније може стећи бољи увид у стање производа и извршити бољу анализу и брзину кретања материјала и производа кроз предузеће, пријема у складиште, стања залиха материјала и готових производа (у одређеном тренутку), транспорта готових производа и настанка грешака. Информације добијене анализом РФИД података могу се користити у важним активностима предузећа у области интеграције ланаца снабдевања, предвиђања, система за подршку одлучивању и сл. РФИД се најчешће користи за:

- Праћење тока материјала, полупроизвода и коначних производа унутар предузећа,
- Праћење ускладиштења и отпремања производа,
- Праћење продаје,
- Омогућавање плаћања производа у супермаркетима картицама које на морају да ступе у физички контакт са читачима,
- Омогућавање приступа појединим деловима предузећа,
- Потврду власништва над појединим предметима,
- Проверу аутентичности и откривање фалсификата,
- Смањивање времена проласка производа кроз ланац снабдевања због бољег протока информација,
- Аутоматизацију откривања грешака (у раним активностима),
- Бољу заштиту производа од крађа.

Најзначајнији вид примене РФИД технологије у пословним системима је у области управљања ланцима снабдевања, и интеграције ланаца снабдевања. Стога се мора планирати размена РФИД података међу пословним партнерима у реалном времену, што данашње РФИД технологије и стандарди омогућавају.

3.5.1 Модели примене у пословним процесима и ланцима снабдевања

Варијације примене РФИД технологије зависе од пословног система у оквиру ког је технологија имплементирана, и од потреба за њеним коришћењем. У општем случају, спектар примене РФИД технологије на нивоу предузећа може се разложити на шест апликација (модела).

Контрола приступа је апликација РФИД система која селективно омогућава приступ појединим локацијама. Односи се на људе или предмете који на себи имају тагове одређене врсте. Примарни видови употребе ове апликације су: откривање фалсификата предмета и тагова, регистровање нелегалног приступа појединим локацијама и праћење легалних приступа локацијама или напуштање истих.

Спречавање крађе је модел РФИД система који обезбеђује ефикасну заштиту од крађе у малопродајним и veleprodajnim објектима. Модел се састоји од следећих корака: 1.постављање тага на објекат који се жели заштитити од крађе, 2.постављање читача на осетљивим позицијама у предузећу, 3.уклањање тага са објекта у случају потврде о продаји и безбедности изласка из система.

РФИД систем се у оквиру ове апликације може повезати са алармним системом, или са системом аутоматског закључавања објекта. РФИД тагови који се у оквиру продаје користе су пасивног типа, најчешће високе фреквенције. При продаји РФИД-ом заштићених објеката, тагови се са њих уклањају и декодирају, па се могу даље употребити постављањем на неке друге објекте.

„Обележи и шаљи“ (Tag and Ship) је минимални РФИД систем који омогућава физичко обележавање производа тагом, и проверу функционисања тага. Производи се обележавају на самом крају процеса производње, непосредно пред испоруку. Овај систем је обележио почетак примене РФИД технологије у индустрији. Овај тип апликације повезан је најчешће са задовољавањем захтева за коришћењем РФИД технологије неког другог предузећа, пословног партнера. Увођење овакве апликације не редукује трошкове предузећа које је уводи, већ трошкови расту услед набавке потребног хардвера (и софтвера) и одсуства предности примене због касног обележавања производа, односно употребе у завршној фази производног циклуса.

Потрага и праћење (Track and Trace) је апликација РФИД система чија је основна примена праћење кретања возила у току транспорта и дистрибуције. Апликацију потраге и праћења објекта карактерише следеће: 1.постављање тага који садржи јединствени идентификатор на објекат који се прати и 2.очитавање идентификатора са тага на одређеној локацији док се објекат креће.

Тренутно постоје два техничка решења која се примењују у овом моделу. Прво је сателитско праћење, које омогућава географско лоцирање тага кад год је то потребно. РФИД таг који може да комуницира са читачем директно путем сателита спада у технологију будућности и примењиваће се најчешће у транспортним и рент-а-кар системима. Друго је праћење активних или пасивних тагова у ограниченом домету, које захтева да се таг креће кроз јасно дефинисани простор да би могао да буде регистрован. Овакав се начин може примењивати на наплатним рампама, складиштима, производним процесима и продајним објектима или паркинг сервисима. Најзначајнији видови примене апликације потраге и праћења могу се наћи у оквиру управљања ланцима снабдевања, праћења биолошких, хемијских или хазардних материјала, и праћења пртљага на аеродромима.

Праћење палета и кутија је најчешће помињана и најшире примењивана апликација РФИД система. Овај модел подразумева да се таговима обележавају палете и кутије које у себи садрже више објеката. Модел је најефикасније примењиван у случају праћења товара који садрже објекте истог типа. Ређе се примењује у праћењу товара који садрже различите типове објекта. Најчешће се користи у складиштењу и унутрашњем транспорту.

Електронско плаћање је РФИД апликација чија је улога олакшавање и убрзавање плаћања производа и услуга. Општу примену ове апликације карактерише следеће: 1.таг који садржи јединствени матични број или неки други идентификатор корисника (клијента), и 2.преузимање (очитавање) идентификатора са тага на продајном месту.

У тренутку трансакције, матични број корисника повезује се са бројем банковног рачуна корисника, и одговарајући новчани износ се преноси са рачуна корисника на рачун предузећа. Модел се може примењивати у свим малопродајним и veleprodajним објектима, на наплатним рампама, бензинским пумпама и сл. Предност овог модела је што се новчана трансакција врши брзо, једноставно и безбедно за корисника.

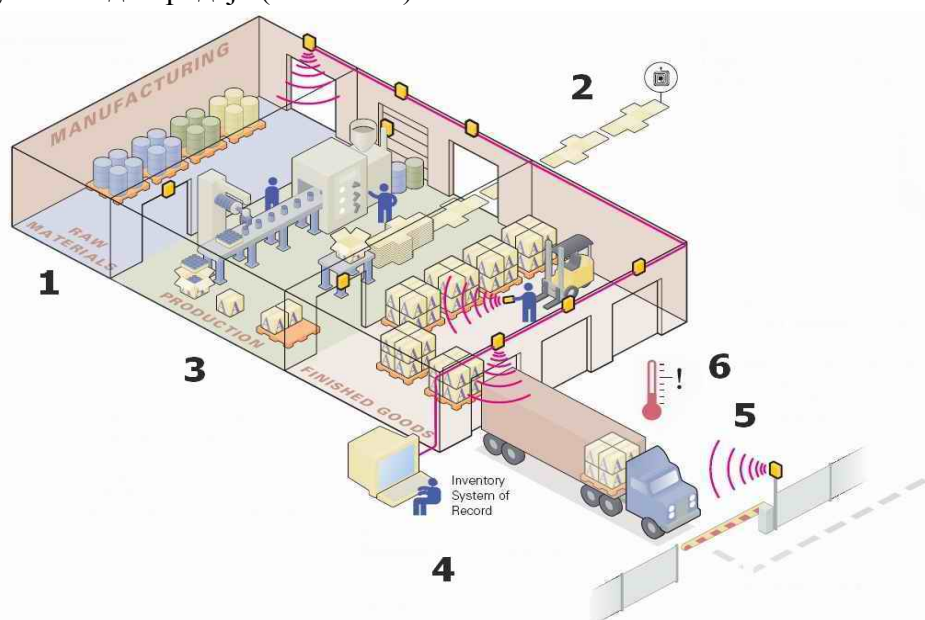
Основне предности РФИД технологије у ланцу снабдевања:

- Унапређена продуктивност и убрзани процеси,
- Повећана брзина пролаза кроз благајне,
- Обавештење о пошилици унапред,
- Смањивање губитака залиха од 2 до 5% (због погрешно испоручених наруџбина, крађа од стране запослених и клијената, неефикасног управљања залихама или нејасне комуникације међу партнерима),
- Омогућује борбу против пиратерије,
- Смањује грешке и преваре у документима,
- Унапређује управљање залихама,
- Смањује потребу за радном снагом.

Да су ови системи врло ефикасни потврђује и чињеница да је чак девет од десет највећих светских трговинских ланаца прихватило РФИД технологију у свом пословању. Међу њима су Wal-Mart, Carrefour, Home Depot, Metro, TESCO, Kroger&Costco, који су ову примену започели још 2009-е године.

3.5.2 Модели примене у производњи и праћењу робе [13]

Праћење робе, односно сви сегменти праћења у ланцу снабдевања, од обезбеђивања сировина за одређени производ, кроз настанак самог производа, транспорт од произвођача, преко продавца па до крајњег корисника је задатак са којим се РФИД технологија успешно носи. У наставку је приказано инкорпорирање тага још за време процеса производње и његово коришћење при манипулисању и пословању у магацину, транспорту па све до продаје (Слика 37.).

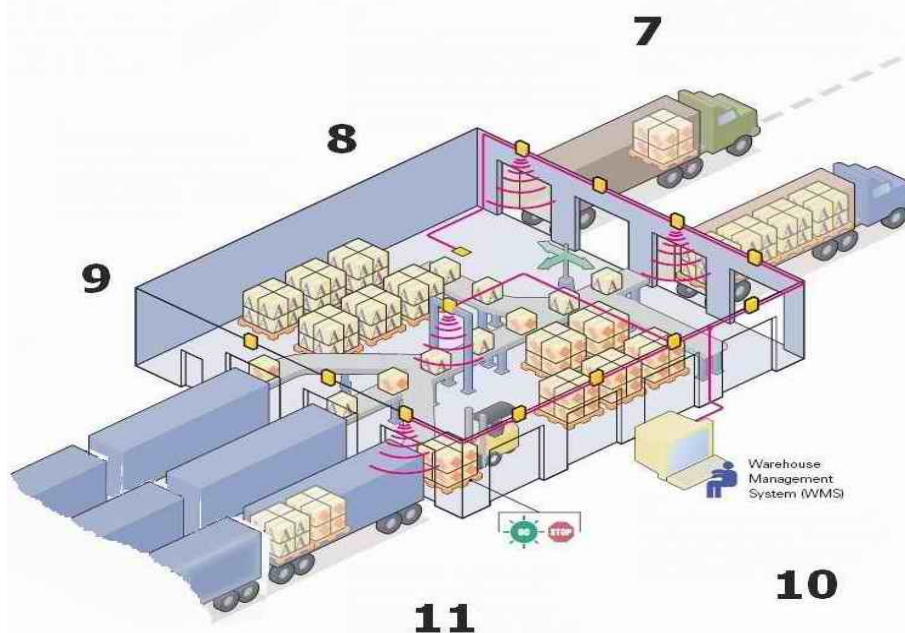


Слика 37. Означавање робе РФИД таговима у процесу производње

Према претходној слици фазе у процесу су следеће :

1. Сирови материјал и компоненте за производњу могу да буду означени РФИД таговима ради аутоматизације пријема, праћења инвентара и разних других контрола.
2. РФИД тагови могу да буду уграђени у картонска паковања за производе.

3. На крају процеса производње роба се пакује у картонске кутије снабдеване таговима и смешта се на палете које су такође снабдеване таговима.
4. Читачи омогућавају прецизније скупљање и паковање, уједно бележе сваки појединачни комад који напушта фабрику и тиме пуне базу инвентарског система.
5. На излазу се тежина камиона упоређује са подацима сакупљеним читавањем тагова и евентуалне грешке се детектују раније.
6. Разни сензори у паковању мере температуру, влажност и друге услове за време транспорта и о томе извештавају централни систем управљања.



Слика 38. Аутоматско класирање робе у магацину

А према претходној слици фазе у процесу су следеће :

7. Аутентификација повезује дигиталне сертификате робе са специфичним кодовима убрзавајући контролу и смањујући могућност погрешног детектовања робе и прослеђивања у ланац снабдевања.
8. Долазећи производи се аутоматски детектују кроз дистрибутивни центар. Мануелни кораци су елиминисани чиме се смањују трошкови, а повећава тачност.
9. Информације о наруџбинама су интегрисане кроз упоредан пријем, сортирање и усмеравање робе ка одређеним дестинацијама.
10. Warehouse Management System (WMS) – систем за управљање складиштем прати и ажурира све промене у реалном времену при сваком читавању РФИД тага.
11. Завршна валидација омогућава да производи, количине и дестинације буду коректни, а читачи по потреби генеришу упозорење пре него што производи буду натоварени на одређене вагоне.

Примена РФИД технологије у продавници може се поделити на примену у складишту и у самом продајном простору. Прелазом на означавање производа РФИД таговима у будућности се очекује смањивање и поступно нестајање складиштеног простора у продавницама, и прелаз на потпуни облик ЈИТ (од енгл. Just-in-Time) пословања. Осим смањивања трошкова складиштења, и продавци и добављачи профитираће од повећања продајне површине коју је до сада заузимало складиште.

4. Карактеристике и правци даљег развоја РФИД система

4.1 Предности и мане РФИД технологије

РФИД има неколико предности над бар-кодом, па постаје све интересантнији у разним подручјима људског деловања. Увођење РФИД технологије је подстакнуто потребом праћења производа од његовог извора до крајњег потрошача. Стандардни бар-код идентификује само класу артикла, али не и јединствени артикал. РФИД транспондер, насупротив томе, носи серијски број јединствен само за тај специфични производ. Стандардни бар-код идентификује само произвођача и производ, али не и јединствени артикал.

Предности у односу на бар-код су: одржавање је далеко једноставније, није потребна видљивост (празан простор између читача и транспондера), читање и писање података без икаквог контакта са објектом, могућност праћења производа (по типу, моделу и количини), праћење процеса производње кроз време, праћење информација у процесу контроле, нема негативних последица на утицај околине (прљавштина, влага, прашина). Захваљујући комуникацији путем радио/електромагнетских таласа; вода, средства за чишћење, боја, алкохол, расхладна средства итд, не оштећују РФИД транспондере а фрагменти, честице и неметалне препреке не ометају им рад. Облик транспондера може бити различит и прилагођен апликацији. Транспондер може бити врло мален да би стао и на најмањи простор. Такође је отпоран на рефлексију светла, а не омета га ни потпуни недостатак светла. Транспондерима је јако дуг животни век а поновно коришћење истог (тип за вишеструко коришћење) смањује трошкове, и не захтева никакво одржавање. Транспондер се може читати и/или на њега уписати информација у било које време. Материјали који нису од метала, као папир, дрво, пластика и сл. не ометају комуникацију између антене и транспондера.

Раније масовно примењивани, системи са бар-кодом и магнетном траком представљају технолошки превазиђена решења. Савремена алтернатива су РФИД системи који имају бројне предности у односу на претходно поменуте. У РФИД систему идентификација се врши на бази јединственог броја фабрички уписаног на тагу. Наиме, запослени може своју РФИД картицу држати у новчанику и идентификовати се на читачу без потребе вађења картице. Довољно је новчаник принети читачу и он ће прочитати податке. За разлику од тога, бар-код мора бити откривен и видљив да би бар-код читач могао да га прочита. РФИД читач може да прочита податке са неколико транспондера истовремено, уколико су у домету читача, док бар-код читач има капацитет читања једног бар-кода истовремено. Бар-код је уобичајено одштампан на папиру или фолији која је подложна оштећењима током коришћења. За разлику од тога, носилац информација у РФИД систему израђен је од отпорног и трајног материјала погодног за дуготрајно коришћење. „Идентитет“ бар-кода видљив је голим оком и лако се копира. Идентитет РФИД тага није погодан за копирање што доприноси подизању нивоа заштите од фалсификовања и злоупотребе. Захваљујући меморији чипа на тагу, транспондером је могуће складиштити различите податке. [14]

4.1.1 Разлози за коришћење

РФИД технологија пружа практичне користи свакоме ко има потребе да прати физичко присуство објеката у некој средини. Фабрике унапређују ланце снабдевања и процес производње увођењем ове технологије. Малопродаја користи РФИД да спречи крађе, повећа ефикасност ланца снабдевања и унапреди процесе планирања. Фармацеутска индустрија користи РФИД системе за борбу против трговине фалсификованим лековима и да спречи грешке у попуњавању рецепата. Произвођачи мотора прате делове помоћу РФИД-а да би спречили њихову погрешну уградњу. Паметне (smart) картице опремљене РФИД-ом помажу у контроли приступа одређеним зградама.

Смањене величине и цене делова који чине овај систем утичу на раст примене ове технологије. Неки од најранијих РФИД тагова били су величине микроталасне пећнице, а читачи су били зграде са великим антенама на врху. Као и РФИД тагови, и величина читача се временом смањује. Примена нових РФИД апликација ће у наредним годинама постати нормалан и готово не приметан део људских живота. Најчешћа подручја употребе су: контрола приступа, идентификација опреме, праћење омота, обављање теренског рада у електропривреди, безготовинско плаћање, пренос опасних супстанци, идентификација производа, угоститељство, евиденција радног времена, праћење алата и радне одеће, идентификација (возила, људи, залиха крви, лекова,...).

4.1.2 Предности у односу на друге технологије

Постоје многи начини за праћење и идентификацију предмета, животиња и људи. Поставља се питање зашто користити РФИД (табела 3.).

Бар-код је вероватно најпознатији компјутерски читљив начин обележавања, али светлост која се користи испољава неке недостатке. Она захтева директну линију видљивости, тако да предмет мора бити окренут на праву страну и ништа се не сме наћи на путу између ласера и бар-кода. И остале форме идентификације, каква је, на пример, магнетна трака на кредитним картицама, морају бити постављене правилно према читачу картица или чак бити убачене у читач на одговарајући начин.

РФИД тагови обезбеђују механизам за идентификацију удаљених предмета, са много мање захтева за оријентисањем предмета ка читачу. Читач може да „види“ кроз предмет, чак иако је таг окренут на супротну страну. Појединац не може, на пример, да дода информацију на бар-код пошто је одштампан, док неке врсте РФИД тагова омогућују писање или измену података више пута.

Основне предности РФИД технологије су:

- Директна линија није неопходна- читач не захтева директну линију видљивости са предметом.
- Велика брзина пописивања предмета – велики број предмета може бити скениран готово истовремено.
- Различите форме делова – РФИД тагови се производе у разним величинама и облицима, и то омогућује овој технологији употребу у различитим ситуацијама и у различитим окружењима.

- Праћење појединачних предмета – двадесетшестобитни РФИД таг омогућује праћење милијарди различитих предмета.
- Могућност поновног писања – на неке врсте тагова може се писати више пута.

Табела 3. Упоредивање smart налепница, бар-кодова и РФИД [15]

	Smart тагови	бар-код	РФИД
Технологија	радио таласи	оптика	радио таласи
Домет у комуникацији	око 3m за једну антену или 5 за капију	са Bluetooth до 75m	тагови за даљинско читавање до 75m, пасивни тагови до 3m
Праћење	није потребна видљивост	потребан визуелни контакт	није потребна видљивост
Аутоматска припрема података и докумената	да, са тага	не	да, са тага
Елиминација људске грешке у уносу података	да	да	да
Праћење података у реалном времену	да	не	да
Повратна спрега	да	не	да
Могућност уписа одређених података	да, упис података на таг	не	да, упис података на таг
Вишеструко читање у истом временском тренутку	да	да	да
Прикупљање података	на разне начине: аутоматски, PDA уређаји, лаптоп	на разне начине: аутоматски, PDA уређаји, лаптоп	на разне начине: аутоматски, PDA уређаји, лаптоп
Тачност	тачност скенирања и до 100 %	тачност скенирања 100 %	тачност скенирања и до 100 %
Могућност рада у отежаним условима (температура, прашина, влага)	да	да	зависи од услова

4.2 Подручја примене

Примену РФИД технологије можемо замислити у било којем подручју људског деловања где се барата подацима. Тренутно се РФИД највише сусреће у транспорту и логистици, производњи и контроли. Неки су примери означавања животиња у узгоју, праћење производа у ланцу снабдевања, контејнера који се поново користе, делова који се крећу кроз погон у производном ланцу, праћење поштанских пошиљака и пртљага у авио промету, наплата царина и паркинга, контрола приступа возилима, затим апликације у трговинама, заштита вредних предмета од крађе, праћење основних средстава, контрола улаза и радног времена и сигурносна контрола приступа одређеним локацијама. Још неке од области примене су: означавање производа, паковања и палета у ланцу снабдевања, обележавање основних средстава и инвентара, Е-пасош, електронска лична карта, ID картице и друга слична документа. [16]

Данас се РФИД технологија примењује у готово свим секторима привреде и у ванпривредним активностима. Занимљива је примена код евиденција архива (библиотеке) као и идентификација победника на појединим атлетским тркама.

Фирма NCR Corporation објавила је податке свог опсежног истраживања које показује да се усвајање РФИД технологије не одвија баш очекиваним темпом. Наиме, у САД се од РФИД технологије много очекује а и доста улаже, нарочито због бомбастичних најава трговачког ланца Wal-Mart и великог занимања тамошњих произвођача за овакву врсту улагања. Према новијем истраживању, тренутно свега 9% малопродаје разматра увођење ове технологије у своје трговине. С друге стране амерички произвођачи су много агилнији и њих 44%, према истраживању, најавило је да озбиљно разматра увођење РФИД-а. NCR Corporation је утврдио да су фирме, у начелу, свесне свих потенцијалних бенефита увођења РФИД-а но то још није уродило широком имплементацијом ове технологије. Тренутно се развијају нови модели и приступи коришћења ове технологије, и све то има за циљ стварање добре основе за будуће системе који ће се користити у наредним годинама. Али колико ће заживети зависиће од цене компонената. [17]

Предности употребе РФИД технологије у логистици: лоцирање логистичких средстава која могу поново да се користе и у контроли над њима, чиме се смањује могућност крађе или губљења имовине, означавање паковања различитих облика и величина који садрже специфичне производе, употреба тагова драстично смањује трошкове компаније, повећава задовољство клијената и обезбеђује потребна средства на правом месту у право време, могућност поновне употребе тагова, побољшање употребе капитала уз ниже целокупне оперативне трошкове и побољшање доступности и видљивости средстава, повећање моћи задржавања клијената. Многим посредницима у логистици са имплементираном РФИД технологијом обезбеђена је сва неопходна ефикасност, тачност и видљивост. Увек је на располагању довољан број логистичких средстава да се адекватно одговори на разуман захтев купца. Потребно је одредити тачку у којој су оперативни трошкови целе опреме заједно са трошковима нестанка на залихама минимални. Одређивање оптималне количине опреме је проблем стандардне контроле инвентара, који се сада решава употребом РФИД технологије. Она обезбеђује следеће информације: историјски податак употребе возног парка, тренутни податак који описује сваки део опреме у возном парку, као и доступност и локацију сваког дела, пројектовани датуми повратка опреме која је тренутно у поседу клијента, трошкови непостојања захтеваног дела опреме и слично.

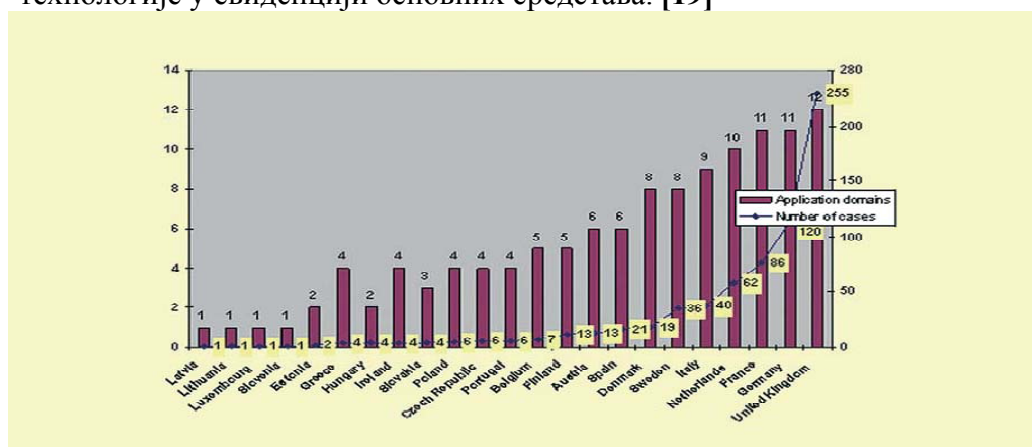
РФИД даје значајну вредност подацима из прве две категорије. Повећава тачност података о тренутној локацији. Ако се зна да у дворишту постоји опрема одређене величине и типа, могу се примити резервације и договарати испоруке. Може се планирати краткорочно доступност опреме, чак иако се она тренутно не налази у дворишту. РФИД не може да предвиди будућност, али прикупљањем информација од пословних партнера, може се изградити систем за планирање времена испоруке зависно од потреба пословних партнера. Ако и пословни партнер или клијент поседује РФИД систем, информације које сакупи могу бити прослеђене посреднику у логистици, што може да се употреби као основа за планирање. Уколико се деси да је потребно возило или друга врста опреме, а да оно није на располагању, губици марже, прихода по возилу и укупне добити могу бити значајни. Укратко, РФИД смањује трошкове,

повећава доступност и контролу, и смањује могућност да се изгубе логистичка средства. [18]

РФИД проналази своју приману и код ЕАС апликација у различитим трговинама.

Још неки од примера тренутне примене у пракси су:

- У САД, ратни ветерани са оштећеним видом имају РФИД ознаке, уграђене у рецепте за лекове, који раде на 13.56MHz. Читач на захтев особе јави у облику говора име лека, инструкције за употребу, упозорења, итд.
- Канадска Сточна агенција је прешла са баркодова на РФИД ознаке ради идентификације стоке односно припадности стоке неком крду док се они крећу по пашњацима. После тога су сточари у неким крајевима САД прешли на ову технологију.
- У Великој Британији, системи претплате трошкова друмарине (pre-paid) се користе без ограничења у јавном транспорту на аутопутевима. Систем је тако пројектован да се на контролним тачкама читава у пролазу да ли су испуњене обавезе или не. Решење подразумева и обавештавање корисника о приближавању датума истека (најчешће емитовањем специфичног упозоравајућег тона).
- РФИД технологија се користи у библиотекама, продавницама књига, VHS, CD и DVD медијума.
- РФИД технологија може да се користи и као сензор сеизмичких догађаја ради прикупљања одређених података нпр. о вибрацијама приликом кретања тешких друмских возила.
- Планира се уградња РФИД сензора у аутомобилске гуме ради подизања сигурности путника у возилу. За сада се ова технологија користи код произвођача гума Goodyear.
- Све чешће се РФИД ознаке уграђују и у тзв. smart картице за електронска плаћања.
- Тојота већ уграђује у неке моделе активне РФИД ознаке које потврђују аутентичност кључа за отварање возила.
- У француским Алпима, скијашима се дају РФИД ознаке бесплатно при коришћењу ски лифтова.
- 1998. Године професор кибернетике Кевин Варвик (Kevin Warwick) уградио је самом себи РФИД ознаку као имплантант ради праћења телесних функција. Касније је једна компанија развила технологију РФИД имплантата. С друге стране, експерти за безбедност су против такве употребе код људи због могућих злоупотреба.
- Народна банка Србије је расписала крајем 2005. године конкурс за примену ове технологије у евиденцији основних средстава. [19]



Слика 39. Позиције земаља Европске уније у прихватању РФИД технологије [20]

Највећу примену ове технологије од земаља Европске уније сачињавају економски најјаче силе старог континента, а то су Немачка, Француска, Велика Британија, Холандија и Италија (слика 39.). Крајње је интересно да и неке врло мале земље прате корак модерних технологија и започињу имплементацију и примену да би будућим генерацијама оставиле добру подлогу за даље усавршавање и напредак. Од балканских земаља, односно нашег ближег окружења само је Словенија на мапи што се тиче ове области, јер је она учинила највећи искорак у примени и производњи. Тренутно постоје и у Хрватској неке фирме које се баве производњом неких елемената за РФИД системе, али је све то за сада у почетној фази.

4.3 Правци даљег развоја

Компанија IBM је патентирала технологију која омогућава коришћење РФИД чипова у циљу праћења људи под називом : „Identification and tracking of persons using RFID-tagged items“, што у преводу значи : „Идентификација и праћење особа коришћењем РФИД-тагованих производа“. То је метод и систем за идентификацију и праћење особа коришћењем РФИД-тагованих система који се налазе на самим особама. Сви спискови купљених производа за сваку особу која купује у продавницама скупљају се преко терминала и снимају у базу података. Када особа која држи у руци или је на неки други начин снабдевена РФИД тагом уђе у продавницу или на неко друго одређено место, РФИД читач који је ту лоциран скенира РФИД таг дотичне особе и чита информације које се налазе на том РФИД тагу. Информација прочитана са РФИД тага доводи се у корелацију са одређеним информацијама које су уписане у базу података, преко познатих корелационих алгоритама. На основу резултата корелације, тачан идентитет особе или одговарајуће особине могу бити одређене. Ове информације ће бити коришћене за даље праћење особе. Једна од новина коју РФИД технологија доноси је и та да ће купац ући у продавницу, узети производе које жели и затим једноставно изаћи без плаћања рачуна а самим тим и без чекања у реду. При изласку, пошто ће сви производи бити снабдевени РФИД чиповима, аутоматски ће се знати цена сваког артикла, затим тотална сума коју купац треба да плати и најзад та сума биће такође аутоматски одбијена од банковног рачуна купца. Неће више бити потребна ни кредитна картица. Оваква продавница је већ направљена у Немачкој. [21]

Паметне полице су још једно од будућих нових решења и представљају техничко решење које може да, прецизно и поуздано, одговори на следећа питања :

1. шта се налази на некој, произвољно изабраној полици,
2. шта се налази на свим орманима, одн. полицама (попис).

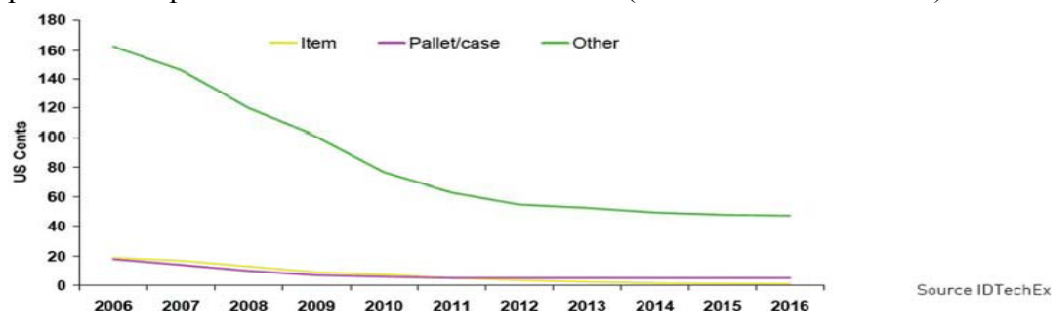
Технолошка основа понуђеног решења је „паметна полица“, базирана на примени РФИД технологије. Основни елемент паметне полице је РФИД читач. РФИД читач се фиксно поставља на ивицу полице, вертикално, а сви читачи једног ормана се преко концентратора прикључују на ТСР/ИР инфраструктуру (рецимо нпр. банке), односно на контролни рачунар, који се може налазити на произвољном месту у ИР простору банке. Све полице повезују се у систем, надгледан и контролисан са РС рачунара у мрежи (LAN), у складу са правима приступа, дефинисаним од стране администратора система. РФИД читач препознаје, под одређеним условима, предмете који се ставе на полицу. Услови су следећи:

- Носиоци информација (РФИД налепнице) су постављени на фолије (паковања од 10000 комада новчаница). И то на оригинална паковања новчаница Завода за израду новчаница и кованог новца.
- Предмети који се препознају јесу фолије са банкнотама.
- Свака фолија обележена РФИД налепницом претходно је уписана у базу података, тиме што је РФИД налепница, коришћењем одговарајућег стоног или ручног РФИД читача/писача повезаног са РС рачунаром, персонализована за конкретну фолију (у

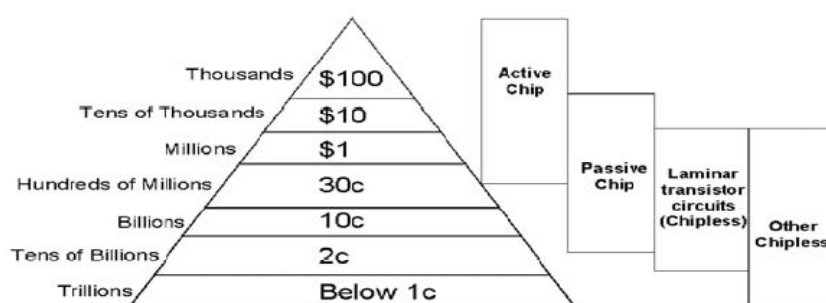
базу података је уписано шта дотична фолија садржи, евентуално потпис особе која ју је формирала, датум формирања, итд.), Само треба још кратко напоменути да свака РФИД налепница има у себи, поред фабрички уписаног и непроменљивог идентификационог броја и електронску меморију, коју РФИД читач може да прочита, а уписивање се врши помоћу стоног читача/писача.

- Фолија је постављена на полицу тако да је њена страница на којој је РФИД налепница приљубљена уз РФИД читач. Свако померање или одношење фолије са полице се региструје (региструје се време промене, ако се овај податак комбинује са системом за контролу уласка и/или видео надзора, и добија се комплетна реконструкција догађаја).

Овако запаковане и означене вредности било би могуће знатно брже, прецизније и сигурније примати и предавати, евидентирати њихово уношење или изношење из трезора, а за пописивање вредности у трезору било би потребно знатно мање времена. Тачније, будући да се у сваком тренутку може знати садржај свих полица попис више није активност, него моменат (датум и време) и актуелни садржај свих полица, односно ормара, у том моменту. Коришћењем информационог система банке било би оствариво праћење стања и промена вредности у трезорима филијала банке по полицама и сегментима полица, по врстама и категоријама вредности у реалном времену. Уз комбиновано коришћење означавања РФИД налепницама и других начина надгледања (видео надзор трезорских просторија и предтрезорских простора), праћења издатих налога и техничких система контроле уласка у трезор (комбиновани РФИД и биометријски систем), могла би се сигурност чувања и манипулације вредностима подићи на виши ниво.[22] Нове примене РФИД технологије се појављују готово свакодневно, неке од њих поправљају перформансе постојећих система, а неке су комплетно нове и другачије. Људи који раде за EPCglobal и ISO свакодневно улажу напоре да установе стандарде који ће омогућити ширу прихваћеност и примену РФИД технологије. Мање, јефтиније, паметније и брже су учестали трендови у компјутерски оријентисаној технологији, тако да је очекиван исти развој ситуације када је у питању и РФИД. Будућност ће пратити и пад цене компонената овог система што показују и истраживања приказанана на следећим сликама (Слика 40. и Слика 41.).



Слика 40. Просечна цена тага по апликацији од 2006-2016 [21]



Слика 41. Количина примене у односу на јачину и цену апликације и производа [21]

4.3.1 Разноликост сензора

Бржи развој РФИД технологије условљава и развој целокупне опреме која се користи у разним системима. Производи се све више унапређују и прилагођавају најразличитијим потребама, а растом производње опада им и цена, што их чини све приступачнијим и коришћенијим. Један од изазова рада са растућим бројем информација је прављење система и апликација које нису оспособљене само за садашњост, већ су направљене тако да се нови сензори могу додати у будућности.

4.3.2 Све више активних тагова

Иако се тренутна употреба РФИД тагова углавном заснива на коришћењу пасивних тагова, очекује се да ће падом цене активних тагова њихова примена значајно порастати. Напредак у производњи чипова, батерија и антена умањује цене активних тагова. За сада висока цена ограничава коришћење активних тагова и поред њихове велике флексибилности. Највећи део трошкова у производњи активних тагова представљају батерије. Штампане, биоразградиве батерије су тренутно обећавајућа технологија која може значајно смањити трошкове активних тагова у скорој будућности. Ако мало дубље или из другог угла сагледамо предности РФИД технологије, видећемо да је циљ свега продор ове технологије у наше домове. Глобално моћне компаније инсистираће да се производи што више компонената, самим тиме они ће постати наша свакодневица, и то ће резултирати падом цена. У напредним лабораторијама за испитивање врше се тестирања и покушавају се пронаћи алтернативе за батерије, материјале. Тестирају се најразличитији прототипови који ће нам у будућности донети многа нова решења, и поједноставити постојећа. То је циљ да се стално иде напред, а да буду задовољни и корисници и произвођачи услуга/производа.

4.3.3 Jini

Jini је технологија коју је развио Sun Microsystems и која омогућава уређајима да динамички откривају присуство других и да раде заједно на мрежи. Класичан пример је аутомобил који поседује Jini и мобилни телефон. Кад особа са мобилним телефоном уђе у аутомобил, телефон тражи уређај који има спикерфон. Телефон потом преузима софтвер од спикерфона и ако дође до позива у току вожње, возач ће позив обавити преко спикерфона. Када изађе из аутомобила и уђе у кућу, телефон проналази спикерфон на новој локацији, у неком кућном уређају.

4.3.4 Интернет ствари

Будућност у развоју РФИД система донеће организације које ће користити РФИД да унапреде своје пословање, као и размену информација између пословних партнера према утврђеним стандардима кроз велике и добро обезбеђене мреже. Оно што се предвиђа у некој даљој будућности је интернет ствари (Internet of Things).

Ову еру у развоју РФИД система пратиће широка прихваћеност и примена РФИД технологије, као и лакше управљање системима и мање цене тагова и „Smart“ уређаја. Ово ће довести до тога да организације могу да стварају сопствене мреже од јефтиних и напредних компоненти са ниским трошковима управљања и одржавања система. Овако ће РФИД технологија бити широко прихваћена у производњи, продаји, на фармама, у кућама. РФИД тагови ће постати саставни део производње и паковања робе. На овом ступњу развоја свест да производ поседује дигитални идентитет постаће уобичајена као и свест о његовој боји, тежини или величини. Могућност додавања електронског идентитета физичком објекту, претвара интернет у физички свет,

стварајући од објеката интернет ствари. За пословање ово ће значити бржа аутоматизација и учестала и прецизна контрола. Приликом употребе лекова РФИД ће помоћи да се не користе два лека која ће заједно негативно утицати на корисника. Предвиђа се и да неће бити класичних каса у продавницама, већ да ће самим проласком поред читача бити позната вредност робе коју је неко изабрао и аутоматски та вредност одузета са његове платне картице.

Неке од ових апликација већ постоје као пилот пројекти. Библиотеке и видео клубови користе РФИД да спрече крађу. Предузећа прате робу, а тагови се већ неколико година убризгавају у животиње. Када дође ово време, о РФИД технологији се неће размишљати више него што се то данас чини са било којом другом технологијом. Од РФИД технологије ће се једноставно очекивати да функционише.

4.3.5 РФИД РСВ

Последње деценије дошло је до значајне популаризације различитих облика технологије засноване на радијској фреквенцији. Сваким даном се јављају нова подручја и начини употребе ових технологија. Једна од највећих примена је у логистици. Користе се две врсте технологија засноване на радијској фреквенцији. С једне стране ту је технологија радијско фреквенцијске комуникације подацима или radio-frequency data communication RFDC која се користи за осигуравање двосмерне размене информација, већином у складиштима, односно дистрибуцијским центрима. Пуно раширенији и бољи је други облик радијско фреквенцијске технологије, тзв. РФИД.

РСВ плочица (Printed Circuit Board), (Слика 42.) је намењена уградњи у производ или амбалажу. Њена предност је нижа цена и способност подношења услова околине које РФИД налепнице не би поднеле.



Слика 42. РФИД РСВ плочица

4.4 Питања безбедности и приватности

Треба напоменути да се понекад приговара РФИД системима за ствари које се односе на мобилне телефоне или GPS (Global Positioning System) уређаје. На пример, често се чује брига да ће РФИД омогућити праћење људи помоћу сателита. То је очигледна заблуда, јер пасивни РФИД тагови имају домет око 3м, а активни око 100м и немогуће их је пратити из орбите. Мобилни телефон се може пратити док је активан, а GPS и функционише користећи сателите, тако да су мобилни телефони и GPS много већи разлог за бригу него РФИД. И EPCglobal наглашава проблем приватности као кључну одредницу у процесу прихватања РФИД технологија. Као и многе друге институције и EPCglobal је предложио како се треба борити за очување приватности података. И они наводе да купац треба да буде свестан да се неки подаци о њему прикупљају и да му се

мора пружити право да одлучи да ли хоће да учествује у томе. Предлаже се и едукација купаца како би се разбиле неке заблуде и представио систем у потпуности и на прави начин. Такође, мора се водити рачуна о прикупљеним подацима, како не би дошло до неовлашћеног коришћења или злоупотребе.

Симсон Гарфинкел, са масачусетског Института компјутерске науке и вештачке интелигенције који се сматра за једног од водећих стручњака када је у питању компјутерска безбедност, сматра да морају бити испоштована следећа права купаца :

- Право купца да зна који производи носе РФИД таг,
- Право да деактивира или уклони таг, када купи производ,
- Право да зна где, када и зашто се РФИД таг чита,
- Право на производ и услугу, иако је одлучио да не користи тагове,
- Право да зна које се информације чувају на тагу.

4.4.1 Безбедност РФИД система (тагови)

Два главна извора рањивости РФИД тагова су :

- Подаци на тагу нису енкриптовани (економски разлог),
- Без физичког надзора (са дозволом може да се уклони или замени другим)

Могуће злоупотребе су:

- Да се таг са артикла који има нижу цену постави на скупљи артикал,
- Да неко ко има приступ складишту постави два тага на једну кутију, а да на другу не постави ни један,
- Да дође до неовлашћеног мењања података на RW таговима.

Начини да се спрече ове злоупотребе су обезбеђивање адекватне контроле приступа за оне који имају контакт са обележеним производима, обезбеђивање надгледања, одвајање ЕРС кода од било које осетљиве информације по компанију или купца и коришћење RW тагова тамо где је прикладно и где постоје додатни системи заштите.

4.4.2 Безбедност РФИД система (читачи)

Рањивости РФИД читача су:

- Саобраћај између тага и читача није енкриптован,
- Читачи не препознају тагове.

Могуће злоупотребе су:

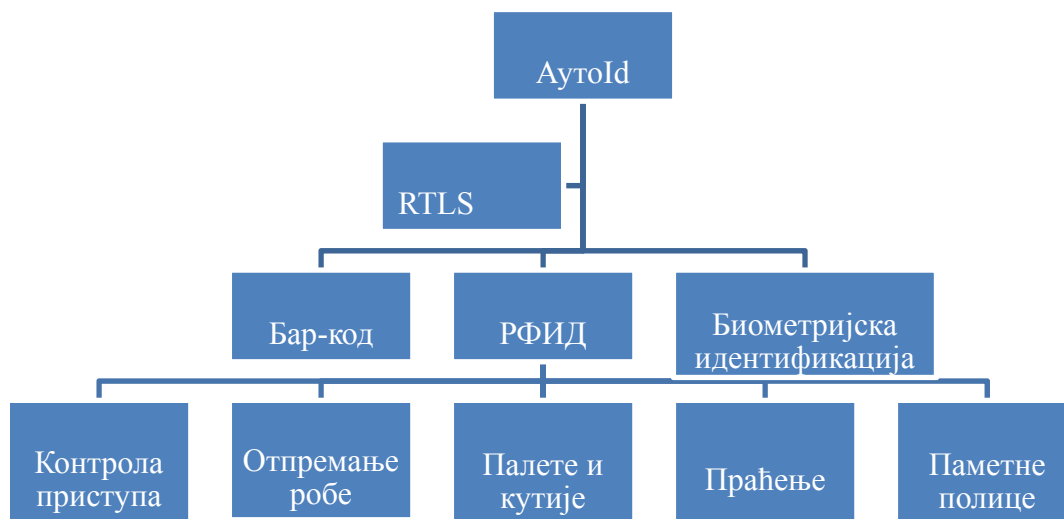
- Ако је читач повезан преко wireless мреже, постоји могућност да се преко приступне тачке (access point) дође до података (мрежни напади),
- Ако неко разуме радио таласе и протоколе може да прати комуникацију читача и тага и да шпијунира кретање садржаја,
- Отказ система услед ометања комуникације читача и тага,
- Могуће је праћење особа на основу производа које носе са собом (прецизан профил, животне навике, здравље...),
- Могуће је сакрити обележени предмет у метални оквир и тако избећи читање.

Начини да се спрече ове злоупотребе су енкрипција комуникације између тага и читача, обезбеђивање приступних тачака, постављање система за детектовање напада,

уградња firewall-ова и захтевање и потврда овлашћења да би се омогућио приступ сервисима. [4]

4.4.3 Контрола приступа

Апликације које се баве контролом приступа су РФИД системи (Слика 43.) који се користе за селективно дозвољавање приступа одређеним областима. На пример, РФИД тагови прикачени на аутомобиле, ношени у руци неке особе као картица, привезак или дугме могу омогућити приступ путу, згради или заштићеној области (Слика 44.).



Слика 43. Положај РФИД у односу на друге технологије



Слика 44. Различити облици РФИД тагова (читачи, привесци, картице, кружне плочице-жетони)

Најчешће се користе картице (Слика 45.), а њихове карактеристике су приказане испод слике. А највећи проблеми су: фалсификовање, неауторизовани улаз, приступ у случају опасности итд.

Паметне картице омогућавају заштиту мреже кроз идентификацију корисника, олакшавају чување података и бележења различитих догађаја. Садржај безконтактне картице може бити обновљен, што систем чини много флексибилнијим.

Основне функционалне карактеристике картице су :



Слика 45. Транспондери у облику картица

- 13.56 MHz оперативна фреквенција,
- r/w меморија 1 kВ или 4 kВ,
- пасивни транспондери (нема сопствено напајање),
- 10 година загарантовано задржавање података,
- Јединствени, непроменљиви (read – only), 32 – битни серијски број,
- Подаци који се уписују или читају могу се шифровати, у циљу заштите од злоупотребе,
- Пластична подлога, неосетљива на агресивне површине (прашина, влага, механичка оштећења и сл.)
- Најчешће се користе за контролу у људским ресурсима и приступу забрањеним деловима

4.4.4 Заштита приватности података

Док корпорацијски гиганти рекламирају предности РФИД технологије, заговорници људских права истичу да би праћење људи, производа, возила, чак и новчаница створило такав закон где је трговцима дозвољено да читају садржај потрошачке корпе (можда без знања купца) простим инсталирањем РФИД читача у близини. Такав страх није без основа. Тренутно, РФИД читачи имају могућност да истовремено читају податке са РФИД тагова који су различитог типа. То значи да ако особа уђе у продавницу носећи неколико РФИД тагова (на одећи, картицама или новчанику) један РФИД читач ће прочитати податке скупљене са свих тагова, и то не само оне који су повезани са производима у продавници. Тако би трговцима било омогућено да уз помоћ РФИД читача саставе потпунији профил купаца него што би могли једноставном анализом бар-кодова, али би дубоко задрли у приватност купца.

Организација EPIC (Electronic Privacy Information Center) ангажује се у заштити права грађана при нарушавању приватности. Иако је РФИД индустрија свесна претње у односу на приватност, наставља се са постављањем тагова на предмете за свакодневну употребу. Организација „потрошачи против нумерације и нарушавања приватности од стране супермаркета“ (Consumers Against Supermarket Privacy Invasion And Numbering – CASPIAN) недавно је публиковала документ којим се дају детаљна упутства како да фирме које уводе РФИД технологију неутралишу противљење јавности према тој технологији. Предложене употребе тагова намећу веће ризике према приватности. Многи стручњаци за РФИД технологију предвиђају развој широке мреже милиона РФИД пријемника распоређених по целом свету на аеродромима, лукама, путевима, центрима за дистрибуцију, магацинима, продавницама чак и у домове потрошача. Они ће непрекидно читати РФИД тагове, обрађивати податке и све то у циљу процењивања понашања потрошача и њихових навика. Тиме се потцењује људска потреба потрошача да живе у релативној анонимности. Критичари РФИД технологије упозоравају да информације које су сакупљене преко РФИД читача могу да буду прослеђене разним институцијама (рецимо владиним) у циљу надзора активности грађана. Могу чак бити злоупотребљене од стране хакера и криминалаца. При покушају ублажавања бриге потрошача, фирме убеђују да већина елемената који су означени РФИД таговима не могу бити прочитани са удаљености веће од пар метара. Међутим, иако би могли да буду у праву данас, стручњаци планирају много осетљивије РФИД читаче у будућности. Како ова технологија буде постајала напреднија, корисници би могли коначно да изгубе сваку могућност контроле и избегавања производа са овим чиповима. Већ су развијени

РФИД чипови величине зрна песка, невидљиви људском оку. Та ситна кодирана зрна могу да буду инкорпорирана у мастило или боју за тагове у новчаницама или документима. Могу такође да буду додата супстанцама као ауто-лак, експлозивни, или друге материје које су од интереса за праћење и надзирање.

4.5 Најчешћа питања

Да ли ће РФИД заменити бар-кодове?

- Највероватније је да ће се РФИД и бар-код технологија још дуго примењивати упоредо. Бар-кодови су јефтини и ефикасни за поједине потребе. Али смена је полако почела, и из године у годину све је већа и интензивнија.

Шта је таг?

- Генерално, РФИД таг се састоји од интегрисаног електричног кола (IC) и меморијских чипова, који служе за чување података, и антене која може бити постављена на различите врсте подлога. Сваки елемент РФИД тага се одређује према специфичној примени како би се постигла оптимална ефикасност. Величина тага се креће од веома малих, величине нокта, па до великих, величине цигле, блока. Термини „таг“ и „транспондер“ су синоними.

Која је разлика између активних и пасивних тагова?

- Активни РФИД тагови имају батерију, која се користи да покрене електрично коло микрочипа и за емитовање сигнала читачу (на начин на који мобилни телефон шаље сигнале базној станици). Пасивни тагови немају батерију. Њих покреће читач, који шаље електромагнетне таласе који индукују електричну струју у антени тага. Полу-пасивни тагови користе батерију да би покренули електрично коло чипа, али комуницирају црпећи енергију из читача. Активни и полу-активни тагови су корисни за праћење добара великих вредности који захтевају да се скенирају на великим дистанцама као што су аутомобили на камиону, али они могу коштати од 1\$ па до више од 100\$, чинећи их превише скупим за означавање јефтиних производа.

Колика је цена РФИД тагова?

- Тагови могу да коштају од 10-20 центи па до 50 и више долара, зависно од типа тага, примене и количине. Генерално говорећи, РФИД етикете које се лепе на палете обично коштају 50 центи. Активни тагови (они са батеријом) коштају много више. Ако се још угради и специјални сензор, онда цена расте и преко 100 долара. Очекује се значајан пад цена свих компонената РФИД система у блиској будућности.

Које су предности РФИД-а у односу на друге технологије аутоматске идентификације као што је нпр. бар-код технологија?

- РФИД системи помажу компанијама да сниже трошкове, унапреде услуге, смањују радни напор и унапређују производњу. РФИД је супериорна технологија у односу на традиционалне технологије. Бар-кодови и оптички системи заснивају се на оптици и захтевају релативно чисто окружење заштићено од влаге. Технологија контактнoг читавања не користи оптику али захтева чисто окружење зато што се мора остварити контакт да би се таг прочитао. Најједноставнија предност је што таг не мора да буде у

близини читача, а бар-код мора и то у тачно одговарајућем положају изнад бар-код читача.

Зашто је боље користити РФИД него бар кодове?

- РФИД је идеалан за прљаво, масно, влажно, индустријско окружење. РФИД тагови и читачи немају покретних делова стога не захтевају одржавање. РФИД тагови могу се читавати и у њих се могу уписивати подаци који могу бити далеко садржајнији него код других технологија аутоматске идентификације. За разлику од бар-кодова РФИД тагове је практично немогуће фалсификовати. РФИД је такође веома брза технологија. Таг може бити прочитан и повратна информација је доступна у милисекундама. РФИД системи такође читају више тагова одједном (40 тагова у секунди), што је далеко брже од бар-код система.

Како РФИД побољшава ланац снабдевања?

- РФИД омогућава динамично ажурирање података о роби која се прати током целог транспортног пута у реалном времену. Највеће побољшање је у томе да се штеди много више времена које се преусмерава за неке друге такође битне активности у целом ланцу. Доносећи више времена, са собом доноси и могућност обављања више послова за краће време, а тиме и много већи и бржи прилив новца.

Како се РФИД користи данас?

- Праћење сировина, WIP (Work-in-process) праћење, примена од производње до крајњег потрошача у ланцима снабдевања, праћење пакета на граничним контролним тачкама, праћење у људским ресурсима и др. И даље се овом технологијом покушавају освојити области у којима она није имала примену до сада. Многе компаније које су усвојиле ову технологију виделе су РФИД као конкурентну предност у својој специфичној индустрији.

Који се проблеми јављају?

- Као и друге технологије које користе радио таласе, РФИД системи су изложени интерференцији са нежељеним сигнаlima у виду електромагнетних сметњи. Да би се избегла погрешна читавања, подаци на таговима садрже битове који су енкодирани да омогуће детекцију грешака од стране читача како би унапредили поузданост система. У системима нижих перформанси, када су два тага у пољу читача истовремено, може доћи до колизије када оба тага покушавају да успоставе конекцију са читачем. Општи метод да се избегне колизија је да се дизајнирају тагови тако да се случајним одабиром одређује време одлагања одговора. Помоћу контролних алгоритама практично је немогуће уочити колизију или успорење. Присуство метала и влаге може ублажити перформансе РФИД читача и тагова што утиче и на домет читавања. Како било, метал може и појачати или унапредити домет читања уколико је систем добро дизајниран.

[23]

5. Закључак :

Развој РФИД технологије резултира све јефтинијом производњом опреме, све већом меморијом, ширим дометом преноса сигнала и бржом обрадом. Ипак, није вероватно да ће РФИД потпуно заменити бар-код. Можемо претпоставити да ће његова употреба расти тамо где друге методе аутоматске идентификације нису ефикасне. Свакако, уз успешну стандардизацију која би омогућила компатибилност РФИД опреме различитих произвођача и пад цена, могли бисмо очекивати наглу експанзију. На томе већ раде бројне заинтересоване организације у Европи (тамо где је примена РФИД технологије напреднија) и САД. Стандардизација каква је омогућила раст и глобалну употребу бар-кода, потребна је и код РФИД система. Тек тада можемо очекивати широку примену ове нове технологије. Развој РФИД-а отворио је многе нове визије будућности, стварајући потрошачки живот завидно једноставнијим. Свеједно, пред РФИД технологијом се налази још доста проблема које треба решити, а то су пре свега питања приватности и безбедности података.

Постоји такође јако велики избор ознака : етикета (на којој може да буде одштампан и бар-код), робусно пластично кућиште, ID картица, привезак и многи други различити облици. Све ове варијанте су присутне због огромних могућности примене, да би се у свакој области добили оптимални резултати. Могућности примене РФИД система ограничене су једино маштом њихових пројектаната.

РФИД технологију не треба посматрати као замену за остале начине идентификације и обележавања већ као комплементарну технологију. Процењује се да ће глобална употреба РФИД технологије наставити раст. Цене тагова ће се знатно смањивати порастом обима њихове производње, односно примене. То ће отворити врата даљем ширењу технологије. Сваки производ у блиској будућности ће бити означен преко РФИД микрочипа и његове антене. У комбинацији са временским и температурним биосензорима, РФИД микрочип представља незамисливо богатство нових технологија применљивих у најразличитијим областима. Њени поборници сматрају да ће она донети ред и равнотежу у нашем хаотичном свету. Крајњи циљ је креирати „физички повезани свет“ у коме је свака стварчица на планети тагована (додељен јој је јединствени идентификациони број). И она може да се идентификује, категоризује и могуће је њено потпуно и неометано праћење. Већа флексибилност у поређењу са бар-кодovima пружа више могућности, које долазе са већом сложености. Тренутно највећи раст примене ове технологије бележе продавци одеће и обуће, међу њима се посебно истичу GAP, Marks&Spencer, Benetton и Levis (очекује се утростручење РФИД тржишта у овој области). Предности ове технологије значајно надмашују њене недостатке. Неке компаније уштеде и до 95 % времена употребом РФИД технологија. Обзиром на погодности које РФИД технологија пружа, реално је очекивати да ће у наредном периоду њена присутност у савременом пословању и животу уопште бити све већа и већа, као и да ће се уградити у савремено друштво исто као и бар код, а вероватно и више.

6. Листа скраћеница и израза :

RFID (Radio Frequency Identification) – идентификација помоћу радио таласа
Auto-ID (ауто-идентификација) – аутоматска идентификација
OCR (Optical Character Recognition) – технологија оптичког препознавања знакова
Supply chain – ланац снабдевања
EPC (Electronic Product Code) – електронска шифра производа
LAN (Local Area Network) – локална рачунарска мрежа
Tag - ознака
Backscattering – спајање повратних сигнала
EAS (Electronic Article Surveillance) – електронско праћење производа
UHF (Ultra High Frequency) – ултра висока учестаност (фреквенција)
Terminal – прикључак
Middleware – посреднички (у овом случају софтвер)
LF (Low Frequency) – ниска учесталост
HF (High Frequency) – висока учесталост
AM (Amplitude Modulation) – амплитудна модулација
FM (Frequency Modulation) – фреквенцијска модулација
Wi-Fi (Wireless-Fidelity) – бежична мрежа
String – низ (слова)
UDC (Universal Decimal Classification) – универзална децимална класификација
Us library of congress code – кодекс о коришћењу америчке конгресне библиотеке
COBISS (Co-Operative Online Bibliographic System&Services) – Кооперативни умрежен систем и сервис библиотека
ISBN (International Standard Book Number) – стандардни међународни број књиге
Transmitter – одашиљач
Responder – одазивач
Receiver – прималац, пријемник
HOST – главни компјутер који прима податке од других база
ID (Identification) – препознавање
Smart-card – паметне картице
Chipless – без чипа
UV (Ultra Violet) – ултраљубичасти
Read-only (RO) – само за читање
Read-write (RW) – само за писање
Write-once-read-many (WORM) – уписуј једном а читај више пута
Air interface – ваздушни интерфејс
ISM (Industrial, Scientific&Medical) – индустријски, научни и медицински опсег фреквенција
FDX (Full – Duplex) – обосмерни пренос података
HDF (Half – Duplex) – једносмерни пренос података
Access point – приступна тачка
Keying – унос података
ASK (Amplitude Shift Keying) – амплитудно померање

FSK (Frequency Shift Keying) – промена фреквенције

PSK (Phase Shift Keying) – промена фазе

RZ (Return to Zero) – енкодирање које враћа на нулу

ISO (International Organization of Standardization) – Међународна организација за стандардизацију

Printer - штампач

API (Application Programming Interface) – примена у програмирању интерфејса

Bluetooth – систем за бежични пренос података

Ethernet – мрежа

TX (Transmitting Antenna) – антена која емитује

RX (Receiving Antenna) – пријемна антена

PDA (Personal Digital Assistant) уређај – лични дигитални помоћник

ZigBee – пакет од комуникационих протокола високог нивоа који користе дигиталне станице мале снаге

Portal – пријем

USB (Universal Serial Bus) – универзална серијска магистрала

Smart shelf – паметна полица

FCC (Federal Communications Commission) – Савезна комисија за комуникације (САД)

DOC (Department of Communication) – Одељење за комуникације (Канада)

Australian communication and media authority – органи за комуникације и медије (Аустралија)

ETSI (European Telecommunications Standards Institute) – Европски институт за телекомуникационе стандарде

CEPT (The European Conference of Postal and Telecommunications Administrations) – Европска конференција поштанских и телекомуникационих управа

ERO (European Regional Organisation) – Европски фонд за регионално организовање

Self-checkout – самопровера

„Real future store“ – продавница будућности

„Metro future store“ – Метро продавница будућности

Retail – малопродаја

UID (Unique IDentifier) – јединствени идентификатор (прималац)

GPRS (General Packet Radio Service) – пакетни пренос података

„Tag and ship“ – обележи и шаљи

„Track and trace“ – потрага и праћење

Rent-a-car – изнајмљивање аутомобила

Hazard – ризик или опасност

WMS (Warehouse Management System) – систем за управљање складиштем

JIT (Just in Time) – „баш на време“ пословање (без гомилања залиха и материјала)

EAC (Electronic Article Control) – електронска контрола производа

Pre-paid – унапред плаћен

VHS (Video Home System) – кућни видео систем

CD (Compact disc) – компактни диск

DVD (Digital Video Disc) – дигитални видео диск

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) – контролни протокол преноса/интернет протокол

PC (Personal Computer) – лични рачунар

Internet of Things – интернет ствари

RFDC (Radio Frequency Data Communication) – радио фреквенција за пренос података

PCB (Printed Circuit Board) – штампана плоча кола

GPS (Global Positioning System) – систем глобалног позиционирања

Firewall – заштитни зид (мисли се на податке)

RTLS (Real Time Location System) – систем за позиционирање у реалном времену

EPIC (Electronic Privacy Information Center) – Информативни центар за заштиту електронске приватности

CASPIAN (Consumers Against Supermarket Privacy Invasion And Numbering) – Потрошачи против повреде приватности од стране супермаркета

IC (Integrated Circuit) – интегрисано коло

WIP (Work in Progress) – рад у току

7. ЛИТЕРАТУРА :

- [1] Давор Дујак, Иван Шанторић, Ведрана Томашевић, „Имплементација РФИД технологије у логистичке и *supply chain* активности малопродаје“, Економски факултет у Осијеку, Република Хрватска, 2011.год
- [2] www.itdogadjaji.com, приступио 9.02.2012.год.
- [3] Срђан Станојевић, Слободан Радичев, Факултет техничких наука, Нови Сад, „Управљање производним системима“, 2010.год
- [4] Здравко Зарић, „Примена РФИД технологије у контроли приступа ресурсима“, Универзитет у Београду, Факултет Организационих наука, Београд 2008.год.
- [5] Дарко Бабић, Бранка Лајић, Денис Јуречић, „Примена РФИД микрочипа при руковању амбалажом“, 2008.год., Република Хрватска
- [6] уис-предавање 4, „Нове технологије рачунарских комуникација, „РФИД идентификација“, Download центар, Примењени менаџмент информационих система
- [7] www.retail.rs, магазин, стране 17 и 18, август 2011, прво издање, приступио 11.02.2012.год.
- [8] Authors : Andrea de Panizza, Sven Lindmark and Pawell Rotter, „RFID : Prospects for Europe item-level tagging and public transportation“, Institute for Prospective Technological Studies (IPTS), 2010.год.
- [9] Ђорђе Вукелић, Урош Жуперл, Јанко Ходолич, Петер Крижан, „Анализа могућности примене РФИД технологије у процесу монтаже/демонтаже прибора“, истраживања и пројектовања за привреду 23/24-2009
- [10] Ивана Шенк, Гордана Остојић, Стеван Станковски, Ласло Тарјан, Милован Лазаревић, „Следљивост прехранбених производа коришћењем РФИД технологије“, Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад, Србија, март 2011.год.
- [11] www.geneko.co.rs/index.html, приступио 11.02.2012.год.
- [12] Јелена Обрадовић, Бојана Обрадовић, „Примена РФИД технологије у пословним процесима“, Факултет организационих наука, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду, инфотех-Јахорина, март 2010.год.
- [13] Миодраг Станковић, „Праћење кола и робе на железници идентификацијом помоћу радио таласа – РФИД“, ФОН, Београд, 2006.год.
- [14] <http://www.sdditg.com/en/products/faq>, приступио 11.02.2012.год.
- [15] Миладин Стефановић, „СИМ системи“, Машински факултет у Крагујевцу, 2006., (стр. 51-57)
- [16] http://www.lsdata.rs/index.php?predmet_ime=NASLOVNA, приступио 13.02.2012.год.
- [17] http://www.sapmag.com.hr/show_article.php?id=329, приступио 13.02.2012.год.
- [18] <http://microsys.rs/rfid.html>, приступио 14.02.2012.год.
- [19] <http://en.wikipedia.org/wiki/Wal-Mart>, приступио 14.02.2012.год.
- [20] Authors: Marc van Lieshout & all, „RFID Technologies: Emerging Issues, Challenges and Policy Options“, Institute for Prospective Technological Studies (IPTS), 2007.год.
- [21] borbazaveru.info/content/view/1344/28/, приступио 15.02.2012.год.
- [22] http://microsys.rs/rfid_pametne_police.html, приступио 16.02.2012.год.
- [23] <http://www.albatech.rs/home/dogadjaji.php?iddogadjaja=8>, приступио 16.02.2012.год.

8. Корисна литература, адресе и линкови :

ЛИТЕРАТУРА :

- [1] RFID Technology and Applications – edited by Stephen B. Miles, Sanjay E. Sarma and John R. Williams (Cambridge)
- [2] RFID Sourcebook – Sandip Lahiri
- [3] RFID Applications, Security and Privacy edited by Simson Garfinkel – Beth Rosenberg
- [4] RFID essentials – Bill Glover, Himanshu Bhatt
- [5] RFID for dummies – Patrick J. Sweeney, Patrick J. Sweeney (II)
- [6] RFID – Steven Shepard
- [7] Global RFID – Edmund W. Schuster, Stuart J. Allen, David L. Brock
- [8] RFID applied – Jerry Banks
- [9] RFID toys – Amal Graafstra
- [10] RFID and beyond – Claus Heinrich
- [11] RFID in the supply chain – Judith M. Myerson
- [12] RFID handbook – Klaus Finkenzeller
- [13] RFID – Daniel Hunt, Albert Puglia, Mike Puglia
- [14] RFID – Dominique Paret

АДРЕСЕ И ЛИНКОВИ :

- [1] www.sampro.rs
- [2] www.sunbar.rs
- [3] rfid.averydennison.com
- [4] www.motorola.com
- [5] www.rfidupdate.com
- [6] www.hk-rfid.com
- [7] electronics.howstuffworks.com/gadgets/high-tech-gadgets/rfid.htm
- [8] rfid.org
- [9] www.rfidjournal.com/faq
- [10] www.ti.com/rfid
- [11] rfidnews.org
- [12] www.anviz.com