

Рачунарски факултет,

Кнез Михаилова 6

Београд, 2020.

RFID ТЕХНОЛОГИЈА

ДИПЛОМСКИ РАД

Ментор:

др Петар Бојовић

Чланови комисије:

др Петар Бојовић

др Селена Вукотић

Студент:

Немања Вучићевић, РМ 4-15

Садржај

1. Уводне напомене, циљеви и задаци рада	4
1.1. Увод	4
1.2. Циљеви и задаци рада	5
2. Специфичности и потребе савременог тржишта	7
2.1. Развој информационо-комуникационих технологија	7
2.2. Специфичности бежичне комуникације и потребе за бежичном комуникацијом	8
3. Основне карактеристике RFID технологије	10
3.1. Појам и значај RFID технологије	10
3.2. Ширина примене RFID технологије	11
4. Радио фреквенцијска идентификација	13
4.1. Начин функционисања и применљивост RFID технологије	13
4.1.1. Тагови	14
4.1.1.1. Разлика између бесконтактне паметне картице и RFID тага	20
4.1.2. Читачи	20
4.1.3. Класификација читача	22
4.2. Историја развоја RFID технологије	26
5. RFID технологија и стандарди	30
5.1. Антене	31
5.2. Коришћење различитих фреквенција	34
6. Специфичности развоја RFID технологије	38
7. Примена RFID технологије	40
7.1. Потреба за применом RFID технологије	40
7.2. Примена RFID технологије у производној индустрији	45
7.3. Примена RFID технологије у логистици	48
7.3.1. Примена и проблеми у снабдевању и складиштењу производа	49
7.3.2. Примена у систему транспорта људи и производа	52

7.4. Примена RFID технологије у обављању свакодневних активности	57
7.5. Предности примене RFID технологије	59
8. Будућност примене RFID технологије	60
9. Закључак	62
Литература	64

1. Уводне напомене, циљеви и задаци рада

1.1. Увод

Савремено доба, може се окарактерисати као период изузетно високог степена развоја технологије, која је у великој мери променила начин на који је некада посматран систем пословања. У складу са тим, уведени су нови степени аутоматизације процеса рада, који су са собом донели велике уштеде како временских тако и материјалних ресурса.

У овом домену, интересно је уочити чињеницу експоненцијалног прогреса информационо – комуникационих технологија које широку примену проналазе у свим доменима деловања савременог човека, па се тако ни један савремени систем пословања не може замислити без употребе рачунара, рачунарских мрежа, као и различитих облика жичне или бежичне комуникације.

Сам технолошки напредак, може се окарактерисати као константна појава која прати друштво кроз историју развоја, али га и мења до те мере да се системи пословања некада и сада не могу чак ни поредити. У том домену, може се говорити и о великом броју технолошких достигнућа која су променила ток деловања људи, али и великом броју различитих технологија које и данас остварују свој утицај на живот људи савременог доба, али имају и потенцијал за остваривање још већег утицаја у будућности.

Када се говори о комуникацији, дефинитивно се може изнети чињеница да је комуникација један од најспецифичнијих и најважнијих активности човека, при чему видови комуникације могу бити различити.

Сама комуникација, може бити остварена кроз адекватну употребу информационо – комуникационих технологија, али кроз коришћење знања и искустава о начинима на које је могуће одређену поруку пренети кроз етар. У том домену, радио таласи узимају изузетно велико учешће, поготово из разлога што нуде могућност да се на брз и ефикасан начин, информација преноси на различитим удаљеностима, у различитим условима које намеће средина.

У складу са тим, развој технологије засноване на преношењу радио таласа, може пружити изузетно висок допринос за обављање свакодневних активности савременог човека, али је важно истаћи и чињеницу да у савременом добу, постоји низ различитих технологија које своју функционалност заснивају на радио таласима.

Једна од коришћенијих технологија, свакако је RFID технологија, или технологија радио фреквенцијске идентификације, која се може означити као начин бежичног преношења поруке или сигнала, са циљем остваривања одређене функционалности у реалном систему.

RFID технологија, веома је популарна у домену деловања апликација за праћење, као и комуникацији коришћењем радио таласа која се може искористити у креирању апликација за свакодневно коришћење, које би олакшале и убрзале активности савременог човека. Управо из разлога изузетно широког спектра примене RFID технологије, у овом раду, биће представљена идеја настанка ове технологије, њен развој кроз време, као и специфичности функционисања ове технологије са посебним акцентом на домене примене.

1.2. Циљеви и задаци рада

Основни циљ овог рада, биће откривање функционалности и сврсисходности RFID технологије, као и области у којима ова технологија проналази своју примену. Да би се овакав циљ реализовао на адекватан начин, биће потребно приступити анализи специфичности и карактеристика технологије савременог света, као и могућности интеграције и даљег развоја постојећих технологија.

Тако се као основни задаци у раду могу издвојити:

- Анализа савремених технологија, и утицај информационо-комуникационих технологија на живот савременог човека и аутоматизацију у процесу рада,
- Анализа специфичности и карактеристика RFID технологије,
- Анализа развоја RFID технологије, као и употребна вредност ове технологије,
- Анализа начина функционисања RFID технологије,
- Истраживање области у којима RFID технологија налази примену, као и даљих потреба тржишта за применом RFID технологије, и на крају
- Анализа могућности даљег унапређења RFID технологије, и могућности проширења примене ове технологије у савременом пословању али и свакодневном животу људи.

2. Специфичности и потребе савременог тржишта

2.1. Развој информационо-комуникационих технологија

Специфичност активности данашњице, дефинитивно је сведок изузетно високог интензитета кретања и развоја друштва. Међутим, свакако највећи допринос том развоју, остварен је услед технолошког развоја који је постао изражен у периоду 20. и 21. века. Овај развој, увео је у систем пословања многе новине, које су у потпуности промениле, не само брзину и ефикасност пословања, него и начин размишљања и деловања људи. Као водећи елемент промене, дефинитивно се истичу информационо-комуникационе технологије.

Карактеристике које је развој информационо-комуникационих технологија увео у систем пословања, у највећој мери односе се на аутоматизацију процеса пословања, кроз све мању потребу за ангажовањем радне снаге, као и посредство човека искључиво као контролора одређених процеса у раду. Технолошки напредак такав је да је у великој мери постигнута уштеда како материјалних, тако и временских ресурса, па сам систем пословања за човека није само олакшан, већ и је и убрзан на адекватан начин.

Та брзина у којој се данас остварује прогрес информационо комуникационих технологија, доводи до појаве специфичних софтвера, који своју примену налазе у готово свим гранама индустрије, као и свим активностима које се везују за човека савременог доба, па се данас не може замислити ни један систем пословања, који не користи рачунаре, специјализоване машине за производњу, прилагођавање или контролу квалитета производа, мобилне уређаје и друго. Сви ови уређаји, функционишу помоћу софтвера који реализује њихов радни процес.

Савремени систем комуникације настао је повезивањем рачунара у мрежу са циљем адекватне размене података, при чему се размена података и производња, могу окарактерисати као две најзначајније активности данашњице. У складу са тим, растом комуникационих технологија, развијају се и идеје о новим, лакшим и бржим начинима пословања, па је и допринос информационо-комуникационих технологија на пољу пословања, али и у приватном животу људи, такав да се живот у савременом добу, не може замислити без употребе производа које савремена индустрија нуди.

Информационо-комуникационе технологије, увеле су потпуну аутоматизацију у процес пословања, доневши са собом и велике уштеде како материјалних тако и временских ресурса. Наравно, читава аутоматизација, повукла је за собом и велике изазове када је у питању складиштење, управљање и искоришћење података. Међутим, као основна идеја и циљ овог рада, јесте представљање концепта који RFID технологија може да понуди, као и анализа практичне искористивости ове технологије. У том домену, неопходно је сагледати и потребу савременог света за бежичним комуникацијама, као и раширеност бежичних комуникација у свакодневном животу савременог човека. На овим подацима, могуће је представити концепт RFID технологије, као и њену историју развоја, функционалност у савременом добу, и наравно креирати поглед на ту технологију у будућности, која је неминовна, услед све веће потребе савременог човека за бежичном комуникацијом.

2.2. Специфичности бежичне комуникације и потребе за бежичном комуникацијом

Аутоматизација процеса рада, смањење временских и материјалних ресурса који се троше приликом процеса производње, креирања услуге или вођења активности у приватном животу људи, довела је и до већег броја активности које човек савременог доба обавља. У складу са тим, немогуће је изоставити чињеницу да је раст информационо-комуникационих технологија довео и до потребе за мобилношћу корисника технологије, као и обављањем пословања различитог облика са различитих места.

Управо у овом домену, налази се и RFID технологија, која ће бити представљена у овом раду.

Основа функционисања савременог света, усмерена је ка интензивном развоју мобилне комуникације, која се истиче као реална потреба људи, у складу са чињеницом да савремено доба захтева све већу потребу за обављањем пословања са различитих позиција и у различито време. Тако се статични рачунари који су некада били основа пословања али и основа решавања приватних проблема, мењају мобилним рачунарима и телефонима, док се

тежња за управљањем машинама у производњи или креирању услуга своди на ослањање на вештачку интелигенцију, или даљинско управљање уређајима и централизовани даљински систем управљања, манипулисан од стране човека. Овакве идеје проширене су у готово све домене деловања савременог човека, па се тако не може уочити ни једна активност у којој се данас не користе мобилни уређаји.

Међутим, статични уређаји у одређеним доменима пословања задржавају своју функционалност, због чега је јасно изражена тежња за потпуном заменом, која би омогућила:

- Флексибилност у раду (могућност фокусирања човека на теже процесе)
- Скалабилност (брзина обављања процеса доводи до скалабилнијег посла)
- Брзину у раду (аутоматизација уводи веће брзине испоруке и пословања)
- Већу уштеду материјалних ресурса (једном се пројектује, информација путује брзо, самим тим доводи до уштеде)
- Мању потребу за радном снагом и простором у којем се обавља пословање

Све ове чињенице иду у корист мобилној технологији и бежичним начинима комуникације, због чега се, услед тренутног постојања и мобилних и статичних технологија, тежи потпуној аутоматизацији, због чега се на веома јасан начин може говорити о бежичној технологији као тренутној потреби, али и будућности функционисања савременог човека.

Како је основа анализе овог рада RFID технологија, као и анализа идеје и феномена ове технологије, затим анализа развоја технологије и учестаности примене ове технологије, али и будућност примене ове технологије, свест о значају информационо-комуникационих технологија, као и потреба за повећаним интензитетом коришћења бежичних технологија, веома су добар основ за дубљу анализу RFID технологије, у којој се могу уочити елементи:

- Пословања у савременом добу,
- Развоја информатике и технологије,
- Развоја бежичне комуникације.

3. Основне карактеристике RFID технологије

3.1. Појам и значај RFID технологије

Како је напоменуто у претходном поглављу, основна идеја овог рада, заснована је на представљању концепта RFID технологије, а управо из тог разлога, било је важно представити специфичности, прогрес али и смер кретања развоја технологије.

Тако се може провући и чињеница да у сталном развоју друштва и односа у њему тежња за већом продуктивношћу добија све већи значај, а сама идеја о постизању продуктивности, у великој мери, повезана је са свим елементима којима доприноси прогрес информационо-комуникационих технологија. Тако се може рећи да је продуктивност једно од најважнијих мерила ефикасности рада. Са друге стране, хуманизација рада може се представити као уз прогрес најважнији, иако у основи различит али равноправан и неодвојив циљ друштва.

Управо уз ту идеју, могуће је искористити RFID технологију, која ће бити појмовно одређена у овом поглављу.¹

Технолошки прогрес инкорпорира у сваки елемент деловања и рада људи. Када се говори о модерном добу, дефинитивно се може рећи да је то доба у којем је основна активност човека, без обзира на степен образовања или професију, управо продаја, као систем који се успоставља у свакој области деловања.

Може се рећи да је у циљу побољшања продаје, а као занимљива и прилагодљива замена за бар кодове, који су кроз развој технологије, и такође једноставност коришћења пронашли свој пут на тржишту још од свог настанка, настала је нова специфична технологија, чији је основ био идентификација производа заснована на радио фреквенцији, по којој је и популарни назив технологје RFID, добио име, јер је основна идеја RFID технологије, радио фреквенцијска идентификација.

Тако је и сама идеја настанка RFID технологије, заснована на потреби да се побољша тренутни систем реализације продаје, и да се пронађе начин за повећањем аутоматизације у раду, а смањењем утрошка енергије, новца и времена.

3.2. Ширина примене RFID технологије

Приликом разматрања идеје и специфичности RFID технологије, од изузетне је важности истаћи чињеницу да ова технологија са собом носи промену начина на који пословне компаније, предузећа или организације које имају директан контакт са производима над којима се обавља производна, складишна или продајна делатност, имају могућност праћења начина кретања својих производа. У складу са тим, како је напоменуто, основна идеја RFID технологије, заснована је на увођењу једноставности у процес обављања логистичких

¹ Ahuja S: "An introduction to RFID technology", Jour, 2010.

делатности, па су у складу са тим, активности које се највише везују за ову технологију заправо:

- Производња,
- Чување, одржавање и складиштење производа, као и
- Продаја и евиденција продаје производа.

Међутим, сама идеја о радио фреквенцијској идентификацији, много је шира од једноставности активности које може понудити логистичка делатност због чега је могуће спровести анализу RFID технологије кроз примену у многим другим областима и доменима деловања људи у савременом добу. У складу са тим, може се уочити примена ове технологије и у:

- Школама (контрола приступа просторијама, читавање долазности ученика и професора)
- Болницама (контрола приступа просторијама, информисање особља о кретању пацијента)
- Јавним институцијама (контрола људи који су ушли и изашли из одређене институције)
- Домаћинствима и великим пољопривредним и сточарским газдинствима (праћење животиња, аутоматизована сигнализација одређених пољопривредних процеса)

У складу са овим чињеницама, немогуће је посматрати RFID технологију као једноставну идеју реализовану у оквиру логистичке делатности. Њена ширина, сведочи и о њеном значају, па се у складу са тим, јавља потреба за дубљом анализом саме технологије, начина њеног функционисања, али и корена ове технологије како би се уз анализу процеса настанка, као и тренутног нивоа примене, могли предвидети будући кораци у коришћењу ове специфичне и веома корисне технологије.

Јасна је чињеница да готово ни један од претходно изнетих домена у којима је примена ове специфичне технологије могућа, у савременом добу, упркос тежњи да се унапреди, убрза, олакша и аутоматизује систем пословања, функционисања школа, јавних институција и

праћења различитих предмета, није у потпуности искористио предности ове технологије, због чега је пут у коришћењу RFID технологије у потпуности отворен. Ова чињеница даље нуди могућност шире примене специфичности RFID технологије, као и конкретизације примене ове технологије у свакој од претходно поменутих области, али и проналаска заједничких бенефита у коришћењу ове технологије кроз међусобно увезивање самих области, што додатно доприноси ефикасности у раду.

4. Радио фреквенцијска идентификација

4.1. Начин функционисања и применљивост RFID технологије

Да би се ефикасно размотриле специфичности примене RFID технологије, од изузетне је важности разумевање идеје функционисања ове технологије, али и начина на који се технологија развијала кроз време. У складу са тим, може се рећи да је радио фреквенцијска идентификација, технологија бежичног преноса информација која се користи за идентификацију појединачних предмета путем радио таласа.

Овакав систем немогуће је успоставити без постојања хардверских и софтверских компоненти. Када се говори о хардверским компонентама, интересно је истаћи да се хардверски део RFID система састоји се од:²

- тагова и
- читача,

који служе за слање и пријем радио сигнала са објеката који се идентификују. На овај начин се истовремено могу очитати већи бројеви тагова у секунди што би захтевало додатно пројектовање, програмирање и тестирање одређених делова целокупног система.

4.1.1. Тагови

Постоје различите врсте класификације тагова. Постоје активни, полупасивни и пасивни тагови који ће бити прецизније описани у даљем наставку овог рада.

Да би се на ефикасан начин разумела функционалност RFID технологије, потребно је приступити разјашњењу претходно изнетих појмова. Тако се може рећи да таг представља електронску компоненту RFID система која се поставља на објекат који је потребно идентификовати и пратити. Основне дигиталне информације о производу које таг садржи чини јединствени серијски број датог производа. Најчешће се ради о EPC³ идентификатору који је дефинисан од стране MIT института, и касније прихваћен од стране EPCglobal организације за стандардизацију.

Електронски код производа (EPC) је синтакса за јединствене идентификаторе додељене идентификованим ентитетима.

EPC се може применити бинарно над таговима RF идентификације и текстуалне форме погодне за дељење података међу информационим системима предузећа.

² Угарак Ј: "Примена RFID технологије у дистрибутивним компанијама", Национална конференција о квалитету, 2013.

³ EPC – Electronic Product Code

Међутим, интересно је истаћи да сам таг може садржати и друге информације, јер је развој RFID технологије, која је на тржишту наишла на изузетно висок степен примене, довео да чињенице да се на тржишту појави такође, изузетно велики број различитих врста тагова. У складу са тим, када се говори о начину функционисања RFID технологије, немогуће је изоставити и специфичност класификације тагова, при чему постоји низ критеријума који мора бити узет у разматрање када је у питању подела тагова. Међу тим критеријумима, свакако се могу наћи:⁴

- димензије,
0.05mm x 0.05mm је најмањи, већи иду до граница потребе
- домет читавања,
од 30cm до 2km, зависно од јачине читача
- тип
пасивни, полупасивни и активни и
- капацитет меморије.
до 2kB

Сви ови критеријуми, наводе на различитост тагова, која додатно употпуњује сложеност RFID технологије, због чега је приликом анализе применљивости ове технологије, довољно осврнути се на домен класификације према извору енергије. У том домену, јављају се:⁵

- Активни тагови,
- Пасивни тагови и
- Полупасивни или семи пасивни тагови.

Када се говори о активним таговима, неопходно је споменути чињеницу да активни тагови поседују сопствени извор енергије, који је реализован кроз постојање батерије. Ова врста

⁴ Обрадовић Ј, Обрадовић Б: "Примена RFID технологије у пословним процесима", Infoteh Јахорина, Vol 9, Ref F-12, 2010.

⁵ Обрадовић Ј, Обрадовић Б: "Примена RFID технологије у пословним процесима", Infoteh Јахорина, Vol 9, Ref F-12, 2010.

тагова има могућност да иницира контакт са читачем, слањем сопственог сигнала, при чему је могуће ове тагове искористити и у домену повезивања са GPS⁶ системима. У том погледу, активни тагови могу наћи изузетно висок степен примене у праћењу кретања возила и транспортним системима, али и у свим другим системима који захтевају комбинацију RFID технологије и глобалног система за позиционирање.⁷

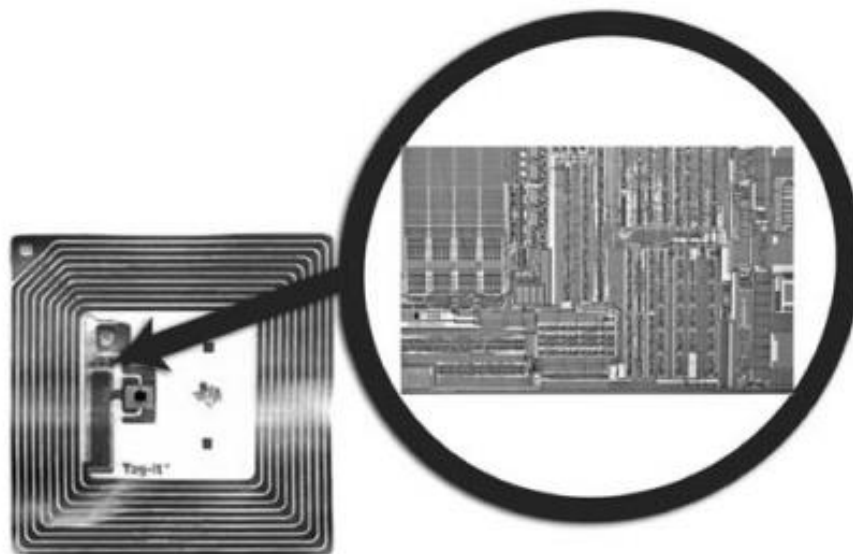
Са друге стране за пасивне тагове се може истаћи чињеница да они немају сопствени извор енергије, на шта наводи и сама номенклатура, па у складу са тим, немају ни могућност иницијације контакта са читачима, коју остварују активни тагови. Међутим, ови тагови, као и активни за функционалност траже енергију, при чему се код ове врсте тагова енергија добија путем сигнала које им шаље читач. Када се говори о дometима очитавања ове врсте тагова, могу се уочити даљине од 2 милиметра до 5 метара, па се у највећем броју случајева ови тагови користе приликом електронског плаћања.⁸

Оваква примена пасивних тагова, наводи на чињеницу високог степена комерцијализације овог тага, па се тако може рећи да су ово уједно и најфреквентнији тагови, и тагови најинтересантнији за анализу. Да би се на адекватан начин разумела идеја функционалности пасивних тагова, типичан пасивни таг са чипом представљен је на слици 1.

⁶ GPS – системи за глобално позиционирање

⁷ Dipankar S, Prosenjit S, Anand M "RFID for Energy and Utility Industries", PennWell Books, 2009.

⁸ Обрадовић Ј, Обрадовић Б: "Примена RFID технологије у пословним процесима", Infoteh Јахорина, Vol 9, Ref F-12, 2010.



Слика 1. Пасивни таг са чипом

Извор: Обрадовић Ј, Обрадовић Б: „Примена RFID технологије у пословним процесима“, INFOTEN Јахорина, Vol 9, Ref F-12, 2010.

Међутим, сама примена пасивних тагова није ограничена само доменом електронског плаћања. Специфична технологија која је пронашла широку примену у Републици Србији, везана је за аутоматско откључавање улазних врата на стамбеним зградама, без коришћења интерфона, искључиво прислањањем картице у којој је смештен таг са чипом. Тако је на слици 2, представљен још један изузетно значајан облик примене RFID технологије у практичним условима, који је данас део свакодневних активности код човека.



Слика 2. RFID привезак за безконтактно откључавање улазних врата

Извор: <https://p.globalsources.com/IMAGES/PDT/BIG/957/B0651137957.jpg> (приступљено 26.01.2020. године)

Као трећи тип тага, посматран у домену извора енергије, наведен је полупасивни или семи пасивни таг, којег карактерише постојање сопственог извор напајања, али и немогућност иницијације контакта са читачем већ само постојање могућности одговора на сигнале. У том смислу, функционалност полупсивних тагова, у већој је мери подударајућа са функционалношћу пасивних тагова, са разликом постојања сопственог извора напајања, који доприноси већој снази и домету очитавања сигнала, а самим тим и другачијем начину примене ових тагова у свакодневици.⁹

Уколико узмемо пример где се мапирани објекти тј. тагови налазе у металном контејнеру и да се користи пасивни RFID таг, радио таласи које читач шаље да би активирао таг одбијаће се од метала и тешко би достигли таг; на тај начин, он не би могао да одговори.

Метал изазива два проблема за RFID тагове: Може да одражава енергију далеко од тага или да раштимује антену тага, спречавајући је да прима енергију од читача.

⁹ Обрадовић Ј, Обрадовић Б: "Примена RFID технологије у пословним процесима", Infotech Јахорина, Vol 9, Ref F-12, 2010.

Из тих разлога потребно је поменути и анти метал тагове. Анти метал таг направљен је од специјалног гуменог магнетног лепљивог филма и електронске ознаке на полеђини. Ова врста тага технички успешно решава проблем немогућности читавања RFID-а када се причврсти на металну површину.

За тагове се може рећи да се углавном производе у различитим облицима, величинама, с различитим капацитетима меморије и отпорношћу. RFID таг може бити довољно мали како би се сместио на потребни производ. Такође, овај таг може бити и у облику ексера или шрафа уколико се укаже потреба за означавање дрвене грађе или у облику кредитне картице за коришћење у апликацијама контроле приступа. Велики пластични привесци за спречавање крађе прикачени на гардеробу у трговинама такође су RFID тагови, а слични су и врло отпорни тагови у облику блока којима се означавају контејнери у интерним процесима производње, или радне машине и камиони у сврху праћења и одржавања. Готово сви су заштићени неком врстом кућишта од удараца, хемикалија, влаге и прашине, па њихова употребна вредност у процесу складиштења робе додатно расте.

Када се говори о процесу складиштења производа, употреба тагова, смарт налепница или плочица, не може се одвојити, јер одабир тага, зависи од специфичности и начина пословања конкретне компаније, као и специфичности производа који је потребно складиштити.

Да би се на ефикасан начин разумео систем функционисања RFID технологије кроз фреквенцијски опсег, интересантно је истаћи то да се RFID системи класификују у три фреквенцијска подручја, а то су:¹⁰

- Low Frequency – 100-500 kHz,
- High Frequency – 10-15 MHz, као и
- Ultra High Frequency (UHF) – 433 – 915 MHz.

Пасивни тагови ниске фреквенције имају веома кратак опсег читања, али веома добар продор течности и влажних материјала. Обично се користе за праћење животиња (стока и кућни љубимци), као и за имобилизаторе аутомобила.

¹⁰ <https://www.automatika.rs/baza-znanja/obrada-signala/uvod-u-rfid-tehnologiju.html>

Пасивни тагови високе фреквенције такође имају прилично кратак опсег читања (око неколико центиметара), као и добар продор течности и влажних материјала. Они су можда најчешће коришћене тагове уопште, јер се користе за контролне картице приступа. Друга апликација је означавање лекова, библиотека или веша.

Пасивни тагови ултра високе фреквенције имају најдужи распон читања свих пасивних тагова (до 15 стопа, понекад и више), али не продиру у воду или влажне материјале. Најчешће се користе за контролу залиха и управљање ланцима снабдевања робом, деловима и материјалима и за праћење случајева и палета у малопродаји, производњи, фармацији, логистици, војној и другим индустријама.

4.1.1.1. Разлика између бесконтактне паметне картице и RFID тага

Бесконтактне паметне картице су различите од RFID тагова. Обе технологије су бежичне, што значи да могу комуницирати путем радио таласа, али су бесконтактне паметне картице далеко напредније и сигурније.

Бесконтактне паметне картице имају мале, али софистициране рачунаре у себи. Они пружају висок ниво сигурности како би заштитили ваш идентитет, приватност или финансијске информације. Технологија бесконтактних паметних картица погодна је за употребу као што су идентитети, пасоши и платне картице.

Битна разлика је и у томе што бесконтактне паметне картице праве тако да имају мали домет, до 14cm док RFID тагови могу бити прочитани и са већих удаљености.

4.1.2. Читачи

Као друга компонента која дефинише функционалност и примену RFID система је читач. За читач се може рећи да је то компонента система која се поставља на специфичну, потребну локацију са циљем да прикупи податке о праћеном објекту и то са тага који је описан у претходном поглављу.

Комуникација између тага и читача обавља се путем радиоталаса при чему је читач у функцији прикупљача података од тагова, а прикупљени подаци, прослеђују се рачунарском информационом систему, креираном на начин да се прилагоди RFID

технологији, тако да се оствари комплетна функционалност даљинске комуникације и разумевања уређаја.

На слици 3, представљен је RFID читач, као друга значајна компонента RFID система даљинске комуникације путем радио сигнала.



Слика 3. RFID читач Извор: https://static.kupindoslike.com/RFID-citac-kartica-i-cipova-RDM6300-125KHz_slika_XL_45762153.jpg (приступљено 27.01.2020. године)

Разумевањем основних компоненти RFID технологије, могуће је разумети и њену функционалност и из функционалности извући закључке о доменима примене ове технологије у свакодневном животу. Међутим, идеја овог рада, поред сагледавања начина на који функционише RFID технологија, везује се и за анализу примене RFID технологије, и ефикасности приликом коришћења ове технологије у свакодневном животу, као и сагледавања могућности даљег унапређења технологије, и њене даље примене. Да би се ова анализа могла спровести на адекватан начин, од изузетне је важности сагледати и

историјски период развоја RFID технологије, од појаве идеје о даљинској комуникацији, све до широке примене ове технологије у савременом добу.

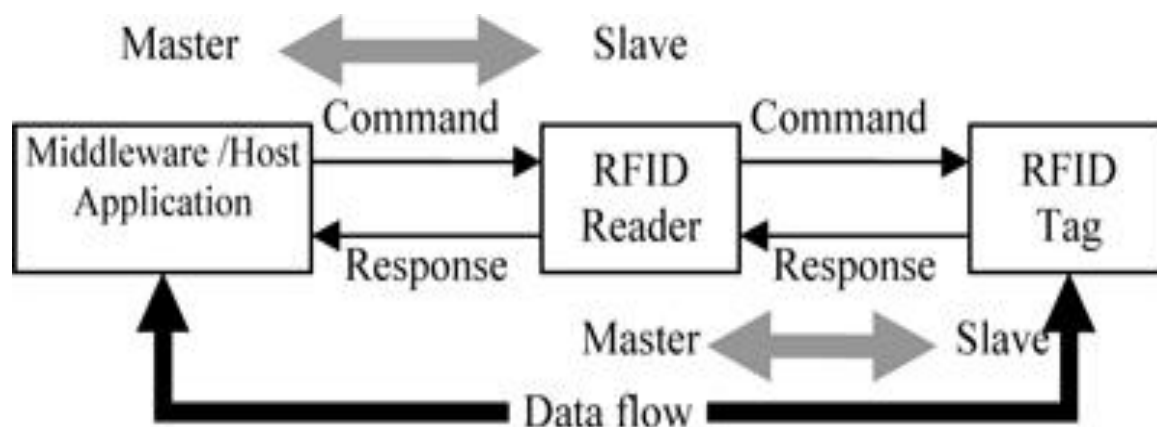
4.1.3. Класификација читача

Читачи се могу класификовати по следећим областима:

- начину напајања батерије
- комуникацијском интерфејсу
- стационарности
- протоколу
- фреквенцијском спектру
- протоколу за енкодирање

Класификација се заснива на извору напајања, комуникацијском интерфејсу, мобилности, испитивању тагова, фреквенцијском одзиву и пратећим протоколима читача.

Читач и таг су у односу између “master” и “slave” где читач делује као “master”, а таг као “slave”. Читач такође може бити у улози “slave”. Софтверска апликација, која се такође назива “middleware”, обрађује податке из RFID читача, делује као главна јединица и шаље наредбе читачу. То значи да се све активности читача и тага покрећу апликативним софтвером. У хијерархијској системској структури апликативни софтвер попут пословног софтвера представља мастер док читач, као подређени, који се активира само кад прими наредбу из апликативног софтвера, и самим тим, читач обавља операције читања или писања RFID тага који се налазе у његовом подручју испитивања. На слици 5 је приказан однос master - slave.



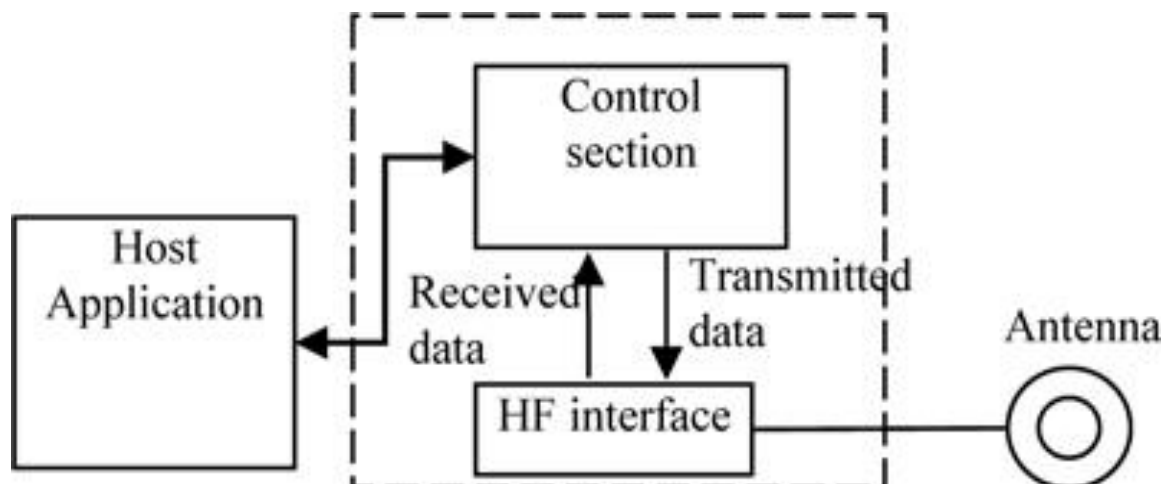
Слика 4. "Master&Slave"

Извор: https://www.microwavejournal.com/legacy_assets/images/4830_Fig_02.jpg

(приступљено 11.2.2020. године)

RFID читач састоји се од три главна дела приказана на слици 5. Те три главне компоненте су:

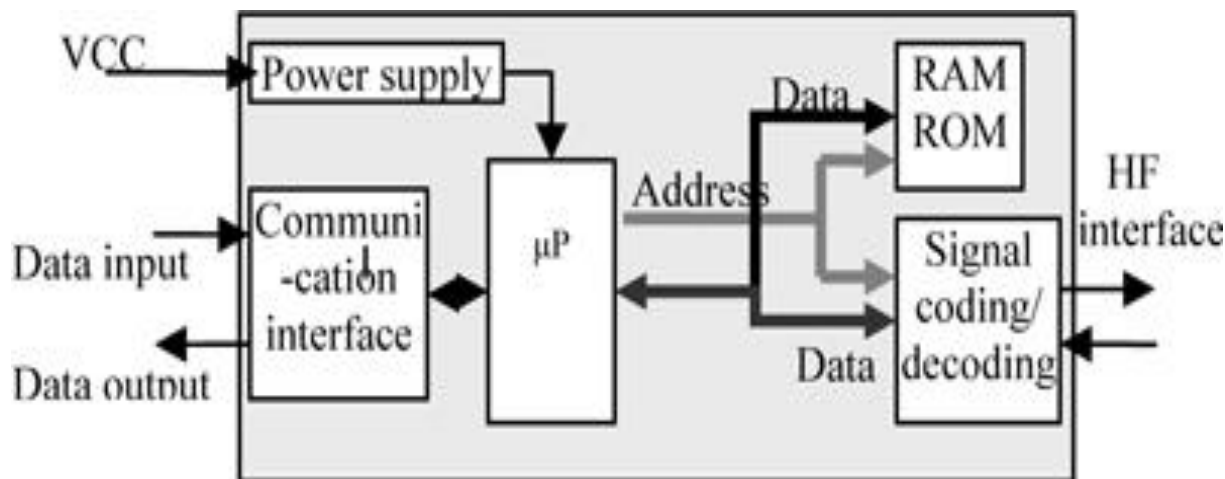
- Контролни одељак;
- Интерфејс високе фреквенције (HF); и
- Антена.



Слика 5. "Компоненте читача"

Извор: https://www.microwavejournal.com/legacy_assets/images/4830_Fig_03.jpg

(приступљено 11.2.2020. године)



Слика 6. "Блок дијаграм читача са контролном јединицом"

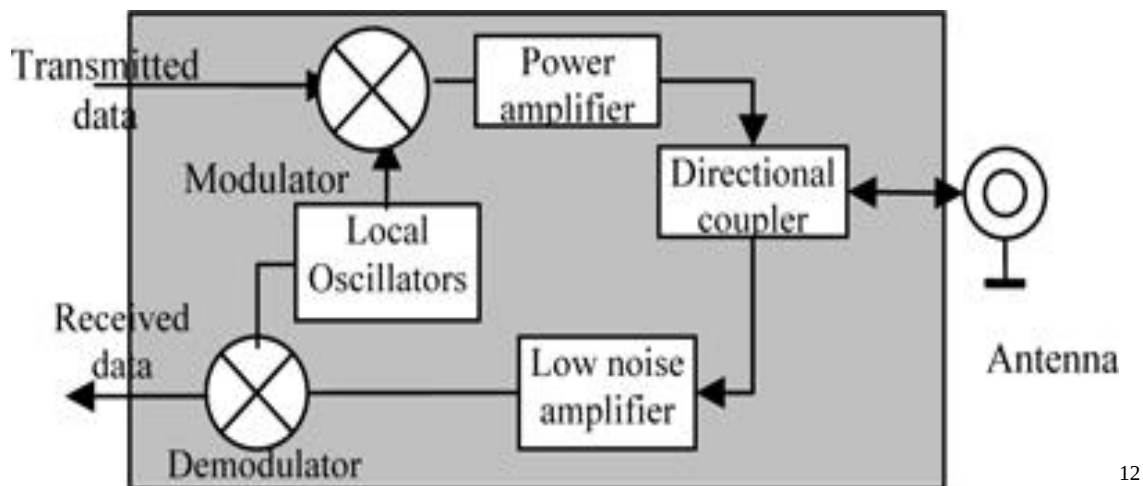
Извор: https://www.microwavejournal.com/legacy_assets/images/4830_Fig_04.jpg

(приступљено 11.2.2020. године)

Комуникациони интерфејс пружа комуникацијске упуте за читаоца и омогућава му интеракцију с спољним ентитетима и модулима. Читач може имати серијски и мрежни интерфејс који комуницира са спољним модулима.

Већина читачких модула ради на напајању од 5-9 V, користи RS 232 / 422/ 485 комуникацијски интерфејс, неки имају уграђене WLAN и Bluetooth протоколе, неки омогућавају потпуну дуплексну (FDX) или полудуплексну (HDX) комуникацију.

Слика 7 приказује HF интерфејс модул RFID читача. Високофреквентни интерфејс читача користи се за пренос и пријем РФ сигнала. HF интерфејси се састоје од два одвојена пута сигнала који одговарају двема усмереним токовима података од тага и ка њему.¹¹



Слика 7. "Блок дијаграм HF интерфејса"

Извор: https://www.microwavejournal.com/legacy_assets/images/4830_Fig_05.jpg

(приступљено 11.2.2020. године)

HF интерфејс је један од најкомплекснијих делова читача. Већина HF интерфејса заштићена је од ЕМ сметњи коришћењем металних кавеза. При декодирању података примљених од тага користе се различите технике демодулације као што су BPSK и ASK.

¹¹ <https://www.microwavejournal.com/articles/5271-modern-rfid-readers>

¹² <https://www.microwavejournal.com/articles/5271-modern-rfid-readers>

4.2. Историја развоја RFID технологије

Никола Тесла је предвидио долазак модерног дигитализованог света и описао га у Цоллиер-овом часопису 1926. године:

“ Бежична веза ће остварити ближи контакт преношењем интелигенције, транспортом наших тела и материјала и преношењем енергије ... Када се бежично примени савршено, цела земља ће се претворити у огроман мозак, који у ствари и јесте, а све ствари су честице стварна и ритмичка целина. Бићемо у могућности да комуницирамо једни са другим без обзира на удаљеност. Не само то, већ и телевизијом и телефонијом, видећемо се и чути савршено, као да смо лицем у лице, упркос већим хиљадама километара удаљености; и инструменти помоћу којих ћемо то моћи биће невероватно једноставни у поређењу с нашим садашњим телефоном. Мушкарац ће такав уређај носити у цепу прслука.”¹³

Светски бежични систем, идеја Николе Тесле из 20. века, којим је предложио телекомуникациони систем за испоруку електричне енергије који је дизајнирао на основу својих теорија о коришћењу Земље и њене атмосфере као електричних проводника. Тврдио је да ће овај систем омогућити „пренос електричне енергије без жица“ на глобалном нивоу, као и бежичне телекомуникације и емитовање од тачке до тачке

Упркос тврдњама да је „спроводио практичне експерименте у бежичном преносу“, не постоји документација да је икада преносио снагу ван релативно кратких растојања, а модерно научно мишљење је да његова шема бежичног напајања не би радила.

¹³ <https://www.sam-solutions.com/blog/the-secret-of-iot-history/>



Слика 8. Прототип електране Wardenclyffe

Извор:

https://en.wikipedia.org/wiki/World_Wireless_System#/media/File:Tesla_Broadcast_Tower_1904.jpeg (приступљено 11.02.2020. године)

Када се говори о комуникацији заснованој на радио сигнаlima, дефинитивно се може уочити чињеница да ова комуникација постоји много пре идеје о прогресу информатике и развоју информатике у сферу каква данас постоји у области науке, без обзира на чињеницу што развој информационо – комуникационих технологија, као и развој бежичне комуникације у великој мери доприносе развоју RFID технологије, омогућивши јој простор за увезивање са напредним технолошким остварењима, и остварење веће примене у решавању свакодневних проблема.¹⁵

¹⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/World_Wireless_System

¹⁵ <https://www.rfidjournal.com/articles/view?1338>

У складу са чињеницом постојања радио комуникације још пре почетка интензивног развоја информатике, може се рећи да је идеја о настанку RFID технологија, везана за период половине 20. века, када је 1945. године, креирана машина руског проналазача Лава Теремина, која је користила енергију радио-таласа да би слала сигнале, а широку примену нашла је у домену прислушкивања и прикупљања шпијунских информација.¹⁶

На слици 10, представљена је илустрација Лава Теремина са својим проналаском преузета из чланка који се бави истраживањем начина на који је совјетска војска шпијунирала америчку више од седам година.

¹⁶ <https://www.rfidjournal.com/articles/view?1338>



Слика 9. Лав Теремин са бубицом – претечом RFID технологије

Извор: <https://hackaday.com/2015/12/08/theremins-bug/> (приступљено 27.01.2020.)

У складу са тим, сам почетак развоја RFID технологије, или барем идеје о могућности њеног постојања и искоришћености капацитета радио таласа на такав начин, датира још из тог периода.

Такође, кроз овај пример, може се уочити и значајан утицај RFID технологије на развој и спровођење безбедносних активности на државном нивоу, без обзира на чињеницу да Тереминова бубица није директна примена RFID технологије, али указује на могућности примене ове технологије у обављању безбедносних активности.

Са друге стране, још 1939. године, Британаци су у Другом светском рату користили IFF¹⁷ за идентификацију савезничких и непријатељских авиона, коришћењем кодираних радарских сигнала и идентификационих тагова, са циљем избегавања ваздушних напада.

Међутим, упркос идеји о применљивости радио таласа, RFID се појавио тек крајем 20. века и то око 1980. године, у тежњи развоја технологије која би пратила покретне објекте. Развој од тренутка настанка ове технологије, свакако је био неминован, јер се само у домену потребе за праћењем великог броја покретних објеката јавила потреба која је наводила на константни развој.

Управо из тог разлога, примена и константно усавршавање ове технологије, присутни су и данас, поготово у периоду интензивног развоја информационо-комуникационих технологија, и могућности интеграције различитих типова технологија са циљем успостављања квалитетних решења која би аутоматизовала и олакшала рад човека.

5. RFID технологија и стандарди

RFID систем користи тагове причвршћене на физичке објекте или инвентар да би се идентификовао. Ознака укључује мали РФ предајник и пријемник, као и чипов круг за чување кодираних података. RFID тагови могу бити батеријски потпомогнути или пасивни, при чему последњи користи радио енергију коју читалац преноси као извор енергије. RFID читач, који је двосмерни радио-предајник-пријемник, преноси кодирани радио сигнал да испита ознаку. Ознака прима поруку и одговара својим идентификацијским информацијама. Одговор може бити серијски број, датум производа итд. Читач обично ове информације враћа у рачунарску базу података.

¹⁷ IFF - Identification friend or foe

Величина и перформансе тага повезане су са његовом учесталошћу у раду. Надаље, одабрана фреквенција може играти фактор успеха RFID решења, укључујући начин на који РФ таласи комуницирају са физичким објектима, као и брзину комуникације и удаљеност с читачем. Претпоставимо да је одабрана фреквенција RFID, а величина ознаке и перформансе антене су задовољавајући.

Следећи корак је процена најбоље локације за монтирање ознаке за комуникацијске перформансе с читачем и процена начина на који се перформансе тага мењају са површином за уградњу. Измене због монтажне површине могу укључити смањење ширине опсега и деградацију поља, који утичу на способност тага да комуницира са читачем.

5.1. Антене

У једноставној дефиницији, антена претвара временски променљиву струју у ширење електромагнетних поља, која се често називају зрачењем, далеким или РФ пољима. Временски променљива струја обично се спроводи као периодични синусни талас, а његова периодичност дефинише фреквенцију рада. Према закону реципроцитета, антена може примити РФ поља и претворити их у ток струје са истим нивоом ефикасности као у режиму емисије РФ поља преноса.

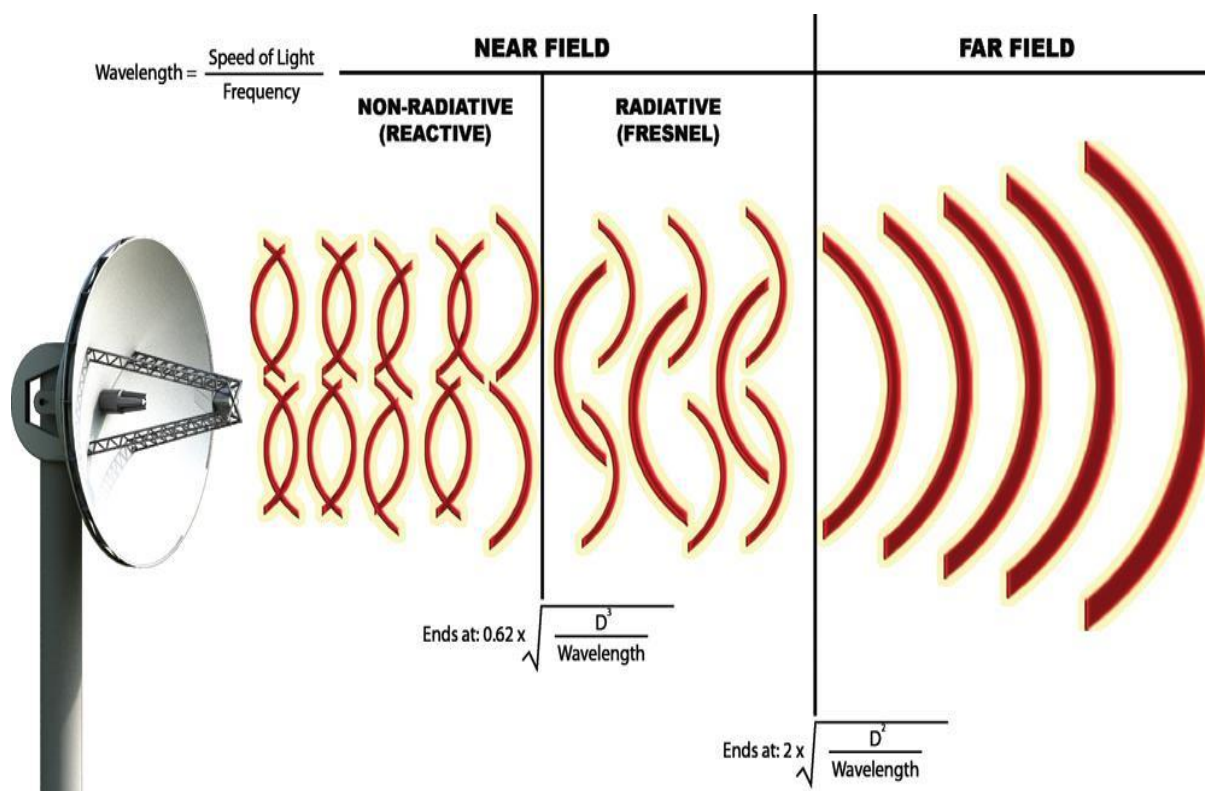
Постоје 3 различите врсте RFID антена:

- Линеарна поларизација (диполне антене) - електромагнетни талас се шири у целости у једној равни (вертикалној или водоравној) у правцу ширења сигнала. Ово је најбоље ширење таласа када је оријентација тагова позната и фиксирана. RFID антена и RFID ознака треба да се подударају у поларизацији да би се постигле најбоље брзине читања.
- Кружна поларизација (укрштени дипол) - електромагнетни талас се шири у две равни, стварајући кружни ефекат чинећи једну потпуну револуцију у једној таласној дужини временског оквира. Будући да RFID антена континуирано емитује таласну дужину, ротационо поље ће на крају покрити било коју ознаку која му се налази на путу. Овакву антену је најбоље користити када је оријентација тага непозната
- Моностатичка је најчешћа RFID антена и користи један заједнички улаз за пренос и пријем сигнала.

Бистатичка користи 2 RFID антене у истом физичком кућишту и користи један порт за пренос, а други порт за пријем.

Постоје и други термини за антене који описују њене карактеристике. Директивност описује колико је добро узорак зрачења фокусиран у једном правцу. У зависности од конфигурације читача, циљ би могао бити да се фокусира на читање на већим даљинама са мањим углом зрачења. Угао зрачења антене одређује под којим углом у односу на осу зрачена антене, она емитује сигнал који није слабији од 3 dB у односу на најјачи сигнал

антене. Алтернативно, можда би било боље да има шири угао гледања са краћим раздаљинама читања.¹⁸



Слика 10. Електромагнетно поље око антене

Извор: <https://www.drillingcontractor.org/wp-content/uploads/2012/03/img-rfid4.jpg>

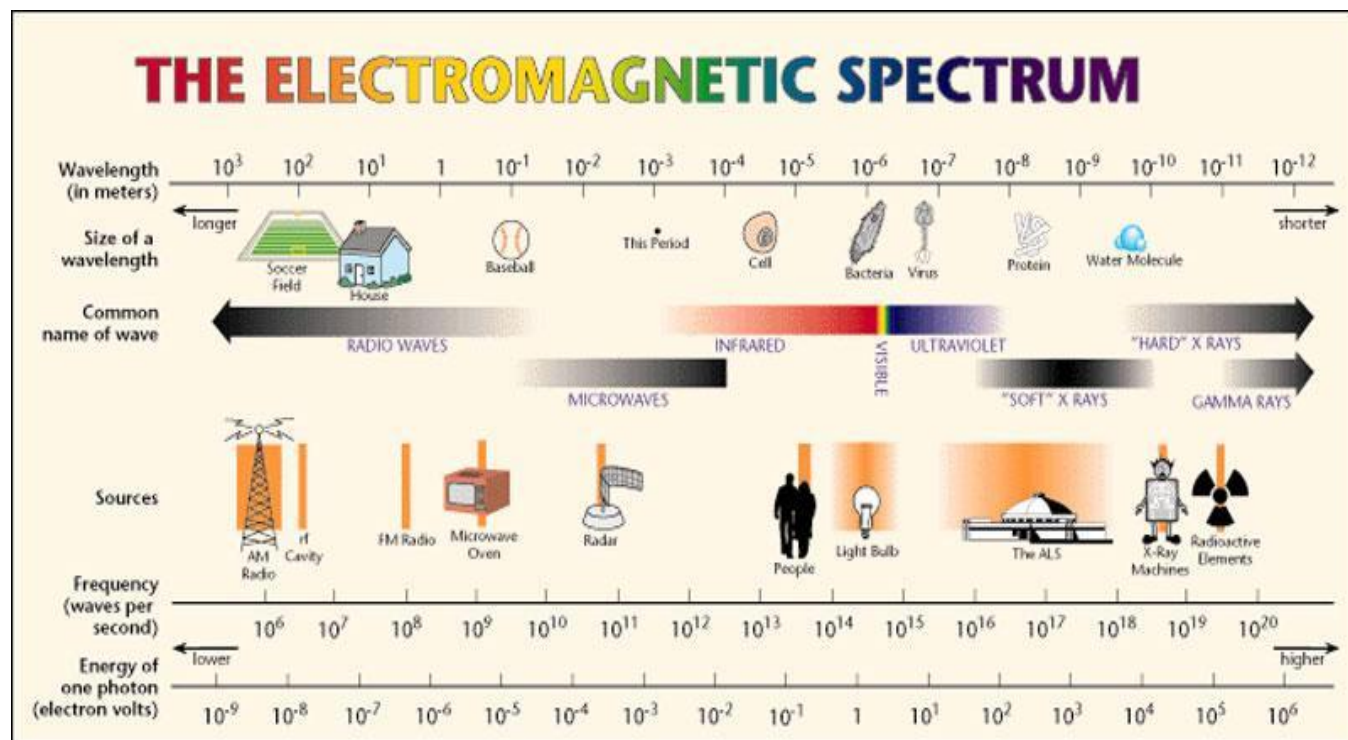
(приступљено 10.02.2020.)

¹⁸ <https://www.drillingcontractor.org/the-abcs-of-rfid-physics-oilfield-usage-14030>

Оријентација поља укључује линеарну и кружну поларизацију. Оријентација и поларизација ЕМ поља треба да буду усаглашене, због чега антене морају бити поравнате на адекватан начин да би се сигнал детектовао. То такође значи да ако се пријемна антена ротира за 90° од предајне антене, уопште не би било откривања. Својствена предност кружне поларизације - ротирајуће линеарне поларизације - је да се детекција дешава под већим угловима посматрања. FCC је дефинисао индустријске, научне и медицинске (ISM) радио опсеге, који се односе на фреквенције доступне за RFID технологију од 6.780 MHz до 5.800 GHz. ISM фреквенције за RFID технологију су 13.560 MHz, 915.000 Mhz и 2.450 GHz.

Електромагнетно поље око антене може се одвојити у две примарне области, у блиско поље и далеко поље. Блиско поље обухвата непосредно реактивно поље; „Реактивно“ подразумева да такво поље настаје у близини проводника и унутар полоризационог медијума са којим ступа у контакт. Још увек је у близини, али одвојено од антене је Фреснел-ове регија. Далеко поље започиње тамо где се ближе поље завршава, заједничком математичком апроксимацијом $2d^2 / \lambda$ таласна дужина, где је d дијаметар, раздаљина између две најудаљеније тачке антене. Слика 10 приказује ове три регије.

5.2. Коришћење различитих фреквенција



Слика 11. Електромагнетни спектар

Извор: <https://www.drillingcontractor.org/wp-content/uploads/2012/03/for-web-Figure-1-EM-Spectrum.jpg> / (приступљено 10.02.2020.)

Како је навео Тед Кристијансен у артиклу "The ABC's of RFID": "За RFID системе, повећање фреквенције рада има предност врхунских перформанси антене у распону читавања и отпорности на зрачење (природне резонантне антене према електрично малим антенама) и повећања брзине преноса података (више циклуса у секунди). Међутим, што је већа фреквенција, то РФ поља могу више утицати на оперативно окружење. Када се узму у обзир фреквенција и таласна дужина и њихов утицај на физичке објекте, помаже нам да сагледамо објекте као више таласних дужина. Што је већа таласна дужина физичке димензије, то је већа „резулација“ на тој фреквенцији, а тиме постаје и „видљивија“. Један пример су зидови зграда; 915 MHz проћи ће кроз зидове боље од 2,45 GHz јер је зид дуг само пола таласне дужине на 915 MHz, али скоро две таласне дужине на 2,45 GHz. Други пример је читање tagа унутар амбалажног материјала који је веома „губитан“ на 2,45 GHz,

али нема ефекта на 915 MHz. Окружење представља битан фактор приликом пројектовања RFID решења.”¹⁹

5.3. Протоколи и стандарди RFID технологије

Комуникација између тага и читача врши се путем бежичне мреже која се зове "ваздушни интерфејс". Помоћу низа наредби послатих између два елемента, RFID читач може препознати електронски код производа (EPC) RFID тага. У пасивним таговима читач започиње круг испитивања са наредбом упита. Ова наредба упита "буди" таг који одговара захваљујући електромагнетној снази.

Наредба упита коју читач шаље је порука која је кодирана у таласу, а који се модулира једном од постојећих реализација амплитудне модулације Shift Keying Amplitude (ASK). Овај талас се шири ваздухом и када достигне таг, антена се активира, а радиофреквентна снага се путем напона претвара у директну струју. Талас се опет модулира са кодираним информацијама чипа, и то одређује следећу наредбу. Последњи корак је талас који лансира ознаку читачу. Систем линијског кодирања за пренос информација је Pulse Interval Encoding (PIE).

Протоколи дефинишу комуникацију између тагова и уређаја. Организације које заједно раде на дефинисању и одобравању универзалних стандарда и протокола за RFID технологију су International Standards Organization (ISO), EPCglobal, GS1 и World Trade Organization (WTO).

EPCglobal је креирао стандардни формат за EPC број, који укључује заглавље, јединствени идентификатор производа и вредност филтра. EPCglobal такође развија стандарде за ознаке 1 класе Gen2 које је ISO ратификовао да би постали ISO 18000-6C. Све класе које је основао EPCglobal одобрили су ISO и WTO. UHF RFID тагови користе протокол за ваздушни интерфејс ISO 18000.

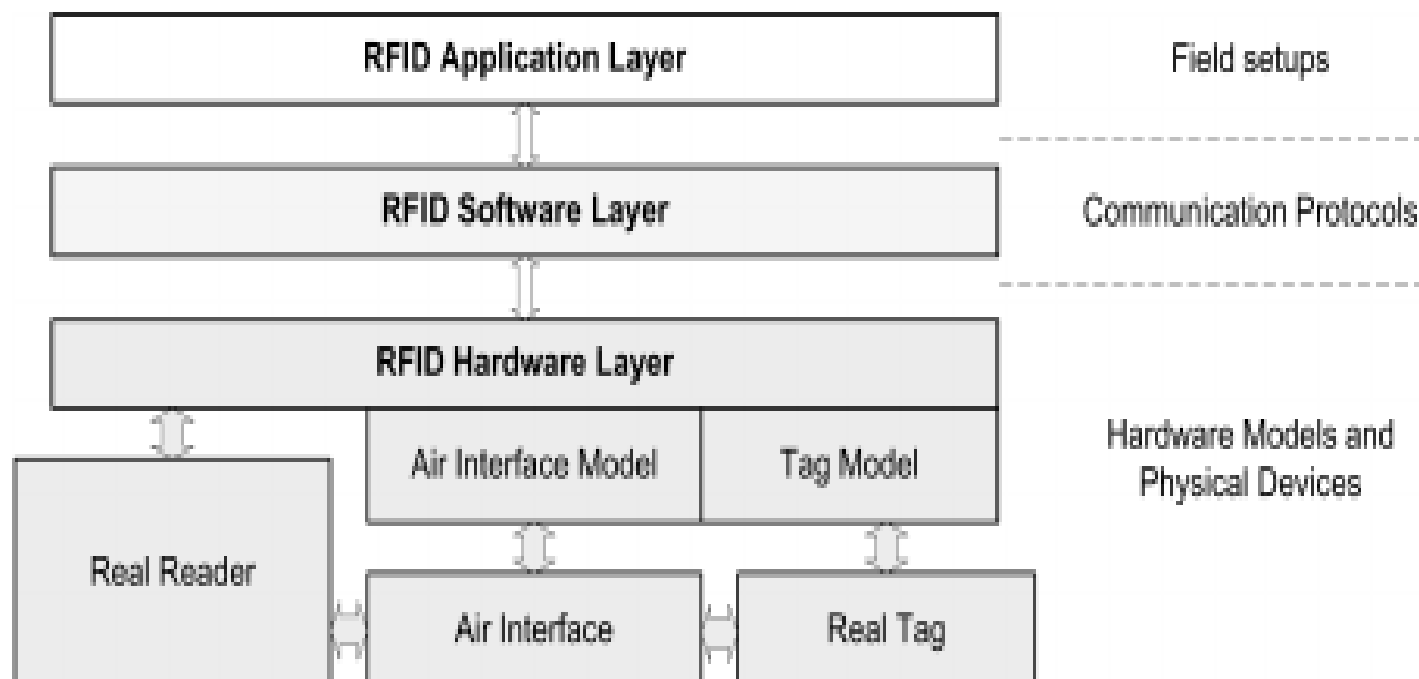
У класи 1 Gen2 (ISO 18000-6C) опреме, Pulse Interval Encoding (PIE) користи се за комуникацију између читача и тагова. PIE описује начин шифрирања поруке. PIE је сличан

¹⁹ <https://www.drillingcontractor.org/the-abcs-of-rfid-physics-oilfield-usage-14030>

Морсеовом коду, користи кратке и дуге паузе како би представио "0" и "1". P1E у ISO 18000-6C делује у комбинацији са Amplitude Shift Keying (ASK) који описује како се талас модулира. ASK ради мењајући амплитуду таласа у дигиталне податке.

У случају да две ознаке истовремено одговарају читаоцу, таласи истих се сударају и они се не могу прочитати. Стога читач користи алгоритме против судара, ако не, читање RFID тагова у соби у којој постоје више од два тага било би готово немогуће. За читаче и UHF RFID тагове класе 1 Gen2, овај алгоритам против судара се зове алгоритам К или адаптивни К алгоритам.²⁰

²⁰ <http://trace-id.com/en/protocols-and-standards-of-uhf-rfid/>



Слика 12. Слојеви RFID архитектуре

Извор: https://www.researchgate.net/profile/Reinhold_Weiss2/publication/228736118/figure/fig1/AS:302018074824706@1449018128091/Layers-of-a-framework-for-UHF-RFID-system-modeling.png / (приступљено 10.02.2020.)

6. Специфичности развоја RFID технологије

Темпо развоја информационо – комуникационих технологија, не може се одвојити од развоја и применљивости RFID технологије, из разлога што и један и други развој доприносе унапређењу процеса пословања у различитим доменима делатности човека. Са друге стране, идеја о настанку и развоју RFID технологије, везана је за постојање проблема у оквиру савременог пословања, који се односи на: ²¹

- Непостојање идеје о могућности праћења јединственог производа од његовог настанка до крајњег потрошача.
- Употребна вредност бар кодова везује се за могућност искоришћења једног бар кода за све производе исте врсте, при чему један стандардни бар код нуди могућности идентификације само произвођача и производа али не и јединственог артикла, који се продаје. Тако се у продавницама могу наћи различити артикли који на себи имају бар код који наводи само на информацију који је производ у питању, али не и то који је конкретни производ у питању.

На основу ових проблема, потврђује се употребна вредност RFID технологије, код које RFID таг, поседује јединствени идентификатор, у виду серијског броја, који је карактеристичан по томе што на јединствен начин идентификује одређени конкретни

²¹ Угарак Ј: "Примена RFID технологије у дистрибутивним компанијама", Национална конференција о квалитету, 2013.

производ а не само врсту производа, а самим тим превазилази недостатке употребе бар кода, поменуте у претходним деловима текста.

Приликом анализе проблема и употребне вредности RFID технологије, са циљем успостављања идеје о развоју и значају RFID технологије, представљен је домен продаје производа, који је карактеристичан за самопослуге. Међутим, када се сагледа систем употребе RFID технологије, може се додати и то да продаја у супермаркетима није једина употребна вредност RFID технологије.

Када се говори о употреби, може се истаћи да постоји изузетно висок број савремених апликација којима је неопходан облик идентификације али и отпорност идентификатора на различите утицаје спољашње средине. У овом домену, RFID технологије налази изузетно велику примену, јер је начин комуникације који би могао да задовољи овакве захтеве везан за комуникацију путем радио таласа. Да би се додатно представила употребна вредност RFID технологије могу се додати и чињенице да је проценат читавања приликом првог скенирања употребом RFID технологије у распону од 95 до 100 процената, што ову технологију чини веома поузданом.

Са друге стране, RFID технологија се описује и кроз једноставност како у реализацији тако и у начину коришћења, па је изузетно погодна и у употреби у домену пружаоца али и у домену корисника услуге које ова технологија може да понуди. Без обзира на чињеницу што искористивост технологије у савременом пословању није потпуна, може се рећи да тежња за остваривањем пуном домена коришћења ове технологије, свакако доприноси побољшању квалитета радног процеса али и обављања свакодневних активности код људи, примери из нашег свакодневног окружења су PayPass и БусПлус.

7. Примена RFID технологије

7.1. Потреба за применом RFID технологије

Живот у модерном добу изискује изузетно висок степен аутоматизације у убрзања процеса рада, у складу са чим је изузетно важно прилагођавати пословне процесе технолошком напретку, и пронаћи могућности за потпуну аутоматизацију која би омогућила минимално ангажовање људи, како кроз ангажовање физичких тако и кроз ангажовање умних капацитета. У том домену, веома је важно сагледати генералну улогу технологије, која је у изузетној мери променила начин функционисања људи.

У складу са тим, може се рећи да процес пословања у савременом добу:

- Захтева минимално физичко ангажовање људи, јер послове обављају напредне машине,
- Омогућава велике уштеде времена,
- Штеди велике количине материјалних ресурса,
- Доприноси брзини пословања,
- Доприноси брзини протока информација,
- Доприноси брзини развоја и напредовања друштва

Оваквим одређењем савременог пословања, логично је сагледати који су то домени који узимају највеће учешће у унапређењу пословања модерног доба. Међу њима, морају се истаћи:

- Информационе технологије (софтвер и рачунарске мреже)
- Комуникација (остварена коришћењем различитих типова сигнала).

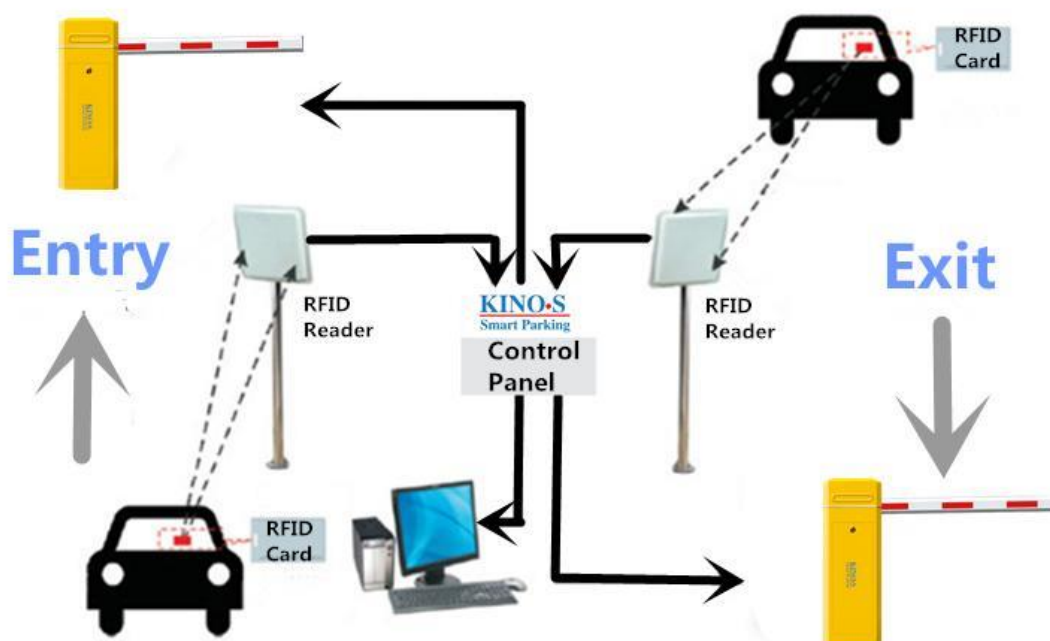
У домену комуникације RFID технологија може пронаћи изузетно висок степен примене, с обзиром на чињеницу да представља технологију са широким степеном могућности бежичне комуникације, чији је основни начин деловања и функционисања представљен у претходним поглављима овог рада.

RFID технологија може пронаћи примену у било којој области где је потребно вршити одређени степен обраде података, које је потребно претходно разменити радио таласима. Тако се може рећи да ова технологија тренутно највећу примену налази у:

- транспорту,
- логистици,
- производњи и
- контроли.

Примери за наведене области налазе се у наставку рада.

С обзиром на чињеницу да је претежна потреба примене RFID технологије везана за обављање логистичких делатности које се односе на складиштење, контролу и транспорт, на слици 5, представљен је карактеристичан пример примене RFID технологије у транспорту.



Слика 13. Примена RFID технологије у транспорту

Извор:

https://sc02.alicdn.com/kf/HTB1gM2_bLDH8KJjy1Xcq6ApdXXa1/231342102/HTB1gM2_bLDH8KJjy1Xcq6ApdXXa1.jpg (Пристапљено 31.01.2020. године)

На слици је јасно може уочити и начин примене технологије, базиран на даљинском преносу података заснованог на скенирању коришћењем радио таласа, који је описан у претходном поглављу овог рада, при чему сама примена доприноси бржем пословању или реализацији приватних активности.

Међутим, ове четири, претежно логистичке дисциплине, иако најспецифичнији представници потребе за применом RFID технологије, свакако нису и једине области у којима ова технологија налази примену.

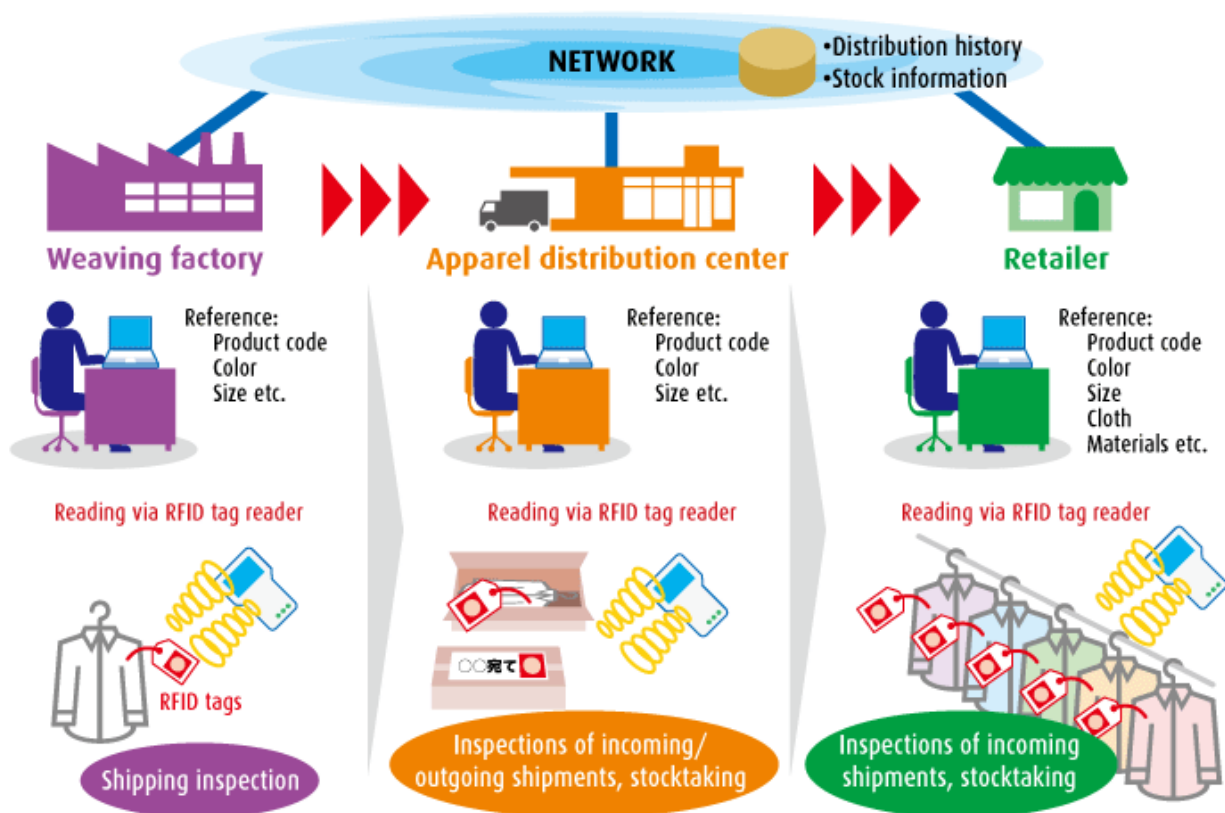
Тако се приликом анализе RFID технологије, могу уочити и области попут:²²

²² <https://www.automatika.rs/baza-znanja/obrada-signala/uvod-u-rfid-tehnologiju.html>

- означавања животиња у узгоју,
- праћења производа у ланцу набавке,
- контејнера који се поновно користе,
- делова који се крећу кроз погон у производном ланцу,
- праћења поштанских пошиљака,
- праћења пртљага у авио-превозу,
- наплате путарине и паркинга,
- контроле приступа возилима,
- EAS апликације у трговинама,
- заштите вредних предмета од крађе, као и
- праћења основних средстава.

Кроз све ове домене примене, може се уочити и ширина и квалитет и вредност коју RFID технологија може да понуди. С обзиром на чињеницу да се примена ове технологије сврстава у активности везане за средства и брзу комуникацију, може се додати и то да RFID једнаку примену налази и у систему пословања, поготово у производној индустрији у оквиру обављања логистичких делатности, али и у свакодневним активностима људи које нису везане за пословања. Као прилог томе, приказан је пример са слике 2, на којој је представљен кључ за бесконтактно октључавања зграде.

На слици 6, представљена је занимљива илустрација о генералној примени RFID технологије у комбинацији обављања пословних и приватних активности.



Слика 14. Примена RFID технологије

Извор: https://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ict/u-japan_en/images/r_process/new_r_i01chart.gif (Приступљено 31.01.2020. године)

На слици је јасно изражена потреба примене у свакој активности која се спроводи код људи, међу којима су на слици назначене производња, транспорт и продаја. Свака од ових активности нуди једноставност пословања, засновану на јединој потреби запосленог лица да приликом вршења евиденције о производу, да скенира конкретан производ, а информације прикупљене скенирањем, даље се прослеђују у базу података, која је реализована на јединствен начин у складу са правилима пословања.

У овом домену, може се уочити повезаност информационо – комуникационих технологија и RFID технологије. Тако је, како и тренутна потреба процеса пословања, тако и садашњост пословања, условљена напретком ове две технологије, и њиховом интензивном применом.

7.2. Примена RFID технологије у производној индустрији

Интересантно је рећи да је због чињенице све већих трошкова рада, произвођачи на тржишту настоје да на што ефикаснији начин смање трошкове и спроведу аутоматизацију у свој процес пословања. У складу са тим, примена RFID технологије, може пронаћи широку примену у процесу производње.

Да би RFID био одрживије решење за произвођаче, свакако је важно успоставити одређене промене у руковању њиховим екстремним радним окружењима. У складу са тим, потребе тржишта навеле су на дизајнирање нових и побољшаних радиофреквенцијских тагова, које могу издржати екстремне врућине и хладноће, високе притиске, опасне локације и екстремне нивое влаге. Уз ова побољшања је дошло и до смањења трошкова јер је усвајање почело да се повећава у много већим размерама.

Када је потребно сагледати могућност примене RFID технологије у производном процесу, могуће је осврнути се на специфичне функције кроз које се специфичности RFID технологије остварују у производним процесима. То су свакако:

- Управљање залихама - Означавање компоненти као и готових производа са RFID таговима, које омогућава видљивост у стварном времену у производним операцијама и омогућава производним оператерима стални проток података, који као такав може у великој мери допринети лакшем и квалитетнијем доношењу одлука. Ова функција, директно је повезана са специфичношћу рентабилности пословања, због чега је изузетно важно сагледати све могућности примене RFID технологије у овој области, као и значај примене RFID технологије кроз примену у управљању залихама. Сам производни процес, специфичан је по чињеници потребе за управљањем великим количинама материјала, због чега је изузетно важно имати потпуни увид у сав проток материјала, како би се пословање, тј. производња, подигла на максимални ниво продуктивности.
- Праћење и надгледање опреме - Коришћењем RFID ознака на овој опреми помаже у проналажењу изгубљених или погрешно постављених средстава потребних за

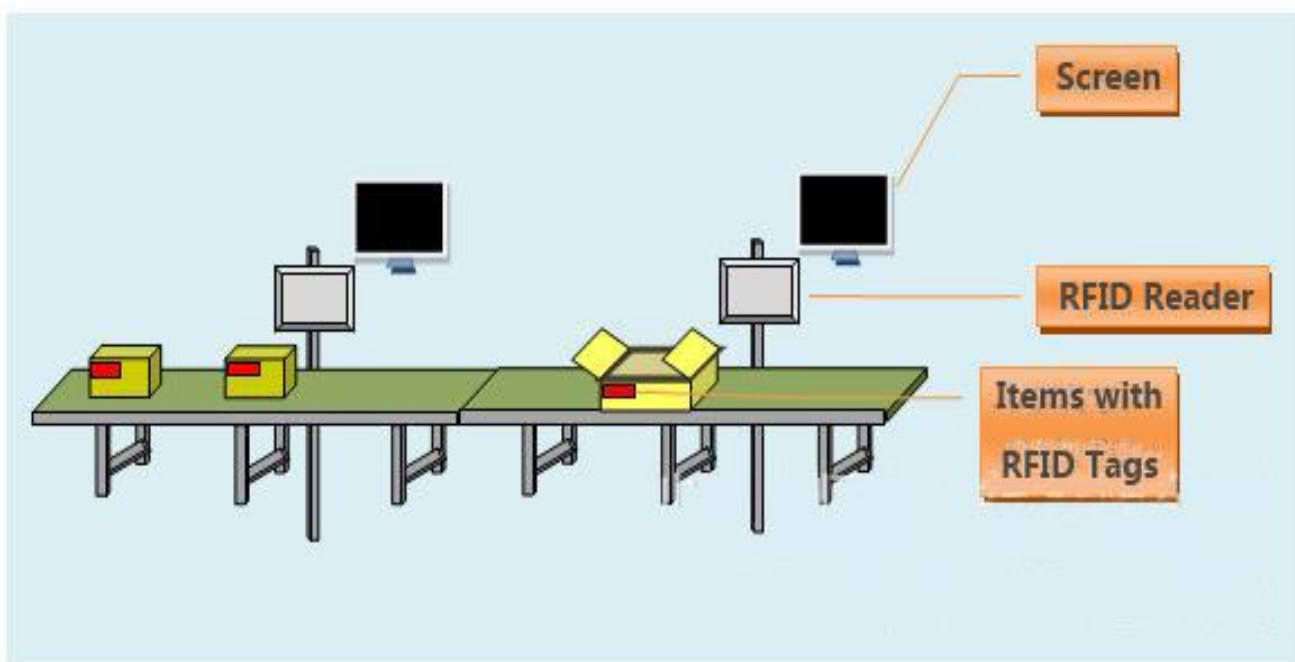
подешавање и извршење производње. Ова функција, директно је повезана и веома слична са управљањем залихама, с обзиром на чињеницу да се везује за активност управљања вредностима које доприносе процесу производе, а самим тим и квалитету производње, продуктивности и ефикасности производње.

- **Заказивање производње** - Произвођачи такође користе RFID за идентификацију опреме у празном ходу. Ово им помаже да повећају коришћење имовине ефикаснијим планирањем производње.
- **Управљање отпадом** - Означавање инвентара као и готових производа помаже произвођачима да прате ниво отпада са производних линија и могућих извора унутрашњих крађа или губитака. Управљање отпадом, једна је од најзначајнијих функција и делатности у оквиру производње у било којој области, јер је директно повезана са штедњом, очувањем животне средине, као и успешношћу у пословању, која се у савременом добу мери кроз економичност пословања и остваривање профита. У том смислу, отпад се може окарактерисати као категорија која у великој мери доприноси смањењу важних ресурса, а самим тим и губитку новца.
- **Смањивање трошкова преноса** - RFID имплементација побољшава тачност података, омогућавајући произвођачима да примене стратегије управљања инвентаром. Ово помаже у смањењу књиговодствених трошкова залиха јер се предмети надопуњују по потреби, а не држе их у руци у великим количинама.
- **Усмеравање пошиљке** - RFID ознаке могу да носе податке повезане са унапред одређеним рутама за отпрему. По завршетку производње ови подаци се могу користити као помоћ у припреми одлазних пошиљки. Ова доступност података убрзава поступак отпреме и смањује потребну радну снагу. Основна специфичност RFID технологије, јесте ефикасност у бесконтактном, удаљеном преносу података. С обзиром на чињеницу да је у процесу усмеравања пошиљки, веома важан сегмент познавање спецификацијских карактеристика сваке пошиљке, улога RFID технологе у усмеравању је изузетно важна.
- **Праћење рада и сигурност** - Радиофреквенцијска идентификација се такође може користити за праћење и управљање радом особља. RFID значке могу се користити за одобравање приступа ограниченим зонама и праћење продуктивности запослених током кретања кроз објекат.

- Интеграција машина - У неким случајевима произвођачи користе RFID како би помогли у контроли и надзору активности великих машина. У овој врсти сценарија RFID је интегрисан са системима управљања машинама.

Све ове функције, везане су за специфичности које карактеришу производни процес, у којима технологија RFID налази своју промену.

На слици 15, на најједноставнији начин, представљена је употреба RFID технологије у производном процесу, конкретно на производној траци.



Слика 15. Примена RFID технологије на производној траци

Извор: https://www.hopelandrfid.com/js/htmledit/kindeditor-en/attached/20180326/20180326090248_73414.png (Пристапљено 01.02.2020. године)

Са слике се јасно може уочити принцип употребе RFID технологије, заснован на идеји функционисања, представљеној у четвртом поглављу овог рада, у којем су као основни елементи RFID технологије, означен RFID тагови и скенери, који коришћењем радио таласа имају могућност читања информација које тагови носе.

У том контексту, може се уочити и чињеница да овакав процес производње не захтева учешће радне снаге, при чему је рад потпуно аутоматизован, убрзан и прецизан. Управо из тог разлога, RFID технологија, може се означити као један од највећих покретача развоја индустрије.

Када се говори о индустријским делатностима, специфично је истаћи то да највећи проблем у активностима представља начин манипулације производима. Сваки облик манипулације производима, везан је за пословање у логистичкој делатности, у складу са чим је RFID технологија један од највећих покретача логистичке делатности. Управо из тог разлога, приликом разматрања специфичности примене RFID технологије у индустрији, веома је важно осврнути се и на примену ове технологије у логистици, која ће бити детаљније представљена у наредном поглављу овог рада.

7.3. Примена RFID технологије у логистици

Сваки облик делатности код човека, везује се на одређени начин за специфичну размену Материјална добра неопходна за опстанак човека не мењају своју суштину. Управо у том домену, важно је сагледати специфичност начина производње производа потребних човеку, али и креирања услуга које човек користи. На овај начин могуће је уочити једну веома специфичну чињеницу која се односи на свевременско постојање делатности која под својом надлежношћу има контролу над сировинама које се користе у креирању производа или услуге, затим сам производни процес и снабдевање производног процеса, као и очување произведених добара. У овом домену, логистичка делатност може се сматрати делатношћу која постоји још од времена настанка цивилизације и производње, при чему су две основне активности у оквиру логистичке делатности:

- Снабдевање сировинама или производима, без обзира на то да ли се говори о производном процесу или непроизводној делатности, и
- Одржавање производа и услуга.

Комплексност ова два домена, таква је да се не може поједноставити поглед на ове активности, управо из разлога постојања дубоке везе са сваком од активности као и сваким начином пословања који се обавља у савременом добу. У том домену потребно је посматрати и процес снабдевања, и то због његове:

- Организацијске сложености,
- Потребе за активним обрачуном трошкова,
- Потребе за активним обучавањем и ангажовањем кадра, као и
- Сталне променљивости тржишта.

Комплексност се решава са адекватном употребом технолошких достигнућа којима се омогућава аутоматизација представљена у претходном делу рада. Како је напоменуто, највећу примену, RFID технологија проналази у домену снабдевања и транспорта производа, које ће бити анализиране у овом поглављу.

7.3.1. Примена и проблеми у снабдевању и складиштењу производа

Снабдевање, као једна од основних логистичких делатности, захтева изузетно високо функционалан систем организације начина на који се производи али и материјали од којих се производи креирају, складиште у магацинима. У складу са тим, начин на који је могуће остварити ефикасно вођење података о количини, специфичностима и позицији производа

или материјала, веома је важан за целокупан систем пословања. Управо из тог разлога, могуће је сагледати значај RFID технологије у складиштењу производа.

Значај и предности које употреба RFID система носи са собом, довела је да тога да систем савременог пословања, карактерише изузетно велики број компанија које активно користе ове технологије у системима пословања, како би оствариле ефикасност и аутоматизацију у раду. У складу са тим, може се рећи да је главни циљ компанија које примењују RFID системе у својим ланцима снабдевања је да кроз аутоматску идентификацију и праћење појединачних производа, подигну ефикасност ланца снабдевања. За праћење токова роба кроз ланац снабдевања, посебно су заинтересовани произвођачи, дистрибутери и малопродаја, који су већ започели са имплементацијом ове технологије и бележе ефекте кроз:²³

- уштеде у времену рада и радној снази (аутоматизација одређених процеса)
- већи обрт залиха (бржа реакција у зависности од потреба посла)
- већу гаранцију квалитета производа (упаред одређен процес гарантује квалитет пројектованог задатка)
- краће време испоруке (бржа реакција и мање задржавање на одређеним местима)
- мањи недостатак залиха; мањи губитак производа (већа и појачана контрола над артиклима од производње до продаје)

Као предводници овакве примене RFID система у ланцима снабдевања могу се приметити:

24

- Wal-Mart,
- Metro, Tesco,
- Carrefour,
- Migros,
- Procter and Gamble,
- Otto konzern,
- Gillette,

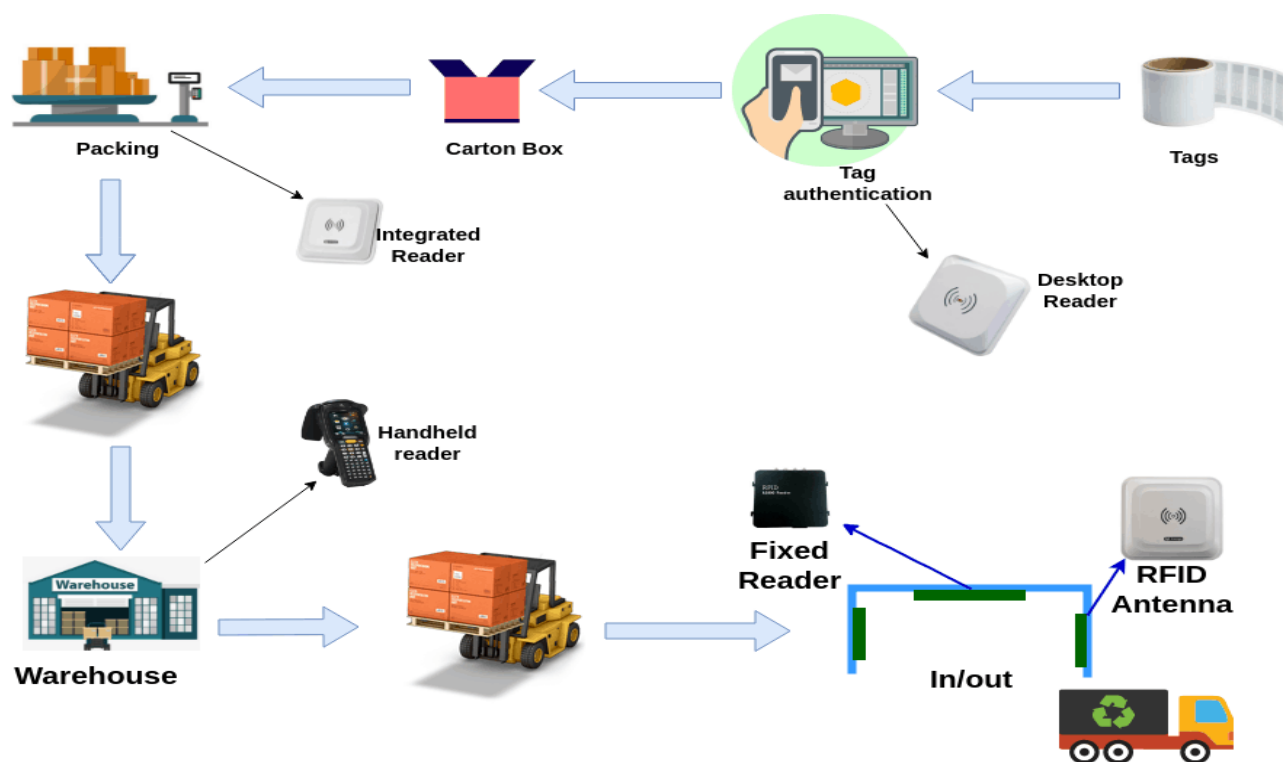
²³ Zhang X: "Applications of RFID in Logistics and Supply Chains: An Overview", 2012.

²⁴ <https://www.rfidjournal.com/articles/view?1338>

- Oetker,
- Nestle,
- Ford, али и многи други.

Специфичност пословања свих претходно представљених компанија, заснована је на мултинационалном пословању, и великом токовима робе, услед чега је и начин складиштења робе, један од највећих проблема ових компанија, али и највећих изазова модерне технологије, када је у питању унапређење система пословања, и смањење материјалних и временских трошкова. Тако се RFID технологија на веома ефикасан начин користи у магацинима производа.

На слици 16, представљена је идеја примене RFID технологије у складиштењу производа у магацине.



Слика 16. Употреба RFID технологије у складиштењу производа

Извор: <https://silentinfotech.com/wp-content/uploads/2019/09/RFID-Page-16.png>

(Приступљено 01.02.2020. године)

На слици је представљен ток употребе RFID система у процесу складиштења робе и производа, изузетно користан у домену пословања мултинационалних компанија које имају велики обрт на дневном, месечном и годишњем нивоу. У складу са тим, једноставан систем скенирања конкретног производа, а затим бележења скенираних информација у оквиру позадинског система, доприноси великој уштеди временских и материјалних ресурса.

7.3.2. Примена у систему транспорта људи и производа

Приликом анализе применљивости RFID технологије, истакнута је јединствена потреба за употребом ове технологије у процесу транспорта, као једне од најзначајнијих логистичких делатности. У складу са тим, интересантно је поменути, да је сама транспортна делатност, изузетно широка, а у складу са тим, и примена ове технологије, досеже до размера коришћења на глобалном нивоу у процесу убрзања активности транспорта.

RFID је пронашао бројне примене у транспортној индустрији, од камионског до аеродрома, од железничког до отпремања.

Једна од првих примена RFID-а у транспортној индустрији био је експериментални програм "CRESCENT" на Западној обали. CRESCENT је био пробна апликација којом се камионима омогућава заобићи станице за вагање. Циљ је био да се, док се камион приближава ваги, систем за вагање у кретању буде активиран тако да смањи потребу за заустављањем камиона. Основна идеја о оваквом систему, реализована је кроз примену RFID ознакама возила, која је омогућила приступ основним подацима о возилу као што су:²⁵

- сигурност,
- порези, и
- тежина.

²⁵<https://www.engineering.com/ElectronicsDesign/ElectronicsDesignArticles/ArticleID/7338/RFID-in-Transportation.aspx>

Ако је возило испуњавало све захтеване стандарде, сигнал је упућен возилу чиме је станица могла да се заобиђе.

Уштеда за теретне компаније била је значајна јер возило није морало да успори, а затим поново убрзава до брзих аутопута. Иако је сачувано само неколико минута за сваку обилазницу, акумулирана уштеда је била значајна. Државе су такође уштеделе радну снагу концентришући своје инспекције на превознике који нису испунили строже стандарде. Програм је био веома успешан и од тада се проводи у више од 30 држава. Заједничка RFID ознака развијена је тако да возила нису морала да имају одвојене ознаке на ветробранском стаклу за различите системе тегова.

Оваквим начином примене RFID технологије, омогућена је управо тражена функционалност, реализована кроз брзину размене неопходних информација, које су до примене те технологије у великој мери успоравале процес рада.

CRESCENT програм је покренуо компаније за размишљање о другим пословним потребама које би могле да се реше RFID-ом. Тако је примена RFID технологије, проширена и на превазилажење других проблема транспортне индустрије. Још једна апликација, која је била заснована на примени ове технологије, била је апликација која је смањила отварање врата код возача. Наиме пре RFID-а, возач се мора зауставити на улазној капији да би се идентификовао и доставити одређене информације као што су:²⁶

- километража,
- ниво горива,
- идентификација или број таблица возила или приколице.

У том домену, развијене су RFID ознаке које су омогућавале пренос података с возила путем J-bus протокола. Када се споје са ознакама на приколици, сви потребни подаци могу се аутоматски снимити и пренети у корпоративну базу података. Остале операције на капији које су се могле извршити су снимање времена доласка или одласка, али и друге активности, засноване на ефикасној употреби једноставне размене информација путем RFID

²⁶<https://www.engineering.com/ElectronicsDesign/ElectronicsDesignArticles/ArticleID/7338/RFID-in-Transportation.aspx>

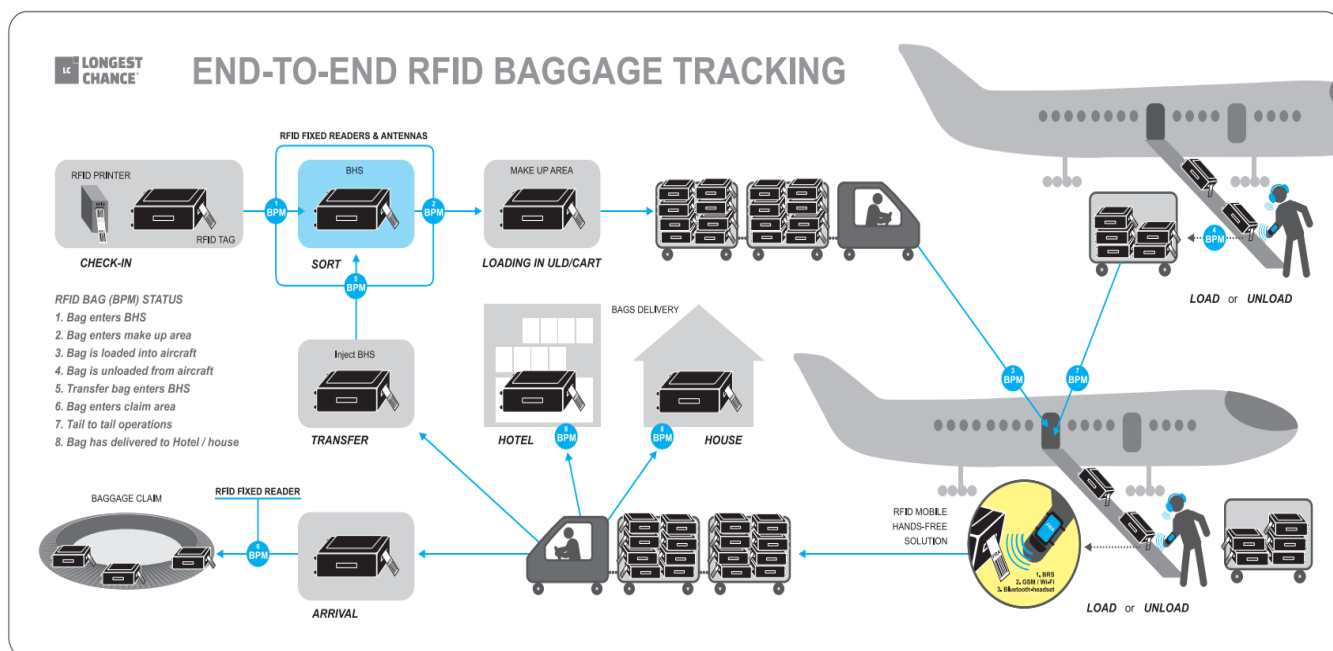
технологије. Тако су неке компаније укључиле читаче и у своја складишта горива, омогућавајући ауторизацију и праћење потрошње горива по возилу.

Поред путног транспорта, RFID технологија остварила је велику примену и у транспорту у ваздухопловној индустрији. Највећи проблеми у авио транспорту, везују се за загушења на деловима уласка у авион и изласка из авиона. Неки аеродроми су спровели контролу такси возила, аутобуса и комбија, обележавајући их и затим проверавајући време или број путовања које свако возило направи, како би се на ефикасан начин наплатила накнада за вишак путовања или времена чекања. Тако је додатним ангажовањем возила, али и комбинацијом контроле возила и узимања учешћа у заради на међутранспорту, омогућено и решење проблема загушења.²⁷

Такође, приликом проучавања проблема загушења, неки аеродроми приметили су да на возилима која су стигла на аеродром постоји много локалних ознака путарине. У многим случајевима означено возило задржавало се на паркингу током трајања путовања путника. Ово откриће довело је до тога да је орган за паркирање на аеродрому читао RFID ознаке путарине да би смањио број запослених на излазним кабинама и побољшао услугу путницима, што је такође, још један од значајних примера примене ове технологије у транспорту.

Поред претходно описаних модела употребе RFID технологије у авио транспорту, RFID технологија, пронашла је примену и у складиштењу пртљага у авиону, док се примена у савременом добу, шири и на аутобуски превоз. У складу са тим, на слици 17, представљен је начин примене RFID технологије у складиштењу пртљага у авионима.

²⁷<https://www.engineering.com/ElectronicsDesign/ElectronicsDesignArticles/ArticleID/7338/RFID-in-Transportation.aspx>



Слика 17. Примена RFID технологије у авио транспорту

Извор:

https://lh3.googleusercontent.com/proxy/wUGOH286zBE4sW_7yo45fvb3j3GRSzc0DTXAD1hdibKc580mBYRMkoQ5nXQj6B4DH_zK8vZ5vfMgOOc77lrFSaHrLNpG87ddl7COYKV1K9iOCUWsZQLL54b4lCMXOEb5ib21qr-nhZs93VAPJpgUgqiM6I7jpuahaW1b0P4O4EE

(Приступљено 01.02.2020. године)

Прихватање RFID-а у индустрији путарина био је главни фактор успеха технологије. Када се говори о потреби да се сагледа место и улога RFID технологије у транспорту, немогуће је заобићи ни систем наплате путарина, као и убрзање процеса проласка возила кроз наплатне рампе. Од раних прича о успеху на мосту у Сан Дијегу, другом у Њу Орлеансу и на наплатној рампи у Даласу, RFID је постао широко прихваћен тамо где су постављене

путарине. Један од најизазовнијих проблема за прихватање технологије било је мноштво протокола са ознакама, при чему је сваки добављач чувао тајне имплементације.²⁸

Са различитим системима у Сан Дијегу, Њу Орлеансу и Даласу, проблем се није сматрао посебно значајним, јер уобичајени корисници нису били тако велики. Чак и када је Оклахома дизајнирала својих шест нових путарина, захтев да се ознака користи заједничким протоколом не постоји - опет је било премало уобичајених корисника. Једини заједнички захтеви за ознаке и читаче били су да брзина читања мора бити довољно велика да би омогућили заобилажење велике брзине, а читање је морало бити тачно и више читања ознака требало је да се минимизира. На слици 18, приказан је специфични начин примене RFID технологије, приликом наплате путарине, и проласка наплатне рампе.



Слика 18. Наплата путарине коришћењем RFID технологије

Извор: <https://www.rfidworld.ca/rfid-based-toll-collection-to-be-fully-operational-by-2020-kuala-lumpur/2950> (Пристапљено 08.02.2020. године)

²⁸<https://www.engineering.com/ElectronicsDesign/ElectronicsDesignArticles/ArticleID/7338/RFID-in-Transportation.aspx>

7.4. Примена RFID технологије у обављању свакодневних активности

RFID је дефинитивно корисна технологија која услед могућности даљинског преноса порука коришћењем радио сигнала може и већ увелико помаже људима кроз своју примену у свакодневним активностима. Управо у том домену, потребно је направити осврт на применљивост ове технологије у свакодневном животу људи, што сведочи о томе да ова технологија не проналази само примену у домену обављања пословних активности.

Од свих аутоматских идентификационих технологија управо RFID технологија има највећи развојни потенцијал и најширу могућу примену, не само у логистици него и у бројним другим делатностима. Аутоматска идентификација је широк појам који се односи на методе прикупљања података и њиховог директног уношења у рачунарску систем без људског посредовања.

Радио фреквенцијска идентификација, веома је погодан систем како даљинског тако и близинског бесконтактнoг облика размене података због чега се у свакодневном животу користи у ситуацијама:

- означавања животиња у пољопривредним домаћинствима,
- даљинског откључавања улазних врата без кључа,
- читања смарт картица,
- у плаћању, ...

На слици 19, представљене су компоненте RFID система за откључавање улазних врата.



Слика 19. Употреба RFID за откључавање улазних врата

Извор: <https://media.mojtrg.rs/Image/d3c24d83b010478ea47b7a8dfb9a0bfd/20140228/false/false/640/480/RFID-otkljucavanje--pristup-i-ulaz-u-zgradu.jpeg> (Приступљено 02.02.2020. године)

7.5. Предности примене RFID технологије

Приликом анализе специфичности и карактеристика, као и примене RFID технологије, изузетно је важно сагледати које су све то предности и мане ове технологије, како би се на ефикасан начин могле размотрити могућности будуће примене ове технологије, као и егзистенција саме технологије. Може се додати и то да, обично, када се говори о предностима и недостацима, долази до упоређивања две технологије сличних карактеристика и функција RFID, традиционални дводимензионални кодови, бар кодови, магнетне картице. Главне предности RFID технологије у односу на бар код технологију су:

- није потребна оптичка видљивост, односно празан простор између читача и тага,
- читање и писање података се врши без икаквог контакта с објектом, са читавањем када тагови нису директно доступни читачу на удаљености до 10 м,
- праћење информација у процесу контроле је квалитетније са већом брзином читавања, тако да се у једној секунди може прочитати више стотина тагова. За разлику од бар кодова који се врло лако могу оштетити и тиме изгубити информацију,
- нема негативних последица утицаја околине, као што су влага или прашина захваљујући комуникацији преко радио таласа. Вода, средства за чишћење, боја, алкохол, расхладна средства, итд., не оштећују RFID тагове, а честице и неметалне препреке не ометају им рад, врло су отпорни на физичка оптерећења,
- облик тага може да буде разноврстан, прилагођен апликацији,
- таг може да буде врло мали, и отпоран је на рефлексију светла, а не омета га ни потпун мрак,
- таг има јако дуг животни век, поновно коришћење истог тага смањује трошкове, и не захтева никакво одржавање,
- у таг могу да се уписују информације,
- материјали који нису од метала, као папир, дрво, пластика и сл. не ометају комуникацију између антене и тага, иако нису транспарентни,
- таг може да има велики капацитет меморије за чување података.

8. Будућност примене RFID технологије

RFID технологија, свакако се може означити као један од најспецифичнијих елемената унапређења савременог система пословања, јер са собом носи изузетан допринос аутоматизацији процеса рада, и велику уштеду материјалних и временских ресурса. Међутим, приликом анализе специфичности, применљивости и карактеристика ове технологије, веома је важно сагледати и смер кретања технологије, као и могућности њеног даљег развоја.

У том смислу, може се рећи да би могући крајњи домет ове специфичне технологије, засноване на радио-фреквенцијској идентификацији, могао бити учествовање у креирању повезивања људи и предмета широм света. У овој идеји, провлачи се замисао да сваки елемент пословања, али и сваки учесник у систему пословања, поседује таг, који би омогућио квалитетну радио-фреквенцијску идентификацију, а која би довела до успостављања могућности једноставног и неометаног праћења процеса рада, али и унапређења процеса рада.

Учешће у креирању оваквог система, допринело би креирању глобалне мреже или глобалног система, која би смањила границе света и омогућила виши степен глобализације, која се собом носи, како предности у виду олакшаног и убрзаног система пословања, тако

и мане, које се везују за одсуство приватности и специфичне технолошке захтеве пре самог увођења система.

У складу са оваквим идејама, може се такође истаћи да док неке компаније подржавају и промовишу RFID технологију углавном кроз иновације у овој технологији и повећањем ефикасности допреме производа до крајњих корисника, друге компаније се баве развојем система за коришћење RFID информација у друге сврхе, као што су финансијске или информације о крајњем кориснику. Те друге активности могу представљати потенцијални проблем за кориснике RFID технологије. Управо у том домену, изузетно је важно усмерено и плански пратити развој ове технологије, и на адекватан начин остварити прогрес, који би одговарао и пословном и приватном свету.²⁹

Приликом разматрања будућности примене RFID технологије, интересантно је истаћи да је тренутна окупација Европске Централне Банке усмерена на имплементацију RFID чипова у Евро новчанице, што је један од најзначајнијих пројеката примене RFID технологије, која ће се, с обзиром на специфичност и карактеристике ове технологије у будућности остварити и у другим финансијским областима.

Такође је интересантно истаћи да су многе велике компаније попут Philip Morris, Procter and Gamble, и WalMart, отпочеле значајне експерименте са RFID чиповима ради праћења својих производа. Gillete се може означити као лидер међу њима, а о томе сведочи и чињеница да је још у 2003. години, ова компанија наручила преко 500 милиона RFID тагова, за своје будуће пројекте. Такође је интересантно напоменути да са читачима RFID-а на кључним локацијама, као што су врата на продајним одељењима, менаџмент може да идентификује кључне информације о тајмингу, па је примена RFID технологија изузетно важна и за адекватно управљање кадром у будућности, иако се овакав принцип, протеже кроз комбинацију са биометријским методама.³⁰

²⁹ Пригода Љ, Богавац М, Малетић Ј: "Примена RFID технологије, неки проблеми и правци развоја", FBIM Transactions, MESTE, 2017.

³⁰ Пригода Љ, Богавац М, Малетић Ј: "Примена RFID технологије, неки проблеми и правци развоја", FBIM Transactions, MESTE, 2017.

Приликом описа RFID технологије и будућности коришћења ове технологије, немогуће је заобићи њену будућу примену са ефикасним софтверским решењима за потпуни преглед и аутоматизацију процеса рада у компанијама, као и вештачком интелигенцијом, јер су радио фреквенцијска идентификација, вештачка интелигенција, софтверски дефинисане мреже и бежична комуникација будућност система пословања савременог доба. Свакако је важно истаћи да ће нове технологије помоћи да RFID постане поузданији и исплативији за већи број апликација, док ће корисници тих апликација, бити сведоци технолошког напретка савременог доба.

9. Закључак

Систем пословања савременог доба, веома је специфичан из разлога постојања изузетно високог степена променљивости и кретања друштва а самим тим и начина успостављања међуљудских односа, као и начина обављања пословања и свакодневних активности. У оваквом систему, немогуће је занемарити изузетан технолошки напредак, који свакодневно расте, а у складу са таквим растом, остварује се и степен аутоматизације процеса рада, која са собом носи изузетне уштеде како материјалних тако и временских ресурса.

Највећи допринос савременом систему пословања, пружио је управо развој информационо комуникационих технологија, које су довеле до тога да специфичности софтвера који покрећу машине у производним и радним процесима, буду такве да у одређеном домену у потпуности замењују улогу човека у радном процесу. Овакав систем, допринео је и реализацији нових идеја у пословању, али и ојачању процеса глобализације, услед квалитетнијег повезивања људи, и квалитетније комуникације.

Као будућност начина пословања, али и начина обављања приватних активности код људи, дефинитивно се намеће висок степен примене информационо-комуникационих технологија, али и употреба бежичних уређаја, и бежичне комуникације. У том домену, као основна идеја овог рада, представљена је RFID технологија, као специфична технологија заснована на комуникацији и преносу информација путем радио таласа. Основа функционисања радио-фреквенцијске идентификације, заснована је на скенирању такозваних тагова реализованих на различите начине (таг, смарт налепница или RFID

плочица), и скенираних од стране RFID читача, који има могућност читавања информације која је смештена на тагу.

У зависности од фреквенцијских опсега, зависе и могућности и квалитет скенирања, што наводи на чињеницу различитости начина на који је могуће искористити квалитете RFID технологије. Као основна идеја овог рада, али и основни задатак, прожима се анализа специфичности као и могућности примене RFID технологије у процесима пословања савременог доба, као и могућности будуће примене ове технологије.

С обзиром на чињеницу да је сама идеја технологије везана за радио-фреквенцијску идентификацију, веома је важно истаћи то да је могућност примене усмерена на употребу на конкретним производима или материјалима за производњу, па се и самим тим, примена ове технологије највише остварује у привредним делатностима са посебним акцентом на логистичке активности. Тако је кроз рад истакнут начин и примери примене RFID технологије у процесу снабдевања и складиштења материјала и производа, али и у процесу транспорта људи и робе, кроз анализу различитих специфичности у овим доменима.

Међутим, примена RFID технологије није само ограничена на процес пословања. Ова технологија, захваљујући једноставности бесконтактне размене података, велику примену налази и у свакодневним активностима људи, услед чега је кроз рад представљена примена у сеоским домаћинствима, електронском плаћању као и даљинском откључавању, као три најспецифичнија облика примене RFID технологије.

Оно што је веома важно истаћи, јесте чињеница значаја ове технологије, услед које се дефинитивно може закључити да је будућност примене и даљег развоја ове технологије неминовна. О овој чињеници сведочи и велики број мултинационалних компанија, које су своја улагања и процес пословања усмерили управо ка RFID-у. На крају, потребно је додати и то да би адекватна употреба RFID технологије, кроз квалитетну комбинацију са информатичким достигнућима (попут вештачке интелигенције, blockchain-а, и квалитетно реализованих софтвера), допринела великом зближавању људи, и креирању светске мреже пословања, која би систем пословања будућности поставила на највиши ниво.

Литература

1. Обрадовић Ј, Обрадовић Б: "Примена RFID технологије у пословним процесима", Infoteh Јахорина, Vol 9, Ref F-12, 2010.
2. Пригода Љ, Богавац М, Малетић Ј: "Примена RFID технологије, неки проблеми и правци развоја", FBIM Transactions, MESTE, 2017.
3. Угарак Ј: "Примена RFID технологије у дистрибутивним компанијама", Национална конференција о квалитету, 2013.
4. Ahuja S: "An introduction to RFID technology", Jour, 2010.
5. Chechi Parkash D: "The RFID technology and its applications: A Review", 2012.
6. Dipankar S, Prosenjit S, Anand M "RFID for Energy and Utility Industries", PennWell Books, 2009.
7. Jechlitschek C: "A survey paper on Radio Frequencz Identification Trends", 2013.
8. Magrassi P: "A World Of Smart Objects: The Role Of Auto Identification Technologies", 2001.
9. Meints M: "A Structured Collection on Information and Literature on Technological and Usability Aspects of Radio Frequency Identification (RFID)", FIDIS deliverable 3, 2007.
10. Zhang X: "Applications of RFID in Logistics and Supply Chains: An Overview", 2012.
11. <https://www.microwavejournal.com/articles/5271-modern-rfid-readers> "Modern RFID Readers" - Stevan Preradovic and Nema C.
12. <https://www.microwavejournal.com/articles/5271-modern-rfid-readers> "Modern RFID Readers" - Stevan Preradovic and Nema C.
13. OECD Ministerial Meeting: "RFID- Radio Frequency Identification", OECD, 2008.
14. https://en.wikipedia.org/wiki/World_Wireless_System - "World Wide System"
15. <https://www.sam-solutions.com/blog/the-secret-of-iot-history/> - "The Secret of IoT History"

16. <https://www.kapitalmagazin.rs/sta-predstavlja-rfid-tehnologija/> - “ Šta predstavlja RFID tehnologija?” - Aleksandar Pavlović
17. <https://pcpress.rs/rfid-tehnologija-nije-toliko-sigurna/>“ RFID tehnologija nije toliko sigurna” - Dejan Ristanović
18. <https://www.drillingcontractor.org/the-abcs-of-rfid-physics-oilfield-usage-14030>, The ABC’s of RFID: physics, oilfield usage” - Ted Christiansen
19. <https://www.drillingcontractor.org/the-abcs-of-rfid-physics-oilfield-usage-14030>,” The ABC’s of RFID: physics, oilfield usage” - Ted Christiansen
20. <http://trace-id.com/en/protocols-and-standards-of-uhf-rfid/>, “ Protocols and standards of UHF RFID”
21. <https://www.siskartice.rs/blog/prednosti-rfid-tehnologija/> “ Prednosti RFID tehnologija “
22. <https://www.automatika.rs/baza-znanja/obrada-signala/uvod-u-rfid-tehnologiju> - “Uvod u RFID tehnologiju “
23. <https://hackaday.com/2015/12/08/theremins-bug/> - “THEREMIN’S BUG: HOW THE SOVIET UNION SPIED ON THE US EMBASSY FOR 7 YEARS” - Adam Fabio
24. <http://www.u.arizona.edu/~obaca/rfid/history.html> - “ A Brief History of RFID”
25. <https://www.rfidjournal.com/articles/view?1338> - “ The History of RFID Technology” - Mark Roberti
26. <https://www.engineering.com/ElectronicsDesign/ElectronicsDesignArticles/ArticleID/7338/RFID-in-Transportation.aspx> - “ RFID in Transportation “