

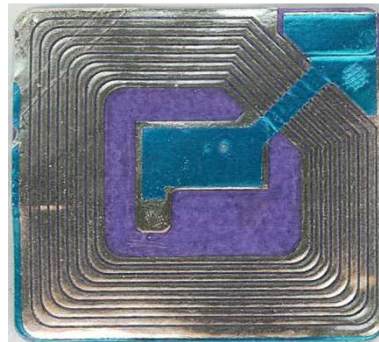


ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ Τ.Ε.Ι. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



Πτυχιακή εργασία

RFID: An Overview



Του φοιτητή

Στεργιακούλη Απόστολου

Αρ. Μητρώου: 03/2430

Επιβλέπων καθηγητής

Αρσλάνογλου Αχιλλέας

Θεσσαλονίκη 2010

Πτυχιακή Εργασία

RFID: An Overview

Στεργιακούλης Απόστολος

ΑΜ : 03/2430

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

Αρσλάνογλου Αχιλλέας

ΕΑΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2010

Ευχαριστίες – Αφιερώσεις

Ευχαριστώ τον κύριο Αρσλάνογλου Αχιλλέα για την καθοδήγηση και την υπομονή του καθ' όλη τη διάρκεια της πτυχιακής εργασίας.

Ευχαριστώ τους γονείς μου για την ηθική και υλική υποστήριξη που μου παρείχαν όλα αυτά τα χρόνια και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν.

Ευχαριστώ την αδερφή μου Εύη, για τη συμπαράσταση και την συγχαίρω για την επίτευξη του στόχου της.

Ευχαριστώ τους καλούς μου φίλους Γεράκη Βασίλειο, για την υπομονή που έχει δείξει τους τελευταίους μήνες και τον Μπατζιώλα Σταύρο για το ειλικρινές ενδιαφέρον του όλο αυτόν τον καιρό.

Τέλος, η εργασία αφιερώνεται στην Μπακογιάννη Ιωάννα και την ευχαριστώ για τη αμέριστη βοήθειά της χωρίς την οποία δε θα τα κατάφερα.

Περίληψη

Η παρούσα εργασία έχει σαν αντικείμενο την μελέτη της RFID τεχνολογίας και της εξέλιξής της μέσα στο χρόνο. Θα μελετηθούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας και θα γίνει σύγκρισή της με ανάλογες τεχνολογίες. Θα αναλυθεί η δομή και η λειτουργία του κάθε μέρους από τα οποία αποτελείται ένα RFID σύστημα, καθώς και οι νόμοι της φυσικής που διέπουν την λειτουργία τους. Επίσης, σκοπός της εργασίας είναι να γίνει αναφορά σε θέματα ασφάλειας και ιδιωτικότητας που προκύπτουν με τη χρήση της RFID τεχνολογίας, όπως και να μελετηθούν οι εφαρμογές που αυτήν έχει. Τέλος, όσον αφορά το case study, θα αναλυθούν οι “έξυπνες” κάρτες, και πιο συγκεκριμένα, η χρήση τους στα συστήματα των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Στόχος της εργασίας είναι κατανόηση και η εξοικείωση με την RFID τεχνολογία, η οποία παρά την πεποίθηση ότι πρόκειται για μια καινούρια τεχνολογία, χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια, με τις εφαρμογές της να αυξάνονται ραγδαία κατά τα τελευταία χρόνια διαδραματίζοντας συνεχώς ολοένα και μεγαλύτερο ρόλο στην ζωή του ανθρώπου.

Abstract

The objective of this study is to investigate RFID technology and its evolution over time. The technical characteristics of technology were studied and compared with similar technologies. The structure and function of each part of an RFID system and the physical laws governing their operation were analyzed. In addition, security and privacy issues arising from the use of RFID technology were discussed. The applications of RFID technology was also mentioned. Finally, in the case study, the "smart" cards, and more specifically, their use in systems of public transport were analyzed.

The aim of this project was to understand and become familiar with the RFID technology, which although it is believed that is a new technology, it has actually been used for many years, with its applications increasing sharply in recent years and playing an ever increasing role in the human life.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>1 Εισαγωγή</u>	<u>1</u>
<u>2 Εξέλιξη του RFID μέσα στο χρόνο</u>	<u>3</u>
<u>2.1 Εισαγωγή</u>	<u>3</u>
<u>2.2 Ιστορική αναδρομή</u>	<u>3</u>
<u>2.3 Σύγχρονη ιστορία</u>	<u>8</u>
<u>2.3.1 Δημόσιοι και ιδιωτικοί οργανισμοί που προώθησαν το RFID ...</u>	<u>11</u>
<u>3 Radio Frequency Identification</u>	<u>14</u>
<u>3.1 Εισαγωγή</u>	<u>14</u>
<u>3.2 Τι πραγματικά είναι το RFID</u>	<u>14</u>
<u>3.3 Τι είναι το EPC</u>	<u>16</u>
<u>3.4 Κριτήρια σύγκρισης Auto-ID τεχνολογιών</u>	<u>18</u>
<u>3.5 Συγκρίνοντας την Bar Code τεχνολογία και τα Contact Memory Buttons με το RFID</u>	<u>19</u>
<u>3.5.1 Bar Codes</u>	<u>19</u>
<u>3.5.2 Contact Memory Buttons</u>	<u>24</u>
<u>3.5.3 RFID</u>	<u>25</u>
<u>3.5.3.1 Πέντε λόγοι που κάνουν το RFID να ξεχωρίζει</u>	<u>28</u>

4 Πεδίο Φυσικής στην Τεχνολογία RFID	31
4.1 Εισαγωγή	31
4.2 Η φυσική στα RFID συστήματα	31
4.2.1 RFID Readers και φυσική	32
4.2.2 RFID Ετικέτα και φυσική	32
4.2.3 Τύποι επικοινωνίας μεταξύ ετικετών και reader	33
4.3 Στοιχεία φυσικής που πρέπει να γνωρίζουμε	38
4.3.1 Συχνότητα	38
4.3.1.1 Μεταπήδηση συχνοτήτων	42
4.3.2 Μέτρηση ηλεκτρομαγνητικού θορύβου του περιβάλλοντος	43
4.3.3 Πώς το υλικό του προϊόντος επηρεάζει το RFID σύστημα	44
4.4 Κοντινό και ευρύτερο πεδίο	46
5 Δομή και λειτουργία RFID ετικέτας, reader, ενδιάμεσου λογισμικού .	49
5.1 Εισαγωγή	49
5.2 RFID Ετικέτα	50
5.2.1 Βασικές ιδιότητες επιλογής RFID ετικέτας	51
5.2.2 Κατηγοριοποίηση ετικετών	52
5.2.3 Ενεργές, παθητικές και ημιπαθητικές ετικέτες	55
5.2.3.1 Ενεργές ετικέτες	56
5.2.3.2 Παθητικές ετικέτες	57
5.2.3.4 Ημιπαθητικές ετικέτες	57
5.2.4 Ανατομία RFID ετικέτας	58

5.2.4.1 Ολοκληρωμένο κύκλωμα	58
5.2.4.2 Κεραία	60
5.3 RFID Reader	62
5.3.1 Φυσικά μέρη ενός RFID reader	63
5.3.1.1 Υποσύστημα κεραιών	64
5.3.1.2 Διασύνδεση δικτύου	66
5.3.1.3 Μικροελεγκτής	67
5.3.2 Τύποι των RFID readers	68
5.4 Ενδιάμεσο λογισμικό (middleware) RFID συστημάτων	71
5.4.1 Δυνατότητες ενδιάμεσου λογισμικού	72
5.4.2 Συστατικά μέρη του ενδιάμεσου λογισμικού	73
5.4.3 Αρχιτεκτονική ενδιάμεσου λογισμικού	76
5.4.4 Application Level Events (ALE) και Savant	78
5.4.5 Δίκτυο RFID πληροφοριών	79
6 Ασφάλεια και ιδιωτικότητα RFID συστημάτων	81
6.1 Εισαγωγή	81
6.2 Η έννοια της ασφάλειας	82
6.3 Προβλήματα ασφάλειας και ιδιωτικότητας στα RFID συστήματα	84
6.4 Κύριες ανησυχίες για παραβίαση της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας με τη χρήση RFID	87
6.5 Τρόποι προστασίας	88
6.6 Παραδείγματα προβλημάτων με την χρήση του RFID	92

<u>7 Εφαρμογές της τεχνολογίας RFID</u>	<u>94</u>
7.1 Εισαγωγή	94
7.2 Επισκόπηση των εφαρμογών της RFID τεχνολογίας	94
7.2.1 Εφαρμογές του RFID στον τομέα της υγείας	97
7.2.2 RFID και εφοδιαστική αλυσίδα	100
<u>8 Πρότυπα και Πρωτόκολλα</u>	<u>104</u>
8.1 Εισαγωγή	104
8.2 Κύριοι οργανισμοί στη δημιουργία προτύπων	104
8.3 Σημαντικότερα πρότυπα και πρωτόκολλα	106
8.3.1 Generation 1 : Class 0 και Class 1, Generation 1 Class 2 ...	112
8.3.2 Class 1 Generation 2	114
8.4 Κατηγορίες προτύπων	114
<u>9 Case Study : “Έξυπνες” κάρτες και μέσα μαζικής μεταφοράς</u>	<u>116</u>
9.1 Εισαγωγή	116
9.2 “Έξυπνες” κάρτες (Smart Cards)	116
9.2.1 Ιστορική αναδρομή	118
9.2.2 Κατηγοριοποίηση “έξυπνων” καρτών	120
9.3 “Έξυπνες” κάρτες και Μέσα μαζικής μεταφοράς	123
9.3.1 Απαιτήσεις συστήματος	125
9.3.2 Πλεονεκτήματα RFID συστημάτων με “έξυπνες” κάρτες	126
9.3.3 Τρόποι χρέωσης κομίστρων	128

<u>9.3.4</u>	<u>Πιθανές απειλές</u>	<u>130</u>
<u>9.3.5</u>	<u>Παραδείγματα χρήσης RFID συστημάτων σε μέσα μαζικής μεταφοράς</u>	<u>131</u>
<u>9.3.5.1</u>	<u>RFID σύστημα στην Σεούλ</u>	<u>132</u>
<u>9.3.5.2</u>	<u>RFID σύστημα στο Ολντενμπουργκ</u>	<u>133</u>
<u>9.3.5.3</u>	<u>RFID σύστημα στη Δρέσδη</u>	<u>133</u>
<u>9.3.6</u>	<u>Πρότυπα και διαλειτουργικότητα</u>	<u>134</u>
<u>9.3.6.1</u>	<u>Συστήματα μέσω μεταφοράς στην Αγγλία και ο οργανισμός ITSO</u>	<u>136</u>
<u>9.3.6.2</u>	<u>ICARE και CALYPSO</u>	<u>139</u>
<u>10</u>	<u>Επίλογος</u>	<u>142</u>

Βιβλιογραφία

EΙΚΟΝΕΣ

1 Εισαγωγή	1
Εικόνα 1 RFID σύστημα	2
2 Εξέλιξη του RFID μέσα στο χρόνο	3
Εικόνα 2 James Clerk Maxwell	4
Εικόνα 3 Heinrich Rudolf Hertz	4
Εικόνα 4 Guglielmo Marconi	5
Εικόνα 5 IFF σύστημα	6
3 Radio Frequency Identification	14
Εικόνα 6 RFID Ετικέτες	14
Εικόνα 7 RFID reader	15
Εικόνα 8 Electronic Product Code	17
Εικόνα 9 Linear Bar Code, Stacked Bar Code, Matrix Symbols	20
Εικόνα 10 Contact Memory Buttons	24
4 Πεδίο Φυσικής στην Τεχνολογία RFID	31
Εικόνα 11 Επανασκέδαση ραδιοκυμάτων , παρόμοια με την αντανάκλαση φωτός από καθρέφτη	34
Εικόνα 12 Επαγωγική ζεύξη	36
Εικόνα 13 Μαγνητική ζεύξη	36

Εικόνα 14 Ζεύξη πυκνωτή	37
Εικόνα 15 Εύρος συχνοτήτων	39
Εικόνα 16 Συχνότητες που χρησιμοποιούνται ανά χώρα	40
5 Δομή και λειτουργία RFID ετικέτας, reader, ενδιάμεσου λογισμικού .	49
Εικόνα 17 Δομή ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος	59
Εικόνα 18 Συνδέσεις ενός reader	62
Εικόνα 19 Δομή ενός RFID reader	64
Εικόνα 20 Κεραία εκπομπής και κεραία λήψης	65
Εικόνα 21 Reader σε "σήραγγα"	69
Εικόνα 22 "Έξυπνα" ράφια	70
Εικόνα 23 Σημασία διαχείρισης γεγονότων	75
Εικόνα 24 Διασύνδεση του προτύπου ALE	79
6 Ασφάλεια και ιδιωτικότητα RFID συστημάτων	81
Εικόνα 25 Βασικές έννοιες ασφάλειας	83
8 Πρότυπα και Πρωτόκολλα	105
Εικόνα 26 "Κατεύθυνση" του κάθε οργανισμού δημιουργίας προτύπων	106
Εικόνα 27 Πρότυπα του οργανισμού EPCglobal	113
9 Case Study : "Έξυπνες" κάρτες και μέσα μαζικής μεταφοράς	116
Εικόνα 28 Ασύρματη "έξυπνη" κάρτα	116

Εικόνα 29 Κατηγοριοποίηση "έξυπνων" καρτών	122
Εικόνα 30 Μοντέλα χρέωσης κομίστρων	130
Εικόνα 31 Χρήση της Oyster Card στο Λονδίνο	138
Εικόνα 32 "Φάκελος" "έξυπνης" κάρτας επαφής	140
Εικόνα 33 Χρήση του "φακέλου" για υπηρεσίες ενημέρωσης	141

ΠΙΝΑΚΕΣ

4 Πεδίο Φυσικής στην Τεχνολογία RFID	31
Πίνακας 1 Χαρακτηριστικά συχνοτήτων για παθητικά RFID	40
Πίνακας 2 Επιπτώσεις υλικών στα RFID συστήματα	46
5 Δομή και λειτουργία RFID ετικέτας, reader, ενδιάμεσου λογισμικού .	49
Πίνακας 3 Κλάσεις EPC ετικετών	54
Πίνακας 4 Αριθμός αντικειμένων ανά τοποθεσία	74
Πίνακας 5 Αριθμός παρατηρήσεων ανά τοποθεσία	74
Πίνακας 6 Επίπεδα αρχιτεκτονικής του ενδιάμεσου λογισμικού	76
8 Πρότυπα και Πρωτόκολλα	105
Πίνακας 7 Συγκεντρωτικός πίνακας προτύπων και πρωτοκόλλων	107
9 Case Study : “Έξυπνες” κάρτες και μέσα μαζικής μεταφοράς	116
Πίνακας 8 Χρόνοι διάφορων μεθόδων για την επικύρωση εισιτηρίων ...	125
Πίνακας 9 Σημαντικότερα πρότυπα στα συστήματα “έξυπνων” καρτών στα μέσα μεταφοράς	134

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

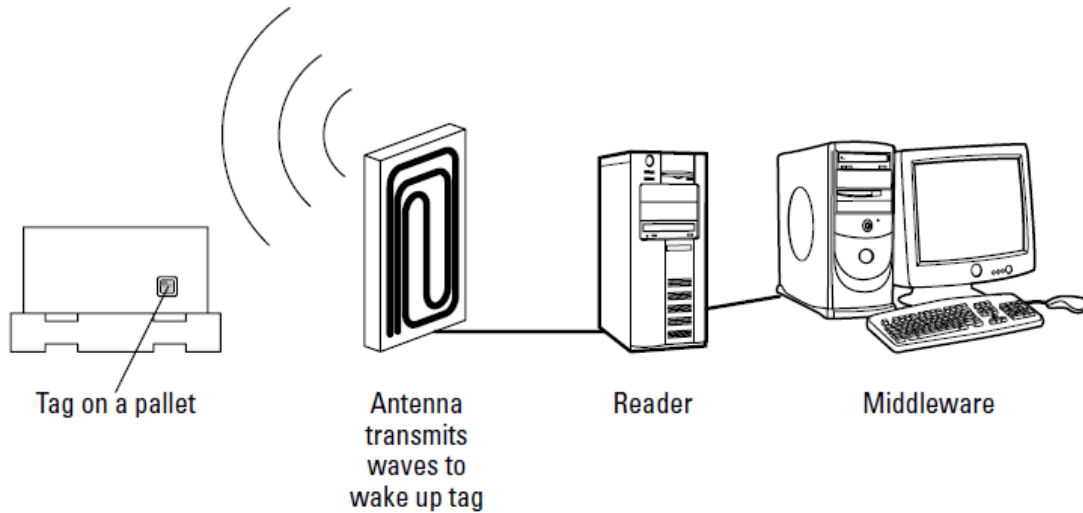
Είτε το συνειδητοποιούμε είτε όχι, η ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων (RFID) είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής μας. Η λέξη RFID προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων **R**adio **F**requency **I**dentification. Η χρήση του RFID αυξάνει την παραγωγικότητα, την ασφάλεια, την ταχύτητα και την ευκολία διάφορων διαδικασιών σε πάρα πολλούς κλάδους. Το RFID χρησιμοποιείται σε εκατοντάδες, αν όχι χιλιάδες, εφαρμογές όπως στη πρόληψη της κλοπής αυτοκινήτων και εμπορευμάτων, στην είσπραξη των διοδίων χωρίς να χρειάζεται ο οδηγός να σταματήσει, διευκολύνοντας έτσι την κυκλοφορία, στην είσοδο σε κτίρια παρέχοντας αυξημένη ασφάλεια, στο συντονισμό αεροδρομίων, πανεπιστημίων και άλλων μεγάλων οργανισμών, στον εύκολο και γρηγορότερο εντοπισμό βιβλίων σε μια βιβλιοθήκη και, το κυριότερο, στην ολοένα μεγαλύτερη δυνατότητα διαχείρισης και εντοπισμού μεγάλων σε όγκο και σε αξία εμπορευμάτων στην αλυσίδα εφοδιασμού.

Η αναφορά όλων των χρήσεων του RFID είναι πρακτικά αδύνατον να γίνει αλλά λόγω των εφαρμογών που αναφέρθηκαν πιο πάνω και σε πάρα πολλές ακόμα, το RFID είναι ένα πολύτιμο τεχνολογικό εργαλείο. Είναι δεδομένο ότι το RFID θα αντικαταστήσει παλαιότερες τεχνολογίες ταυτοποίησης, όπως το Bar Code (γραμμωτός κώδικας), κυρίως λόγω των πλεονεκτημάτων που προσφέρει σε σχέση με αυτό στις επιχειρήσεις, με τον ταχύτερο εντοπισμό εμπορευμάτων, εξασφαλίζοντας την ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο για τον αριθμό των αποθεμάτων και γενικώς αυξάνοντας την ταχύτητα διεκπεραίωσης εργασιών και την παραγωγικότητα σε μια εταιρεία ή οργανισμό.

Γενικώς ένα RFID σύστημα αποτελείται από τέσσερα κυρίως μέρη :

- μία ή περισσότερες ετικέτες (tags),

- έναν ή περισσότερους αναγνώστες (readers), που στην υπόλοιπη εργασία θα αναφέρονται με την ονομασία readers,
- δύο ή περισσότερες κεραιές (antennas) εκ των οποίων μία ή περισσότερες είναι συνδεδεμένες με τον reader και τέλος,
- το ενδιάμεσο λογισμικό ή αλλιώς middleware.



Εικόνα 1 RFID σύστημα

Κεφάλαιο 2

Εξέλιξη του RFID μέσα στο χρόνο

2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστεί η ιστορική διαδρομή των RF συστημάτων, σημαντικά ιστορικά γεγονότα του 18^{ου}, 19^{ου} και 20^{ου} αιώνα που συνέβαλαν στη διαμόρφωσή τους. Επίσης, θα γίνει αναφορά στο “internet αντικειμένων” και στον σημαντικό ρόλο του EPC στα RFID συστήματα. Τέλος, παρατίθενται οργανισμοί που είτε οδήγησαν στη βελτίωση των RFID συστημάτων είτε τα προώθησαν βοηθώντας στην ευρύτερη χρήση τους.

2.2 Ιστορική αναδρομή

Οι ρίζες της τεχνολογίας του RFID εντοπίζονται πάρα πολλά χρόνια πριν όταν ο άνθρωπος άρχισε να κατανοεί την ηλεκτρική ενέργεια, τον μαγνητισμό και τον ηλεκτρομαγνητισμό, όπως και τους φυσικούς νόμους που διέπουν αυτά τα πεδία.

Οι Κινέζοι ήταν πιθανόν οι πρώτοι που παρατήρησαν την ύπαρξη μαγνητικών πεδίων με την χρήση “μαγνητών” τον πρώτο αιώνα π. Χ. Η επιστημονική πρόοδος αναπτύχθηκε πολύ αργότερα, περίπου το 1600, όπου από τότε μέχρι το 1800 υπήρχε μια αύξηση του ενδιαφέροντος στην παρατήρηση του ηλεκτρισμού και του μαγνητισμού συνοδευόμενη από μια

ταυτόχρονη αύξηση της γνώσης των μαθηματικών που συνέβαλλε στην καλύτερη κατανόηση αυτών.

Ένας από τους πιο γνωστούς πρωτοπόρους στο πεδίο του ηλεκτρισμού το 18^ο αιώνα ήταν ο Benjamin Franklin. Το 1800 έχει χαρακτηριστεί ως η χρονιά θεμελίωσης της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας.

Ένας Άγγλος επιστήμονας, ο Michael Faraday, πρότεινε το 1846 ότι τόσο το



Εικόνα 2 James Clerk Maxwell

φως όσο και τα ραδιοκύματα είναι μέρος της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας. Το 1864, ο James Clerk Maxwell, ένας Σκοτσέζος φυσικός, δημοσίευσε την θεωρία του πάνω στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο υποστηρίζοντας ότι τόσο η ηλεκτρική όσο και η μαγνητική ενέργεια ταξιδεύουν με την μορφή εγκάρσιων κυμάτων που διαδίδονται με την ταχύτητα του φωτός. Επίσης, διαπίστωσε και πρότεινε χρήσεις αυτών των

ραδιοκυμάτων.

Σύντομα, το 1886, ένας Γερμανός φυσικός, ο Heinrich Rudolf Hertz, επιβεβαίωσε την ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell, παρήγαγε και



Εικόνα 3 Heinrich Rudolf Hertz

μελέτησε ηλεκτρομαγνητικά κύματα, τα οποία όπως απέδειξε είναι μεγάλα εγκάρσια κύματα που ταξιδεύουν με την ταχύτητα του φωτός και τα οποία μπορούν να ανακλαστούν και να διαθλασθούν, όπως το φως. Επίσης, βρήκε ότι αυτά τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μπορούν να μετρηθούν και να είναι επαναλαμβανόμενα. Ο Hertz είναι ο πρώτος ο οποίος κατάφερε με την βοήθεια μιας συσκευής

που κατασκεύασε να μεταδώσει και να ανιχνεύσει ραδιοκύματα στο UHF (Ultra High Frequency) διάστημα συχνοτήτων. Αυτή η ραδιοσυχνότητα επιλέχθηκε από το Auto-ID Center στο MIT για παθητικά RFID ενάμιση αιώνα αργότερα. Οι ιδέες του σύντομα ακολουθήθηκαν από τον Aleksandr Popov στη Ρωσία.

Το 1902, ο Ιταλός φυσικός Guglielmo Marconi κατάφερε και έκανε μια επιτυχημένη μετάδοση ενός ραδιοηλεκτρικού σήματος από την Αγγλία διαπερνώντας όλον τον Ατλαντικό επιδεικνύοντας την πρώτη μακρινής

απόστασης χρήση των ραδιοκυμάτων ως μέσο επικοινωνίας. Κατάφερε μόνο να μεταδώσει το γράμμα S σε κώδικα Morse, αν και αυτό που προσπάθησε αρχικά να μεταδώσει ήταν το SOS. Από τότε ο κόσμος δεν θα ήταν ποτέ ξανά ο ίδιος.



Εικόνα 4 Guglielmo Marconi

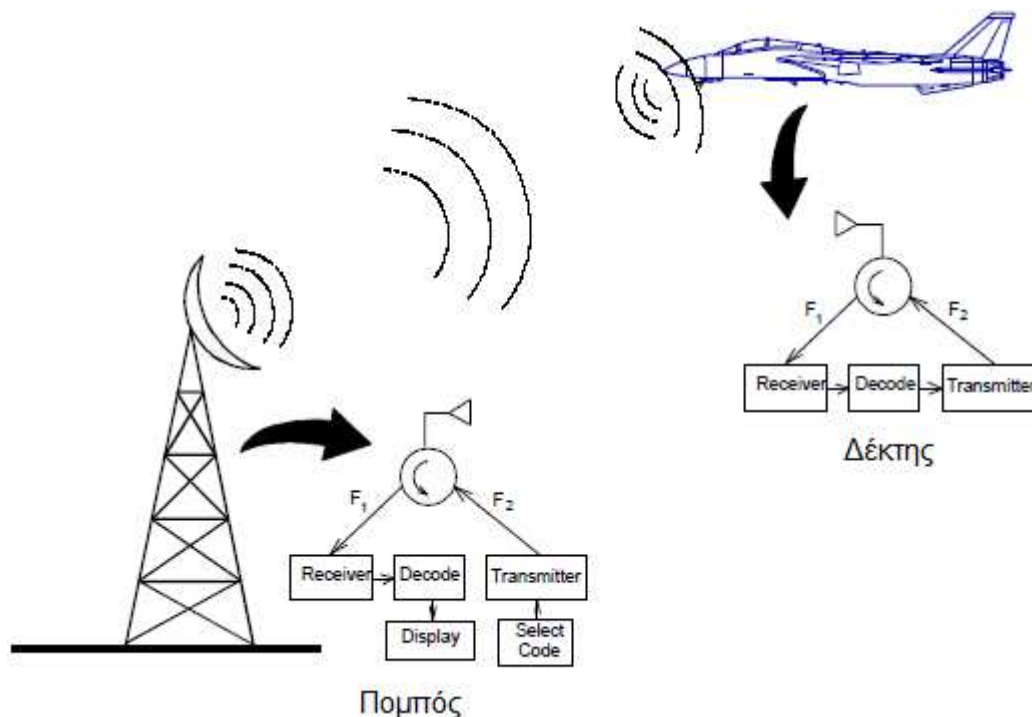
Όταν ο Marconi μετέδωσε τα ραδιοκύματα και αυτά παραλήφθηκαν 1500 μίλια μακριά δεν υπήρχαν άλλα ανταγωνιστικά κύματα να προκαλέσουν παρεμβολή. Στα τέλη του 1970, σύγχρονοι μελετητές ραδιοσυχνοτήτων της εταιρείας Marconi, η οποία πήρε το όνομά της από το ομώνυμο φυσικό, προσπάθησαν να κάνουν μια πραγματική αναπαράσταση του πειράματος του Marconi. Όπως αποδείχτηκε ήταν αδύνατον αυτό να γίνει λόγω του συνωστισμού των ραδιοσυχνοτήτων που υπήρχαν και των θορύβων που αυτές προκαλούσαν. Ραδιοκύματα όμοια με αυτά που μετέδωσε ο Marconi, σήμερα πραγματικά χάνονται από τον τεράστιο θόρυβο που προκαλείται από την εκτεταμένη χρήση των ραδιοσυχνοτήτων. Αυτός ο αόρατος θόρυβος είναι ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που υπάρχουν σε συστήματα ραδιοσυχνοτήτων όπως ένα RFID σύστημα.

Το 1906, ο Ernst Alexanderson παρουσίασε την πρώτη παραγωγή και εκπομπή συνεχούς κύματος ραδιοσημάτων. Αυτό το επίτευγμα ήταν η αρχή της σύγχρονης ραδιοεπικοινωνίας όπου όλα τα χαρακτηριστικά των ραδιοκυμάτων ελέγχονται και καθορίζονται.

Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, περίπου το 1922, θεωρείται ως η χρονιά δημιουργίας του ραντάρ. Το ραντάρ στέλνει ραδιοκύματα για την ανίχνευση και τον εντοπισμό αντικειμένων από την ανάκλαση των ραδιοκυμάτων. Αυτή η ανάκλαση μπορεί να καθορίσει την ταχύτητα και τη θέση ενός αντικειμένου και γρήγορα εκτιμήθηκε πόσο σημαντικό τεχνολογικό εργαλείο θα μπορούσε να είναι για στρατιωτική χρήση. Δεδομένου ότι ένα RFID σύστημα είναι συνδυασμός της τεχνολογίας εκπομπής ραδιοκυμάτων και του ραντάρ θα

μπορούσαμε να πούμε πως οι πρώτες βάσεις για την δημιουργία ενός RFID τέθηκαν από το ίδιο το ραντάρ.

Η πρώτη RFID εφαρμογή σχεδιάστηκε με τη συνδρομή της τεχνολογίας του ραντάρ τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο για την αναγνώριση των φιλικών αεροπλάνων και ονομάστηκε Identification Friend (IFF) ή αλλιώς σύστημα FOE. Αυτά τα συστήματα δεν είχαν την δυνατότητα να αναγνωρίσουν ποια αεροπλάνα ήταν εχθρικά αλλά δέχονταν σήμα μόνο από τα φιλικά. Αν δεν λάμβαναν απάντηση από ένα IFF πομπό τότε αυτό το αντικείμενο θεωρούνταν ύποπτο αλλά όχι απαραίτητα εχθρικό καθώς υπάρχουν πολλοί λόγοι για τους οποίους μπορεί να μην απάντησε όπως κάποια βλάβη μετά από μάχη, η απώλεια του κλειδιού κρυπτογράφησης ή βλάβη στον εξοπλισμό. Σύγχρονα IFF συστήματα τεχνολογίας που χρησιμοποιούνται από στρατιωτικά αεροσκάφη και διάφορες στρατιωτικές εγκαταστάσεις είναι στην ουσία συστήματα ταυτοποίησης με χρήση κρυπτογραφίας και έχουν τις βάσεις τους στο IFF σύστημα που κατασκευάστηκε στον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Κάθε στρατιωτικό αεροσκάφος έχει ένα δέκτη και έναν πομπό.



Εικόνα 5 IFF σύστημα

Συνήθως τα IFF συστήματα λειτουργούν κάπου ανάμεσα στα 1 με 2 GHz. Ο πιλότος ενεργοποιεί τον πομπό και μετά από μερικά milliseconds ο πομπός του άλλου αεροσκάφους απαντάει εάν είναι φιλικό. Για μη στρατιωτικά αεροπλάνα ο δέκτης λειτουργεί στα 1030 MHz και ο πομπός στα 1090 MHz.

Στα τέλη της δεκαετίας του 1960 οι εταιρείες Sensormatic, Checkpoint και Knogo δημιούργησαν ένα ηλεκτρονικό σύστημα παρακολούθησης (EAS - Electronic Article Surveillance) το οποίο χρησιμοποιήθηκε σε καταστήματα και χρησιμοποιούσε μια μικρής απόστασης επικοινωνία ραδιοσυχνοτήτων για ανίχνευση κλοπής προϊόντων. Αυτού του είδους τα συστήματα συχνά χρησιμοποιούν ετικέτες (tags) 1 bit στα οποία μόνο η παρουσία τους ή η απουσία τους μπορεί να ανιχνευτεί. Έτσι υπάρχει αυξημένη ασφάλεια με χαμηλότερου κόστους ετικέτες. Τέτοιου είδους σύστημα χρησιμοποιήθηκε σε προσωπικό και προϊόντα πυρηνικών εργοστασίων για αυξημένη ασφάλεια.

Το 1977, τα επιστημονικά εργαστήρια στο LOS Alamos μετέφεραν τις γνώσεις για την RFID τεχνολογία, η οποία είχε δημιουργηθεί σε κυβερνητικά εργαστήρια, σε δημόσιους τομείς. Εμπορικές εφαρμογές του RFID εκτός από τα EAS συστήματα άρχισαν να εμφανίζονται στις αρχές του 1980 όπως συστήματα εισόδου χωρίς κλειδί, αυτόματη είσπραξη διοδίων, ταυτοποίηση σπάνιων ράτσας σκύλων και αυτοματοποίησης εργοστασίων.

Μετά από μια καταστροφική προσπάθεια διάφορων σιδηροδρομικών εταιρειών να έχουν συνεχή έλεγχο των προϊόντων που μεταφέρονται με χρήση Bar Code, το RFID ήταν μια λύση σε πολλά προβλήματα που προκαλούνταν από το περιβάλλον που βρίσκονταν τα προϊόντα. Η ταυτοποίηση με χρήση ραδιοσυχνοτήτων είχε τα πλεονεκτήματα ότι το αντικείμενο μπορούσε να ταυτοποιηθεί από μεγαλύτερη απόσταση ή εν μέσω βροχής, σκόνης και άλλων μη μεταλλικών αντικειμένων. Ένα άλλο μεγάλο πλεονέκτημα για εκείνη την εποχή είναι την δυνατότητα να μπορεί το αντικείμενο να ταυτοποιηθεί παρά την έντονη και άμεση ηλιοφάνεια, ένα πρόβλημα για συστήματα με χρήση υπέρυθρων ακτινών όπως τα Bar Code. Μέχρι τότε τα RFID συστήματα είχαν ως βάσεις τους κυρίως συχνότητες

κοντά στα 900 MHz, από το 1983 και μετά όμως δημιουργούνται RFID συστήματα σε διάφορα εύρη συχνοτήτων, σε LF (**L**ow **F**requency) συχνότητες, σε MF (**M**edium **F**requency), σε HF (**H**igh **F**requency) και σε UHF (**U**ltra **H**igh **F**requency).

Στα τέλη της δεκαετίας του 1980, ο κύριος στόχος των RFID συστημάτων που ήταν η εύρεση νέων πεδίων εφαρμογών, άλλαξε έχοντας ως στόχο τις βελτιώσεις σε θέματα επιδόσεων, την μείωση κόστους όπως και την μείωση του μεγέθους των ετικετών, του αναγνώστη και της κεραίας. Μέρη ενός RFID συστήματος πωλούνται, πια σε ράφια καταστημάτων.

2.3 Σύγχρονη ιστορία

Το Υπουργείο Αμύνης της Αμερικής ήταν ο πρώτος μεγάλος οργανισμός που ανέπτυξε τις Auto-ID τεχνολογίες (AIT) οι οποίες είναι μέθοδοι αυτόματης ανίχνευσης αντικείμενων, συλλογής δεδομένων γι' αυτά και άμεσης τοποθέτησης πληροφοριών γι' αυτά σε ένα υπολογιστικό σύστημα. Άλλες ονομασίες είναι Automatic Identification and Data Capture (AIDC) ή Automatic Data Capture. Τέτοιες τεχνολογίες θεωρούνται τα Bar Codes, το RFID, οι μαγνητικές ταινίες, η φωνητική αναγνώριση και η αναγνώριση μέσω οπτικών χαρακτηριστικών.

Από τις αρχές του 1990, το υπουργείο Αμύνης της Αμερικής χρησιμοποιούσε ενεργές RFID ετικέτες για το γρηγορότερο και ασφαλέστερο εφοδιασμό του. Το ότι μπορούσαν να εντοπίσουν με τη χρήση RFID συστημάτων αντικείμενα που αποστέλλονταν ή παραλαμβάνονταν, έκανε τεράστια διαφορά στις επιχειρήσεις τους.

Το 1999, διάφοροι οργανισμοί και εταιρείες όπως το Υπουργείο Αμύνης της Αμερικής, η Procter and Gamble, η Gillette, η Uniform Code Council και άλλοι, ίδρυσαν το Auto-ID Center στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (**M**assachusetts **I**nstitute of **T**echnology - MIT) που σαν

απώτερο στόχο είχε την δημιουργία του “internet αντικειμένων” και σαν πρώτο στόχο να κάνουν το RFID μια πολύτιμη τεχνολογία παγκοσμίως στην αλυσίδα εφοδιασμού και να ερευνήσουν για καλύτερη αποδοτικότητα και νέες χρήσεις της τεχνολογίας ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνοτήτων (RFID). Με τον όρο “internet αντικειμένων” εννοούμε ένα υψηλής σχεδίασης δίκτυο στο οποίο κάθε είδος αντικειμένου θα μπορούσε να επικοινωνεί παρέχοντας πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο όπως η τοποθεσία, τα περιεχόμενα, ο προορισμός και οι συνθήκες περιβάλλοντος. Ένα αντικείμενο με μία ενσωματωμένη RFID ετικέτα θα μπορούσε να ανιχνεύσει τριγύρω του την παρουσία άλλων αντικειμένων και να αναγνωριστεί αυτόματα. Διάφορες πληροφορίες όπως η θερμοκρασία, η μετακίνηση και το κόστος του αντικειμένου θα μπορούσαν να διακινούνται μέσα σ’ αυτά τα δίκτυα, στα οποία κάθε αντικείμενο θα μπορεί να δηλώσει τον εαυτό του στο εκάστοτε γεωγραφικό δίκτυο στο οποίο βρίσκεται. Αυτή η επικοινωνία μεταξύ μηχανών θα μπορούσε να πάρει τις κατάλληλες αποφάσεις όπως και να τις υλοποιήσει χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση εξαλείφοντας τα λάθη που μπορεί να προκαλέσει αυτή και αυξάνοντας τη ταχύτητα λειτουργίας ενός οργανισμού. Το διαδίκτυο αντικειμένων θα αποτελούνταν από 50 με 100 τρισεκατομμύρια αντικείμενα για τα οποία θα μπορούσαν να ανακτηθούν πληροφορίες ή να εντοπισθούν άμεσα.

Το MIT Auto-ID Center στελεχώθηκε αρχικά από τους Sanjay Sarma, David Brock και Kevin Ashton. Σύντομα στο Auto-ID Center ένωσαν τις προσπάθειές τους 6 πανεπιστήμια, το καθένα με το δικό του πεδίο και δυνατότητες, καθοδηγούμενα από τον κοινό στόχο του “internet αντικειμένων”. Αυτά τα πανεπιστήμια ήταν :

1. το Πανεπιστήμιο Adelaide της Αυστραλίας με τον καθηγητή Peter Cole,
2. το Πανεπιστήμιο του Cambridge της Αγγλίας με τον καθηγητή Duncan McFarlane,
3. το Πανεπιστήμιο του Keio της Ιαπωνίας με τον καθηγητή Jun Murai,
4. το Πανεπιστήμιο του Fudan της Κίνας με τον καθηγητή Hao Min,
5. το Πανεπιστήμιο του St. Gallen της Ελβετίας με τον καθηγητή Elgar Fleisch, και φυσικά

6. το MIT.

Το 2000, ο Sanjay Sarma πρότεινε την δημιουργία ενός πρωτόκολλου έχοντας ως πρότυπο το World Wide Web που κατασκεύασε ο οργανισμός World Wide Web Consortium (W3C). Το πρωτόκολλο αυτό είναι γνωστό σήμερα ως Electronic Product Code (EPC - Ηλεκτρονικός Κωδικός Προϊόντος).

Το EPC είναι ένα πρότυπο για την μορφοποίηση των δεδομένων των ετικετών και καθιστά εφικτό ένα παγκόσμιο σύστημα ταυτοποίησης αντικειμένων με χρήση RFID. Δημιουργήθηκε για την αντικατάσταση του Universal Product Code (UPC) της τεχνολογίας Bar Code. Το μέλλον του Auto-ID Center βασίζονταν από την αποδοχή που το EPC θα είχε. Λόγω όμως του ότι το EPC έχει πολλά όμοια χαρακτηριστικά με το UPC και πολλές εταιρείες χρησιμοποιούσαν ως Auto-ID τεχνολογία το Bar Code, που βασίζεται πάνω στο UPC, η αποδοχή του και η υιοθέτησή του έγινε σχεδόν άμεσα. Στην ουσία, το EPC δεν είναι μια εξ' ολοκλήρου καινούργια δημιουργία. Όπως προϊόντα είχαν και έχουν Bar Codes τα οποία διαβάζονται από διάφορες εταιρείες, έτσι και στα RFID συστήματα επιβάλλεται διαφορετικές εταιρείες να μοιράζονται πληροφορίες μέσω RFID ετικετών και να τις διαβάζουν. Τα διαφορετικά συστήματα που μπορεί να χρησιμοποιούν οι διαφορετικές εταιρείες πρέπει να χρησιμοποιούν τον ίδιο τρόπο λειτουργίας κάτι το οποίο επιτυγχάνεται με το EPC. Το EPC είναι ένας μοναδικός αριθμός ο οποίος σχετίζεται κάθε φορά με μία RFID ετικέτα και ήταν το μέσο με το οποίο το "internet αντικειμένων" μπορεί να επιτευχθεί. Το πρωτόκολλο EPC είναι καθολικό σε όλα τα συμβατά με το EPC συστήματα και καλύπτει τρεις βασικούς τομείς των RFID συστημάτων.

- Τη δομή και τον διαχωρισμό που τα δεδομένα θα έχουν στην ετικέτα.
- Το πρωτόκολλο επικοινωνίας μέσω αέρα.
- Ένα δίκτυο στο οποίο θα διαμοιράζονται πληροφορίες για τις ετικέτες.

Τον Οκτώβριο του 2003, το Auto-ID Center αντικαταστάθηκε από ένα νέο-ιδρυθέν ερευνητικό πρόγραμμα, το Auto-ID Labs και το EPCglobal. Το Auto-ID Labs είναι μια ερευνητική ομάδα που ειδικεύεται πάνω στην

ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων και αποτελούνταν από έξι εργαστήρια σε τέσσερις ηπείρους. Τον Απρίλιο του 2005, ένα εβδομο Auto-ID εργαστήριο προστέθηκε.

Αντίστοιχα, ο οργανισμός EPCglobal είναι ένα κοινό εγχείρημα μεταξύ του Uniform Code Council (UCC), οργανισμός ο οποίος είναι υπεύθυνος και έχει καθιερώσει πολλά πρότυπα για την τεχνολογία Bar Code και της EAN International, έναν μη κερδοσκοπικό οργανισμό με σκοπό την ανάπτυξη και την δημιουργία παγκόσμιων προτύπων και λύσεων για την βελτίωση της αλυσίδας εφοδιασμού και άλλων τομέων.

Κατά τη διάρκεια λειτουργίας του, από το 1999 μέχρι το 2003, το Auto-ID Center πριν παραδώσει τις γνώσεις του και την έρευνα που είχε κάνει στον οργανισμό EPCglobal, πρόλαβε να εκδώσει περισσότερες από 110 ερευνητικές διατριβές.

Ο οργανισμός EPCglobal, ο οποίος δουλεύει για την ανάπτυξη και τη σχεδίαση εμπορικών και βιομηχανικών προτύπων, έχει δημιουργήσει ένα δίκτυο μεταξύ των τελικών χρηστών και των παροχών λύσεων, τους οποίους φέρνει σε επαφή για την καλύτερη χρήση και υιοθέτηση του RFID. Διάφορες ομάδες έχουν δημιουργηθεί αποτελούμενες από αυτές τις δύο παραπάνω κατηγορίες όπως ομάδες συζητήσεων, ομάδες βιομηχανικής απασχόλησης, ομάδες κοινών απαιτήσεων και ομάδες τεχνικής απασχόλησης.

2.3.1 Δημόσιοι και ιδιωτικοί οργανισμοί που προώθησαν το RFID

Μια απ' τις αιτίες που τα RFID συστήματα προωθήθηκαν και θεωρούνται ως ένα από τα μεγαλύτερα τεχνολογικά επιτεύγματα του τελευταίου αιώνα είναι ότι μερικοί μεγάλοι δημόσιοι και δυτικοί οργανισμοί

κατάλαβαν τον σημαντικό ρόλο που τα RFID συστήματα θα είχαν στην ανάπτυξη τους. Η εταιρεία που κατέχει περίοπτη θέση στην ανάπτυξη των RFID συστημάτων είναι η Wal-Mart.

Απ' τα τέλη της δεκαετίας του 1990, η Wal-Mart επένδυσε εκατομμύρια δολάρια σε έρευνες πάνω στα RFID συστήματα για την αντικατάσταση των Bar Codes. Μια ανακοίνωσή της τον Ιούνιο του 2003 με την οποία θα απαιτούσε απ' όλους τους προμηθευτές της να τοποθετήσουν RFID ετικέτες σε κάθε κιβώτιο και παλέτα που στο εξής θα κατέληγε σε κάποιο κατάστημα ή αποθήκη τους, θα άλλαζε τα πάντα στην αλυσίδα εφοδιασμού σε όλον τον κόσμο. Για να γίνει κατανοητό το πόσο σημαντική ήταν αυτή η ανακοίνωση αξίζει να αναφερθεί ότι η Wal-Mart είχε το μεγαλύτερο εισόδημα από οποιαδήποτε άλλη εταιρεία το έτος 2008 και είναι ο μεγαλύτερος ιδιωτικός εργοδότης στην Αμερική. Η Wal-Mart απαιτούσε μέχρι τον Ιανουάριο του 2005, δηλαδή μέσα σε διάστημα δύο χρόνων περίπου, να κάνουν χρήση των RFID ετικετών σε περιορισμένο αριθμό καταστημάτων και αποθηκών στην αρχή.

Στο ξεκίνημα του εγχειρήματος, ο αριθμός των προμηθευτών που απάντησε θετικά στην πρόκληση ανέρχονταν στους 137 και μερικοί απ' αυτούς ήταν από τους μεγαλύτερους προμηθευτές στον κόσμο. Υπήρχαν διάφορες γνώμες, άλλες αρνητικές και άλλες θετικές, που ακολούθησαν μετά την ανακοίνωσή της. Οι αρνητικές και οι καχύποπτες εξ αυτών έλεγαν ότι η Wal-Mart θα γινόταν ένας οργανισμός που θα κατασκόπευε μέσω των αντικειμένων καθώς θα ανίχνευε τους πάντες και τα πάντα.

Ο δεύτερος μεγάλος οργανισμός που διαδραμάτισε το δικό του ρόλο ήταν το Υπουργείο Αμύνης της Αμερικής, το οποίο, δύο μήνες μετά την ανακοίνωση της Wal-Mart, άρχισε να αναζητά πληροφορίες για RFID συστήματα που είχαν εφαρμοστεί ήδη με επιτυχία. Παρόλο που το Υπουργείο Αμύνης της Αμερικής ήταν ένας από τους οργανισμούς που στήριξε και χρηματοδότησε το Auto-ID Center από την αρχή, τελικά χρησιμοποίησε τις έρευνες και την προσπάθεια της Wal-Mart.

Τον Οκτώβριο του 2003, το Υπουργείο Αμύνης της Αμερικής εξέδωσε ανακοίνωση σύμφωνα με την οποία παρουσίαζε ένα πρόγραμμα χρήσης

παθητικών RFID στους 40.000 περίπου προμηθευτές του. Αυτή η ανακοίνωση καθιέρωσε και εγγυήθηκε το μέλλον των RFID συστημάτων. Από το 2004 και μετά, οποιοδήποτε κιβώτιο και παλέτα που διακινούνταν από και προς τις εγκαταστάσεις του Υπουργείου Αμύνης επιβάλλονταν να έχει μια παθητική RFID ετικέτα στο UHF πεδίο συχνοτήτων με έναν EPC αριθμό. Σύμφωνα με τους αναλυτές του ο μέσος όρος της χρονικής περιόδου για την πληρωμή των προμηθευτών από το Υπουργείο Αμύνης ήταν 45 ημέρες από τη στιγμή που παραλάμβαναν το εμπόρευμα. Με την χρήση RFID ο στόχος είναι να μειωθεί η χρονική περίοδος της πληρωμής στις 72 ώρες.

Την ίδια περίπου χρονική περίοδο μία από τις μεγαλύτερες εταιρείες στον κόσμο, η Target, ανακοίνωσε τα σχέδιά της με τα οποία απαιτούσε και αυτήν από τους προμηθευτές της να υιοθετήσουν την χρήση RFID. Όπως πολλές εταιρείες, αργότερα προσπάθησε να συνεργαστεί με προμηθευτές που ήδη χρησιμοποιούσαν RFID συστήματα για άλλες εταιρείες μειώνοντας έτσι το ρίσκο για λάθη που γίνονταν στην αρχή της εφαρμογής RFID συστημάτων. Πολλές εταιρείες ακολούθησαν αυτούς του μεγάλους οργανισμούς όπως η Albertsons, η Metro AG, η Tesco και άλλες. Έτσι, ήταν ζήτημα χρόνου για κάθε εταιρεία ή οργανισμό που δεν ήθελε να μείνει πίσω από τους ανταγωνιστές της να πρέπει να εξοικειωθεί με την RFID τεχνολογία.

Κεφάλαιο 3

Radio Frequency IDentification

3.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθεί η δομή του RFID αλλά και του EPC. Επίσης, θα γίνει σύγκριση μεταξύ διαφόρων Auto-ID τεχνολογιών, όπως του RFID, του Bar Code και των Contact Memory Buttons, με βάση κάποια συγκεκριμένα κριτήρια καταλήγοντας στους βασικότερους λόγους που κάνουν ένα RFID σύστημα να ξεχωρίζει.

3.2 Τι πραγματικά είναι το RFID

Το RFID, ακρωνύμιο του Radio Frequency Identification, είναι ένας γενικός όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα σύστημα το οποίο μεταδίδει την ταυτότητα, σε μορφή ενός μοναδικού σειριακού αριθμού, ενός αντικειμένου ή ενός ατόμου ασύρματα χρησιμοποιώντας ραδιοκύματα. Ανήκει στην κατηγορία τεχνολογιών αυτόματης ταυτοποίησης (Auto-ID).



Εικόνα 6 RFID Ετικέτες

Ένα σύστημα RFID αποτελείται από μία ετικέτα στην οποία είναι ενσωματωμένη πληροφορίες ώστε να μπορεί να ταυτοποιηθεί μοναδικά σε σχέση με τις άλλες. Υπάρχουν διάφορα είδη ετικετών όπως οι παθητικές ετικέτες, οι οποίες

εκμεταλλεύονται τα πεδία που δημιουργούνται στην κεραία τους από τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα του reader και έτσι εξασφαλίζουν την ενέργεια που χρειάζονται για να τροφοδοτήσουν το ολοκληρωμένο κύκλωμα που περιέχουν. Μ' αυτό αποθηκεύουν και επεξεργάζονται πληροφορίες, διαμορφώνουν και αποδιαμορφώνουν ραδιοκύματα, τα οποία στη συνέχεια μεταδίδονται από την κεραία που περιέχουν. Επίσης, υπάρχουν οι ημιπαθητικές ετικέτες που έχουν ενσωματωμένη μπαταρία, η οποία όμως δεν είναι η κύρια πηγή ενέργειας αλλά βοηθητική για τη λειτουργία της ετικέτας. Σε αυτές η μπαταρία χρησιμοποιείται μόνο για την λειτουργία του μικροεπεξεργαστή τους αλλά επικοινωνούν απορροφώντας ενέργεια από τα ραδιοκύματα του αναγνώστη. Τέλος, υπάρχουν οι ενεργές ετικέτες, οι οποίες έχουν ως μόνη και κύρια πηγή ενέργειας μία μπαταρία που είναι ενσωματωμένη σε αυτές.

Το δεύτερο μέρος από το οποίο αποτελείται ένα RFID σύστημα είναι ένας αναγνώστης ή αλλιώς reader, ο οποίος χειρίζεται την ραδιοεπικοινωνία μέσω των κεραιών και μεταβιβάζει τις πληροφορίες των ετικετών στο ενδιάμεσο λογισμικό. Συνήθως, μία με τέσσερις κεραιές είναι συνδεδεμένες με τον reader, ο οποίος δίνει οδηγίες στις κεραιές για το πώς να παράγουν το κατάλληλο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Ένας reader δέχεται το σήμα – απάντηση της ετικέτας μέσω των κεραιών, το σήμα αποκωδικοποιείται και οι πληροφορίες στέλνονται στο υπολογιστικό σύστημα.



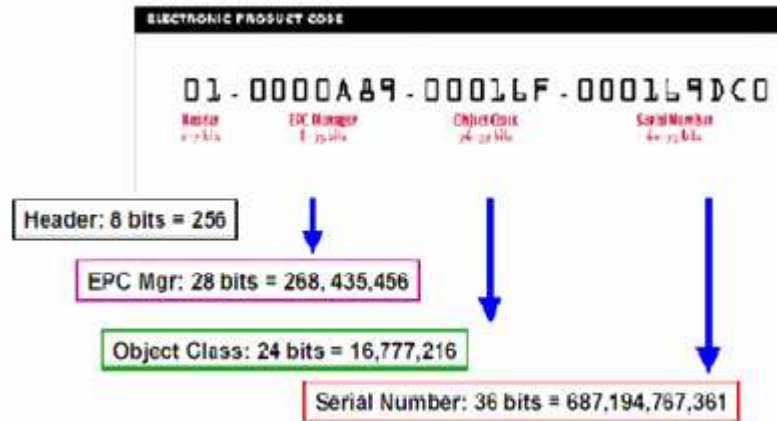
Εικόνα 7 RFID reader

Τρίτο μέρος του RFID συστήματος είναι δύο ή περισσότερες κεραιές. Τόσο οι ετικέτες όσο και οι readers έχουν τη δικιά τους κεραία. Η κεραία της ετικέτας μπορεί να είναι μεγέθους μερικών εκατοστών ή ακόμα μικρότερη ενώ του reader είναι συνήθως πολύ μεγαλύτερες. Οι κεραιές είναι το μέσον με το οποίο οι readers επικοινωνούν με τον “έξω” κόσμο και επιτελούν τις εξής κύριες λειτουργίες : να δημιουργούν ηλεκτρομαγνητικά πεδία για την ενεργοποίηση των ετικετών, να αποστέλλουν και να παραλαμβάνουν ραδιοκύματα για την επικοινωνία των readers με ετικέτες.

Τελευταίο είναι το ενδιαμέσο λογισμικό ή αλλιώς middleware. Με τον όρο, αυτό εννοούμε το λογισμικό το οποίο βρίσκεται ανάμεσα στους RFID readers και στο λογισμικό της εταιρείας. Είναι ένα σημαντικό κομμάτι του RFID συστήματος επειδή δέχεται μη επεξεργασμένα δεδομένα από τους readers και αφού τα φιλτράρει τα μεταβιβάζει στην κατάλληλη εφαρμογή τον σωστό χρόνο. Το φιλτράρισμα των δεδομένων είναι πολύ σημαντικό γιατί ένας reader μπορεί να διαβάσει μία ετικέτα 100 φορές μέσα σε 1 δευτερόλεπτο. Εκτός απ' το φιλτράρισμα, τα ενδιαμέσα λογισμικά διαχειρίζονται τους RFID readers και τους ρυθμίζουν ή ενημερώνουν βάσεις δεδομένων με τα δεδομένα που συλλέγουν. Το λογισμικό αυτό λειτουργεί σε έναν κεντρικό υπολογιστή, δηλαδή σε servers και συνδέονται με τους readers μέσω USB θυρών.

3.3 Τι είναι το EPC

Το EPC (**E**lectronic **P**roduct **C**ode) είναι ένα πρότυπο για την κωδικοποίηση των δεδομένων σε μια RFID ετικέτα και έχει για τα RFID συστήματα αντίστοιχο ρόλο όπως και το UPC (Universal Product Code) για τα Bar Code συστήματα. Ο σκοπός για τον οποίο δημιουργήθηκε είναι για να προσφέρει μοναδικότητα σε κάθε ετικέτα συμβατή με το EPC. Συγκεκριμένα, όταν ένας RFID reader διαβάζει μια ετικέτα ενός από τα 100 όμοια προϊόντα που παραλήφθηκαν πριν από δύο ημέρες τότε αναγνωρίζεται ακριβώς ποιο από τα 100 είναι. Αυτό γίνεται γιατί σε κάθε ετικέτα αντιστοιχίζεται ένας μοναδικός αριθμός. Έτσι, γνωρίζοντας αυτόν τον αριθμό, μπορούμε να γνωρίζουμε συγκεκριμένες πληροφορίες για το κάθε προϊόν, όπως το πότε παραλήφθηκε, που κατασκευάστηκε και άλλα στοιχεία, κάτι το οποίο ήταν αδύνατο με τη χρήση Bar Codes.



Εικόνα 8 Electronic Product Code

Το EPC σχεδιάστηκε από το MIT Auto-ID Center και σήμερα διαχειρίζεται από την EPCglobal, η οποία αλλάζει ή ορίζει νέες κωδικοποιήσεις όπου χρειάζεται. Εξαρτώμενο από την συνολική χωρητικότητα δεδομένων της ετικέτας, ένας EPC αριθμός μπορεί να είναι από 64 μέχρι 256 bits. Αυτό σημαίνει ότι από τους 100.000 διαφορετικούς πιθανούς αριθμούς που το UPC μπορεί να αναπαραστήσει, το EPC μπορεί να αναπαραστήσει δισεκατομμύρια διαφορετικούς αριθμούς. Κυρίως όμως χρησιμοποιούνται δύο τύποι EPC, των 64 και των 96 bits. Το EPC αποτελείται από τα εξής μέρη :

- Την κεφαλή, η οποία αναγνωρίζει το είδος της EPC κωδικοποίησης που χρησιμοποιείται και σχεδιάστηκε κυρίως για να κάνει τα συστήματα, τα οποία είναι συμβατά, ευέλικτα. Ενημερώνει τον RFID reader εάν η ετικέτα έχει έναν 64 bit ή έναν 96 bit κωδικό προϊόντος. Επίσης, η κεφαλή καθιστά δυνατό να διαιρεθούν οι καταμήσεις δεδομένων με διαφορετικούς τρόπους, για παράδειγμα ένας κατασκευαστής που φτιάχνει μεγάλες ποσότητες από πολύ μικρό αριθμό προϊόντων μπορεί να μεταφέρει ψηφία από το object class τμήμα στο serial number τμήμα.
- Το EPC Manager Number. Αυτό το τμήμα αναγνωρίζει τον κατασκευαστή.
- Το Object Class, το οποίο αναγνωρίζει το είδος του προϊόντος.

- Το Serial Number. Τελευταίο και πιο σημαντικό μέρος είναι ο σειριακός αριθμός με τον οποίο αναγνωρίζεται κάθε αντικείμενο μοναδικά.

3.4 Κριτήρια σύγκρισης Auto-ID τεχνολογιών

Υπάρχουν διάφορες Auto-ID τεχνολογίες εκτός από τα RFID συστήματα με πιο σημαντικές εξ' αυτών τα Bar Codes και τα κουμπιά μνήμης (contact memory buttons). Κάθε μία από αυτές τις τεχνολογίες κατέχει σημαντική θέση στις Auto-ID τεχνολογίες. Κάθε μία έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της κάτι που καθιστά σε πολλές περιπτώσεις κάποια από αυτές να είναι η καταλληλότερη από τις υπόλοιπες σε κάποια συγκεκριμένη εφαρμογή. Η σύγκριση αυτών των τεχνολογιών θα είναι ευκολότερη με την παράλληλη καταγραφή κάποιων κοινών χαρακτηριστικών τους. Έτσι θα είναι ευκολότερο να οριστεί ποια τεχνολογία θα είναι καταλληλότερη για κάποια συγκεκριμένη κατηγορία εφαρμογών ή ποια είναι πιθανόν να επικρατήσει έναντι των άλλων στο μέλλον. Αυτά τα κριτήρια είναι τα εξής :

- Η τροποποίηση των δεδομένων, δηλαδή η ικανότητα να μπορούν να γραφθούν νέα δεδομένα σε μια ετικέτα ή να αλλαχθούν κάποια ήδη υπάρχοντα σ' αυτήν.
- Η ασφάλεια των δεδομένων, δηλαδή η ικανότητα τα δεδομένα στην ετικέτα να είναι κρυπτογραφημένα.
- Ο όγκος των δεδομένων, δηλαδή η ποσότητα δεδομένων που μπορεί να καταχωρηθεί στην ετικέτα.
- Το κόστος. Εκτός από το προφανές κόστος των ετικετών ενός RFID συστήματος ή ενός συστήματος Bar Code, θα προστεθεί και το κόστος και του υπόλοιπου εξοπλισμού που χρειάζεται για να λειτουργήσει το κάθε σύστημα.

- Τα πρότυπα, δηλαδή εάν υπάρχει ένα ανοιχτό κοινό πρότυπο που πολλοί κατασκευαστές και χρήστες έχουν υιοθετήσει ή κατά πόσον η τεχνολογία είναι αποκλειστικά ιδιόκτητη μιας εταιρείας, η οποία και επιβάλλει όλους τους κανόνες.
- Η διάρκεια ζωής, δηλαδή το χρονικό διάστημα που η ετικέτα παραμένει αναγνώσιμη. Κάποιες ετικέτες είναι εφ' όρου ζωής και κάποιες άλλες έχουν ένα συγκεκριμένο διάστημα.
- Η απόσταση ανάγνωσης, δηλαδή κατά πόσον η ετικέτα απαιτεί οπτική επαφή για να διαβαστεί και πόσο μακριά τα ραδιοκύματά της μπορούν να “ταξιδέψουν”.
- Αριθμός ταυτόχρονων αναγνώσεων. Στην τεχνολογία Bar Code και στα Contact Memory Buttons διαβάζεται από μία ετικέτα κάθε φορά σε αντίθεση με την RFID τεχνολογία που επιτρέπει την ταυτόχρονη ανάγνωση πολλών ετικετών.
- Πιθανές παρεμβολές, δηλαδή τι μπορεί να εμποδίσει μια ετικέτα από να το διαβαστεί.

3.5 Συγκρίνοντας την Bar Code τεχνολογία και τα Contact Memory Buttons με το RFID

3.5.1 Bar Codes

Πρωταρχική τεχνολογία των Auto-ID συστημάτων είναι το Bar Code ή αλλιώς τα συστήματα γραμμωτού κώδικα. Ο Bar Code εμφανίστηκε και εφαρμόστηκε πρώτα στην Αμερική στα τέλη της δεκαετίας του 1960, κυρίως για την κάλυψη των αναγκών των σούπερ μάρκετ. Στην αρχή περιορίζονταν στο “χτύπημα” των προϊόντων στα ταμεία και δεν επέτρεπε λειτουργίες όπως

η αυτόματη ενημέρωση των αποθεμάτων κάθε φορά που ένα προϊόν αγοράζονταν. Στη συνέχεια η τεχνολογία αυτή αναπτύχθηκε και επεκτάθηκε στη καταγραφή των εισερχόμενων αγαθών, στην απογραφή και στον έλεγχο των αποθεμάτων. Το σύστημα ταυτοποίησης Bar Code εφαρμόστηκε στην Ελλάδα στα τέλη της δεκαετίας του 1980.

Η βασική ιδέα του συστήματος Bar Code είναι η τοποθέτηση μιας σειράς πληροφοριών σε ένα προϊόν με τρόπο που ειδικά μηχανήματα μπορούν να την διαβάσουν αυτόματα και να την μεταβιβάσουν σε ένα κεντρικό υπολογιστικό σύστημα ώστε το προϊόν να είναι αναγνωρίσιμο.

Το πρόβλημα με τα συστήματα Bar Code είναι ότι μπορεί να διαβαστεί μόνο ένα αντικείμενο κάθε φορά. Επίσης, μια πολύ περιορισμένη ποσότητα δεδομένων μπορεί να καταχωρηθεί και λόγω του παράγοντα των μικρών διαστάσεων μιας ετικέτας Bar Code, δεν υπάρχει δυνατότητα ύπαρξης ξεχωριστών σειριακών αριθμών, ημερομηνίας λήξης ή άλλων πληροφοριών. Τέλος, το μηχάνημα ανάγνωσης των Bar Code ετικετών θα πρέπει να έχει οπτική επαφή με τον γραμμωτό κώδικα. Εάν σε ένα αντικείμενο η ετικέτα του σχιστεί, λερωθεί, μουτζουρωθεί ή επικαλυφθεί με κάτι άλλο, ο γραμμωτός κώδικας δεν μπορεί να διαβαστεί.

Υπάρχουν διάφορα συστήματα Bar Code, τα κυριότερα τρία εκ των οποίων είναι ο Linear Bar Code, γραμμωτός κώδικας μίας διάστασης, ο Stacked Bar Code, ο οποίος δημιουργείται από δύο ή περισσότερες σειρές γραμμωτού κώδικα μίας διάστασης και κενά, και ο Matrix Symbols, ο οποίος είναι γραμμωτός κώδικας δύο διαστάσεων που κωδικοποιεί δεδομένα με μαύρα και άσπρα γεωμετρικά σχήματα, κυρίως τετράγωνο ή κύκλο τοποθετημένα σε ένα “πλέγμα”.



Εικόνα 9 Linear Bar Code, Stacked Bar Code, Matrix Symbols

Ο Linear Bar Code είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιημένο Auto-ID σύστημα και μπορεί να βρεθεί σχεδόν παντού. Δημιουργείται τυπώνοντας μια σειρά εναλλασσόμενων μαύρων και άσπρων γραμμών διαφόρων πλατών. Σημαντικό κομμάτι σε αυτό το Auto-ID σύστημα είναι ο αναγνώστης (reader), ο οποίος όμως πρέπει να έχει οπτική επαφή με τις ετικέτες. Με βάση τα κριτήρια που αναφέρθηκαν προηγουμένως, ο Linear Bar Code έχει τα εξής χαρακτηριστικά :

- Τροποποίηση δεδομένων : Αφού η Bar Code ετικέτα εκτυπωθεί δεν μπορεί να αλλάξει ή να τροποποιηθούν τα δεδομένα που αναπαριστά.
- Ασφάλεια δεδομένων : Ο Linear Bar Code παρότι χρησιμοποιείται ευρέως δεν μπορούν τα δεδομένα να κρυπτογραφηθούν για ασφάλεια.
- Όγκος δεδομένων : Ο Linear Bar Code μπορεί να αναπαριστά μέχρι 30 χαρακτήρες δεδομένων.
- Κόστος : Το κόστος μπορεί να είναι χαμηλότερο από 1 λεπτό του ευρώ έως μερικά λεπτά εάν ο Bar Code είναι χαραγμένος πάνω σε ένα αντικείμενο.
- Πρότυπα : Ο Linear Bar Code έχει αρκετά πρότυπα που χρησιμοποιούνται. Τρεις είναι οι κυριότεροι τύποι συμβολισμού, ο UPC/EAN, ο Code 39 και ο Code 128. Όλοι αυτοί οι συμβολισμοί χρησιμοποιούνται σε όλο τον κόσμο και υποστηρίζονται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Προτύπων (ISO).
- Διάρκεια ζωής : Η διάρκεια ζωής μπορεί να είναι σχετικά μικρή γιατί συνήθως οι ετικέτες είναι εκτυπωμένες. Εάν όμως ο γραμμωτός κώδικας είναι χαραγμένος πάνω σε ένα αντικείμενο τότε η διάρκεια ζωής αυξάνεται.
- Απόσταση ανάγνωσης : Τα Linear Bar Code συστήματα απαιτούν οπτική επαφή για να διαβαστούν και πολύ μικρή απόσταση του αναγνώστη με την ετικέτα.
- Αριθμός ταυτόχρονων αναγνώσεων : Μόνο μία ετικέτα μπορεί να διαβαστεί κάθε φορά από έναν αναγνώστη.

- Πιθανές παρεμβολές : Τα δεδομένα που αναπαριστά ο Linear Bar Code μπορούν να καταστραφούν αν η ετικέτα υποστεί ζημιά, κυρίως κάθετη όπως το σχήμα του ασπρόμαυρων γραμμών, εάν μια μαύρη γραμμή σβηστεί ή αν μια άσπρη γραμμή καλυφθεί. Σε αυτές τις περιπτώσεις δεν υπάρχει δυνατότητα ανάκτησης των δεδομένων, εκτός εάν χρησιμοποιείται ο τύπος συμβολισμού 93i, ο οποίος έχει δυνατότητες διαβάσματος ετικετών που έχουν μερικώς διαγραφεί ή περιέχουν λάθη στην εκτύπωση. Επίσης, αντικείμενα μεταξύ του αναγνώστη και της ετικέτας εμποδίζουν την ανάγνωση των δεδομένων.

Ο Stacked Bar Code αποτελείται από δύο και πάνω γραμμές του γραμμωτού κώδικα μίας διάστασης και πήρε το όνομά του επειδή μοιάζει με σειρές γραμμωτού κώδικα μίας διάστασης μικρού μεγέθους, οι οποίες έχουν τοποθετηθεί η μία πάνω στην άλλη. Υπάρχουν διάφοροι τύποι συμβολισμού αλλά μόνο ένας χρησιμοποιείται ευρέως, ο PDF 417. Ο Stacked Bar Code είναι παρόμοιος με τον Linear Bar Code με μερικές διαφορές, οι οποίες είναι οι εξής :

- Ασφάλεια δεδομένων : Οι συμβολισμοί δεδομένων του Stacked Bar Code χρησιμοποιούν δύο κυρίως λειτουργίες, την Reed-Solomon Erasure και την Error Collection, οι οποίες επιτρέπουν την ανάκτηση των δεδομένων ακόμα και αν μέρος της ετικέτας έχει καταστραφεί. Επιπλέον, υποστηρίζει την κρυπτογράφηση δεδομένων, κάτι που αυξάνει την ασφάλεια. Εξαιτίας, όμως του ότι μπορεί να φωτοτυπηθεί και εύκολα να διακινηθεί, διευκολύνει την πραγματοποίηση παράνομων πράξεων, όπως για παράδειγμα παράνομες πωλήσεις εισιτηρίων για αγώνες.
- Όγκος δεδομένων : Ο Stacked Bar Code μπορεί να αναπαραστήσει μια ικανοποιητική ποσότητα δεδομένων, αρκετά μεγαλύτερη από αυτήν του Linear Bar Code. Η ποσότητα των δεδομένων που μπορεί να αναπαρασταθεί είναι μέχρι 1 kilobyte.

- Κόστος : Παρότι ο Stacked Bar Code χρησιμοποιείται λιγότερο απ' ό τι ο Linear Bar Code, η ικανότητά τους να μπορούν να εκτυπωθούν ή να χαραχθούν, κάνει αυτού του είδους τον συμβολισμό να έχει πολύ χαμηλό κόστος.
- Πρότυπα : Το πρότυπο PDF 417 είναι ένα ISO πρότυπο και προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Portable Data File.
- Πιθανές παρεμβολές : Παρόλο που είναι πιο ανθεκτικός τύπος συμβολισμού σε ζημιά απ' ό τι ο Linear Bar Code η φθορά ή το χάραγμα μιας ετικέτας μπορούν να κάνουν τα δεδομένα μη αναγνώσιμα.

Ο τρίτος τύπος Bar Code ονομάζεται Matrix Symbols και αποτελείται από γεωμετρικά σχήματα. Παρότι έχει πολλές ομοιότητες με τον Linear Bar Code, ο τρόπος αναπαράστασης των δεδομένων τον κάνει καταλληλότερο για συγκεκριμένου είδους εφαρμογές. Για παράδειγμα, το ταχυδρομείο της Αμερικής χρησιμοποιεί Matrix Symbols Bar Codes στους φακέλους για την ταξινόμησή τους. Τα κύρια χαρακτηριστικά στα οποία διαφέρουν με τον Linear Bar Code είναι τα εξής :

- Ασφάλεια και όγκος δεδομένων : Σε αυτές τις δύο κατηγορίες ο τύπος συμβολισμού Matrix Symbols έχει περίπου ίδια χαρακτηριστικά με αυτά του Stacked Bar Code.
- Κόστος : Οι Matrix Symbols ετικέτες μπορούν να διαβαστούν μόνο από readers που υποστηρίζουν ανάγνωση δύο διαστάσεων, οι οποίοι κοστίζουν περισσότερο από τους κοινούς Bar Code Readers.
- Πρότυπα : Υπάρχουν αρκετά πρότυπα για τον τύπο συμβολισμού Matrix αλλά κυρίως τρία είναι αυτά που χρησιμοποιούνται : το πρότυπο Data Matrix, το QR Code και το MaxiCode.

3.5.2 Contact Memory Buttons

Τα Contact Memory Buttons είναι μια τεχνολογία ηλεκτρονικής ανάγνωσης και εγγραφής δεδομένων χωρίς τη χρήση μπαταρίας με σκοπό



Εικόνα 10 Contact Memory Buttons

την χρήση τους σε περιβάλλοντα ακραίων συνθηκών. Χρησιμοποιείται κυρίως για στρατιωτικές, βιομηχανικές και μεταφορικές χρήσεις. Υπάρχουν διάφορα μεγέθη ετικετών σε σχήμα “κουμπιών”. Υπάρχουν κυρίως τρεις διαφορετικοί τύποι Memory Buttons. Τα πολύ μικρά, τα MicroButtons, τα οποία έχουν 7,56 mm διάμετρο και δυνατότητα αποθήκευσης έως 4 Kilobytes, τα μεσαίου μεγέθους, τα MiniButtons, με 14,3 mm διάμετρο και με δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων από 128 bytes μέχρι 64 Kilobytes και τέλος, τα MegaButtons, με 28,6 mm διάμετρο και με δυνατότητα αποθήκευσης 1, 2, 4, 8, 256, 512 Megabytes ή 1 Gigabyte.

Τα Contact Memory Buttons είναι κατασκευασμένα έτσι ώστε να αντέχουν την έκθεση σε ακραίες θερμοκρασίες, τις δονήσεις, τις ακτινοβολίες, τις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, τους ηλεκτρομαγνητικούς παλμούς και τις ηλεκτροστατικές εκκενώσεις. Παρόλα αυτά είναι η λιγότερο χρησιμοποιημένη από τις τρεις Auto-ID τεχνολογίες κυρίως λόγω της μη ύπαρξης ενός κοινού παγκόσμιου προτύπου. Με βάση τα κριτήρια των Auto-ID τεχνολογιών, τα Contact Memory Buttons έχουν τα εξής χαρακτηριστικά :

- Τροποποίηση δεδομένων : Τα Contact Memory Buttons έχουν τη δυνατότητα επανεγγραφής δεδομένων όπως και τη δυνατότητα πολλαπλής ανάγνωσής τους. Επίσης, μπορούν να διαβαστούν και σε ακραίες συνθήκες όπως εν μέσω δονήσεων.
- Ασφάλεια δεδομένων : Τα Contact Memory Buttons μπορούν να έχουν τα δεδομένα τους κρυπτογραφημένα.
- Όγκος δεδομένων : Αναλόγως του τύπου του Contact Memory Button μπορούν να αποθηκευτούν δεδομένα από μερικά bytes

μέχρι 1 Gigabyte. Τα πιο συνηθισμένα Contact Memory Buttons είναι αυτά μεγέθους των 8 Megabytes.

- Κόστος : Αναλόγως πάλι του τύπου, το κόστος των ετικετών ποικίλει, με τα πιο κοινής χρήσεως να κοστίζουν κάτι λιγότερο από 1 ευρώ.
- Πρότυπα : Δεν υπάρχει ένα διεθνές αποδεκτό πρότυπο και τα Contact Memory Buttons είναι κυρίως τεχνολογία που βασίζεται σε κανόνες ιδιωτικών συστημάτων. Αυτό είναι και το μεγαλύτερο μειονέκτημά τους.
- Απόσταση ανάγνωσης : Λόγω του ότι ο reader πρέπει να έχει οπτική επαφή με την button ετικέτα, η απόσταση ανάγνωσης είναι ουσιαστικά πάρα πολύ μικρή.
- Αριθμός ταυτόχρονων αναγνώσεων : Μόνο μία button ετικέτα μπορεί να διαβαστεί κάθε φορά.
- Πιθανές παρεμβολές : Λόγω του ότι χρειάζεται οπτική επαφή μεταξύ του reader και της button ετικέτας πολλές πιθανές παρεμβολές μπορούν να υπάρξουν, όπως η ύπαρξη ενός αντικειμένου ανάμεσά τους.

3.5.3 RFID

Ένα σύστημα RFID χρησιμοποιεί μία ραδιοσυχνότητα για να μεταδώσει τα δεδομένα από και προς μία RFID ετικέτα. Αποτελείται, όπως ήδη έχει αναφερθεί, από τέσσερα κυρίως μέρη. Αναλόγως την κλάση της ετικέτας υπάρχουν διάφορα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Οι κλάσεις, οι οποίες διαχωρίζονται από την κλάση 0 έως την κλάση 5, καθορίζουν τις δυνατότητες των RFID ετικετών. Επίσης, ρόλο στα πλεονεκτήματα και στα μειονεκτήματα των RFID συστημάτων έχει και στο ποια γενιά ανήκει η RFID ετικέτα. Γενικά, οι δυνατότητες ενός RFID συστήματος διαφέρουν αναλόγως απ' το αν χρησιμοποιούνται ενεργές, παθητικές ή ημιπαθητικές ετικέτες. Με βάση τα

κριτήρια που αναφέρθηκαν πιο πάνω θα μπορούσαμε να πούμε τα εξής σχετικά με τα RFID συστήματα :

- Τροποποίηση δεδομένων : Η ικανότητα της τροποποίησης των δεδομένων διαφέρει ανάλογα με τα πρότυπα που χρησιμοποιούνται. Υπάρχουν ετικέτες που έχουν τη δυνατότητα μόνο της ανάγνωσης των δεδομένων που ο κατασκευαστής τους έχει ενσωματώσει, ετικέτες με την δυνατότητα εγγραφής δεδομένων για μία φορά και πολλαπλή ανάγνωσή τους (Write once, Read many - WORM) και ετικέτες με την δυνατότητα πολλαπλής εγγραφής δεδομένων και ανάγνωσή τους.
- Ασφάλεια δεδομένων : Εξαρτάται πάλι από την κλάση και την γενιά της RFID ετικέτας εάν θα έχουν την δυνατότητα της κρυπτογράφησης και άλλων μηχανισμών ασφαλείας, έτσι ώστε να μην μπορεί κάθε RFID reader να διαβάσει οποιαδήποτε ετικέτα.
- Όγκος δεδομένων : Ο όγκος των δεδομένων που μπορεί μία RFID ετικέτα να αποθηκεύσει εξαρτάται πάλι από την κλάση και την γενιά της αλλά και τον κατασκευαστή της. Οι παθητικές ετικέτες μπορούν να αποθηκεύσουν όγκο δεδομένων από 96 bits μέχρι 1 Kilobyte και η ενεργές ετικέτες μέχρι 128 Kilobytes.
- Κόστος : Το κόστος σήμερα ποικίλει αναλόγως του αριθμού των ετικετών που αγοράζονται, το είδος της ετικέτας και τον τρόπο με τον οποίο πακετάρεται η ετικέτα στο προϊόν, όπως για παράδειγμα αν η ετικέτα έχει τοποθετηθεί μέσα σε σκληρό πλαστικό για προστασία. Γενικώς, μπορούμε να πούμε ότι μία 96 bit EPC ετικέτα μπορεί να κοστίζει από 5 έως 10 λεπτά, ίσως και λιγότερο. Οι τιμές συνεχώς μειώνονται, το 2003 η Gillette παρήγγειλε 500 εκατομμύρια ετικέτες με κόστος κάτω των 10 λεπτών για κάθε ετικέτα. Η ιαπωνική εταιρεία Hibiki μείωσε το κόστος σε 4 λεπτά ανά ετικέτα και το 2009 το μέσο κόστος μιας ετικέτας χαμηλής τάξης κυμάνθηκε γύρω στα 5,9 λεπτά. Στόχος της EPCglobal από την αρχή ήταν η τιμή μιας RFID ετικέτας να είναι 0,05 ευρώ, κάτι το οποίο εν μέρει έχει επιτευχθεί σήμερα.

- Πρότυπα : Τα RFID συστήματα γενικώς χρησιμοποιούν πολλές διαφορετικές συχνότητες και ένα πρόβλημα είναι ότι συνήθως δεν χρησιμοποιείται η ίδια συχνότητα στο πεδίο συχνοτήτων UHF σε κάθε χώρα. Γενικώς, τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία μιας ετικέτας και ενός αναγνώστη μπορούν να ονομαστούν ως Air Interface Protocol. Τα δύο κυριότερα πρότυπα είναι τα EPC πρότυπα και τα ISO πρότυπα. Τόσο το EPC Gen2 όσο και το ISO 18000-6 λειτουργούν στο εύρος των 860 – 930 MHz.
- Διάρκεια ζωής : Παθητικές ετικέτες που δεν έχουν κάποια μπαταρία ενσωματωμένη έχουν απεριόριστη διάρκεια ζωής. Ημιπαθητικές και ενεργές ετικέτες έχουν διάρκεια ζωής όσο και η διάρκεια της μπαταρίας τους.
- Μέγεθος : Το μέγεθος μπορεί να ποικίλει αναλόγως το είδος της ετικέτας. Μπορεί να έχει μέγεθος ίσο με το “κεφάλι” μιας καρφίτσας μέχρι το μέγεθος ενός φακέλου. Συνήθως ισχύει ότι, όσο μεγαλύτερο το μέγεθος τόσο λιγότερα τα αντικείμενα στα οποία μπορεί η ετικέτα να προστεθεί ενώ όσο μικρότερο το μέγεθος τόσο μικρότερη είναι και η απόσταση ανάγνωσης.
- Απόσταση ανάγνωσης : Μια παθητική ετικέτα μπορεί να επικοινωνήσει με έναν αναγνώστη από μερικά χιλιοστά μέχρι μερικά δεκάδες μέτρα. Μία ενεργή ετικέτα μπορεί να επικοινωνήσει σε απόσταση μεγαλύτερη των εκατό μέτρων. Το μεγάλο πλεονέκτημα όμως είναι ότι δεν χρειάζεται να υπάρχει οπτική επαφή της ετικέτας με τον αναγνώστη. Ετικέτες μέσα σε κιβώτια, σε άλλα δωμάτια ή με άλλα αντικείμενα ενδιάμεσα μπορούν να διαβαστούν.
- Αριθμός ταυτόχρονων αναγνώσεων : Ένας reader μπορεί να διαβάσει μέχρι και εκατοντάδες ετικέτες ταυτόχρονα.
- Πιθανές παρεμβολές : Διάφορα υλικά όπως μέταλλα και υγρά μπορεί να δημιουργήσουν παρεμβολές σε παθητικές ετικέτες. Οι ενεργές ετικέτες είναι λιγότερο επηρεαζόμενες από παρεμβολές.

3.5.3.1 Πέντε λόγοι που κάνουν το RFID να ξεχωρίζει

Εκτός από πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν στα κριτήρια σύγκρισης του RFID με τις άλλες τεχνολογίες, πέντε είναι κυρίως οι λόγοι που το RFID ξεχωρίζει. Οι πέντε αυτοί λόγοι – πλεονεκτήματα προέρχονται κυρίως από την χρήση RFID συστημάτων που βασίζονται πάνω στο EPC. Αυτά τα πλεονεκτήματα είναι τα εξής :

1. Σειριακή διάταξη : Με τον όρο αυτό εννοούμε ότι κάθε αντικείμενο μπορεί να έχει έναν μοναδικό αριθμό ταυτοποίησης. Από αυτό συνεπάγεται ότι προσφέρει τεράστια πλεονεκτήματα όπως το να δίνει ακριβής πληροφορίες για κάθε αντικείμενο. Για παράδειγμα, ένα κατάστημα θα μπορεί να ξέρει συγκεκριμένα ποιο από τα 1000 κουτιά δημητριακών πουλήθηκε ή πόσο καιρό βρίσκεται το καθένα εκεί. Επίσης, παρέχει τη δυνατότητα να μπορεί να γίνει γνωστό για το που παράχθηκε το κάθε αντικείμενο, κυρίως για ίδια αντικείμενα μιας εταιρείας που παράγονται σε διαφορετικά εργοστάσια. Αυτό μπορεί να δώσει αναδρομικές πληροφορίες για την ποιότητα κατασκευής στο κάθε εργοστάσιο. Πιο σημαντικό από όλα όμως, είναι η πρόληψη της διακίνησης παράνομων ή πλαστών προϊόντων. Η χρήση ενός μοναδικού αριθμού ταυτοποίησης σε κάθε αντικείμενο είναι παρόμοια με τις πινακίδες των αυτοκινήτων. Επίσης, αυτός ο αριθμός μπορεί να ταυτοποιηθεί σε μια βάση δεδομένων για επιπλέον πληροφορίες για το κάθε αντικείμενο ξεχωριστά. Με όλα αυτά μειώνεται η κλοπή ή ο αριθμός των προϊόντων που χάνονται και αυξάνονται η ποιότητα και ο έλεγχος των αντικειμένων.
2. Μειωμένη ανθρώπινη παρέμβαση : Η χρήση RFID μειώνει την ανθρώπινη παρέμβαση στην καταμέτρηση αντικειμένων ή στην καταγραφή πληροφοριών γι' αυτά, καθώς όλα αυτά μπορούν να γίνουν αυτόματα. Για παράδειγμα, στο σούπερ μάρκετ ο ταμίας

σκανάρει την ετικέτα Bar Code για κάθε προϊόν ξεχωριστά ενώ με την χρήση ενός RFID συστήματος θα μπορούσαν τα αντικείμενα που υπάρχουν στο καλάθι ενός πελάτη να “διαβαστούν” όλα μαζί αυτόματα όταν περνάει την πόρτα του καταστήματος. Επίσης, με την χρήση RFID η παραλαβή προϊόντων σε καταστήματα ή επιχειρήσεις γίνεται αυτοματοποιημένα και ταχύτερα καθώς εκατοντάδες προϊόντα μπορούν να ταυτοποιηθούν άμεσα και να ενημερωθούν ταυτόχρονα τόσο ο λογιστικός τομέας όσο και ο τομέας αποθεμάτων μιας εταιρείας. Τα πλεονεκτήματα της μειωμένης ανθρώπινης παρέμβασης είναι αρχικά ότι γίνονται λιγότερα λάθη, κάτι το οποίο μειώνει τα συνολικά έξοδα, και ότι αυξάνει την παραγωγικότητα της εταιρείας, κάτι το οποίο, συμπεριλαμβανομένων και των λιγότερων μισθών που θα πληρώνει μια εταιρεία, αυξάνει τα έσοδά της.

3. Αυξημένη ασφάλεια : Βάζοντας ετικέτες σε αντικείμενα επιτρέπει τον εντοπισμό αυτών μέσα σ’ έναν χώρο ή περιοχή. Επίσης, βοηθάει στην καταπολέμηση της πώλησης πλαστών ή ψεύτικων προϊόντων. Για παράδειγμα η φαρμακευτική βιομηχανία αντιμετωπίζει μεγάλο πρόβλημα με φάρμακα τα οποία παρασκευάζονται παράνομα και αργότερα πωλούνται σαν κανονικά φάρμακα. Επίσης, μπορεί να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο της “μαύρης αγοράς”, δηλαδή αντικείμενα τα οποία δημιουργούνται όμοια με αυθεντικά προϊόντα και που ή πωλούνται πιο φθηνά ή πολλές φορές ο καταναλωτής δεν γνωρίζει καν αν όντως έχει ένα αυθεντικό και όχι ένα παράνομα κατασκευασμένο προϊόν. Για παράδειγμα, μία ακριβή τσάντα με χρήση μιας RFID ετικέτας μπορεί εύκολα να πιστοποιηθεί εάν όντως είναι αυθεντική. Τέλος, μπορεί να υπάρξει αυξημένη ασφάλεια σε εγκαταστάσεις με συναγερμούς να ενεργοποιούνται όταν αντικείμενα με ενσωματωμένες ετικέτες ή ακόμα και άνθρωποι μπαίνουν ή βγαίνουν σε μια περιοχή που δεν επιτρέπεται.

4. Ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο : Ο όρος αυτός αναφέρεται στη δυνατότητα να έχουμε ενημέρωση των πληροφοριών για το αντικείμενο είτε στην αλυσίδα εφοδιασμού είτε σε ένα κατάσταση μόλις αλλάξει η κατάσταση αυτού του αντικειμένου, όπως πώληση ή παραλαβή σε ένα κατάσταση, μόλις οι αλλαγές αυτές συμβούν. Έτσι, μπορεί να ξέρουμε άμεσα τον αριθμό των αποθεμάτων σε ένα ράφι ή σε μια αποθήκη από ένα προϊόν. Η ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο αυξάνει την παραγωγικότητα της επιχείρησης, τις πωλήσεις και την εξυπηρέτηση των πελατών.
5. Ταχύτερη λειτουργία της αλυσίδας εφοδιασμού : Με το να μπορούν να ταυτοποιηθούν εκατοντάδες αντικείμενα άμεσα μειώνεται ο χρόνος επεξεργασίας, το κόστος και έτσι αυξάνονται ο αριθμός των αντικειμένων που μπορούν να μετακινηθούν και τα έσοδα. Γενικώς, θα μπορούσαμε να πούμε πως έχει αυξήσει τη ρυθμαπόδοση πολύπλοκων συστημάτων όπως το σύστημα αποστολής και παραλαβής αποσκευών του αεροδρομίου ή εταιρείες παράδοσης δεμάτων. Αρκετά χρόνια πριν, εταιρείες όπως η FedEx ξόδεψαν πολλά χρήματα για να βρουν τρόπους ώστε να βελτιώσουν συστήματα που ήταν σχεδιασμένα για την επεξεργασία ενός κάθε φορά αντικειμένου όσο πιο γρήγορα γίνεται. Με την χρήση RFID όλα αυτά αλλάζουν και η επεξεργασία αντικειμένων γίνεται μαζικά.

Κεφάλαιο 4

Πεδίο Φυσικής στην Τεχνολογία RFID

4.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούν κανόνες φυσικής και πως αυτοί επηρεάζουν τις λειτουργίες ενός RFID συστήματος, τόσο σε επίπεδο reader όσο και στην ετικέτα αλλά και στη μεταξύ τους επικοινωνία. Θα γίνει αναφορά στα εύρη συχνοτήτων, στον ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο και στα υλικά που μπορεί να επηρεάσουν την αποδοτικότητα ενός RFID συστήματος.

4.2 Η φυσική στα RFID συστήματα

Σε ένα RFID σύστημα ένας reader επικοινωνεί με μια ετικέτα μέσω του αέρα σε μια συγκεκριμένη συχνότητα όπως οποιαδήποτε άλλη ραδιοεπικοινωνία. Για να κατανοηθεί ο τρόπος λειτουργίας του κάθε τμήματος, από τα οποία αποτελείται ένα RFID σύστημα, είναι σημαντικό να κατανοηθούν πρώτα οι νόμοι και οι κανόνες της φυσικής που διέπουν τη λειτουργία τους.

4.2.1 Φυσική και RFID Readers

Η κύρια δυνατότητα ενός RFID reader είναι να παράγει ραδιοκύματα. Αυτό το επιτυγχάνεται παράγοντας ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο διατρέχει ένα καλώδιο και καταλήγει στην κεραία, η οποία εκπέμπει το σήμα στο διάστημα γύρω απ' αυτήν σε μια συγκεκριμένη συχνότητα και με ένα συγκεκριμένο μήκος κύματος. Αυτή όμως δεν είναι η μοναδική λειτουργία του reader ο οποίος έχει την ικανότητα να δέχεται ραδιοκύματα ως απάντηση από την ετικέτα, δηλαδή λαμβάνει αναλογικά κύματα τα οποία έπειτα μετατρέπει σε μια ακολουθία 0 και 1.

4.2.2 Φυσική και RFID Ετικέτα

Η RFID ετικέτα αποτελείται από δύο τμήματα, ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα το οποίο μπορεί να αποθηκεύει πληροφορίες και να καταλαβαίνει τι πρέπει να κάνει όταν δέχεται ραδιοκύματα από έναν reader. Το δεύτερο τμήμα, είναι μια κεραία η οποία επιτρέπει στο ολοκληρωμένο κύκλωμα να λάβει την ενέργεια που χρειάζεται για να επικοινωνήσει με τον reader. Αν και όπως ήδη αναφέρθηκε, υπάρχουν RFID ετικέτες που χρησιμοποιούν την μπαταρία που περιέχουν για την ενέργεια που χρειάζονται, η πλειοψηφία των ετικετών που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι παθητικές κάτι το οποίο σημαίνει ότι μπορούν να επικοινωνήσουν μόνο όταν βρίσκονται κοντά σε έναν reader, δηλαδή μέσα στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που παράγει αυτός. Από αυτό συμπεραίνουμε πόσο βασική είναι η παρουσία των κεραιών σε ένα RFID σύστημα.

Μπορεί να υπάρχουν δύο είδη κεραιών. Το ένα είδος είναι αυτό που εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ενέργεια προς όλες τις κατευθύνσεις και ένα αυτό που εκπέμπει προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση. Γενικά, δύο είναι οι κύριες

λειτουργίες της κεραίας μιας ετικέτας: Πρώτον, να πάρουν ενέργεια από τα ραδιοκύματα που εκπέμπει ο reader και δεύτερον, να αποστείλουν ραδιοκύματα προς τον reader. Η ποσότητα της ενέργειας που μια ετικέτα “απορροφά” εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η απόσταση μεταξύ της ετικέτας και του reader, η ισχύς του πομπού του reader, η ικανότητα και ο προσανατολισμός της κεραίας της RFID ετικέτας. Η περίπτωση όμοια αντίσταση μεταξύ της κεραίας και του κυκλώματος της ετικέτας είναι αυτή που καθορίζει την ποσότητα της ενέργειας η οποία μεταφέρεται από την κεραία στο κύκλωμα. Όταν οι δύο αντιστάσεις είναι ισοδύναμες τότε η μέγιστη ποσότητα ενέργειας μεταφέρεται.

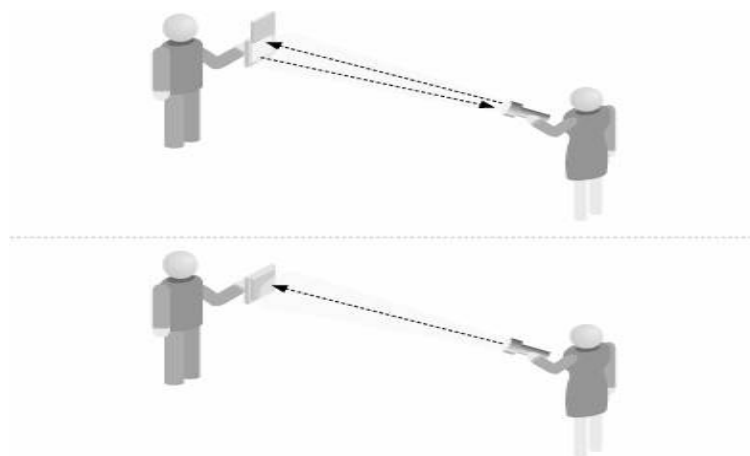
4.2.3 Τύποι επικοινωνίας μεταξύ ετικετών και reader

Ο τύπος της επικοινωνίας μεταξύ της ετικέτας και του reader επηρεάζει άμεσα την απόσταση στην οποία μπορούν να επικοινωνήσουν αυτά τα δύο. Με τον όρο “τύπο επικοινωνίας” εννοούμε τον τρόπο ζεύξης μεταξύ reader και παθητικών ετικετών. Αυτό καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο το κύκλωμα της ετικέτας και το κύκλωμα του reader θα επηρεάσει το ένα το άλλο για να σταλούν ή να παραληφθούν δεδομένα ή ενέργεια. Αναλόγως του εύρους συχνοτήτων που το RFID σύστημα χρησιμοποιεί καθορίζεται και ο τύπος της ζεύξης. Οι τρόποι ζεύξης κατηγοριοποιούνται βάσει της απόστασης επικοινωνίας η οποία μπορεί να επιτευχθεί. Κυρίως χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες :

1. της κοντινής απόστασης (περίπου 1 cm),
2. της απομακρυσμένης απόστασης (από 1 cm μέχρι 1 μέτρο) και
3. της μακρινής εμβέλειας απόστασης (πάνω από 1 μέτρο).

Ο τύπος ζεύξης πυκνωτή και η μαγνητική ζεύξη είναι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται σε κοντινές αποστάσεις, η επαγωγική ζεύξη χρησιμοποιείται σε απομακρυσμένες αποστάσεις και η ζεύξη με επανασκέδαση χρησιμοποιείται από απομακρυσμένες μέχρι μακρινής εμβέλειας αποστάσεις. Από αυτό συμπεραίνουμε ότι κάθε τύπος ζεύξης είναι κατάλληλος για συγκεκριμένες συχνότητες. Η επαγωγική ζεύξη είναι για συστήματα που λειτουργούν στις LF και HF συχνότητες, η ζεύξη με επανασκέδαση για συστήματα υψηλότερων συχνοτήτων, η μαγνητική ζεύξη σε συστήματα που λειτουργούν στα 110 MHz και τέλος η ζεύξη πυκνωτή χρησιμοποιείται σε συστήματα που λειτουργούν στα 10 MHz.

Η ζεύξη με επανασκέδαση είναι ένας από τους καταλληλότερους τρόπους για παθητικά και ημιπαθητικά UHF RFID συστήματα. Ο όρος επανασκέδαση περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο τα ραδιοκύματα που εκπέμπονται από τον reader ανακλώνται πίσω από την ετικέτα. Για την καλύτερη κατανόηση αυτού, τη θέση του reader θα μπορούσε να πάρει ένας φακός και της ετικέτας ένας καθρέφτης. Καθώς ο φακός αναβοσβήνει στέλνει δέσμες φωτός προς τον καθρέφτη και το άτομο που κρατάει τον καθρέφτη αντιδρά καλύπτοντάς τον ή όχι. Όταν δεν καλύπτεται, ο καθρέφτης παράγει μια δεύτερη αρκετά πιο αδύναμη δέσμη φωτός. Μια ετικέτα χρησιμοποιώντας επανασκέδαση λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο για να “αντανakλά”, δηλαδή να στέλνει πίσω τα ραδιοκύματα που δημιουργήθηκαν από τον reader.



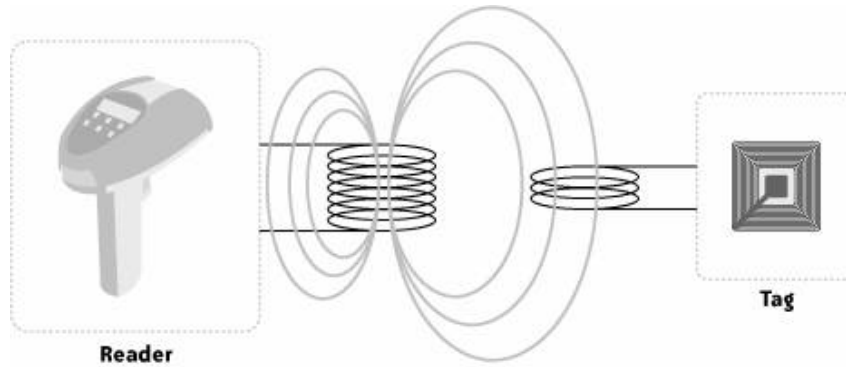
Εικόνα 11 Επανασκέδαση ραδιοκυμάτων, παρόμοια με την αντανάκλαση φωτός από καθρέφτη

Για να γίνει πιο κατανοητό, τον ρόλο του ατόμου που καλύπτει ή όχι τον καθρέφτη, στην εικόνα 11, έχει το ολοκληρωμένο κύκλωμα. Το κύκλωμα αυτό παίρνει ενέργεια μέσω ενός φωτοβολταϊκού που υπάρχει. Με παρόμοιο τρόπο λειτουργεί και μια ημιπαθητική ετικέτα, με την διαφορά ότι το κύκλωμα ενεργοποιείται από την μπαταρία αλλά θα χρησιμοποιήσει πάλι τα ραδιοκύματα του reader για να επικοινωνήσει. Με την ζεύξη με επανασκέδαση οι ετικέτες στέλνουν πίσω ραδιοκύματα στην ίδια συχνότητα με αυτά που δημιουργήθηκαν από τον reader αλλάζοντας όμως ορισμένα χαρακτηριστικά από αυτά ώστε να περιέχουν τις πληροφορίες που θέλει ο reader. Λόγω του ότι ο reader και η ετικέτα χρησιμοποιούν την ίδια συχνότητα έχουν αμφίδρομη μη ταυτόχρονη επικοινωνία (Half Duplex).

Η ισότητα των αντιστάσεων της κεραίας και του κυκλώματος της ετικέτας και η σκόπιμη διαφοροποίηση των τιμών τους χρησιμοποιείται για την επικοινωνία με επανασκέδαση. Η ετικέτα μπορεί να αλλάξει αυτήν την ισότητα των τιμών προσθέτοντας ή αφαιρώντας μια αντίσταση, συνήθως με τη χρήση ενός πυκνωτή ως διακόπτη. Όταν η χωρητικότητα του πυκνωτή περιλαμβάνεται στο κύκλωμα η ισότητα των τιμών των αντιστάσεων δεν είναι η βέλτιστη και η ετικέτα αντανακλά μια ποσότητα ενέργειας B. Όταν όμως η χωρητικότητα του πυκνωτή δεν είναι στο κύκλωμα, η ισότητα των τιμών των αντιστάσεων είναι ιδανική και η ετικέτα αντανακλά μια ποσότητα ενέργειας A. Οι ποσότητες ενέργειας A και B δεν είναι ίσες. Χρησιμοποιώντας την μεταξύ τους διαφορά η ετικέτα μπορεί να διαμορφώσει δεδομένα μέσα στα ανακλώμενα ραδιοκύματα και να επικοινωνήσει με τον reader.

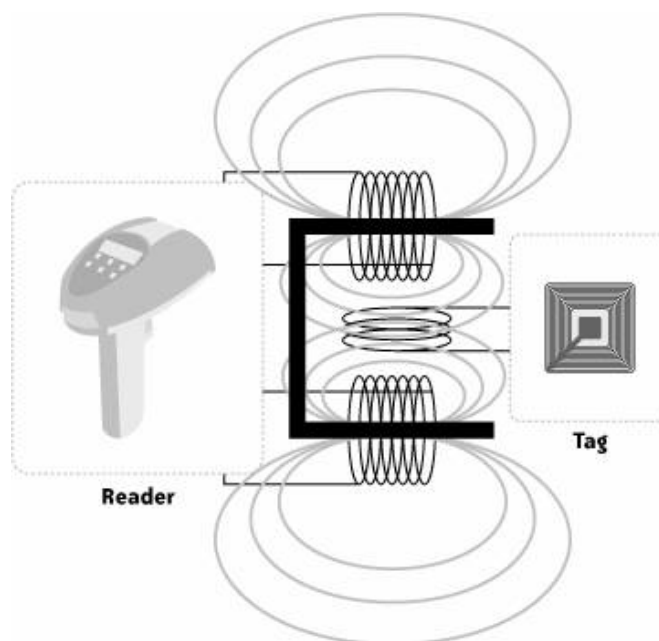
Στην επαγωγική ζεύξη η ενέργεια από τον reader ενεργοποιεί τις ετικέτες παράγοντας ένα μαγνητικό πεδίο, χρησιμοποιώντας το πηνίο της κεραίας. Το ρεύμα διατρέχει το πηνίο της ετικέτας επαγωγικά με τον ίδιο τρόπο που ένας μετασχηματιστής μεταφέρει ενέργεια μεταξύ δύο πηνίων. Η ετικέτα χρησιμοποιεί ενέργεια από το μαγνητικό πεδίο για τη λειτουργία του κυκλώματος και έπειτα αλλάζει το ηλεκτρικό φορτίο της κεραίας. Η κεραία του reader αντιλαμβάνεται τις αλλαγές στο μαγνητικό πεδίο και τις μετατρέπει σε ακολουθίες 0 και 1. Λόγω του ότι τα πηνία των δύο κεραιών πρέπει να σχηματίσουν ένα μαγνητικό πεδίο, όπως στην εικόνα 12, η ετικέτα πρέπει να

είναι σχετικά κοντά στην κεραία του reader. Από τα παραπάνω φαίνεται γιατί ανήκει στην κατηγορία της απομακρυσμένης απόστασης.



Εικόνα 12 Επαγωγική ζεύξη

Η μαγνητική ζεύξη είναι μία ζεύξη κοντινής απόστασης παρόμοια με την επαγωγική. Η διαφορά είναι ότι τα πηνία του reader στη μαγνητική ζεύξη σχηματίζουν ένα ορθογώνιο με τρεις πλευρές, όπως φαίνεται στην εικόνα 13.

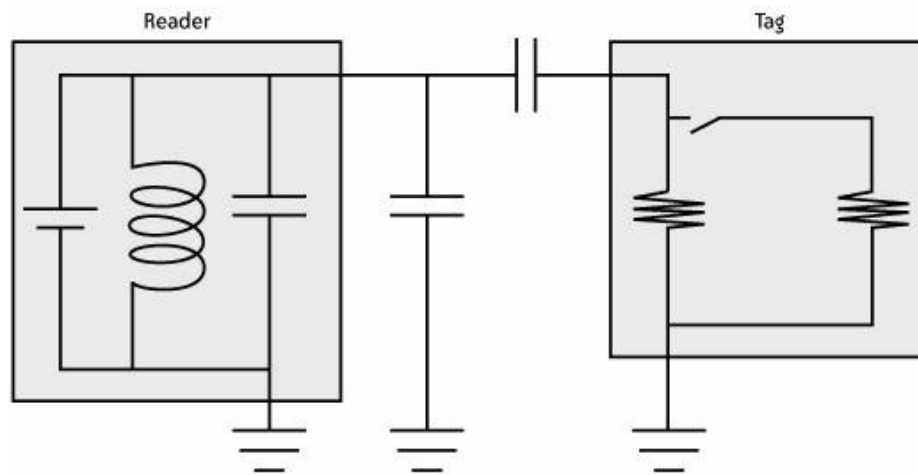


Εικόνα 13 Μαγνητική ζεύξη

Η ετικέτα πρέπει να είναι εντός ενός εκατοστού από τον reader και τοποθετημένη ανάμεσα στα δύο πηνία της κεραίας. Χρησιμοποιείται κυρίως

για να ενεργοποιήσει πολυπλοκότερα κυκλώματα ετικετών όπως “έξυπνες κάρτες”.

Η ζεύξη πικνωτή είναι ακόμη μια κοντινής απόστασης ζεύξη η οποία λειτουργεί καλύτερα όταν η ετικέτα εισέρχεται μέσα στον reader. Χρησιμοποιείται και αυτήν κυρίως για “έξυπνες κάρτες” με την διαφορά ότι αντί για κεραίες χρησιμοποιεί ηλεκτρόδια. Ο reader και η ετικέτα δημιουργούν έναν πικνωτή όταν τοποθετούνται παράλληλα το ένα στο άλλο χωρίς να υπάρχει επαφή.



Εικόνα 14 Ζεύξη πικνωτή

Όπως φαίνεται στην εικόνα 14, στο κύκλωμα που δημιουργείται ο reader και η ετικέτα συνδέονται μέσω ενός πικνωτή και χρησιμοποιούν μία κοινή γείωση. Χρησιμοποιείται για να ενεργοποιήσει πολυπλοκότερα κυκλώματα ετικετών.

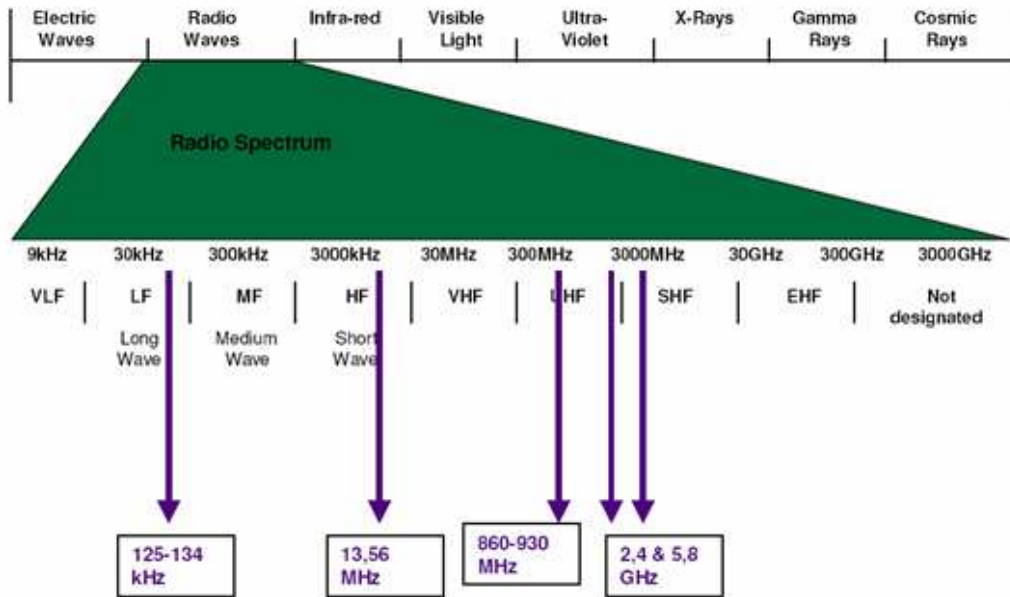
4.3 Στοιχεία φυσικής που πρέπει να γνωρίζουμε

4.3.1 Συχνότητα

Η συχνότητα είναι το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό της επικοινωνίας μεταξύ της ετικέτας και του reader. Και τα δύο λειτουργούν πάνω σε μια συγκεκριμένη συχνότητα. Για να γίνει πιο κατανοητό θα μπορούσε να ειπωθεί ότι οι ετικέτες είναι συντονισμένες στον reader όπως μια συσκευή ραδιοφώνου σε ένα ραδιοφωνικό σταθμό.

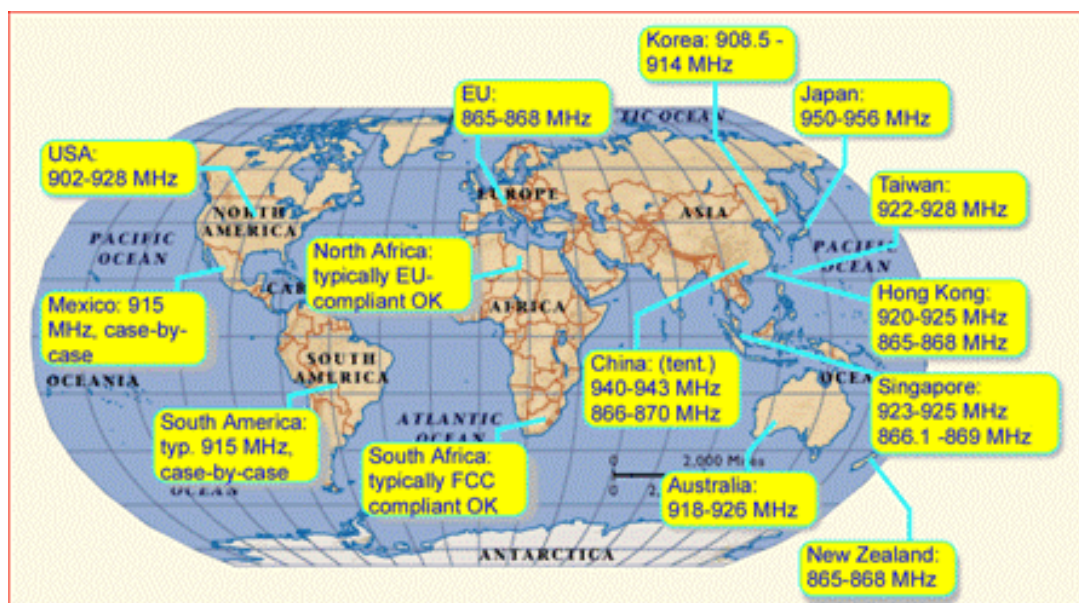
Η συχνότητα είναι μία μονάδα μέτρησης για το πόσες φορές ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα πάει από την μία κορυφή στην επόμενη στη μονάδα του χρόνου καθώς κινείται μέσα σε ένα διάστημα. Αυτή η κίνηση από την μία κορυφή στην άλλη, ονομάζεται κύκλος. Η συχνότητα μετριέται σε Hertz (Hz), το οποίο δείχνει πόσοι κύκλοι ανά δευτερόλεπτο συνέβησαν σε ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα.

Τα RFID συστήματα μπορούν να χρησιμοποιούν πολλές διαφορετικές συχνότητες. Διεθνείς κυβερνητικοί οργανισμοί όπως ο Federal Communication Commission (FCC) στην Αμερική και ο European Telecommunications Standards Institute (ETSI) στην Ευρώπη καθορίζουν αυτές τις συχνότητες. Γενικώς, οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες συχνότητες είναι στο εύρος συχνοτήτων LF στα 125 kHz, στο HF στα 13,56 MHz, στο UHF μεταξύ 860 MHz και 930 MHz και στις MicroWave συχνότητες στα 2,45 GHz.



Εικόνα 15 Εύρος συχνοτήτων

Το κυριότερο πρόβλημα είναι ότι χρησιμοποιούνται διαφορετικές συχνότητες ανά ήπειρο ή ανά χώρα. Δεν έχει συμφωνηθεί ένα κοινό αποδεκτό εύρος συχνοτήτων σε όλο τον κόσμο. Στην Ευρώπη χρησιμοποιούνται κυρίως οι συχνότητες γύρω από τα 868 MHz ενώ στην Αμερική χρησιμοποιούνται οι συχνότητες γύρω στα 915 MHz. Παρότι έγιναν προσπάθειες ώστε τόσο readers όσο και ετικέτες να μπορούν να επικοινωνήσουν σε διάφορες συχνότητες και σε διάφορες τιμές ισχύος, οι κυβερνητικοί οργανισμοί δεν είναι διατεθειμένοι να αφήσουν τέτοια RFID συστήματα να χρησιμοποιηθούν διότι τότε η επιβολή κανόνων και χρήσης συγκεκριμένων συχνοτήτων θα ήταν αδύνατη.



Εικόνα 16 Συχνότητες που χρησιμοποιούνται ανά χώρα

Ραδιοκύματα συμπεριφέρονται διαφορετικά σε διαφορετικές συχνότητες. Άρα η επιλογή της κατάλληλης συχνότητας είναι καθοριστικής σημασίας. Τα RFID συστήματα που λειτουργούν στο UHF εύρος συχνοτήτων έχουν την ικανότητα να διαβάζουν ετικέτες από μεγαλύτερη απόσταση σε σχέση με RFID συστήματα που χρησιμοποιούν εύρος συχνοτήτων εκτός του UHF, και αυτό τις κάνει ευρέως χρησιμοποιούμενες. Όσο υψηλότερη συχνότητα τόσο μικρότερο το μήκος κύματος και άρα, τόσο καταλληλότερη είναι μια μικρή κεραία, όπως η κεραία μιας RFID ετικέτας, να παραλάβει μια εκπομπή ραδιοκυμάτων σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Άρα, όσο μικρότερη συχνότητα τόσο μικρότερη και η απόσταση επικοινωνίας.

Χαρακτηριστικά συχνοτήτων για παθητικά RFID		
Εύρος	Απόσταση επικοινωνίας	Χρήσεις
LF (Low Frequency)	Επικοινωνία πάρα πολύ μικρής απόστασης	Τεχνολογίες πληρωμής και ελέγχου πρόσβασης. Συνήθως δεν χρησιμοποιούνται σε ετικέτες για προϊόντα.

Εύρος	Απόσταση επικοινωνίας	Χρήσεις
HF (High Frequency)	Επικοινωνία απόστασης μερικών εκατοστών (περίπου μέχρι 30 cm)	Χρησιμοποιούνται για μεγάλο αριθμό προϊόντων σε πολύ μικρή απόσταση. Οι συχνότητες αυτές χρησιμοποιούνται συνήθως σε υγρά, όπως στη φαρμακευτική βιομηχανία ή στη βιομηχανία τροφίμων.
UHF (Ultra High Frequency)	Επικοινωνία μεγάλης απόστασης. Μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 12 μέτρα.	Χρησιμοποιούνται ευρέως στην αλυσίδα εφοδιασμού, σε διόδια αλλά αντιμετωπίζουν προβλήματα με υγρά και μέταλλα.

Πίνακας 1 Χαρακτηριστικά συχνότητων για παθητικά RFID

Υπάρχουν ελεύθερα και δεσμευμένα εύρη συχνότητων τα οποία καθορίζονται από τους αρμόδιους κυβερνητικούς οργανισμούς της κάθε χώρας. Οι ελεύθερες συχνότητες μπορούν να χρησιμοποιηθούν από οποιονδήποτε και υπάρχουν τέτοιες σε όλα τα εύρη συχνότητων (LF, HF, UHF). Αντίθετα, στα δεσμευμένα εύρη συχνότητων η χρησιμοποίηση μιας συχνότητας γίνεται μετά από άδεια και πληρωμή του αντίστοιχου κυβερνητικού οργανισμού. Με τη χρήση όμως μιας δεσμευμένης συχνότητας σε ένα RFID σύστημα, το σύστημα αυτό θα έχει παντελή έλλειψη διαλειτουργικότητας.

4.3.1.1 Μεταπήδηση συχνοτήτων

Τα περισσότερα RFID συστήματα χρησιμοποιούν τις ελεύθερες συχνότητες. Όμως λόγω του ότι αυτές οι ελεύθερες συχνότητες χρησιμοποιούνται και από πολλά άλλα συστήματα, οι κυβερνητικοί οργανισμοί απαιτούν από οποιαδήποτε συσκευή που λειτουργεί σ' αυτές να χρησιμοποιεί την τεχνική της μεταπήδησης συχνοτήτων. Αυτό σημαίνει ότι μια συσκευή δεν μπορεί να εκπέμψει σε ένα κανάλι για διάστημα μεγαλύτερο του ενός κλάσματος του δευτερολέπτου. Άρα η συσκευή πρέπει να μεταπηδάει με τυχαίο τρόπο από κανάλι σε κανάλι.

Το πρόβλημα είναι ότι υπάρχουν πια πολλά υψηλής ισχύος RFID συστήματα, τα οποία ανταγωνίζονται με άλλες συσκευές μέσα στο εύρος ISM (Industrial Scientific and Medical). Το εύρος ραδιοσυχνοτήτων ISM έχει δεσμευτεί διεθνώς για την χρήση ραδιοσυχνοτήτων για βιομηχανικούς, επιστημονικούς και ιατρικούς σκοπούς εκτός των χρήσεων του για σκοπούς επικοινωνίας. Για την Ευρώπη το ISM εύρος συχνοτήτων έχει οριστεί από 865 MHz μέχρι 868 MHz και για την Αμερική από 902 MHz μέχρι 928 MHz. Συσκευές επικοινωνίας πρέπει να ανέχονται και να λειτουργούν κάτω από παρεμβολές που δημιουργούνται από συσκευές που χρησιμοποιούν συχνότητες του ISM εύρους. Ένα παράδειγμα είναι το πρωτόκολλο Zigbee, ένα χαμηλής ενέργειας ασύρματο σύστημα το οποίο δεν μπορεί να λειτουργήσει όταν βρίσκεται στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ενός υψηλής ισχύος RFID συστήματος.

Μια λύση σε αυτό το πρόβλημα θα ήταν οι κυβερνητικοί οργανισμοί να παραχωρήσουν ένα μικρό εύρος συχνοτήτων αποκλειστικά για χρήση RFID συστημάτων. Έτσι δεν θα υπήρχαν παρεμβολές με άλλες τεχνολογίες και επίσης θα επέτρεπε τη χρήση ενός καναλιού για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και θα αποτρέπονταν εν μέρει η συνεχής μεταπήδηση συχνοτήτων.

4.3.2 Μέτρηση ηλεκτρομαγνητικού θορύβου του περιβάλλοντος

Ο ηλεκτρομαγνητικός θόρυβος του περιβάλλοντος (Ambient Electromagnetic Noise - AEN) είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει την λειτουργία και την απόδοση του RFID συστήματος. Ηλεκτρομαγνητικά κύματα μπορούν να παραχθούν από οποιαδήποτε ηλεκτρική συσκευή όπως ραδιόφωνα, οθόνες, συστήματα συναγερμού, συστήματα μεταφοράς, ηλεκτρικές πόρτες και άλλα. Το κύριο πρόβλημα είναι ότι τα ραδιοκύματα που παράγονται και διαβάζονται από τα μέρη ενός RFID συστήματος μπορούν να επηρεαστούν και να παρεμποδιστούν από τον ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο. Αυτές οι παρεμβολές μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά ένα RFID σύστημα αλλά και το αντίστροφο, δηλαδή ένα RFID σύστημα να επηρεάσει άλλες ηλεκτρικές συσκευές.

Οπότε, ένα πολύ σημαντικό βήμα πριν από την εγκατάσταση ενός οποιουδήποτε RFID συστήματος είναι η μέτρηση αυτού του θορύβου στην τοποθεσία που θέλουμε να εγκατασταθεί το σύστημα. Ο κυριότερος τρόπος επίτευξης αυτής της μέτρησης είναι ο “πλήρης κύκλος ανάλυσης του Faraday” που πήρε το όνομά του από τον ομώνυμο φυσικό. Στόχος αυτού του κύκλου ανάλυσης είναι να γίνουν αντιληπτά όλα τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα τα οποία υπάρχουν στην τοποθεσία που θα εγκατασταθεί το RFID σύστημα έτσι ώστε αυτό να σχεδιαστεί με τρόπο που δεν θα παρεμποδίζεται η λειτουργία του από αυτά.

4.3.3 Πώς το υλικό του προϊόντος επηρεάζει το RFID σύστημα

Ένα πολύ σημαντικό κριτήριο για την επιλογή της κατάλληλης ετικέτας και reader είναι το υλικό του προϊόντος στο οποίο τοποθετείται η ετικέτα. Διαφορετικά υλικά έχουν και διαφορετικές επιπτώσεις στα ραδιοκύματα. Για παράδειγμα, ένα μεταλλικό κουτί μπορεί να επηρεάσει τα ραδιοκύματα και κατά επέκταση τη σωστή λειτουργία ενός RFID συστήματος. Αυτό γίνεται, διότι τα ραδιοκύματα μπορούν να ανακλαστούν από μέταλλα και να απορροφηθούν από υγρά.

Κύριες βιομηχανίες που αντιμετωπίζουν πρόβλημα με υγρά είναι η βιομηχανία τροφίμων και η φαρμακευτική βιομηχανία, οι οποίες άρχισαν να χρησιμοποιούν συστήματα RFID στα 13,56 MHz (HF). Πρώτον, διότι λόγω του υγρού περιεχομένου, HF συχνότητες έχουν καλύτερα αποτελέσματα από UHF συχνότητες και δεύτερον, οι HF συχνότητες έχουν μεγαλύτερη ικανότητα στη χρήση τους για μεγάλο αριθμό προϊόντων τα οποία βρίσκονται κολλητά το ένα με το άλλο.

Σύμφωνα με πειράματα που πραγματοποιήθηκαν, RFID ετικέτες που χρησιμοποιούν UHF συχνότητες θα υποστούν μείωση της απόδοσής τους όταν ετικέτες χρησιμοποιηθούν σε μεταλλικά αντικείμενα. Παθητικές UHF ετικέτες χρησιμοποιήθηκαν σε μεγάλα κιβώτια αλουμινίου και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όσο οι ετικέτες πλησίαζαν σε αυτά τα κιβώτια η απόσταση επικοινωνίας μειώνονταν. Τελικά αποδείχτηκε ότι η απόσταση επικοινωνίας πλησίαζε το μηδέν όταν οι ετικέτες βρίσκονταν σε απόσταση μικρότερης των 2 mm από τα κιβώτια αλουμινίου. Η κεραία της ετικέτας έχει σχεδιαστεί συνήθως ώστε να έχει αντίσταση όσον το δυνατόν περισσότερο όμοια με την αντίσταση του ολοκληρωμένου κυκλώματος της ετικέτας. Όταν η ετικέτα χρησιμοποιηθεί σε μεταλλικό αντικείμενο η αντίσταση της κεραίας της επηρεάζεται με αποτέλεσμα οι αντιστάσεις της κεραίας και του κυκλώματος να μην είναι όμοιες κάτι το οποίο επηρεάζει την ποσότητα της ενέργειας η οποία

μεταφέρεται από την κεραία στο κύκλωμα, κάτι που τελικά θα επηρεάσει την απόσταση επικοινωνίας.

Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι κεραίες που εκπέμπουν σε διαφορετικές κατευθύνσεις μπορούν να επηρεαστούν από μια μεταλλική επιφάνεια και να εκπέμπουν μόνο προς μία κατεύθυνση. Μετρήσεις έδειξαν ότι όταν μια κεραία εκπομπής πολλαπλών κατευθύνσεων τοποθετηθεί κοντά σε ένα μεταλλικό κυλινδρικό κουτί, σε μια απόσταση περίπου των 50 mm, η κεραία υπέστη μείωση των 20 dB. Λύσεις σε αυτά τα προβλήματα θα ήταν οι ετικέτες να χρησιμοποιούν κεραίες οι οποίες θα είχαν ένα επίπεδο γείωσης και έτσι θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια μεταλλικών αντικειμένων.

Τέσσερις είναι οι κύριες επιπτώσεις όπου το υλικό του προϊόντος μπορεί να έχει στα ραδιοκύματα και κατ' επέκταση σε μια RFID ετικέτα.

- **Ανάκλαση:** Αν η ετικέτα δεχτεί κάθετα ραδιοκύματα από την κεραία του reader, το υλικό στο οποίο βρίσκεται η ετικέτα μπορεί να προκαλέσει την ανάκλαση αυτών των κάθετων κυμάτων. Έπειτα η ετικέτα λαμβάνει τα κύματα που έχουν ανακλαστεί τα οποία όμως μπορεί να είναι διαφορετικά από τα αρχικά που εξέπεμψε ο reader.
- **Απορρόφηση:** Μερικά υλικά απορροφούν την ενέργεια των ραδιοκυμάτων που προέρχονται από την κεραία του reader. Αυτό είναι γνωστό ως απώλεια κάτι το οποίο έχει ως συνέπεια να υπάρχει λιγότερη διαθέσιμη ενέργεια ώστε να υπάρχει απάντηση από την ετικέτα.
- **Διηλεκτρικά φαινόμενα:** Όταν ένα διηλεκτρικό υλικό είναι κοντά στην ετικέτα η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μπορεί να μεγαλώσει και ως αποτέλεσμα θα είναι ο αποσυντονισμός της κεραίας της ετικέτας.
- **Σύνθετα φαινόμενα διάδοσης:** Αυτά τα φαινόμενα υπάρχουν εξαιτίας δύο παραγόντων τα οποία μπορούν να συμβούν σε ένα RFID σύστημα και να μειώσουν την αποδοτικότητα του συστήματος. Αυτοί οι δύο παράγοντες είναι οι εξής:

1. Στάσιμα κύματα τα οποία είναι κυματοειδής κινήσεις που μένουν σε ένα μέρος.
2. Όταν ένα κάθετο κύμα με κατεύθυνση προς την ετικέτα από τον reader συγκρουστεί με ένα άλλο στάσιμο κύμα ίδιου μεγέθους , το κάθετο αυτό κύμα θα ακυρωθεί εντελώς.

Επιπτώσεις υλικών στα RFID συστήματα	
Υλικό	Επιπτώσεις στα ραδιοκύματα
Αγώγιμα υγρά	Απορρόφηση
Γυαλί	Εξασθένηση
Μέταλλα	Ανάκλαση
Πλαστικά	Αποσυντονισμός
Σώματα ανθρώπων ή ζώων	Απορρόφηση, Αποσυντονισμός, Ανάκλαση

Πίνακας 2 Επιπτώσεις υλικών στα RFID συστήματα

4.4 Κοντινό και ευρύτερο πεδίο

Μία βασική ιδιότητα της φυσικής είναι ότι ένα ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργεί γύρω του ένα μαγνητικό πεδίο και το αντίστροφο, δηλαδή ένα μαγνητικό πεδίο μπορεί επίσης να δημιουργήσει ένα ηλεκτρικό ρεύμα. Το πεδίο κοντά στην πηγή του ηλεκτρικού ρεύματος όπου οι μαγνητικές ή οι ηλεκτροστατικές δυνάμεις μπορούν να ανιχνευτούν ονομάζεται επαγωγικό πεδίο. Έξω από το επαγωγικό πεδίο βρίσκεται το πεδίο ακτινοβολίας. Αναλόγως ποιο εύρος συχνοτήτων το σύστημα χρησιμοποιεί, είτε το επαγωγικό πεδίο είτε το πεδίο ακτινοβολίας θα τροφοδοτήσει με ενέργεια τις ετικέτες.

Στα συστήματα που χρησιμοποιούν LF και HF συχνότητες το επαγωγικό πεδίο έχει αρκετή ισχύ ώστε να δημιουργήσει ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο μέσω του οποίου το κύκλωμα της ετικέτας θα ενεργοποιηθεί. Έξω από το επαγωγικό πεδίο το πεδίο ακτινοβολίας δεν έχει αρκετή ενέργεια ώστε να ενεργοποιήσει και άλλα κυκλώματα ετικετών. Άρα από αυτό συμπεραίνουμε ότι readers που χρησιμοποιούν LF και HF συχνότητες λειτουργούν σε κοντινές αποστάσεις. Μετρώντας την απαραίτητη ενέργεια για να ενεργοποιηθεί η ετικέτα μέσα στο επαγωγικό πεδίο είναι πολύ σημαντικό ώστε να εντοπιστούν οι περιοχές όπου οι readers θα ανιχνεύουν ετικέτες. Αυτή η απόσταση ανίχνευσης μέσα στο επαγωγικό πεδίο ονομάζεται κοντινό πεδίο (near field). Στο πεδίο αυτό παράγεται μαγνητικό πεδίο κυκλικής ροής που ενώνει την κύρια κεραία του συστήματος, δηλαδή του reader με τις δευτερεύουσες κεραίες, δηλαδή τις ετικέτες.

Στα συστήματα που χρησιμοποιούν UHF συχνότητες το πεδίο ακτινοβολίας μπορεί να ανιχνεύει και να ενεργοποιεί τις ετικέτες. Αυτή η απόσταση ανίχνευσης ονομάζεται ευρύτερο πεδίο (far field) και άρα οι συχνότητες θα είναι μεγαλύτερες από αυτές του κοντινού πεδίου. Οι κεραίες δουλεύουν και έχουν διαφορετικό σχήμα από τις κεραίες των συστημάτων LF και HF συχνοτήτων. Για την αποτελεσματική μεταφορά ενέργειας χρησιμοποιώντας το ευρύτερο πεδίο οι διαστάσεις της κεραίας πρέπει να είναι της τάξης του μήκους κύματος της συχνότητας. Οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες συχνότητες στα HF και UHF είναι οι συχνότητες 13,56 MHz ($13,56 \times 10^6$ κύκλους ανά δευτερόλεπτο) και 915 MHz (915×10^6 κύκλους ανά δευτερόλεπτο) αντίστοιχα. Η συχνότητα συμβολίζεται με f και το μήκος κύματος με λ . Το γινόμενο τους ισούται με την ταχύτητα του φωτός, c , δηλαδή 3×10^8 μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Από τον γνωστό τύπο $c = \lambda f$ βρίσκουμε ότι το μήκος κύματος της συχνότητας 915 MHz στο UHF είναι περίπου 33 cm, ενώ για τη συχνότητα 13,56 MHz στο HF είναι 22 περίπου μέτρα. Από αυτό συμπεραίνουμε ότι αν θέλαμε να μεταφέρουμε μια ποσότητα ενέργειας από μια κεραία HF συχνοτήτων μέσω της τεχνικής του ευρύτερου πεδίου οι διαστάσεις της κεραίας θα έπρεπε να είναι 22 μέτρα κάτι το οποίο είναι αδύνατον. Άρα, οι HF συχνότητες δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν το ευρύτερο πεδίο οπότε χρησιμοποιούνται μόνο για κοντινές αποστάσεις. Στο

ευρύτερο πεδίο η ενέργεια που έχει δημιουργηθεί από την κεραία δεν επιστρέφει στον reader εκτός αν με κάποιον τρόπο ανακλαστεί ή αυτό γίνει μέσω της επανασκέδασης. Ενώ αντίθετα, στο κοντινό πεδίο η ενέργεια από την κεραία του reader επιστρέφει στην κεραία είτε υπάρχει ετικέτα στο πεδίο που δημιουργήθηκε είτε όχι.

Στο ευρύτερο πεδίο η ενέργεια μεταφέρεται μέσω ενός ηλεκτρικού πεδίου όπου ο προσανατολισμός των δύο κεραιών επηρεάζει άμεσα την επανασκέδαση της ενέργειας κάτι το οποίο περιγράφεται με τον όρο πόλωση. Με την πόλωση συνεπάγεται ότι αυτές οι κεραιές πρέπει να έχουν ένα συγκεκριμένο σχετικό προσανατολισμό για επιτυχής μεταφορά ενέργειας. Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα του μη σωστού προσανατολισμού των δύο κεραιών μερικές ετικέτες περιέχουν δύο ορθογώνιες διπολικές κεραιές. Στόχος είναι να συνδεθούν αποτελεσματικά και οι δύο κεραιές με το κύκλωμα ώστε να γίνει εκμετάλλευση στο έπακρο και των δύο κεραιών για περισσότερη ποσότητα ενέργειας.

Κεφάλαιο 5

Δομή και λειτουργία RFID ετικέτας, reader και ενδιάμεσου λογισμικού

5.1 Εισαγωγή

Για την πλήρη κατανόηση της τεχνολογίας RFID πρέπει να αναλυθεί πρώτα η δομή και η λειτουργία του κάθε βασικού μέρους ενός RFID συστήματος. Επίσης, στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθεί επιμέρους η λειτουργία και η δομή του reader και της ετικέτας όπως και των κεραιών τους. Τέλος, θα εξεταστεί το ενδιάμεσο λογισμικό ή αλλιώς middleware.

Η περιγραφή της λειτουργίας ενός παθητικού RFID συστήματος θα μπορούσε να συνοψισθεί στα εξής πέντε βήματα :

1. Η ετικέτα ενεργοποιείται όταν εισέλθει στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που έχει δημιουργηθεί από την κεραία του reader.
2. Η ετικέτα αποστέλλει μία προγραμματισμένη απάντηση.
3. Η κεραία που δημιούργησε το αρχικό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο και είναι συνδεδεμένη με τον reader, ανιχνεύει την απάντηση.
4. Ο reader στέλνει τα δεδομένα στο middleware.
5. Το middleware στέλνει τις πληροφορίες που περιέχονται στις ετικέτες στο κατάλληλο σύστημα που τις χρειάζεται.

5.2 RFID Ετικέτα

Εξαρτώμενη από τον τύπο της, ο ρόλος της κάθε ετικέτας είναι να δεχτεί ένα σήμα, να ενεργοποιήσει το ολοκληρωμένο κύκλωμα που έχει και έπειτα να εκπέμψει πληροφορίες. Η ετικέτα, η οποία μπορεί να ονομάζεται και αναμεταδότης, αποτελείται από ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα που περιέχει μία κεντρική υπολογιστική μονάδα και μνήμη και είναι ενωμένο με μια κεραία. Τέλος, αποτελείται από ένα υλικό πάνω στο οποίο το κύκλωμα και η κεραία είναι τοποθετημένα.

Μερικές από τις πιο κύριες παραμέτρους για την αξιολόγηση της απόδοσης μιας ετικέτας είναι :

- η απόσταση ανάγνωσης,
- η ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων,
- η καταλληλότητα για ταυτόχρονη ανάγνωση μεγάλου αριθμού αυτών των ετικετών και
- η ευαισθησία στα τριγύρω αντικείμενα.

Η απόσταση ανάγνωσης, η ικανότητα της ετικέτας να αντικρούει παρεμβολές του περιβάλλοντός της και η καταλληλότητα για ταυτόχρονη ανάγνωση μεγάλου αριθμού αυτού του είδους της ετικέτας, εξαρτώνται από την συχνότητα λειτουργίας, την ισχύ του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου που δημιουργεί η κεραία του reader, τον προσανατολισμό της ετικέτας σε σχέση με την κεραία του reader και τέλος το σχήμα και το μέγεθος της κεραίας της ετικέτας. Η συχνότητα και το πρωτόκολλο μετάδοσης (συμπεριλαμβανομένου και του αλγόριθμου αποφυγής συγκρούσεων) είναι οι κύριοι παράγοντες για την ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων και για την ταχύτητα ταυτόχρονης ανάγνωσης μεγάλου αριθμού ετικετών, όπως για παράδειγμα, όταν ένα μεγάλο κιβώτιο με πολλά αντικείμενα μέσα του περνάει από μία πόρτα αποθήκης στην οποία υπάρχει ένας reader.

5.2.1 Βασικές ιδιότητες επιλογής RFID ετικέτας

Βασικές ιδιότητες μιας RFID ετικέτας είναι :

- Η συχνότητα λειτουργίας. Μπορεί να ανήκει από τις LF συχνότητες μέχρι τις microwave συχνότητες (5,8 GHz) και έχει μεγάλο αντίκτυπο στο σχήμα της κεραίας.
- Ο τύπος της εξωτερικής συσκευασίας της ετικέτας. Η ετικέτα μπορεί να είναι τοποθετημένη μέσα σε πλαστικό, σε γυαλί, σε φιαλίδια, σε χαρτί ή σε πλαστικές κάρτες. Μπορεί να είναι τοποθετημένη μέσα σε κλειδιά, σε μπρελόκ ή σε άλλα αντικείμενα. Άλλες ετικέτες συσκευάζονται με τρόπο ώστε να αντέχουν σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες ή σε άλλες αντίξοες συνθήκες. Ετικέτες μπορούν να ενσωματωθούν μέσα σε ρούχα, ρολόγια και κοσμήματα, μέσα σε γυάλινα περιβλήματα, ώστε να είναι ανθεκτικά σε υγρά ή μπορεί να τοποθετηθούν μέσα σε στρώσεις χαρτιού και να δημιουργήσουν αυτό που ονομάζεται “έξυπνες ετικέτες” (smart labels).
- Τύπος ζεύξης. Όπως αναφέρθηκε κεφάλαιο 4, με τον όρο ζεύξη εννοούμε τον τρόπο με τον οποίο η ετικέτα και ο reader επικοινωνούν. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι ζεύξης, ο καθένας με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά του.
- Πηγή χρησιμοποιούμενης ενέργειας. Οι παθητικές RFID ετικέτες χρησιμοποιούν ηλεκτρομαγνητικά πεδία που δημιουργούνται από τους readers. Οι ενεργές ετικέτες χρησιμοποιούν την μπαταρία που ενσωματώνουν για την ενεργοποίηση του κυκλώματός τους. Τέλος, υπάρχουν και οι ημιπαθητικές ετικέτες, οι οποίες χρησιμοποιούν και μπαταρία και το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που παράγει ο reader.
- Χωρητικότητα αποθήκευσης δεδομένων. Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία ετικετών με διαφορετική χωρητικότητα αποθήκευσης. Υπάρχουν ετικέτες χωρητικότητας μόλις 1 bit για αντικλεπτικά

συστήματα μέχρι ετικέτες με χωρητικότητα μερικών χιλιάδων bytes.

- Υποστήριξη προτύπων. Πολλοί τύποι RFID συστημάτων συμμορφώνονται με συγκεκριμένα εθνικά και διεθνή πρότυπα. Σε ορισμένα πρότυπα, όπως το σύστημα κλάσεων της EPCglobal, καθορίζονται οι συχνότητες, ο τύπος ζεύξης, η χωρητικότητα αποθήκευσης και άλλα χαρακτηριστικά του συστήματος.

Με βάση τις ιδιότητες που αναφέρθηκαν παραπάνω συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει ένας τύπος ετικέτας που να αποτελεί την καταλληλότερη επιλογή για όλα τα είδη RFID συστημάτων. Η επιλογή πρέπει να γίνεται πάντα με βάση τις συνθήκες και τους στόχους που έχουν τεθεί. Υπάρχουν πολλά βασικά κριτήρια για την επιλογή της κατάλληλης ετικέτας, όπως η απαιτούμενη απόσταση ανάγνωσης, το υλικό του αντικειμένου και η συσκευασία, παράγοντες μεγέθους της ετικέτας και του προϊόντος που αυτή θα τοποθετηθεί, η συμμόρφωση με πρότυπα και τέλος το κόστος.

5.2.2 Κατηγοριοποίηση ετικετών

Οι ετικέτες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με ποικίλους τρόπους όπως η χωρητικότητα αποθήκευσής τους, ο τρόπος συσκευασίας τους, οι λειτουργίες που μπορούν να επιτελέσουν και διάφορα άλλα. Οι λειτουργίες που μπορούν να επιτελεστούν με μια RFID ετικέτα είναι οι εξής, εκ των οποίων οι δύο πρώτες εκτελούνται από κάθε ετικέτα ενώ οι υπόλοιπες εξαρτώνται από τον εκάστοτε τύπο της ετικέτας :

- Επισύναψη της ετικέτας σε ένα αντικείμενο.
- Ανάγνωση της ετικέτας μέσω μιας ραδιοσυχνότητας.

- Εκτέλεση της εντολής μόνιμης απενεργοποίησης (kill/disable). Κάποιες ετικέτες μπορούν να δεχτούν αυτήν την εντολή από έναν reader, η οποία τερματίζει την λειτουργία της ετικέτας μόνιμα και δεν υπάρχει ικανότητα επαναλειτουργίας της έπειτα από την εκτέλεσή της.
- Πολλές ετικέτες κατασκευάζονται με τα δεδομένα τους τοποθετημένα από το εργοστάσιο παρασκευής τους. Σ' αυτές τις ετικέτες ανατίθεται από ένας μοναδικός αριθμός. Αυτοί οι αριθμοί χρησιμοποιούνται για αναγνώριση και δεν μπορούν να τροποποιηθούν. Εάν αυτός ο σειριακός αριθμός χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση του αντικειμένου στο οποίο η ετικέτα είναι προσκολλημένη, μια βάση δεδομένων χρησιμοποιείται για να συνδέσει τον αριθμό του προϊόντος με το ID της ετικέτας. Είναι οι πιο οικονομικές ετικέτες και μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, κάτι το οποίο μειώνει το κόστος. Αυτές οι ετικέτες ονομάζονται ετικέτες μόνο ανάγνωσης (Read – only) με έναν μοναδικό αναγνωριστικό αριθμό αντικειμένου.
- Δυνατότητα μιας και μοναδικής φοράς εγγραφής δεδομένων ή αλλιώς ετικέτες WORM (write once, read many). Αυτές οι ετικέτες δίνουν την δυνατότητα στον τελικό χρήστη να ενσωματώσει σε αυτές, για μια φορά, κάποια συγκεκριμένα δεδομένα και από εκεί και έπειτα τα δεδομένα της ετικέτας δεν μπορούν να τροποποιηθούν αλλά μπορούν να διαβαστούν απεριόριστες φορές.
- Δυνατότητα επανεγγραφής δεδομένων (read/write tag). Μερικές ετικέτες δέχονται απεριόριστο αριθμό επανεγγραφής δεδομένων. Αυτές οι ετικέτες έχουν ξεχωριστό επανεγγράψιμο αποθηκευτικό χώρο. Διάφοροι τύποι πληροφοριών μπορούν να αποθηκευτούν σε αυτές και μπορούν να έχουν τις πληροφορίες τους κρυπτογραφημένες. Σε αυτές τις ετικέτες μπορούν να αποθηκευτούν δεδομένα τα οποία αργότερα μπορούν να διαβαστούν από τον παραλήπτη του αντικειμένου κάτι το οποίο

μπορεί να αποδειχτεί εξαιρετικά χρήσιμο εάν ο παραλήπτης δεν έχει πρόσβαση σε IT (Information Technology) συστήματα.

- Δυνατότητα αποφυγής συγκρούσεων. Όταν πολλές ετικέτες βρίσκονται σε πολύ κοντινή απόσταση, ο reader δυσκολεύεται να κατανοήσει σε ποιο σημείο η απάντηση μιας ετικέτας τελειώνει και αρχίζει κάποιας άλλης. Ετικέτες με δυνατότητα αποφυγής συγκρούσεων έχουν την δυνατότητα να περιμένουν την σειρά τους για να εκπέμψουν προς έναν reader.
- Ασφάλεια και κρυπτογράφηση. Μερικές ετικέτες έχουν την δυνατότητα να συμμετέχουν σε μια κρυπτογραφημένη επικοινωνία και μερικές απαντούν μόνο σε readers οι οποίοι τους παρέχουν το κλειδί κρυπτογράφησης.
- Συμμόρφωση με πρότυπα. Μια ετικέτα μπορεί να συμμορφώνεται με ένα ή με περισσότερα πρότυπα, δίνοντάς της την δυνατότητα να μπορεί να επικοινωνήσει με readers που επίσης συμμορφώνονται με αυτά τα πρότυπα.

Με βάση το σύστημα κλάσεων της EPCglobal, οι ετικέτες χωρίζονται σε συγκεκριμένες κλάσεις. Με το όρο “κλάσεις” καθορίζονται οι δυνατότητες της ετικέτας. Κάθε κλάση έχει περισσότερες δυνατότητες από τις προηγούμενες κλάσεις και είναι συμβατή με αυτές.

Κλάση EPC ετικέτας	Δυνατότητες κλάσεως ετικέτας
Κλάση 0	Ο EPC αριθμός είναι εργοστασιακά προγραμματισμένος στην ετικέτα και είναι μόνο για ανάγνωση.
Κλάση 1	Write once, Read many (WORM) ετικέτες, οι οποίες κατασκευάζονται χωρίς τον EPC αριθμό, ο οποίος προστίθεται από τον χρήστη.
Κλάση 2	Δυνατότητες κλάσεως 1 με μεγαλύτερη μνήμη, κρυπτογράφηση και Read/Write δυνατότητες.

Κλάση EPC ετικέτας	Δυνατότητες κλάσεως ετικέτας
Κλάση 3	Δυνατότητες κλάσεως 2 και επιπλέον μια πηγή ενέργειας ώστε να παρέχεται αυξημένη εμβέλεια και/ ή προηγμένες λειτουργικότητες (αισθητήρες).
Κλάση 4	Δυνατότητες κλάσεως 3 και επιπλέον ενεργός πομπός και αισθητήρας.
Κλάση 5	Δυνατότητες κλάσεως 4 και επιπλέον η ικανότητα επικοινωνίας με παθητικές ετικέτες (Στην ουσία readers) .

Πίνακας 3 Κλάσεις EPC ετικετών

5.2.3 Ενεργές, παθητικές και ημιπαθητικές ετικέτες

Αναλόγως την πηγή της ενέργειας που χρησιμοποιεί η ετικέτα και την προοριζόμενη χρήση της, οι ετικέτες χωρίζονται σε ενεργές, παθητικές και ημιπαθητικές.

5.2.3.1 Ενεργές ετικέτες

Μια ενεργή ετικέτα έχει μια εσωτερική μπαταρία και μπορεί να παράγει ραδιοκύματα από μόνη της. Η εμβέλειά της που μπορεί να ξεκινάει από τα 3 μέτρα και να ξεπεράσει τα 100 μέτρα, μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να καλύπτει συγκεκριμένες απαιτήσεις. Οι ενεργές ετικέτες μπορούν να διαβαστούν, να γραφτούν και να ρυθμιστούν με πολλούς τρόπους. Στο συνηθισμένο τρόπο λειτουργίας τους εκπέμπουν τον ID κωδικό τους σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα συνοδευόμενα πιθανώς και από άλλα δεδομένα. Μπορούν να επεξεργαστούν δεδομένα όπως δεδομένα αισθητήρων για την καταγραφή θερμοκρασιών ή για την επίβλεψη λειτουργικών παραμέτρων σε προηγμένα συστήματα. Οι ενεργές ετικέτες έχουν τη δυνατότητα να ρυθμιστούν σε αδρανή κατάσταση για εξοικονόμηση ενέργειας, από την οποία μπορούν να βγουν μόνο μετά από κάποιο συγκεκριμένο αίτημα του reader ή μετά από εμφάνιση κάποιου ορισμένου γεγονότος όπως έντονες δονήσεις, απόκλιση από ένα ορισμένο εύρος θερμοκρασιών και άλλα.

Οι ενεργές ετικέτες είναι μεγαλύτερες και πιο ακριβές από τις παθητικές ετικέτες λόγω της μπαταρίας. Ωστόσο, πολλά συστήματα και απαιτήσεις μπορούν να υλοποιηθούν μόνο με ενεργές ετικέτες λόγω της μεγάλης απόστασης επικοινωνίας. Συνήθως αυτές οι ετικέτες επαναχρησιμοποιούνται συνεχώς, όπως για παράδειγμα στον έλεγχο παραγωγής. Ενσωματώνονται σε συστήματα μεταφοράς και όταν ένα αντικείμενο τοποθετηθεί σε αυτά ο κωδικός αναγνώρισης του αντικειμένου αποθηκεύεται από την ετικέτα που βρίσκεται στο σύστημα μεταφοράς και έπειτα το αντικείμενο αυτό μπορεί να αναγνωριστεί οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια διαδικασίας παραγωγής. Επίσης, μπορούν να αποθηκεύσουν και να παρέχουν οδηγίες για εκτελούμενες λειτουργίες παραγωγής, έτσι ώστε αυτές οι οδηγίες να είναι πάντα διαθέσιμες τοπικά χωρίς τη χρήση κάποιου κεντρικού IT συστήματος.

5.2.3.2 Παθητικές ετικέτες

Οι παθητικές ετικέτες χρησιμοποιούν ως πηγή ενέργειας το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που δημιουργεί η κεραία ενός reader. Εκπέμπουν δεδομένα τροποποιώντας αυτό το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Έχουν μικρότερο μέγεθος, είναι πιο φθηνές από τις ενεργές ετικέτες και έχουν σχεδόν απεριόριστη διάρκεια ζωής, αλλά επίσης έχουν και μικρότερη απόσταση ανάγνωσης. Υπάρχουν διάφοροι τύποι παθητικών ετικετών, όπως ετικέτες μόνο ανάγνωσης (Read – only), μιας εγγραφής (WORM) και επανεγγράψιμες (read/write tag). Το κόστος των παθητικών ετικετών ποικίλει αναλόγως των δυνατοτήτων τους και ξεκινάει από μερικά λεπτά του ευρώ. Οι παθητικές ετικέτες χρησιμοποιούνται κυρίως στον λογιστικό τομέα, όπως η διαχείριση αγαθών, πληροφοριών και άλλων πόρων. Συνήθως αφαιρούνται μαζί με τη συσκευασία του προϊόντος. Υπάρχουν όμως και ετικέτες που χρησιμοποιούνται εφόρου ζωής για την αναγνώριση ενός αντικειμένου.

5.2.3.4 Ημιπαθητικές ετικέτες

Μια ημιπαθητική ετικέτα περιέχει μια μπαταρία και έχει παρόμοιο τρόπο λειτουργίας μια παθητική ετικέτα. Ενεργοποιείται όταν εισέρχεται στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο της κεραίας του reader. Η μπαταρία χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση του κυκλώματος ετικέτας ή για τη λειτουργία κάποιου αισθητήρα στην ετικέτα. Επίσης, προσφέρει την δυνατότητα για αυξημένη απόσταση ανάγνωσης και καλύτερη λειτουργία σε περιβάλλοντα που υπάρχουν πολλά μέταλλα ή υγρά και στα οποία παθητικές ετικέτες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

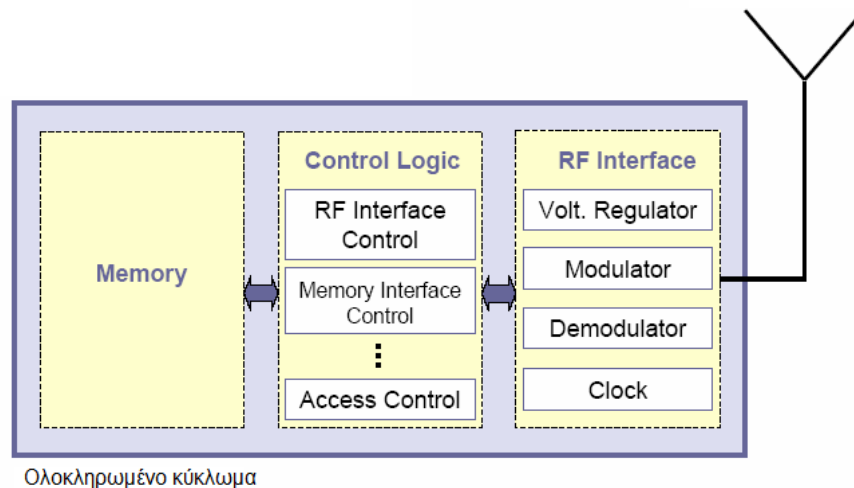
5.2.4 Ανατομία RFID ετικέτας

Όπως αναφέρθηκε μια RFID ετικέτα αποτελείται από ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα, μια κεραία και ένα υλικό πάνω στο οποίο το κύκλωμα και η κεραία είναι τοποθετημένα. Κατανοώντας τον σχεδιασμό και την λειτουργία των δύο βασικών τμημάτων της ετικέτας, είναι ευκολότερη η διαπίστωση ενδεχόμενων εφαρμογών των RFID συστημάτων. Αυτά τα δύο τμήματα, η κεραία και το ολοκληρωμένο κύκλωμα, έχουν μεγάλο αντίκτυπο στην απόδοση και στον τρόπο λειτουργίας της ετικέτας.

5.2.4.1 Ολοκληρωμένο κύκλωμα

Το βασικό στοιχείο μιας RFID ετικέτας είναι το ολοκληρωμένο κύκλωμα (integrated circuit – IC) ή αλλιώς chip, το οποίο έχει μέγεθος της τάξης μερικών τετραγωνικών χιλιοστών και μπορεί να αποθηκεύει δεδομένα. Κατέχει πολύ μεγάλο ρόλο στην γενική απόδοση της ετικέτας. Το κύκλωμα είναι υπεύθυνο για την μετατροπή της ενέργειας των ραδιοκυμάτων σε χρησιμοποιήσιμη ηλεκτρική ενέργεια, για την αποθήκευση και την ανάκτηση δεδομένων και για την διαμόρφωση του εκπεμπόμενου σήματος. Αποτελείται από τρία κυρίως μέρη :

- Μία μονάδα ελέγχου για την επεξεργασία των εισερχόμενων εντολών.
- Μία αποθηκευτική μονάδα.
- Μία μονάδα για την δημιουργία ραδιοσημάτων και για την απόκτηση ενέργειας από το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο.



Εικόνα 17 Δομή ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος

Οι πιο σημαντικές παράμετροι του ολοκληρωμένου κυκλώματος είναι οι εξής :

- Η χωρητικότητα αποθήκευσης δεδομένων, η οποία ποικίλει αναλόγως της ετικέτας. Επίσης, υπάρχει διαχωρισμός μεταξύ της μνήμης που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο χρήστης και μερικά τμήματα μνήμης που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της κατάστασης της ετικέτας ή της εντολής kill. Λόγω μείωσης κόστους συνήθως τα επίπεδα μνήμης για μια EPC ετικέτα είναι περίπου 96 bits. Έτσι από το να αποθηκεύονται τα δεδομένα στην ετικέτα χρησιμοποιείται ένας σειριακός αντιπροσωπευτικός αριθμός για τις πληροφορίες του κάθε αντικειμένου σε μια βάση δεδομένων.
- Η ικανότητα μετατροπής ραδιοκυμάτων σε ηλεκτρική ενέργεια. Η ενέργεια του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου την οποία το κύκλωμα δέχεται από την κεραία πρέπει να μετατραπεί σε ενέργεια που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την λειτουργία του κυκλώματος.
- Η όμοια τιμή αντίστασης μεταξύ της κεραίας και του κυκλώματος. Εάν οι δύο αντιστάσεις είναι ανόμοιες, τότε η ενέργεια αντί να χρησιμοποιείται από την ετικέτα, απομακρύνεται και άρα η ετικέτα γίνεται μη χρησιμοποιήσιμη.

- Η ικανότητα του κυκλώματος να αλλάζει την αντίσταση της κεραίας. Οι ετικέτες στέλνουν ένα σήμα πίσω στον reader μέσω της επανασκέδασης. Αυτό το σήμα μπορεί να μετατραπεί έτσι ώστε να μεταφέρει τα δεδομένα αλλάζοντας την αντίσταση της κεραίας της ετικέτας. Με πιο απλά λόγια, το κύκλωμα αλλάζει την ικανότητα του ρεύματος να διαπερνά την κεραία.

5.2.4.2 Κεραία

Κεραίες των ετικετών υπάρχουν σε όλα τα σχήματα και μεγέθη και το σχέδιο της κεραίας αλλάζει τις δυνατότητες της ετικέτας. Για να μπορέσουν ραδιοκύματα που δημιουργούνται από τον reader να ενεργοποιήσουν μια παθητική ετικέτα πρέπει να προσκρούσουν κάθετα στην επιφάνεια της κεραίας. Αν το ηλεκτρικό πεδίο είναι παράλληλο με την επιφάνεια της κεραίας, η ετικέτα δεν μπορεί να τροφοδοτηθεί με ενέργεια ενώ αντίθετα η μέγιστη ενέργεια χρησιμοποιείται όταν αυτό είναι κάθετο προς την επιφάνεια της κεραίας. Αυτό είναι γνωστό από τον νόμο του Gauss.

Σκοπός της κεραίας είναι να συντονίσει το κύκλωμα με το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που δημιουργεί η κεραία του reader. Στις LF και HF συχνότητες με μικρή απόσταση ανάγνωσης, η ετικέτα βρίσκεται στο κοντινό πεδίο της κεραίας του reader και η μαγνητική ζεύξη με πηνία χρησιμοποιείται για την μεταφορά ενέργειας και δεδομένων. Οι κεραίες που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις συχνότητες έχουν σπειροειδές σχήμα. Στις UHF συχνότητες, οι ετικέτες βρίσκονται στο ευρύτερο πεδίο της κεραίας του reader σε περίπτωση που βρίσκονται σε μακρινή απόσταση και μια διπολική κεραία χρειάζεται για τη ζεύξη. Η κεραία της ετικέτας πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο συμπαγής και πιο εύκολη στην κατασκευή της.

Οι διπολικές κεραίες και οι κεραίες με σπειροειδές σχήμα μπορούν εύκολα να τυπωθούν σε ετικέτες και έτσι μπορούν να παραχθούν φθηνές

ετικέτες με πλατύ σχήμα. Αυτό όμως έχει ως μειονέκτημα ότι τα χαρακτηριστικά της κεραίας και ως αποτέλεσμα και οι ικανότητές της για επικοινωνία επηρεάζονται από γειτονικά υλικά, κυρίως από το αντικείμενο στο οποίο βρίσκεται προσκολλημένη. Για παράδειγμα, μια διπολική κεραία δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί πάνω σε μια μεταλλική επιφάνεια και έχει διαφορετικές ιδιότητες όταν βρίσκεται πάνω σε γυαλί και διαφορετικές όταν βρίσκεται πάνω σε χαρτί. Συνεπώς, ετικέτες που λειτουργούν σε HF συχνότητες με σπειροειδείς κεραίες είναι προτιμότερες για χρήση σε μεταλλικές επιφάνειες, αν και ένα πλαστικό είναι απαραίτητο να διαχωρίσει την κεραία από το μέταλλο. Η χρήση μιας ετικέτας μπορεί να είναι αδύνατη εάν λάθος τύπος κεραίας χρησιμοποιηθεί. Τόσο η επιλογή και ο τύπος της κεραίας της ετικέτας όσο και η επιτυχής ζεύξη της κεραίας με το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο της κεραίας του reader είναι σημαντικοί παράγοντες ώστε το σύστημα να έχει όσο το δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό ανάγνωσης των ετικετών.

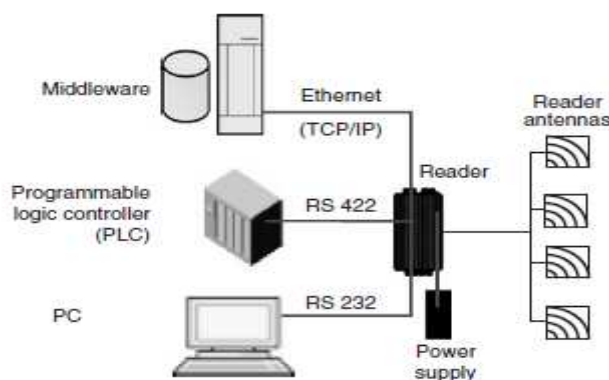
Συμπέρασμα των παραπάνω είναι ότι βασικά χαρακτηριστικά της κεραίας της ετικέτας είναι τα εξής :

- Οι κεραίες έχουν πολλές διαφορετικές γωνίες ώστε να μπορεί να γίνει η ζεύξη με τα ραδιοκύματα από οποιαδήποτε κατεύθυνση αυτά προσκρούσουν στην κεραία. Αυτές οι κεραίες είναι καταλληλότερες για το διάβασμα μιας ετικέτας καθώς αυτή περνάει από μια πόρτα αποθήκης και άρα δεν υπάρχουν μεγάλα χρονικά περιθώρια για να “διαβαστεί” η ετικέτα.
- Οι μακριές ευθείες κεραίες είναι σχεδιασμένες ώστε να έχουν μεγάλη λειτουργικότητα σε συστήματα όπως αυτών των οποίων η κατεύθυνση και το σημείο επικοινωνίας του reader και της ετικέτας είναι προκαθορισμένα, για παράδειγμα στους ιμάντες μεταφοράς ενός εργοστασίου.
- Όσο πιο ευθεία είναι η κεραία της ετικέτας τόσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος του αγωγίμου επιπέδου και άρα τόσο καλύτερη η απόδοση της ετικέτας. Εάν η κεραία της ετικέτας δημιουργεί καμπύλες προς πολλές κατευθύνσεις μόνο ένα μικρό τμήμα της

θα είναι κάθετο κάθε φορά στα ραδιοκύματα. Εάν η ετικέτα έχει μια ευθεία κεραία και η κεραία αυτή είναι σωστά προσανατολισμένη τότε ολόκληρη η επιφάνειά της “απορροφά” ενέργεια και άρα αυξάνεται η απόσταση ανάγνωσης της ετικέτας και η πιθανότητα για να παραλάβει ενέργεια αρκετή για να διαβαστεί.

5.3 RFID Reader

Ανεξαρτήτως των ικανοτήτων μιας RFID ετικέτας, αυτή δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς την παρουσία ενός reader. Οι readers είναι συσκευές ελέγχου οι οποίες περιέχουν λογισμικό για τον έλεγχο της κεραίας και για την μεταφορά δεδομένων στο υψηλότερου επιπέδου IT σύστημα. Οι readers είναι συνδεδεμένοι σε τοπικά δίκτυα (LAN), σε ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN) ή άλλες συσκευές και λογισμικά με σκοπό την μεταφορά δεδομένων. Η εικόνα δείχνει ένα τυπικό παράδειγμα των συνδέσεων ενός reader. Ένας reader με τέσσερις κεραίες είναι συνδεδεμένος στο middleware, σε έναν PLC (Programmable Logic Controller), ο οποίος χρησιμοποιείται για την αυτοματοποίηση ηλεκτρομηχανικών διαδικασιών όπως ο έλεγχος μηχανημάτων ενός εργοστασίου. Τέλος, ο reader είναι συνδεδεμένος με έναν υπολογιστή για τις ρυθμίσεις του και για διάγνωση προβλημάτων.



Εικόνα 18 Συνδέσεις ενός reader

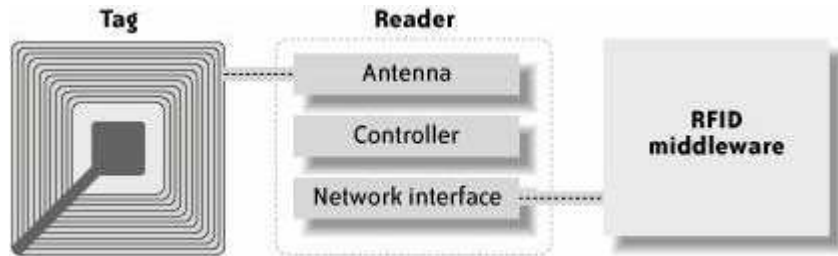
Οι readers συνδέονται με κεραίες οι οποίες δημιουργούν ηλεκτρομαγνητικά πεδία για την επικοινωνία με ετικέτες. Συνήθως, με την ονομασία reader εννοείται και ο αναγνώστης (reader) και η μια ή περισσότερες κεραίες με τις οποίες είναι συνδεδεμένος. Η λειτουργία ενός reader μπορεί να περιγραφεί στα εξής βήματα :

- Η ενέργεια για την εκπομπή ραδιοκυμάτων προέρχεται από μια εξωτερική πηγή ενέργειας όπως μια μπαταρία ή μια πρίζα.
- Μέσα στον reader ένα κύκλωμα για την ψηφιακή επεξεργασία σημάτων (Digital Signal Processor – DSP) και ένας μικροεπεξεργαστής ελέγχουν την ροή του ηλεκτρισμού αυξομειώνοντας την συχνότητα και το πλάτος του κύματος που ο reader δημιουργεί.
- Η ροή του ηλεκτρισμού κατευθύνεται στην κεραία μέσω ενός ομοαξονικού καλωδίου.
- Η κεραία στέλνει ραδιοκύματα τα οποία μεταφέρουν δεδομένα μέσω μιας τεχνικής εισαγωγής πολύ μικρών αλλαγών στο ηλεκτρικό σήμα.
- Έπειτα η κεραία του reader λαμβάνει το σήμα που στέλνει η ετικέτα.
- Τέλος, μέσω των μικρών διαφορών των ραδιοκυμάτων τα αποκωδικοποιεί και δημιουργεί χρήσιμες πληροφορίες.

5.3.1 Φυσικά μέρη ενός RFID reader

Λόγω του ότι ένας reader πρέπει να επικοινωνεί με τις ετικέτες μέσω ραδιοσυχνοτήτων κάθε RFID reader έχει μια ή περισσότερες κεραίες. Όμως ένας reader πρέπει να επικοινωνεί και με άλλες συσκευές ή υπολογιστές γι' αυτό έχει και μια διασύνδεση δικτύου. Ένα παράδειγμα μιας τέτοιας διασύνδεσης δικτύου είναι η RJ45 για Ethernet καλώδια τύπου 10BaseT και

100BaseT. Τέλος, οι readers έχουν έναν μικροελεγκτή, ουσιαστικά μια παραλλαγή μικροεπεξεργαστή.

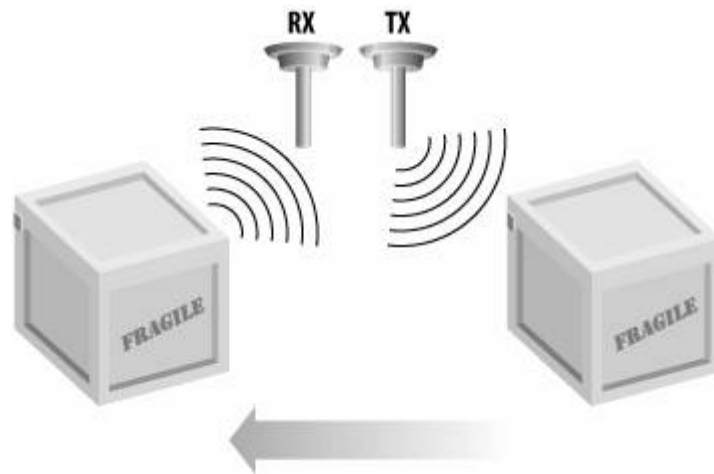


Εικόνα 19 Δομή ενός RFID reader

5.3.1.1 Κεραίες του reader

Μερικοί readers μπορούν να έχουν μια ή δύο κεραίες ενωμένες με τον reader σαν μια συσκευή, ενώ άλλοι μπορούν να χειρίζονται πολλές κεραίες σε απομακρυσμένες τοποθεσίες. Ο κύριος περιορισμός στον αριθμό των κεραιών που ένας reader μπορεί να ελέγχει είναι η απώλεια σήματος στο καλώδιο που ενώνει τον πομπό και τον δέκτη του reader με τις κεραίες. Συνήθως, ο reader πρέπει να έχει απόσταση όχι μεγαλύτερη των δύο μέτρων από την πιο απομακρυσμένη κεραία αν και υπό κάποιες συνθήκες η απόσταση αυτή μπορεί να αυξηθεί. Μερικοί readers χρησιμοποιούν μια κεραία για εκπομπή και μια για λήψη ραδιοκυμάτων. Σ' αυτή τη περίπτωση η κατεύθυνση της κίνησης της ετικέτας μέσα στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο του reader είναι πολύ σημαντική. Εάν η κεραία εκπομπής είναι μπροστά από την κεραία λήψης η κεραία λήψης θα έχει περισσότερο χρόνο για την παραλαβή ραδιοκυμάτων από την ετικέτα. Εάν η διάταξη είναι αντίστροφη ο χρόνος ενεργοποίησης της ετικέτας θα είναι μικρότερος όπως και ο χρόνος κατά τον οποίο η ετικέτα θα είναι μέσα στην εμβέλεια της κεραίας λήψης.

Στην εικόνα φαίνεται ένα τέτοιο παράδειγμα με τις ετικέτες να είναι επισυναπτόμενες στα κιβώτια τα οποία μεταφέρονται μέσω ενός ιμάντα μεταφοράς. Το βέλος δείχνει την κατεύθυνση των κιβωτίων. Η κάθε ετικέτα ενεργοποιείται καθώς περνάει από την κεραία εκπομπής, η οποία συμβολίζεται Tx (Transmitting) και αρχίζει να εκπέμπει μια απάντηση.



Εικόνα 20 Κεραία εκπομπής και κεραία λήψης

Λόγω του ότι θα έχει ήδη διανύσει κάποια απόσταση πάνω στον ιμάντα μεταφοράς, η κεραία λήψης, η οποία συμβολίζεται με Rx (Receiving) θα έχει μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για να παραλάβει την απάντηση απ' ό,τι θα είχε αν οι δύο κεραίες ήταν αντίστροφα τοποθετημένες. Αυτό σημαίνει ότι η ετικέτα έχει περισσότερες πιθανότητες να διαβαστεί.

Η κεραία και ο reader πρέπει να έχουν ένα ικανοποιητικό ρυθμό ανάγνωσης και μια ικανοποιητική αξιοπιστία ανάγνωσης. Αυτό εξαρτάται από πολλές παραμέτρους όπως ο αριθμός των κεραιών και ο προσανατολισμός τους, ο τύπος των ετικετών που χρησιμοποιείται, ο όγκος των δεδομένων που είναι αποθηκευμένος στις ετικέτες, ο τρόπος τοποθέτησης των ετικετών και άλλες. Σε φυσιολογικές συνθήκες ένας καλός ρυθμός αναγνώρισης είναι περίπου 100 ετικέτες ανά δευτερόλεπτο.

Στις HF συχνότητες η κεραία έχει σπειροειδές σχήμα, παρόμοιο με αυτό της κεραίας της ετικέτας. Είναι σχεδιασμένη ώστε να επιτυγχάνεται η

όσον το δυνατόν καλύτερη ζεύξη με τις κεραίες των ετικετών. Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία κεραιών στις UHF συχνότητες αλλά όλες είναι διπολικές. Κατευθυντήριες κεραίες, δηλαδή με το σύνολο της ενέργειάς τους συγκεντρωμένο προς μια επιθυμητή κατεύθυνση, χρησιμοποιούνται για μεγάλες αποστάσεις ανάγνωσης. Τέτοιες κεραίες δεν χρησιμοποιούνται συνήθως σε readers που κρατιούνται στο χέρι. Σε τέτοιους readers χρησιμοποιούνται ελικοειδείς κεραίες ή διπολικές.

Γενικώς τρία είναι τα κυριότερα χαρακτηριστικά για την κεραία ενός reader :

- Όσο το δυνατόν μεγαλύτερη κατευθυντήρια ικανότητα, δηλαδή η ικανότητα της κεραίας να στέλνει τα ραδιοκύματά της προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση.
- Κυκλική πόλωση. Υπάρχουν δύο τύποι πόλωσης, η γραμμική και η κυκλική. Εάν η κεραία είναι διπολική θα έχει γραμμική πόλωση. Στην κυκλική πόλωση το εκπεμπόμενο σήμα κάνει περιστροφική κίνηση.
- Κέρδος της κεραίας. Με τον όρο “κέρδος” αναφερόμαστε στο πόσο καλύτερα ή χειρότερα μια κεραία μπορεί να εκπέμψει το σήμα της σε σχέση με μια υποθετική ιδανική κεραία η οποία εκπέμπει προς όλες τις κατευθύνσεις και δεν έχει απώλειες.

5.3.1.2 Διασύνδεση δικτύου

Οι readers επικοινωνούν με δίκτυα και άλλες συσκευές μέσω διάφορων διασυνδέσεων. Οι RFID readers επιβάλλεται να υποστηρίζουν κατάλληλες διασυνδέσεις για την επικοινωνία με υψηλότερου επιπέδου λογισμικό στην αρχιτεκτονική των RFID συστημάτων, για ρυθμίσεις χαρακτηριστικών τους και για διαγνωστικούς σκοπούς, όπως :

- Ethernet και TCP/IP για τοπικά δίκτυα (LAN) και ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN).
- RS422 και RS232 για απευθείας σύνδεση με έναν προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή (PLC).
- GSM, GPRS ή UMTS για κινητές τηλεπικοινωνίες.

Τέλος, πολλοί readers υποστηρίζουν Bluetooth συνδέσεις και επιβάλλεται να συνδέονται με απλές συσκευές ελέγχου.

5.3.1.3 Μικροελεγκτής

Η πολυπλοκότητα του κυκλώματος που ελέγχει τον reader μπορεί να διαφέρει από ένα απλό chip το οποίο μπορεί να χρησιμοποιείται για έναν πολύ μικρό reader σε ένα κινητό τηλέφωνο μέχρι ένα ολοκληρωμένο μικροεπεξεργαστή ικανό να χειρίζεται έναν πολύ μεγάλο όγκο δεδομένων. Ο ελεγκτής μπορεί να διαχωρίσει ποιες πληροφορίες οι οποίες διαβάζονται από κάποιες ετικέτες χρειάζεται να σταλούν στο δίκτυο με το οποίο είναι συνδεδεμένος ο reader.

Τέσσερα είναι τα κύρια υποσυστήματα αυτού του μικροελεγκτή που αξίζει να αναφερθούν :

1. Διασύνδεση προγραμματισμού εφαρμογών (Application Programming Interface - API). Η διασύνδεση προγραμματισμού εφαρμογών επιτρέπει άλλες εφαρμογές να ζητήσουν πληροφορίες για κάποιες ετικέτες να ρυθμίσουν κάποια χαρακτηριστικά του reader και να ελέγξουν την λειτουργία του.
2. Υποσύστημα επικοινωνιών. Το υποσύστημα επικοινωνιών χειρίζεται τις λεπτομέρειες για την επικοινωνία μέσω οποιουδήποτε πρωτοκόλλου μεταφοράς μπορεί ο reader να χρησιμοποιεί, για να έρθει σε επαφή με το middleware. Για

παράδειγμα, αυτό το συστατικό μπορεί να υλοποιεί μια σύνδεση Bluetooth ή Ethernet.

3. Διαχείριση γεγονότων. Όταν ένας reader βλέπει μια ετικέτα, ονομάζεται παρατήρηση. Όταν μια παρατήρηση είναι διαφορετική από τις προηγούμενες, ονομάζεται γεγονός. Ο διαχωρισμός αυτών των γεγονότων είναι γνωστός και ως φιλτράρισμα γεγονότων. Το υποσύστημα διαχείρισης γεγονότων καθορίζει τι είδους παρατηρήσεις θεωρούνται γεγονότα και ποια γεγονότα είναι αρκετά σημαντικά ώστε να σταλούν σε μια εξωτερική εφαρμογή. Όσο οι readers γίνονται όλο και “εξυπνότεροι” θα μπορούν να είναι ικανοί να εφαρμόζουν πιο σύνθετες διαδικασίες σε αυτό το επίπεδο μειώνοντας έτσι την κίνηση του δικτύου.
4. Υποσύστημα κεραιών. Το υποσύστημα κεραιών επιτρέπει στους readers να επικοινωνήσουν με τις ετικέτες και να ελέγξουν τις κεραιές.

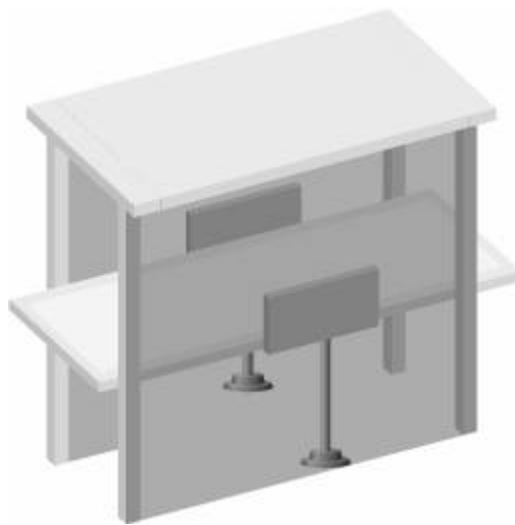
5.3.2 Τύποι των RFID readers

Υπάρχουν διάφοροι τύποι reader καθένας από τους οποίους είναι καταλληλότερος για χρήση σε συγκεκριμένες εφαρμογές. Οι πιο σημαντικοί τύποι είναι οι εξής :

- Οι readers και οι κεραιές τους είναι τοποθετημένα σε μια πύλη ή πόρτα αποθήκης από την οποία μεταφέρονται κιβώτια μέσω ενός ανυψωτικού μηχανήματος ή ενός καροτσιού μεταφοράς κιβωτίων. Ο κρίσιμος παράγοντας εδώ είναι η ικανότητα αναγνώρισης ετικετών σε μεγάλες αποστάσεις με τις ετικέτες των προϊόντων να είναι τοποθετημένες και προσανατολισμένες σε διάφορα σημεία. Αυτός ο τύπος αποτελείται συνήθως από

έναν reader και τέσσερις κεραίες, δύο σε κάθε πλευρά της πύλης.

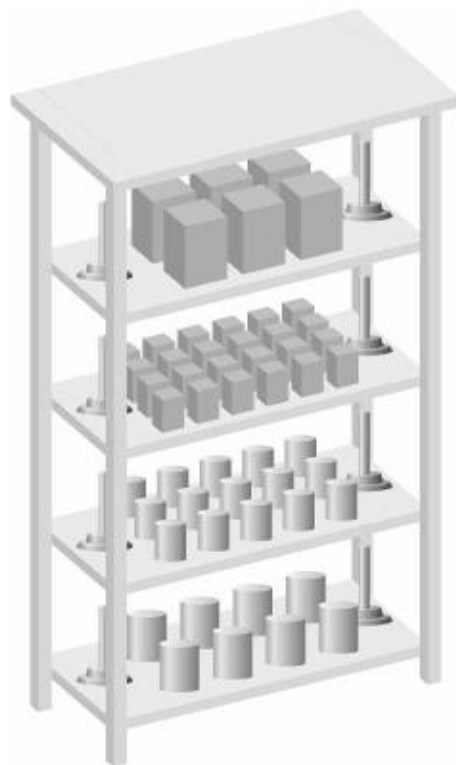
- Readers τοποθετημένοι σε κάποιου είδους οχήματος όπως σε ένα όχημα ανύψωσης κιβωτίων.
- Κινητοί readers, δηλαδή readers που κρατιούνται στο χέρι. Μεταφέρονται εύκολα και μεταδίδουν τα δεδομένα από τις ετικέτες ασύρματα (GSM ή WAN) ή τα αποθηκεύουν σε μια ενσωματωμένη μνήμη.
- Ενιαίοι readers, δηλαδή η κεραία και ο reader είναι ενωμένα σε μια συσκευή. Είναι ο πιο φθηνός τύπος reader και χρησιμοποιείται για σχετικά μικρές αποστάσεις ανάγνωσης.
- Readers σε “σήραγγες” ιμάντων μεταφοράς. Με την λέξη “σήραγγες” εννοείται ένα κλειστό μέρος που δημιουργείται συνήθως σε έναν ιμάντα μεταφοράς και στο οποίο είναι τοποθετημένες οι κεραίες και μερικές φορές και ο reader.



Εικόνα 21 Reader σε "σήραγγα"

Το πλεονέκτημα είναι ότι η “σήραγγα” αυτή προσφέρει ένα είδος “θωράκισης” η οποία απορροφά τα ανακλώμενα ή τα λάθος κατευθυνόμενα ραδιοκύματα που μπορεί να δημιουργούσαν παρεμβολές σε γειτονικές κεραίες και readers.

- Κινητά τηλέφωνα με RFID. Κινητά τηλέφωνα μπορούν να ρυθμιστούν για να λειτουργούν σαν RFID readers ή ακόμα και σαν RFID ετικέτες. Είναι μια οικονομική εμπορική λύση για πληρωμές σε μέσα μεταφοράς αλλά έχει και βιομηχανική εφαρμογή, όταν για παράδειγμα ένας τεχνικός χρειάζεται να αναγνωρίσει γρήγορα κάποια αντικείμενα.
- “Εξυπνα” ράφια. Είναι μια πολύ συχνά χρησιμοποιούμενη εφαρμογή του RFID. Σε αυτά τα ράφια υπάρχουν τοποθετημένες κεραίες με τέτοιο τρόπο ώστε οι readers να αναγνωρίζουν την εισαγωγή ή την εξαγωγή ενός αντικειμένου από το ράφι ή να καταγράψουν όλα τα αντικείμενα που βρίσκονται στο ράφι μετά από σχετικό αίτημα. Αυτό μπορεί να προσφέρει ενημέρωση των αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο, όπως και να ειδοποιήσει για προϊόντα που πιθανόν να πλησιάζει η ημερομηνία λήξης τους.



Εικόνα 22 "Εξυπνα" ράφια

5.4 Ενδιάμεσο λογισμικό (middleware) RFID συστημάτων

Ακόμα και αν ένα RFID σύστημα εξοπλιστεί με τους κατάλληλους readers και ετικέτες δεν θα έχει καμιά αξία εάν δεν υπάρχει μια εφαρμογή της οποίας η κύρια λειτουργία να είναι η μετατροπή των δεδομένων σε χρήσιμες πληροφορίες. Οι RFID readers δεν ήταν δυνατόν να ενωθούν απευθείας με τις εφαρμογές των επιχειρήσεων οι οποίες εγκατέστησαν RFID συστήματα για τρεις κυρίως λόγους :

- Πρώτον, δεν είναι όλα τα δεδομένα χρήσιμα. Ετικέτες μπορούν να διαβαστούν δύο ή περισσότερες φορές και περιττές πληροφορίες πρέπει να φιλτραριστούν έτσι ώστε να μην υπερφορτωθεί το δίκτυο με μεγάλη και άσκοπη μετακίνηση δεδομένων και οι εφαρμογές της επιχείρησης με περιττές πληροφορίες.
- Δεύτερον, όλοι οι readers δεν έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά και χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνικές. Αυτό σημαίνει, ότι το να φτιαχτούν ξεχωριστές διασυνδέσεις για κάθε τύπο reader της κάθε εταιρείας θα ήταν αδύνατο.
- Τέλος, διαφορετικές πληροφορίες χρειάζεται να αποδοθούν σε διαφορετικές εφαρμογές και βάσεις δεδομένων.

Όλα αυτά τα προβλήματα λύνονται με την παρουσία του ενδιάμεσου λογισμικού, το οποίο στην ουσία είναι λογισμικό εγκατεστημένο σε έναν server ανάμεσα στους readers και στις εφαρμογές της επιχείρησης. Εκτός όμως από το φιλτράρισμα των δεδομένων, το ενδιάμεσο λογισμικό δίνει την δυνατότητα οι εφαρμογές της εταιρείας να μην χρειάζεται να γνωρίζουν τίποτα σχετικά με το φυσικό επίπεδο του RFID συστήματος (readers, αισθητήρες).

5.4.1 Δυνατότητες ενδιάμεσου λογισμικού

Κάθε RFID σύστημα δεν θα έχει τις ίδιες απαιτήσεις από το ενδιάμεσο λογισμικό. Γενικώς όμως θα μπορούσε να αναφερθεί ότι οι σημαντικότερες δυνατότητες του ενδιάμεσου λογισμικού είναι οι εξής :

- Διαχείριση των readers και άλλων συσκευών του RFID συστήματος. Το ενδιάμεσο λογισμικό δίνει την δυνατότητα στους χρήστες να ρυθμίσουν τους readers ή να εκπέμπουν εντολές προς αυτούς μέσω μιας διεπαφής.
- Διαχείριση δεδομένων. Αφού το ενδιάμεσο λογισμικό “συλλάβει” τα EPC δεδομένα από τους readers πρέπει να μπορέσει να τα διαχωρίσει και να τα προωθήσει στον κατάλληλο προορισμό.
- Ενοποίηση εφαρμογών. Το ενδιάμεσο λογισμικό θα πρέπει να προσφέρει λειτουργίες προώθησης, σύνδεσης και ενημέρωσης μεταξύ διαφορετικών τμημάτων της επιχείρησης και των εφαρμογών του κάθε τμήματος. Τέτοια τμήματα μπορεί να είναι η διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού (Supply – chain management - SCM), συστήματα διαχείρισης αποθηκών ή τμήμα ενημέρωσης πελατών.
- Ενοποίηση συνεργατών. Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα των RFID συστημάτων είναι ότι τα δεδομένα μπορούν να μοιράζονται για την ταχύτερη διεκπεραίωση συνεργατικών διαδικασιών. Αυτό σημαίνει ότι το ενδιάμεσο λογισμικό θα πρέπει να προσφέρει ενημέρωση από επιχείρηση σε επιχείρηση (Business – to – Business B2B).
- Διαχείριση διαδικασιών και ανάπτυξη εφαρμογών. Ένα σύγχρονο ενδιάμεσο λογισμικό θα πρέπει εκτός από την σωστή προώθηση των δεδομένων στις κατάλληλες εφαρμογές να οργανώνει αυτόματα κάποιες διαδικασίες. Για παράδειγμα, εάν το σύστημα καταλάβει ότι ένας συγκεκριμένος τύπος προϊόντος εισέρχεται από μια συγκεκριμένη πόρτα και η διαδικασία παραλαβής συνδέεται με την διαδικασία πωλήσεων πρέπει να

μπορεί να συνειδητοποιεί πότε τελειώνουν τα αποθέματα αυτού του προϊόντος και να ειδοποιήσει με ένα κατάλληλο μήνυμα τον τομέα παραγγελιών.

- Ευελιξία λογισμικού. Ένα RFID σύστημα ακόμα και μέτριου μεγέθους είναι σίγουρο ότι θα παράγει πολύ μεγάλο όγκο δεδομένων. Το ενδιάμεσο λογισμικό είναι υπεύθυνο για την επεξεργασία αυτών και θα πρέπει να παρέχει δυνατότητες αντιστάθμισης του όγκου των δεδομένων που κάθε server επεξεργάζεται και αυτόματα να προωθεί τα δεδομένα σε έναν άλλο server εάν κάποιος δεν μπορεί να ανταποκριθεί εκείνη την στιγμή.

5.4.2 Συστατικά μέρη του ενδιάμεσου λογισμικού

Τρία είναι τα κυριότερα μέρη από τα οποία αποτελείται το ενδιάμεσο λογισμικό. Αυτά είναι τα εξής :

- Διασύνδεση επιπέδου εφαρμογής. Σκοπός της είναι να προσφέρει μια διεπαφή για την ρύθμιση, τον έλεγχο και την διαχείριση του ενδιάμεσου λογισμικού αλλά και των readers και των αισθητήρων. Επεξηγεί με την κατάλληλη σημασιολογία τα δεδομένα που συλλέγονται και συνήθως έχει ασύγχρονη σύνδεση με τους readers.
- Διαχείριση γεγονότων. Μια αλυσίδα καταστημάτων μπορεί να έχει εκατοντάδες, αν όχι χιλιάδες readers. Αυτοί μπορεί να παράγουν εκατομμύρια παρατηρήσεις ανά δευτερόλεπτο. Προωθώντας αυτές τις παρατηρήσεις στις εφαρμογές της επιχείρησης, αυτή θα ήταν καταδικασμένη σε αποτυχία. Εκτός του τεράστιου όγκου δεδομένων που αυτές οι παρατηρήσεις θα

είχαν, χρειάζονται και επιπλέον επεξεργασία ώστε να έχουν νόημα σε επιχειρηματικές εφαρμογές. Για να γίνει πιο κατανοητό αυτό σκεφτείτε ως παράδειγμα, μια αλυσίδα δέκα καταστημάτων η οποία ήθελε να εγκαταστήσει ένα σύστημα “έξυπνων” ραφιών. Σε κάθε ράφι υπάρχουν περίπου 25 αντικείμενα και 4 ράφια ανά μεταλλική κατασκευή. Εάν προστεθεί το σύνολο των μεταλλικών κατασκευών, κάθε κατάστημα έχει από 400 ράφια. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τον αριθμό των αντικειμένων.

Τοποθεσία	Αριθμός αντικειμένου
1 ράφι	25
1 μεταλλική κατασκευή (4 ράφια)	100
1 κατάστημα (400 ράφια)	40.000
Και τα 10 καταστήματα	400.000

Πίνακας 4 Αριθμός αντικειμένων ανά τοποθεσία

Ένας reader δεν είναι 100% ακριβής στο διάβασμα όλων των ετικετών. Συνήθως, στα 100 αντικείμενα θα ανιχνεύσει από 80 έως 99 από αυτά. Γι’ αυτό το λόγο, μπορεί να σκανάρει ως και 10 φορές το λεπτό. Με βάση αυτό, ο παρακάτω πίνακας δείχνει τους αριθμούς των παρατηρήσεων στο παράδειγμα που περιγράψαμε παραπάνω.

Τοποθεσία	Αριθμός παρατηρήσεων
1 ράφι ανά λεπτό	1.000
1 κατάστημα ανά λεπτό	400.000
1 κατάστημα ανά ημέρα	24.000.000
Και τα 10 καταστήματα ανά ημέρα	240.000.000

Πίνακας 5 Αριθμός παρατηρήσεων ανά τοποθεσία

Εάν όλα αυτά τα δεδομένα δεν φιλτραριστούν από το ενδιάμεσο λογισμικό, παρότι όπως έχει ήδη αναφερθεί οι readers μπορούν

να κάνουν ένα τυπικό φιλτράρισμα, και δεν επεξεργαστούν απ' αυτό αλλά σταλούν στις εφαρμογές της επιχείρησης, τόσο οι εφαρμογές αυτές όσο και το δίκτυο θα υπερφορτωθούν χωρίς ιδιαίτερα αποτελέσματα.



Εικόνα 23 Σημασία διαχείρισης γεγονότων

- Προσαρμογή των readers. Θα ήταν πολύ δύσκολο έως αδύνατο κάθε εφαρμογή της εταιρείας να διασυνδέονταν με το φυσικό επίπεδο ενός RFID συστήματος. Υπάρχουν πάρα πολλοί τύποι RFID readers στην αγορά, με την κάθε εταιρεία να χρησιμοποιεί την δικιά της διασύνδεση. Η προσαρμογή των readers είναι κάτι που το ενδιάμεσο λογισμικό προσφέρει και αποκρύπτει τη διασύνδεση του κάθε reader, έτσι ώστε να μην χρειάζεται να έρθουν σε επαφή με αυτήν οι προγραμματιστές εφαρμογών της κάθε εταιρείας.

5.4.3 Αρχιτεκτονική ενδιάμεσου λογισμικού

Σε περίπτωση που το ενδιάμεσο λογισμικό ήταν σε ένα κεντρικό σημείο στο οποίο θα στέλνονταν όλα τα δεδομένα, η λειτουργικότητα και η σχεδίαση δεν θα ήταν καλή. Αν όλα τα δεδομένα από κάθε reader μιας εταιρείας στέλνονταν σε ένα κεντρικό σημείο που βρίσκεται το κεντρικό λογισμικό το δίκτυο θα ήταν συνεχώς υπερφορτωμένο. Οπότε για την καλύτερη σχεδίασή του, η αρχιτεκτονική του ενδιάμεσου λογισμικού θα μπορούσε να διαχωριστεί σε τρία επίπεδα.

Επίπεδα αρχιτεκτονικής του ενδιάμεσου λογισμικού		
Επίπεδο	Λειτουργικότητα	Τοποθεσία
<p>Το πρώτο επίπεδο βρίσκεται στην άκρη του συστήματος και κύριος σκοπός του είναι να αποτρέψει την υπερφόρτωση του δικτύου.</p>	<p>Πολύ βασικό φιλτράρισμα, όπως ετικέτες που διαβάζονται δύο ή περισσότερες φορές ώστε να μην υπερφορτωθεί το δίκτυο με περιττά δεδομένα. Παρ' όλα αυτά περιττά δεδομένα προωθούνται και πάλι. Μπορεί επίσης να ενώσει δεδομένα από κάποιες ετικέτες σε πακέτα, απ' το να στέλνει ξεχωριστά τις πληροφορίες κάθε ετικέτας.</p>	<p>Τοποθετείται όσον το δυνατόν πιο κοντά ή ακόμα και μέσα στους readers, όπως αναφέρθηκε. Καθώς οι readers γίνονται πιο έξυπνοι επιτελούν οι ίδιοι αυτό το φιλτράρισμα δεδομένων.</p>

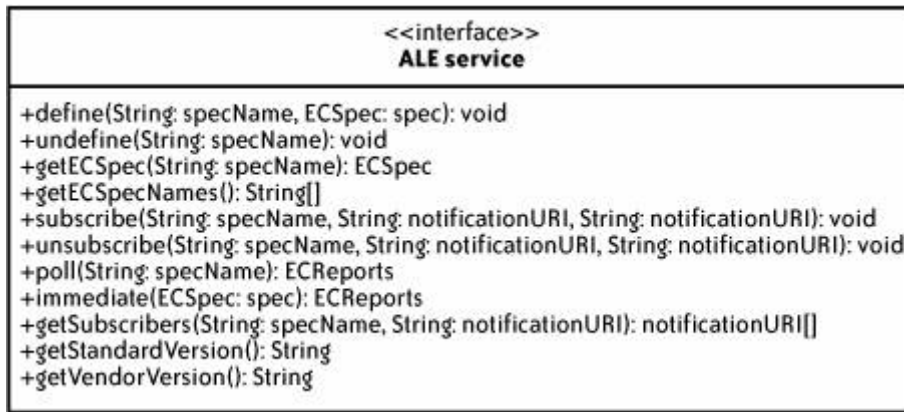
Επίπεδο	Λειτουργικότητα	Τοποθεσία
<p>Το δεύτερο επίπεδο που ως στόχο έχει να κάνει πιο εξειδικευμένο φιλτράρισμα, το οποίο απαιτεί καθολική γνώση όλων των δεδομένων από όλες τις ετικέτες.</p>	<p>Επιλέγει που θα δρομολογήσει τα δεδομένα, είτε σε ένα τοπικό σύστημα διαχείρισης είτε στο υψηλότερο επίπεδο του ενδιάμεσου λογισμικού, και ειδοποιεί όταν συμβαίνουν σφάλματα, χρησιμοποιώντας επιχειρησιακούς κανόνες που έχουν οριστεί. Αποθηκεύει κάποια δεδομένα σε μια βάση δεδομένων έτσι ώστε να υπάρχει γνώση όλης της κίνησης των προϊόντων που υπήρχε σε εκείνο το σημείο.</p>	<p>Σε ξεχωριστές τοποθεσίες όπως αποθήκες ή καταστήματα.</p>
<p>Το υψηλότερο επίπεδο έχει ως στόχο να δεχτεί δεδομένα από το δεύτερο επίπεδο και να τα στείλει στην κατάλληλη επιχειρησιακή εφαρμογή.</p>	<p>Συνδέεται με επιχειρησιακές εφαρμογές ή κεντρικές βάσεις δεδομένων και επίσης στέλνει δεδομένα σε εξωτερικούς συνεργάτες όπως μια παραγγελία.</p>	<p>Συνήθως σε ένα κεντρικό σημείο όπου οι πληροφορίες μπορούν να ανακτηθούν και να χρησιμοποιηθούν για σκοπούς της επιχείρησης.</p>

Πίνακας 6 Επίπεδα αρχιτεκτονικής του ενδιάμεσου λογισμικού

5.4.4 Application Level Events (ALE) και Savant

Application Level Events ή αλλιώς ALE είναι ένα πρότυπο που καθιέρωσε η EPCglobal, το οποίο κάνει δυνατή την απόκτηση φιλτραρισμένων EPC δεδομένων από διάφορες πηγές. Το πρότυπο αυτό παρέχει μια διασύνδεση, η οποία καθιστά δυνατή την αίτηση για φιλτραρισμένα δεδομένα από διάφορες πηγές. Είναι το πρότυπο, το οποίο αντικατέστησε το πρότυπο Savant που έχει καθορίσει το Auto-ID Center και το οποίο είχε οριστεί ως ένας δρομολογητής δεδομένων που εκτελεί λειτουργίες όπως η σύλληψη, η παρακολούθηση και η εκπομπή δεδομένων. Με τον όρο Savant εννοούνταν οποιοδήποτε λογισμικό που βρίσκονταν ανάμεσα σε κάποια πηγή δεδομένων (reader) και στις επιχειρησιακές εφαρμογές με κύριο σκοπό το φιλτράρισμα δεδομένων. Οι προδιαγραφές του Savant ήταν η πρώτη προσπάθεια για τον καθορισμό ενός προτύπου για την επεξεργασία RFID γεγονότων, αλλά έδινε βάση περισσότερο στο πως οι διαχειριστές γεγονότων θα υλοποιούνταν παρά στις υπηρεσίες που αυτοί θα πρόσφεραν. Οι προδιαγραφές του προτύπου ALE παρέχουν ένα τρόπο ώστε η επεξεργασία EPC δεδομένων να γίνεται πιο κοντά στην πηγή αυτών των δεδομένων. Αυτό το επιτυγχάνει, με τον καθορισμό μιας διασύνδεσης ενός μοντέλου επικοινωνίας μεταξύ ALE clients και ALE servers.

Η διαφορά με τις προδιαγραφές του Savant είναι ότι οι προδιαγραφές του ALE δεν καθορίζουν ρητά πώς η διασύνδεση αυτή πρέπει να υλοποιηθεί ή που μπορεί να αναπτυχθεί. Για παράδειγμα, μια υπηρεσία ALE μπορεί να αναπτυχθεί σε έναν reader ή σε μια εφαρμογή server. Τα κύρια πλεονεκτήματα των προδιαγραφών του προτύπου ALE είναι ότι παρέχει πρότυπα για την διαχείριση γεγονότων, επεκτασιμότητα και διαχωρισμό της διασύνδεσης από τον τρόπο υλοποίησής της. Η διασύνδεση της κύριας υπηρεσίας ALE φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 24 Διασύνδεση του προτύπου ALE

5.4.5 Δίκτυο RFID πληροφοριών

Είναι σημαντικό να κατανοηθεί ότι μια EPC ετικέτα περιέχει μόνον ένα μοναδικό αναγνωστικό αριθμό, που από μόνος του δεν προσφέρει καμιά ιδιαίτερη πληροφορία για το προϊόν. Το όραμα της EPCglobal είναι συνεργαζόμενες εταιρείες και βιομηχανίες να δημιουργήσουν ένα δίκτυο υπηρεσίας EPC πληροφοριών (EPC Information Service – EPCIS), το οποίο θα προμηθεύει μετά από απαίτηση πληροφορίες για συγκεκριμένους ηλεκτρονικούς κωδικούς προϊόντων (EPC). Αυτές οι πληροφορίες θα υπάρχουν σε EPCIS servers και θα περιέχουν και την τελευταία τοποθεσία που ανιχνεύτηκε αυτό το αντικείμενο με τον συγκεκριμένο EPC, όπως και πληροφορίες τιμολόγησης και άλλες.

Καθώς τα προϊόντα μεταφέρονται μέσω της αλυσίδας εφοδιασμού, διάφοροι συμμετέχοντες σε αυτήν θα χρειαστούν προτυποποιημένους τρόπους για να ανταλλάξουν πληροφορίες εντοπισμού αυτών των προϊόντων και να πάρουν σημαντικές πληροφορίες γι' αυτά βασιζόμενα στον EPC τους. Η EPCglobal οραματίζεται αλληλοσυνδεδεμένα EPCIS δίκτυα, τα οποία θα συνεργάζονται για να παρέχουν απαραίτητες πληροφορίες για προϊόντα με EPC. Βασισμένο πάνω στις RFID EPC τεχνολογίες και στην τωρινή δομή του

internet το δίκτυο της EPCglobal θα προσφέρει τις προοπτικές για αυξημένη αποδοτικότητα και ακρίβεια στον εντοπισμό προϊόντων μεταξύ συνεργατών.

Καθώς κάποια προϊόντα μεταφέρονται από τον κατασκευαστή στον διανομέα και έπειτα στον πωλητή, καθένας από αυτούς δημιουργεί πληροφορίες εντοπισμού. Για την σύνδεση αυτών των πληροφοριών εντοπισμού που καθένας από τους συμμετέχοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού δημιουργεί χρησιμοποιούνται τα δίκτυα EPCIS και το Object Naming Service (ONS) ή αλλιώς σύστημα ονομάτων προϊόντων. Το ONS είναι ένα σύστημα σχεδιασμένο από το Auto-ID Center για την εύρεση μοναδικών ηλεκτρονικών κωδικών προϊόντων (EPC) και καταδεικνύει σε υπολογιστές που βρίσκονται οι πληροφορίες σχετικά με το προϊόν που είναι συνυφασμένο με αυτόν τον κωδικό. Το ONS είναι παρόμοιο με το Domain Name Service (DNS).

Κεφάλαιο 6

Ασφάλεια και ιδιωτικότητα RFID συστημάτων

6.1 Εισαγωγή

RFID συστήματα σήμερα χρησιμοποιούνται σχεδόν παντού. Υπολογίζεται ότι το 2016 η αγορά των RFID συστημάτων θα είναι 26 δισεκατομμύρια δολάρια. Από αυτό συμπεραίνεται ο σημαντικός ρόλος που θα έχουν σε πολλούς τομείς της ζωής του ανθρώπου. Νέας γενιάς διαβατήρια και πιστωτικές κάρτες, αλλά και συστήματα εισόδων, όπως και αμέτρητες άλλες εφαρμογές, χρησιμοποιούν RFID και έχουν ήδη εφαρμοστεί ή θα εφαρμοστούν στο μέλλον.

Για την προστασία των πληροφοριών που οι ετικέτες μεταφέρουν, RFID σήματα μπορούν να είναι κωδικοποιημένα χρησιμοποιώντας κατάλληλους αλγόριθμους, ώστε να μην είναι εύκολο για readers χωρίς την κατάλληλη δικαιοδοσία, να μπορούν να αποκτήσουν αυτές τις πληροφορίες. Παρ' όλα αυτά είτε γιατί οι RFID ετικέτες δεν παρέχουν τρόπους ασφάλειας των δεδομένων λόγω κόστους είτε γιατί η ασφάλεια που τα RFID συστήματα παρέχουν δεν είναι επαρκής, τα δεδομένα μπορούν να υποκλαπούν και να χρησιμοποιηθούν για κακόβουλους σκοπούς. Αυτό δημιουργεί πολλά ερωτήματα σε θέματα ασφαλείας και ιδιωτικότητας των ανθρώπων που σχετίζονται με τις πληροφορίες που αυτά τα RFID συστήματα διακινούν.

6.2 Η έννοια της ασφάλειας

Όπως και με διάφορες άλλες τεχνολογίες που υπάρχουν, έτσι και για την RFID τεχνολογία, κυκλοφορούν διάφορες ανακριβείς ιστορίες για τους σκοπούς της χρήσης τους. Για παράδειγμα, το πορτοφόλι που κουβαλάει κάποιος μαζί του, ηλεκτρονικά αντικείμενα, φάρμακα, πιστωτικές κάρτες, το αυτοκίνητο και μπορεί και οτιδήποτε άλλο έρχεται σε επαφή ο άνθρωπος στην καθημερινότητά του να ανιχνευτούν από κάποιον με κακόβουλες προθέσεις με την χρήση ενός reader. Ακούγεται επίσης, ότι αυτή η τεχνολογία θα χρησιμοποιηθεί ώστε να υπάρχει ακριβής εντοπισμός του κάθε ανθρώπου για την εξυπηρέτηση κυβερνητικών υπηρεσιών.

Μέσω του RFID, κυβερνήσεις ή άλλοι μεγάλοι οργανισμοί θα μπορούσαν να γνωρίζουν κάθε λεπτομέρεια και συνήθεια της ζωής του κάθε ανθρώπου και να αποφασίζουν μέσω αυτών των πληροφοριών για διάφορα ζητήματα όπως για παράδειγμα, η έγκριση ενός δανείου ή μιας ασφάλειας ζωής. Παρόλο που όλα αυτά δεν είναι αλήθεια, η τεχνολογία RFID μπορεί να απειλήσει την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα του ανθρώπου. Σίγουρα μεγάλοι οργανισμοί διατηρούν μεγάλο όγκο πληροφοριών που προέρχεται από καταναλωτές για διάφορους σκοπούς αλλά επίσης αυτό σίγουρα γίνονταν και πριν την εμφάνιση των RFID συστημάτων. Τα RFID είναι όπως το internet σε πρώιμα στάδια όπου και εκεί κανένας δεν είχε σκεφτεί μηχανισμούς ασφαλείας ενάντια ιών ή άλλων κακόβουλων επιθέσεων. Η αλήθεια είναι ότι η παραβίαση RFID συστημάτων γίνεται πολύ εύκολα και αυτό καθιστά εύκολη την κλοπή “έξυπνων” καρτών, διαβατηρίων ή RFID ετικετών για είσοδο από κάποια πόρτα ή σε ένα αυτοκίνητο.

Λόγω αυτού γίνεται προσπάθεια να μετριάσουν οι πιθανές απειλές για την ασφάλεια των RFID συστημάτων. Ο όρος “ασφάλεια” σε ένα RFID σύστημα περιλαμβάνει τρεις έννοιες : διαθεσιμότητα, ακεραιότητα και εμπιστευτικότητα. Οι απαιτήσεις για καθεμία από αυτές τις τρεις έννοιες διαφέρουν από σύστημα σε σύστημα και εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως η κρισιμότητα του σκοπού που εξυπηρετεί, τη σημασία των δεδομένων τα οποία χειρίζεται ή το ενδεχόμενο απώλειας από διάφορα



συμβάντα. Για να γίνει πιο κατανοητό, θα επεξηγηθούν οι τρεις βασικές έννοιες της ασφάλειας ενός RFID συστήματος.

- Εικόνα 25 Βασικές έννοιες ασφάλειας που ένα σύστημα πρέπει να λειτουργεί συνεχόμενα στην απαιτούμενη απόδοση. Εκτός από κακή σχεδίαση του συστήματος, ένα σύστημα μπορεί να μην λειτουργεί σωστά για το απαιτούμενο χρονικό διάστημα, δηλαδή να μην είναι διαθέσιμο, όσο απαιτείται λόγω επιθέσεων όπως επιθέσεις άρνησης λειτουργίας. Για παράδειγμα, κάποιος θα μπορούσε να δημιουργήσει παρεμβολές στα ραδιοκύματα ανάμεσα στο reader και στις ετικέτες ή να χρησιμοποιήσει άλλες τεχνικές όπως μια ετικέτα παρεμπόδισης, για να εμποδίσει την ανάγνωση κάποιων ετικετών.
- Διαθεσιμότητα : Με τον όρο διαθεσιμότητα εννοούμε τον χρόνο που ένα σύστημα πρέπει να λειτουργεί συνεχόμενα στην απαιτούμενη απόδοση. Εκτός από κακή σχεδίαση του συστήματος, ένα σύστημα μπορεί να μην λειτουργεί σωστά για το απαιτούμενο χρονικό διάστημα, δηλαδή να μην είναι διαθέσιμο, όσο απαιτείται λόγω επιθέσεων όπως επιθέσεις άρνησης λειτουργίας. Για παράδειγμα, κάποιος θα μπορούσε να δημιουργήσει παρεμβολές στα ραδιοκύματα ανάμεσα στο reader και στις ετικέτες ή να χρησιμοποιήσει άλλες τεχνικές όπως μια ετικέτα παρεμπόδισης, για να εμποδίσει την ανάγνωση κάποιων ετικετών.
 - Ακεραιότητα : Κύριος στόχος της ακεραιότητας είναι να εξασφαλίσει την ακρίβεια και την αυθεντικότητα των πληροφοριών που μεταδίδονται από το σύστημα παρεμποδίζοντας ακούσιες ή κακόβουλες τροποποιήσεις αυτών των πληροφοριών. Το “πείραγμα” των δεδομένων κάποιων ετικετών θα ήταν ένα παράδειγμα μιας επίθεσης ενάντια στην ακεραιότητα ενός RFID συστήματος.
 - Εμπιστευτικότητα : Η εμπιστευτικότητα στοχεύει στην περιορισμένη πρόσβαση του εξουσιοδοτημένου προσωπικού στις πληροφορίες. Θέματα εμπιστευτικότητας υπάρχουν τόσο για τα στοιχεία κάποιου καταναλωτή και τα οποία δεν θα ήθελε να πέσουν σε λάθος χέρια όσο και για θέματα εμπιστευτικότητας πληροφοριών όπως η διακίνηση κάποιου συγκεκριμένου προϊόντος στην αλυσίδα εφοδιασμού, μια πληροφορία για την οποία πολλοί ανταγωνιστές της εταιρείας θα ήθελαν να γνωρίζουν.

6.3 Προβλήματα ασφάλειας και ιδιωτικότητας στα RFID συστήματα

Για να γίνουν κατανοητά τα προβλήματα ασφάλειας και ιδιωτικότητας που υπάρχουν στα RFID συστήματα πρέπει πρώτα να επεξηγηθούν αυτές οι δύο έννοιες της ασφάλειας και της ιδιωτικότητας. Ήδη η έννοια της ασφάλειας αναπτύχθηκε στην προηγούμενη ενότητα, ενώ ένας ορισμός για την ιδιωτικότητα θα μπορούσε να είναι η προστασία από παράνομες παρεμβάσεις και το δικαίωμα του κάθε ατόμου να αποκρύπτει προσωπικές πληροφορίες από τρίτους. Μερικά τέτοια προβλήματα που προκύπτουν από την χρήση RFID είναι τα εξής :

- Τα περιεχόμενα μιας RFID ετικέτας μπορούν να διαβαστούν ακόμα και όταν το αντικείμενο αφήσει την αλυσίδα εφοδιασμού. Μια ετικέτα δεν μπορεί να ξεχωρίσει έναν reader από έναν άλλο. Αυτό και σε συνδυασμό με ότι οι φορητοί readers έχουν πολύ μικρό μέγεθος πια και ότι οι ετικέτες μπορούν να διαβαστούν και από μη κοντινή απόσταση, μπορεί να δώσει την ικανότητα σε κάποιον να γνωρίζει τα περιεχόμενα, που έχουν ενσωματωμένες RFID ετικέτες, μιας τσάντας καθώς μια γυναίκα την κουβαλάει μαζί της στον δρόμο. Ένας τρόπος να αποφευχθεί αυτό είναι οι ετικέτες να απενεργοποιούνται μόνιμα μόλις το αντικείμενο πουληθεί.
- Οι RFID ετικέτες είναι δύσκολο να αφαιρεθούν. Αυτό μπορεί να γίνει είτε λόγω του ότι οι ετικέτες είναι πάρα πολύ μικρές και μπορεί να μην γίνουν ούτε καν αντιληπτές είτε λόγω του ότι είναι κρυμμένες ή ενσωματωμένες μέσα σε ένα προϊόν και δεν είναι ορατές από τους καταναλωτές.
- RFID ετικέτες μπορούν να διαβαστούν χωρίς αυτό να γίνει αντιληπτό από το άτομο στο οποίο ανήκουν. Καθώς οι RFID ετικέτες μπορούν να διαβαστούν χωρίς να χρειάζεται να έρθουν σε άμεση επαφή με ένα scanner όπως ένα αντικείμενο με Bar

Code, οποιοσδήποτε με ένα RFID reader μπορεί να διαβάσει ετικέτες ενσωματωμένες στα ρούχα ή σε άλλα προϊόντα χωρίς αυτό να πέσει στην αντίληψη του ατόμου στο οποίο ανήκουν. Για παράδειγμα, ένα άτομο μπορεί να “σκαναριστεί” καθώς μπαίνει σε ένα κατάστημα από έναν κρυμμένο reader για οποιοδήποτε αντικείμενο με RFID ετικέτα έχει πάνω του και αργότερα μέσα στο κατάστημα ένας πωλητής να του προτείνει αντικείμενα ανάλογης αξίας και είδους με αυτά που έχει πάνω του και άρα κατά πάσα πιθανότητα είναι της προτίμησής του. Αυτό αποτελεί παραβίαση της ασφάλειας και της ιδιωτικότητας ενός ατόμου.

- RFID ετικέτες μπορούν να διαβαστούν σε μεγαλύτερες αποστάσεις με μια κεραία ισχυρής κατευθυντήριας ενέργειας. Για διάφορους λόγους RFID συστήματα είναι σχεδιασμένα ώστε οι ετικέτες και οι reader να επικοινωνούν σε μικρές αποστάσεις. Όμως με μια υψηλής ισχύος κατευθυντήρια κεραία οι ετικέτες μπορούν να διαβαστούν από πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις κάτι το οποίο μπορεί να δημιουργήσει τόσο προβλήματα ασφάλειας όσο και ιδιωτικότητας.
- RFID ετικέτες ενσωματωμένες με έναν μοναδικό αριθμό η καθεμιά, μπορούν να αντιστοιχηθούν με ένα συγκεκριμένο αριθμό μιας πιστωτικής κάρτας. Μέσω του EPC είναι δυνατή η αναγνώριση κάθε αντικειμένου μοναδικά σε σχέση με τα υπόλοιπα όμοια του, με τη χρήση ενός ξεχωριστού και μοναδικού αριθμού που υπάρχει στην ετικέτα που είναι ενσωματωμένη σε αυτό. Όταν το αντικείμενο σκανάρεται κατά τη διάρκεια αγοράς και πληρώνεται μέσω μιας πιστωτικής κάρτας, ο μοναδικός αυτός αριθμός μιας ετικέτας μπορεί να αντιστοιχηθεί με τον αριθμό της συγκεκριμένης αυτής πιστωτικής κάρτας. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε παράνομες πράξεις εις βάρος του ατόμου στο οποίο η πιστωτική κάρτα ανήκει.

Γενικώς, τα προβλήματα ασφάλειας που RFID συστήματα δημιουργούν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής :

- Κυριότητα δεδομένων και τεχνικές άντλησής τους. Όλες οι μέθοδοι συλλογής δεδομένων περιέχουν θέματα ιδιωτικότητας, κυριότητας των δεδομένων αυτών και τεχνικές απόκτησης αυτών χωρίς την χρήση αθέμιτων μέσων με απώτερο σκοπό την κατανόηση του χαρακτήρα ενός ατόμου ή ενός οργανισμού. Για παράδειγμα, η χρήση μιας εκπαιδευτικής κάρτας σε ένα κατάστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εύρεση οικονομικών, ιατρικών και προσωπικών στοιχείων του ατόμου στο οποίο αυτή ανήκει. Αυτά τα προβλήματα προϋπήρχαν και πριν την υιοθέτηση RFID συστημάτων αλλά με την χρήση αυτών μεγάλος όγκος πληροφοριών δημιουργείται και διακινείται πολύ πιο εύκολα.
- Κλοπή δεδομένων. Για την κλοπή δεδομένων είναι απαραίτητα δύο πράγματα. Πρώτον, πρόσβαση σε ένα υπολογιστικό σύστημα και δεύτερον, γνώση τεχνικών για την κλοπή δεδομένων. Οι RFID ετικέτες είναι κατασκευασμένες ώστε να μεταδίδουν δεδομένα. Οπότε, η κλοπή αυτών των δεδομένων από κρυμμένους readers μπορεί να είναι πραγματικότητα και εύκολα υλοποιήσιμη.
- Αλλοίωση δεδομένων. Καθώς πολλές ετικέτες είναι επανεγγράψιμες μπορεί να γίνει αλλοίωση των δεδομένων που έχουν αποθηκευμένα. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί με τη χρήση ετικετών μιας εγγραφής (WORM) ή κλειδώνοντας την δυνατότητα επανεγγραφών σε ετικέτες με αυτή τη ικανότητα. Για παράδειγμα, σε βιβλιοθήκες πολλές ετικέτες έχουν ξεκλειδωτή την δυνατότητα επανεγγραφής δεδομένων για την ευκολία των βιβλιοθηκάρων για την επαναχρησιμοποίηση των ετικετών σε διαφορετικά βιβλία. Όμως, λόγω αυτής της δυνατότητας επανεγγραφής άτομα με κακόβουλες προθέσεις μπορούν να γράψουν ψεύτικα δεδομένα στις ετικέτες ή να αλλοιώσουν τα ήδη υπάρχοντα σε αυτές.

6.4 Κύριες ανησυχίες για παραβίαση της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας με τη χρήση RFID

Η τεχνολογία RFID προκάλεσε μεγάλες αντιπαραθέσεις, ακόμα και μποϊκοτάζ προϊόντων από τους καταναλωτές. Οι “εχθροί” της τεχνολογίας RFID αναφέρονται στις ετικέτες ως κατασκοπευτικά chip. Οι τέσσερις κύριες ανησυχίες που αφορούν την RFID τεχνολογία είναι οι εξής :

1. Ο αγοραστής ενός αντικειμένου δεν θα είναι απαραίτητα υποψιασμένος ή δεν θα γνωρίζει για την παρουσία μιας RFID ετικέτας ή δεν θα είναι ικανός να την αφαιρέσει γεγονός το οποίο μπορεί να απειλήσει την ιδιωτικότητά του.
2. Μια ετικέτα μπορεί να διαβαστεί εξ αποστάσεως χωρίς να γίνει αντιληπτό από το άτομο στο οποίο βρίσκεται το αντικείμενο με την ετικέτα. Αυτό από μόνο του αποτελεί ένα σημαντικό θέμα ασφάλειας. Για παράδειγμα, εάν κάποιος φοράει ή μεταφέρει αντικείμενα με ενσωματωμένες ετικέτες μπορεί κάποιος να μάθει τι αντικείμενα είναι αυτά από μια ασφαλή απόσταση. Το άτομο το οποίο μεταφέρει ή φορά τα αντικείμενα μπορεί μάλιστα να μην γνωρίζει καν την ύπαρξη RFID ετικετών πάνω του ή το γεγονός ότι τα αντικείμενα εντοπίστηκαν και ανιχνεύτηκαν από κάποιον. Μια παρόμοια περίπτωση θα μπορούσε να ήταν ένα άτομο το οποίο μεταφέρει φάρμακα για τον ιό του AIDS τα οποία θα μπορούσαν να “διαβαστούν” μέσω των ετικετών που είναι τοποθετημένες σε αυτά και έτσι η κατάσταση της υγείας του ατόμου να γίνει γνωστή σε τρίτους χωρίς τη θέλησή του. Αυτό αποτελεί μια σοβαρή παραβίαση της ιδιωτικότητας αυτού του ατόμου. Από την άλλη όμως, η χρησιμοποίηση RFID ετικετών βοηθά στην καταπολέμηση του εμπορίου παράνομων απομιμήσεων φαρμάκων.

3. Εάν ένα αντικείμενο στο οποίο έχει τοποθετηθεί μια RFID ετικέτα πληρωθεί με μια πιστωτική κάρτα ή με την χρήση μιας εκπρωτικής κάρτας τότε είναι πιθανή η αντιστοίχιση του μοναδικού αριθμού που η ετικέτα έχει με τον αγοραστή. Για παράδειγμα, αν κάποιος αγοράσει ένα μπουφάν από ένα κατάστημα και πληρώσει με την πιστωτική του κάρτα το κατάστημα αυτό θα έχει αρκετές πληροφορίες ώστε να αντιστοιχίσει την ταυτότητα αυτού του ατόμου με το συγκεκριμένο μπουφάν. Από εκεί και έπειτα το άτομο αυτό μπορεί να εντοπιστεί ή να αναγνωριστεί μέσω αυτού του EPC αριθμού του μπουφάν. Αυτή η ικανότητα ανίχνευσης αντικειμένων και αντιστοίχισής τους με συγκεκριμένα άτομα τα οποία άτομα αργότερα μπορούν να εντοπιστούν σε δημόσια μέρη αποτελεί και το πιο σημαντικό ζήτημα στην ιδιωτικότητα και στην ασφάλεια ενός ατόμου. Λόγω αυτού συγκεκριμένες οδηγίες έχουν δοθεί σε εταιρείες που χρησιμοποιούν RFID ετικέτες να τοποθετούν την ετικέτα μέσα στην συσκευασία και όχι μέσα στο ίδιο το προϊόν.
4. Η χρήση του EPC και των μοναδικών σειριακών αριθμών για κάθε αντικείμενο καθιστά δυνατή την ανίχνευση αυτού του αντικειμένου και κατ' επέκταση τα άτομα που τα χρησιμοποιούν.

Τα περισσότερα από αυτά τα ζητήματα δημιουργούνται από το γεγονός ότι οι ετικέτες που υπάρχουν στα αντικείμενα παραμένουν σε λειτουργία και μετά από την αγορά αυτού του προϊόντος.

6.5 Τρόποι προστασίας

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για την προστασία απέναντι σε κακόβουλες επιθέσεις οι οποίες γίνονται με τη βοήθεια της τεχνολογίας RFID. Σχεδόν όλα

τα έθνη έχουν ψηφίσει νομοθεσίες υπέρ της ασφάλειας και της ιδιωτικότητας του ανθρώπου και έχουν δοθεί οδηγίες σε βιομηχανίες και εταιρείες για την ασφαλή χρήση RFID συστημάτων. Εκτός από αυτό υπάρχουν μερικοί οργανισμοί οι οποίοι προστατεύουν τα δικαιώματα του ανθρώπου έναντι τέτοιων τεχνολογιών και αντιτίθενται στην εκτεταμένη χρήση RFID συστημάτων. Πιο σημαντικοί οργανισμοί αυτού του είδους είναι οι εξής :

- CASPIAN Consumers Against Supermarket Privacy Invasion And Numbering (<http://www.nocards.org>),
- Privacy International (<http://www.privacyinternational.org>),
- EPIC Electronic Privacy Information Center (<http://www.epic.org>)

Οι πιο σημαντικοί τρόποι για την προστασία ενάντια σε κακόβουλες χρήσεις RFID συστημάτων είναι οι εξής :

- Φυσική απενεργοποίηση του κυκλώματος της RFID ετικέτας. Είναι ο πιο απλός τρόπος για την διακοπή της λειτουργίας μιας RFID ετικέτας απλά με ένα δυνατό χτύπημα με ένα βαρύ ή αιχμηρό αντικείμενο.
- Μια RFID ετικέτα δεν μπορεί να λειτουργήσει αν εμποδιστεί να δεχτεί ενέργεια. Αυτό μπορεί να γίνει, καλύπτοντας μια RFID ετικέτα με μια τεχνική που ονομάζεται “κλουβί του Faraday”, παρεμποδίζοντας το ηλεκτρομαγνητικό σήμα που υπό φυσιολογικές συνθήκες θα ενεργοποιούσε την ετικέτα. “Κλουβί του Faraday” είναι ένα περίβλημα που αποτελείται από ένα αγωγίμο υλικό. Μια UHF ετικέτα μπορεί να θωρακιστεί και άρα να μην δεχτεί ενέργεια τοποθετώντας την σε μια αντιστατική, πλαστική σακούλα ενώ μια LF ή HF ετικέτα μπορεί να θωρακιστεί με ένα φύλλο αλουμινίου. Ωστόσο υπάρχει διχογνωμία για το αν αυτή η τεχνική είναι αποτελεσματική. Κάποιοι ισχυρίζονται ότι λειτουργεί αποτελεσματικά ενώ κάποιοι άλλοι ότι απλά κάνει την επικοινωνία πιο δύσκολη και δεν είναι πάντα αποτελεσματική από το να την αποτρέψει. Αυτή η τεχνική θωράκισης χρησιμοποιείται κυρίως όταν στέλλονται

ταχυδρομικώς καινούργιας γενιάς διαβατήρια ή κάρτες ασφάλισης που λειτουργούν με τη χρήση RFID ετικετών.

- Σε μια μεγάλη RFID ετικέτα εάν αφαιρεθεί το περίβλημά της η κεραία της θα είναι ευδιάκριτη. Εάν κάποιος αποκολλήσει την κεραία από την ετικέτα αυτή δεν θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Πολλές RFID ετικέτες υποστηρίζουν την λειτουργία kill όταν ένας reader στέλνει αυτήν την εντολή στην ετικέτα η λειτουργία της σταματά μόνιμα και δεν μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί.
- Εφαρμόζοντας απότομα ένα έντονο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο στην ετικέτα μπορεί να παράγει υψηλό ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο θα διακόψει τη λειτουργία του κυκλώματος και η ετικέτα δεν θα μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί. Ένας απλός τρόπος για να γίνει αυτό είναι η τοποθέτηση της ετικέτας στο φούρνο μικροκυμάτων. Επίσης υπάρχει μια συσκευή στην οποία τοποθετούνται RFID ετικέτες και αυτή τις καταστρέφει μόνιμα χρησιμοποιώντας αυτή τη τεχνική.
- Το σύστημα μπορεί να μπλοκαριστεί στέλνοντας ένα πλαστό σήμα σε συνδυασμό με ένα σήμα αίτησης πληροφοριών. Αυτό μπλοκάρει τα σχετικά αδύναμα σήματα των RFID ετικετών. Καινούργιες RFID ετικέτες μπορούν να περιέχουν ενσωματωμένες τεχνολογίες ελέγχου μεταφοράς και ενίσχυσης της ιδιωτικότητας των πληροφοριών χρησιμοποιώντας κατάλληλα πρωτόκολλα ώστε να εξασφαλίσουν ότι εξουσιοδοτημένα άτομα θα ελέγξουν τις πληροφορίες και δεν θα γίνει υποκλοπή αυτών των πληροφοριών.
- Η χρήση μιας ετικέτας παρεμπόδισης, η οποία είναι μια ετικέτα ειδικής σχεδίασης που παρεμποδίζει την λειτουργία RFID συστημάτων. Αυτό επιτυγχάνεται επηρεάζοντας την σωστή λειτουργία του αλγόριθμου συγκρούσεων. Μια ετικέτα παρεμπόδισης είναι ικανή να μιμείται απαντήσεις από ετικέτες που έχει ως αποτέλεσμα να φαίνεται σαν να μην υπάρχουν οι πραγματικές ετικέτες τριγύρω της. Ένας τύπος μιας τέτοιας ετικέτας θα μπορούσε να παρεμποδίσει την ανάγνωση ενός

μεγάλου δοθέντος εύρους μοναδικών σειριακών αριθμών από κάποιες ετικέτες ενώ ένας άλλος θα παρεμπόδιζε την ανάγνωση μόνο ετικετών οι οποίες θα βρίσκονταν τριγύρω της. Μια τέτοια ετικέτα όμως θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και για κλοπή προϊόντων από ένα κατάστημα.

- Μια άλλη λύση θα ήταν η χρησιμοποίηση μιας ετικέτας clip. Αυτή η ετικέτα έχει σχεδιαστεί για την αύξηση της ιδιωτικότητας των καταναλωτών. Μετά την πληρωμή ο πελάτης μπορεί να σκίσει ένα μέρος της ετικέτας. Αυτό επιτρέπει την αλλαγή της απόστασης ανάγνωσης της ετικέτας από μακρινή σε πάρα πολύ κοντινή μερικών εκατοστών. Αυτή η αλλαγή της ετικέτας μπορεί να επιβεβαιωθεί και οπτικά και επίσης μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις επιστροφής ή αλλαγής του προϊόντος. Παρ' όλα αυτά readers όπως readers ασφαλείας που βρίσκονται σε πόρτες των περισσότερων καταστημάτων μπορεί να είναι και πάλι σε κοντινή απόσταση ώστε να διαβάσουν μια τέτοια ετικέτα.
- Μια άλλη τεχνική είναι το να επιτρέπεται η ανάγνωση μιας ετικέτας και των δεδομένων της από κάποιον χωρίς εξουσιοδότηση αλλά τα δεδομένα αυτά να έχουν τροποποιηθεί και να μην είναι τα πραγματικά. Αυτό επιτυγχάνεται με την τεχνική της επανεγγραφής ετικετών ή με την τεχνική των "έξυπνων ετικετών".

6.6 Παραδείγματα προβλημάτων με την χρήση του RFID

Για να γίνουν κατανοητά τα προβλήματα που αντιμετωπίζονται από παράνομες χρήσεις των RFID συστημάτων θα αναφερθούν μερικά παραδείγματα.

Μια παράνομη χρήση του RFID θα μπορούσε να στοχεύει σε μια επίθεση εναντίον υψηλόβαθμων στελεχών της κυβέρνησης ή του στρατού ενός κράτους. Καθώς τα οχήματα περνάνε από ένα δρόμο, ένας reader έχει τοποθετηθεί ώστε να εντοπίζει ετικέτες που έχουν αντιστοιχηθεί με αντικείμενα που μόνο υψηλόβαθμοι θα μπορούσαν να έχουν και να επιτεθούν αναλόγως.

Καθώς οι RFID ετικέτες χρησιμοποιούνται στις πιστωτικές κάρτες, στα διαβατήρια, στα διπλώματα οδήγησης και σύντομα μπορεί να χρησιμοποιηθούν και στα χαρτονομίσματα η κρισιμότητα των πληροφοριών που οι ετικέτες σε αυτές τις εφαρμογές περιέχουν προκαλεί μεγάλη ανησυχία. Όταν τα πρώτα διαβατήρια με χρήση RFID χρησιμοποιήθηκαν στην Αγγλία, η ασφάλεια των RFID ετικετών που περιείχονταν στα διαβατήρια “έσπασε” μέσα σε 48 ώρες, με αποτέλεσμα διαβατήρια να αντιγραφούν ή στοιχεία ανθρώπων να είναι προσβάσιμα σε τρίτους.

Η εξαπάτηση συστημάτων εισόδων που βρίσκονται σε πόρτες και τα οποία λειτουργούν με RFID συστήματα γίνεται πολύ εύκολα. Καθώς ένας εγκληματίας γνώριζε πως ένας επιχειρηματίας τοποθετούσε την κάρτα εισόδου του γραφείου του, η οποία ενσωμάτωνε μια RFID ετικέτα, στην πίσω τσέπη του, κατάφερε να δημιουργήσει ένα αντίγραφο της με έναν πολύ γρήγορο τρόπο. Καθώς ο επιχειρηματίας πέρασε από δίπλα του, αυτός πλησίασε το χέρι του πολύ κοντά ώστε η κεραία μιας συσκευής δημιουργίας κλώνων, η οποία έχει μικρό μέγεθος και ήταν κρυμμένη στο μπουφάν του κλέφτη, να βρίσκεται κοντά στην ετικέτα του κλειδιού. Η συσκευή δημιουργίας κλώνων μπορεί να εξάγει, να καταγράψει και να μιμηθεί ραδιοσήματα από “έξυπνες κάρτες” με ενσωματωμένη RFID ετικέτα, όπως αυτή που είχε ο επιχειρηματίας μαζί του. Έπειτα ο κλέφτης συνέδεσε την συσκευή στον

φορητό υπολογιστή του με ένα USB καλώδιο και “κατέβασε” τα δεδομένα από την κάρτα του επιχειρηματία για επεξεργασία. Έπειτα άλλαξε την λειτουργία της συσκευής δημιουργίας κλώνων από καταγραφή σε εκπομπή ραδιοσημάτων, την τοποθέτησε μπροστά από τον reader που βρίσκονταν στην πόρτα του γραφείου του επιχειρηματία και η πόρτα άνοιξε.

Το 1997, μια εταιρεία καυσίμων στην Αμερική εξόπλισε τους σταθμούς της με ένα σύστημα ταχείας εξυπηρέτησης. Οι πελάτες με την επίδειξη μιας RFID ετικέτας που βρίσκονταν στον καθρέφτη του αυτοκινήτου πλήρωναν τα καύσιμα. Μετά από μερικά χρόνια, τρεις φοιτητές κατάφεραν να κλέψουν έναν τέτοιο σταθμό χρησιμοποιώντας έναν φορητό υπολογιστή και έναν reader καταφέροντας να ξεγελάσουν το σύστημα και να μην πληρώσουν τα καύσιμα. Αυτό δεν ήταν τόσο απλό, καθώς τα ραδιοσήματα από τα chip που χρησιμοποιούσε η εταιρεία καυσίμων προστατεύονταν με την τεχνική της κρυπτογραφίας και της οποίας το κλειδί μόνο, το chip και ο reader γνώριζαν. Όμως, οι τρεις φοιτητές κατάφεραν να σπάσουν τον κωδικό με τη δοκιμή χιλιάδων κωδικών ανά δευτερόλεπτο μέχρι να βρεθεί το σωστό μέσω μιας τεχνικής γνωστή και ως cracking. Παρά τις διαβεβαιώσεις των ειδικών ότι για να “σπάσει” το ειδικό εργαλείο κρυπτογράφησης SHA-1 θα έπαιρνε χρόνια, οι τρεις φοιτητές το κατάφεραν σε 30 λεπτά.

Κεφάλαιο 7

Εφαρμογές της τεχνολογίας RFID

7.1 Εισαγωγή

Από όσα έχουν αναφερθεί ως τώρα είναι κατανοητό ότι οι εφαρμογές της RFID τεχνολογίας είναι αμέτρητες και οι τομείς στους οποίους η χρήση της είναι αναπόσπαστη ολοένα και θα αυξάνονται. Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει αναφορά των πιο σημαντικών εφαρμογών του RFID.

7.2 Επισκόπηση των εφαρμογών της RFID τεχνολογίας

Η καταγραφή κάθε δυνατής εφαρμογής που η RFID τεχνολογία μπορεί να έχει είναι αδύνατη και μέσω έρευνας οι τομείς που το RFID χρησιμοποιείται αυξάνονται συνεχώς. Μια λίστα με τις πιο σημαντικές εφαρμογές του RFID είναι οι εξής :

- Στον τομέα της υγείας, όπως εφαρμογές στον τομέα της φαρμακευτικής για την καταπολέμηση των παράνομης απομίμησης φαρμάκων, στην αναζήτηση εξοπλισμού στα νοσοκομεία, στην παρακολούθηση ασθενών, στην ταυτοποίηση νεογνών και στην αυτόματη πρόσβαση στον ιατρικό φάκελο ενός ασθενούς.

- Στην αλυσίδα εφοδιασμού και διαχείρισης των προϊόντων με χρήσεις όπως η παραλαβή μεγάλου όγκου προϊόντων, η οργάνωση των παραγγελιών, η οργάνωση των προϊόντων στις αποθήκες, η ταχύτητα και η διαφάνεια επιστροφής προϊόντων, η ενημέρωση αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο και άλλα.
- Στον τομέα παρακολούθησης περιβαλλοντικών αλλαγών, όπως η ρύπανση των υδάτων, η καταγραφή του επιπέδου του νερού, η καταγραφή θερμοκρασιών, καταγραφή στοιχείων σε μετεωρολογικούς σταθμούς και άλλα.
- Στην κτηνοτροφία με χρήσεις όπως η παρακολούθηση ζώων για την καταπολέμηση ασθενειών τους και καταγραφή ιστορικού για κάθε ζώο.
- Στον τομέα πωλήσεων με χρήση συστημάτων καλαθιού αγοράς προϊόντων, με χρήση συστημάτων για γρήγορη πληρωμή, με “έξυπνα” ράφια για τον έλεγχο αποθεμάτων, για την μείωση της κλοπής προϊόντων και άλλα.
- Στον τομέα του αθλητισμού, όπως στη χρήση του στο άθλημα του μαραθωνίου.
- Στον τομέα τουρισμού, όπως για γρήγορη πρόσβαση στα λιφτ χιονοδρομικών κέντρων, στον εντοπισμό τραυματισμένων σκιέρ ή αυτών που έχουν χαθεί.
- Στον τομέα μεταφορών, όπως στη συντήρηση των μέσων μεταφοράς και στην ταχύτερη πληρωμή και είσοδο.
- Στον τομέα της βιομηχανίας για αυτοματοποίηση διαδικασιών, καταγραφή προέλευσης υλικών, διαχωρισμού προϊόντων σε ιμάντες μεταφοράς, ελέγχου κρίσιμων συνθηκών και άλλα.
- Στον τομέα της ασφάλειας, όπως στη χρήση RFID στα διαβατήρια, στον έλεγχο πρόσβασης και άλλα.
- Σε τομείς που είναι απαραίτητη η ύπαρξη συστημάτων ακριβούς εντοπισμού θέσης, όπως στις βιβλιοθήκες, στην γρήγορη κατασκευή κτιρίων και σε συστήματα παρακολούθησης.

- Στον στρατιωτικό τομέα, όπως στον έλεγχο της αποστολής πολεμοφοδίων, στην αυξημένη ασφάλεια των στρατιωτικών επιχειρήσεων και άλλα.
- Στην αυτοκινητοβιομηχανία για τον αυτόματο έλεγχο χαρακτηριστικών του αυτοκινήτου όπως τα ελαστικά, ο έλεγχος ζώνης ασφαλείας, για την ανάγνωση σημάτων ή πληροφοριών σε δρόμους υψηλής ταχύτητας και άλλα.
- Στα “έξυπνα” σπίτια, όπως απομακρυσμένο έλεγχο οικιακών συσκευών, στον έλεγχο τροφίμων.

Γενικώς, οι εφαρμογές των RFID συστημάτων θα μπορούσαν να διαχωριστούν σε τέσσερις γενικές κατηγορίες χρήσεις της RFID τεχνολογίας.

1. Ηλεκτρονικά συστήματα επιτήρησης (Electronic Article Surveillance - EAS). Συνήθως είναι συστήματα που χρησιμοποιούν ετικέτες 1 bit για την ανίχνευση είτε της παρουσίας είτε της απουσίας ενός αντικειμένου. Χρησιμοποιούνται συνήθως σε καταστήματα για την καταπολέμηση της κλοπής αντικειμένων.
2. Φορητή συλλογή δεδομένων. Αυτά τα συστήματα αποτελούνται συνήθως από φορητές “συσκευές” και είναι συνήθως αισθητήρες για την καταγραφή θερμοκρασιών, σεισμικών δονήσεων και άλλων πληροφοριών. Τα δεδομένα αποθηκεύονται σε αυτούς τους φορητούς αισθητήρες και επεξεργάζονται αργότερα ή στέλνονται απευθείας στο σύστημα.
3. Συστήματα στον τομέα των logistics. Αυτά τα συστήματα χαρακτηρίζονται κυρίως για τον έλεγχο της μετακίνησης προϊόντων από την διάρκεια παραγωγής ως την πώλησή τους ή για την αυτοματοποίηση διαδικασιών. Συνδέονται με επιχειρησιακές εφαρμογές ή με άλλα πληροφοριακά συστήματα. Είναι ο κύριος τομέας χρήσης της RFID τεχνολογίας γιατί προσφέρει διαφάνεια και ορατότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας, αυξημένη συνεργασία μεταξύ επιχειρήσεων, αυτοματοποίηση

διαδικασιών και ελαχιστοποίηση των απωλειών και των ανθρώπινων λαθών.

4. Συστήματα εντοπισμού θέσης. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούνται όταν σε οποιοδήποτε είδος αντικειμένου, μηχανήματος, ζώου ή ακόμα και στον άνθρωπο έχει ενσωματωθεί μια ετικέτα και προσφέρει τον αυτόματο και ακριβή εντοπισμό της θέσης τους.

7.2.1 Εφαρμογές του RFID στον τομέα της υγείας

Μια από τις πιο σημαντικές εφαρμογές του RFID είναι στον τομέα της υγείας, διότι δίνει λύσεις σε προβλήματα που παλαιότερα δυσχέραιναν την διαβίωση των ανθρώπων, κάτι το οποίο πρέπει να είναι ο σημαντικότερος στόχος κάθε επιστήμης. Το RFID χρησιμοποιείται σε διάφορες εφαρμογές στον τομέα της υγείας, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω.

Μια από τις σημαντικότερες αλλαγές στον χώρο της υγείας θα ήταν ένα σύστημα παροχής υγείας το οποίο θα απέφευγε τις περιττές μετακινήσεις του κάθε ασθενούς, ειδικά αυτών με περιορισμένη κινητικότητα, από το σπίτι στο νοσοκομείο προσφέροντας επίσης την μέγιστη δυνατή παρακολούθησή τους. Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα την μείωση του κόστους αλλά και την ταλαιπωρία των ηλικιωμένων ή ανήμπορων ασθενών και θα προσέφερε βελτίωση της ποιότητας της ζωής τους, μείωση του κόστους και καλύτερη λειτουργία των νοσοκομείων λόγω του μειωμένου αριθμού ασθενών. Ένα τέτοιο σύστημα θα μπορούσε να λειτουργήσει με την χρήση αισθητήρων που θα παρείχαν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την υγεία και την κατάσταση ενός ατόμου. Έτσι θα ήταν δυνατόν να παρασχεθεί ιατρική βοήθεια σε ένα άτομο το οποίο θα βρισκονταν στο σπίτι του και το οποίο θα

μεταφέρονταν στο νοσοκομείο μόνο σε περίπτωση που αυτή θα έπρεπε να προσφερθεί σε ένα νοσηλευτικό ίδρυμα. Επίσης, η χρήση τέτοιων συστημάτων μπορεί να είναι απαραίτητη και σε άλλες περιπτώσεις. Για παράδειγμα κατά την εξάπλωση του ιού SARS, νοσοκομείο της Σιγκαπούρης αποφάσισε ότι θα έπρεπε να παρακολουθεί και να λαμβάνει την θερμοκρασία των ασθενών, που είχαν προσβληθεί από αυτόν, μέσω μιας ετικέτας – αισθητήρα.

Μια από τις σημαντικότερες εφαρμογές της RFID τεχνολογίας στον τομέα της υγείας είναι η χρήση της σε συστήματα αυτόματης πρόσβασης στον ιατρικό φάκελο του κάθε ασθενούς. Με την χρήση της τεχνολογίας υπάρχουν ειδικές ετικέτες, οι οποίες μπορούν να τοποθετηθούν μέσα στο ανθρώπινο σώμα συνήθως κάτω από το μπράτσο του ασθενούς. Αυτή η ετικέτα περιέχει έναν μοναδικό αριθμό ο οποίος παραπέμπει στον ιατρικό φάκελο του ασθενούς. Άρα αυτόματα γίνεται γνωστό όλο το ιατρικό παρελθόν του ασθενούς, κάτι το οποίο βοηθάει στο να του προσφερθεί η κατάλληλη ιατρική περίθαλψη. Το ιατρικό παρελθόν του κάθε ασθενούς είναι αποθηκευμένο σε βάσεις δεδομένων οι οποίες διαμοιράζονται μεταξύ των νοσηλευτικών ιδρυμάτων. Γνωρίζοντας τον ιατρικό φάκελο του κάθε ασθενούς θα μπορούν οι γιατροί να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες όπως αλλεργίες, εξετάσεις, θεραπευτικές αγωγές του ασθενούς και οτιδήποτε άλλο θα μπορούσε να τους φανεί χρήσιμο.

Η RFID τεχνολογία είναι μια καλή επιλογή για τέτοιου είδους συστήματα λόγω του ότι η RFID ετικέτα που τοποθετείται μέσα στο σώμα του ασθενούς είναι κατασκευασμένη από μη τοξικά υλικά και είναι πάντα προσπελάσιμη ανεξαρτήτως της κατάστασης του ασθενούς και επίσης η ετικέτα αυτή δεν υπόκειται σε αλλοιώσεις. Μια άλλη λύση θα ήταν μια RFID ετικέτα σε μορφή βραχιολιού στο χέρι του ασθενούς. Τέτοιου είδους εφαρμογές βρίσκονται σε πρώιμο στάδιο και χρησιμοποιούνται σε πειραματικό επίπεδο σε ελάχιστα νοσηλευτικά ιδρύματα ανά τον κόσμο.

Μια από τις πιο σημαντικές και υποσχόμενες χρήσεις του RFID είναι στον τομέα της παραγωγής και διακίνησης φαρμάκων, καθώς πολλές φαρμακευτικές εταιρείες αντιμετωπίζουν προβλήματα στην καταπολέμηση της

απομίμησης των φαρμάκων και στην παραπλάνηση των καταναλωτών. Τα προβλήματα τα οποία επιλύει η χρήση της RFID τεχνολογίας είναι δύο :

1. Απομίμηση φαρμάκων. Αυτό συμβαίνει διότι διατίθενται στην αγορά μεγάλες ποσότητες φαρμάκων τα οποία δεν έχουν κατασκευάσει νόμιμες εταιρείες αλλά κατασκευάστηκαν παράνομα για την εκμετάλλευση κάποιων διαδεδομένων φαρμάκων. Αυτές οι απομιμήσεις φαρμάκων μπορεί να αποδειχτούν επικίνδυνες για την υγεία του ασθενούς αλλά και να προκαλέσουν μείωση των κερδών των φαρμακευτικών εταιρειών.
2. Παραπλάνηση δημόσιων συστημάτων υγείας. Για παράδειγμα, ένα νοσοκομείο παραγγέλνει 1.000 κουτιά ενός είδους φαρμάκου από τον αντίστοιχο διανομέα του. Αυτός τότε επικοινωνεί με την φαρμακευτική εταιρεία που κατασκευάζει το φάρμακο και παραγγέλνει 2.000 κουτιά. Λόγω του ότι η παραγγελία είναι για κρατικό νοσοκομείο η τιμή είναι χαμηλότερη κατά 40%. Αλλά ο διανομέας αντί να παραγγείλει 1.000 παρήγγειλε 2.000 κουτιά. Έτσι κρατώντας 1.000 κουτιά, τα οποία αγόρασε 40% φθηνότερα μπορεί αργότερα να τα πουλήσει κάπου αλλού στην κανονική τους τιμή έχοντας ένα τεράστιο κέρδος.

Αυτά τα προβλήματα θα μπορούσαν να λυθούν αν σε κάθε φάρμακο τοποθετούνταν μια ετικέτα, της οποίας ο μοναδικός αριθμός θα αντιστοιχίζονταν σε μια κεντρική και ασφαλή βάση δεδομένων μετά από κάθε πώληση. Έτσι θα μπορούσαν να διατηρηθούν στοιχεία για το ποιος διανομέας παρήγγειλε το φάρμακο, σε πια τιμή και αν όντως κατασκευάστηκε από μια νόμιμη φαρμακευτική εταιρεία.

Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα στον τομέα της υγείας είναι η αναζήτηση ιατρικού εξοπλισμού στα νοσηλευτικά ιδρύματα, κάτι το οποίο σύμφωνα με μελέτες αυξάνει αρκετά το κόστος λειτουργίας αυτών των ιδρυμάτων είτε γιατί μηχανήματα χάνονται είτε γιατί κλέβονται. Το

σημαντικότερο όλων όμως είναι ότι μπορεί να κοστίσει τη ζωή κάποιου ανθρώπου εάν ένα μηχανήμα δεν βρεθεί έγκαιρα.

Αυτό θα μπορούσε να λυθεί με την ενσωμάτωση μιας ενεργής ετικέτας σε κάθε μηχανήμα του νοσοκομείου. Η ετικέτα αυτή εκπέμπει ανά τακτά χρονικά διαστήματα τον μοναδικό αριθμό που περιέχει. Η πληροφορία αυτή λαμβάνεται από readers που έχουν τοποθετηθεί στις εγκαταστάσεις του νοσοκομείου και έπειτα η πληροφορία αυτή μεταβιβάζεται στο κεντρικό πληροφοριακό σύστημα το οποίο εμφανίζει τη θέση του μηχανήματος όπως και πληροφορίες που αντιστοιχίζονται με το μοναδικό αριθμό του.

7.2.2 RFID και εφοδιαστική αλυσίδα

Η RFID τεχνολογία έχει γνωρίσει την μεγαλύτερη αποδοχή και απήχηση στον τομέα των logistics. Ο όρος “logistic” είναι μια πολυσύνθετη έννοια που καλύπτει μια τεράστια γκάμα διαδικασιών σχεδιασμού, υλοποίησης και ελέγχου στο επιχειρηματικό πεδίο. Τα logistics αποσκοπούν στην παραγωγή προϊόντων με όσο το δυνατόν χαμηλότερο κόστος, στη διατήρηση των προϊόντων με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, στην αξιοποίηση των υλικών μέσων της επιχείρησης, στην μεταφορά των προϊόντων με το χαμηλότερο δυνατό κόστος και τις μικρότερες δυνατές καθυστερήσεις με απώτερο στόχο την επίτευξη κέρδους για την επιχείρηση.

Αν και τα logistics αφορούν κάθε είδους επιχειρηματικό τομέα, κύρια εφαρμογή τους είναι οι επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα. Τα κύρια οφέλη για τις επιχειρήσεις που επενδύουν σε RFID συστήματα είναι η αύξηση της παραγωγικότητας λόγω της μεγαλύτερης ταχύτητας των διαδικασιών και της αυτοματοποίησης των ενεργειών, η αύξηση της ανταγωνιστικότητας λόγω της βελτίωσης της ποιότητας των προϊόντων και τέλος, η μείωση λειτουργικού κόστους λόγω της μείωσης των

απωλειών, της αποφυγής λαθών και της καλύτερης διαχείρισης αποθεμάτων. Θεωρούμε ως εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα αυτές που εκτελούν οποιαδήποτε διαδικασία ώστε ένα προϊόν να περάσει από την παραγωγή στην κατανάλωση. Άρα συμπεραίνεται ότι η RFID τεχνολογία και τα logistics είναι συνδεδεμένα άρρηκτα.

Η ανάγκη για ταχύτητα, ευελιξία, αυτοματοποίηση και αποφυγή ανθρώπινων λαθών καθιστά την τεχνολογία RFID ιδανική για την αποτελεσματική οργάνωση και την γρήγορη διεκπεραίωση διαδικασιών αυξάνοντας ουσιαστικά την παραγωγικότητα της επιχείρησης.

Τα πλεονεκτήματα που η RFID τεχνολογία προσφέρει στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι τα εξής :

- Αποδοτικότερη διαχείριση αποθηκών καθώς προσφέρει την δυνατότητα χωρικού και ποσοτικού εντοπισμού των προϊόντων μέσα στην αποθήκη μειώνοντας τον χρόνο της χειρονακτικής εκτέλεσης αυτής της διαδικασίας.
- Καλύτερη διαχείριση των αποθεμάτων. Λόγω της δυνατότητας να μπορεί να γίνει εύκολα γνωστός ο ακριβής αριθμός αποθεμάτων ενός προϊόντος, μπορεί να γίνει καλύτερος προγραμματισμός, ώστε να μην υπάρχει έλλειψη αυτού του προϊόντος στην επιχείρηση. Οι παραγγελίες μπορούν να γίνουν έγκαιρα και με καλύτερη γνώση για την ποσότητα του κάθε προϊόντος που η εταιρεία χρειάζεται. Επίσης, με την χρήση συστημάτων, όπως τα “έξυπνα” ράφια, αυξάνεται η αποδοτικότητα και είναι δυνατόν να υπάρχει ειδοποίηση εάν πλησιάζει η εξάντληση κάποιου προϊόντος και αυτό έχει ως αποτέλεσμα το κατάστημα να υφίσταται πολύ σπάνια περιπτώσεις εξάντλησης προϊόντων. Έτσι προσφέρεται η δυνατότητα παραγγελίας μικρότερων ποσοτήτων κάτι το οποίο αποφέρει μείωση του κόστους αποθήκευσης, των μεταφορών και του δεσμευμένου κεφαλαίου.
- Μεγαλύτερη διαφάνεια και ταχύτητα στις επιστροφές προϊόντων. Σε περίπτωση επιστροφής μεγάλου αριθμού προϊόντων, ενός

σούπερ μάρκετ για παράδειγμα σε έναν διανομέα, τα προϊόντα που επιστρέφονται μπορούν να προσδιοριστούν αυτόματα και έτσι εξοικονομείται χρόνος έναντι της χειρονακτικής καταγραφής των προϊόντων. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα αυτόματης δημιουργίας δελτίου επιστροφής. Τέλος, δίνεται η δυνατότητα εύρεσης κάποιας ελαττωματικής παρτίδας σε ένα κατάστημα σκανάροντας απλά τα ράφια και βρίσκοντας τα προϊόντα της ελαττωματικής παρτίδας μέσω του μοναδικού αριθμού των ετικετών τους. Ακόμα οι RFID ετικέτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και μετά την πώληση του προϊόντος, για παράδειγμα σε μια επιστροφή κάποιου προϊόντος από κάποιον καταναλωτή μπορεί να διαπιστωθεί αν τα προϊόντα αυτά είναι όντως αγορασμένα και από πού.

- Αυτοματοποίηση της διαδικασίας παραλαβής. Αντί να ελέγχονται χειρονακτικά όλα τα κιβώτια κατά την παραλαβή σε σχέση με το δελτίο παραγγελίας, ένα RFID σύστημα μπορεί να αυτοματοποιήσει αυτή τη διαδικασία δημιουργώντας παράλληλα και το δελτίο παραλαβής και οργανώνοντας ταχύτερα τα κιβώτια ή τα προϊόντα στη σωστή τους θέση σε μια αποθήκη. Έτσι εκτός από την ελαχιστοποίηση του χρόνου της διαδικασίας παραλαβής εξαλείφονται λάθη όπως διαφορετικός αριθμός προϊόντων σε σχέση με αυτά που παραγγέλθηκαν και τα οποία μπορεί να πληρώνονταν ή παραλαβή προϊόντων τα οποία δεν παραγγέλθηκαν.
- Μείωση κλοπών. Κατά την μεταφορά ή την αποθήκευση των προϊόντων συχνά παρατηρούνται κλοπές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους για την επιχείρηση. Όμως με την χρήση RFID αυτά τα προϊόντα μπορούν να ταυτοποιηθούν ή να ανιχνευτούν. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα για ηλεκτρονικά συστήματα επιτήρησης (EAS) τα οποία έχουν μειώσει αποτελεσματικά τον αριθμό των κλοπών.
- Μεγαλύτερη πληροφόρηση του καταναλωτή και ποιοτικός έλεγχος των προϊόντων. Μέσω της τεχνολογίας RFID αυξάνεται

η πληροφόρηση που ο καταναλωτής μπορεί να έχει για κάποιο προϊόν. Μέσω του μοναδικού αριθμού της κάθε ετικέτας και άρα της ταυτοποίησης του κάθε προϊόντος μπορούν να γίνουν γνωστές πληροφορίες όπως η πορεία του προϊόντος, η τοποθεσία κατασκευής του, η ημερομηνία παραγωγής και λήξης του, σε τι συνθήκες μεταφέρθηκε και άλλα. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να συμπληρώνονται καθώς το προϊόν κατασκευάζεται και καθ' όλη τη διάρκεια της μεταφοράς του μέσω της εφοδιαστικής αλυσίδας. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα ποιοτικότερου ελέγχου του κάθε προϊόντος καθώς είναι δυνατή η παρακολούθηση των προϊόντων ως προς τις συνθήκες μεταφοράς και αποθήκευσης. Για παράδειγμα, τοποθετώντας μια ετικέτα η οποία περιέχει έναν αισθητήρα σε μια συσκευασία από γάλα, γνωρίζουμε αν η θερμοκρασία κατά την διάρκεια αποθήκευσης ή μεταφοράς του ήταν η κατάλληλη.

Κεφάλαιο 8

Πρότυπα και Πρωτόκολλα

8.1 Εισαγωγή

Ένας από τους λόγους που το RFID δεν έχει καταφέρει να αντικαταστήσει πλήρως την πλειονότητα των Bar Code συστημάτων είναι ότι σε αυτά υπάρχει ένα μεγάλο εύρος παγκόσμιων και καθορισμένων προτύπων. Αντίθετα, στα RFID συστήματα εφαρμογές που χρησιμοποιούνται στον κάθε τομέα δημιουργούνται, όπως οι συνθήκες της αγοράς απαιτούν χωρίς ιδιαίτερη μέριμνα για διαλειτουργικότητα με διαφορετικού τύπου RFID συστήματα. Τα τελευταία χρόνια όμως διάφοροι οργανισμοί συνεργάζονται για την δημιουργία παγκόσμιων και διαλειτουργικών προτύπων για την τεχνολογία RFID και έχουν επιτύχει την ανάπτυξη πολλών και σημαντικών πρωτοκόλλων, τα σημαντικότερα εκ των οποίων θα εξεταστούν σε αυτό το κεφάλαιο.

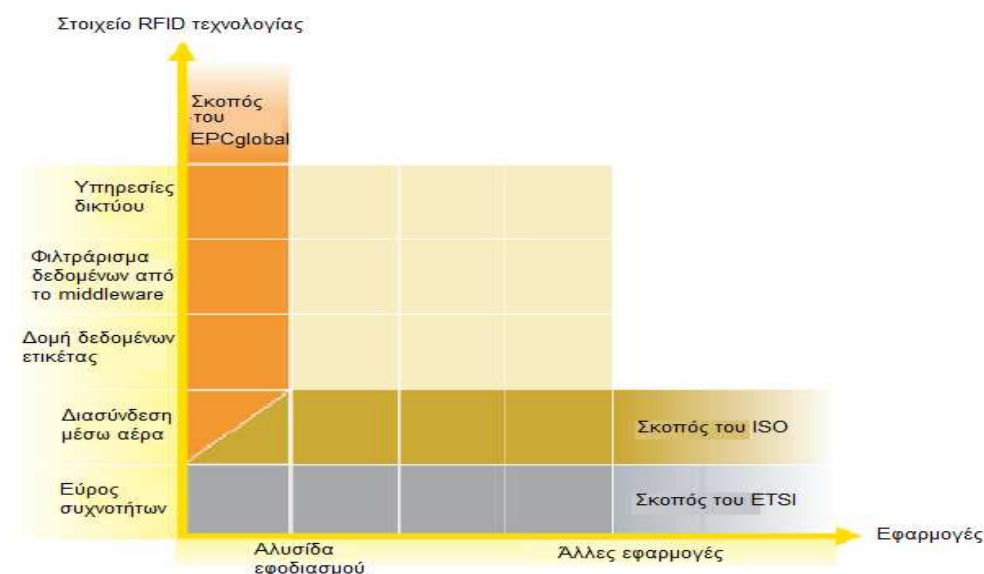
8.2 Κύριοι οργανισμοί στη δημιουργία προτύπων

Λόγω της χρήσης RFID συστημάτων παγκοσμίως στην αλυσίδα εφοδιασμού και στην συνεργασία διεθνών εταιρειών, δημιουργήθηκε η ανάγκη για την δημιουργία και τον καθορισμό κοινώς αποδεκτών πρωτοκόλλων. Η ανάπτυξη αυτών επιβάλλεται για πάρα πολλούς λόγους, όπως η ύπαρξη μιας

ενιαίας προσέγγισης της RFID τεχνολογίας ή η μείωση του κόστους. Τα πρωτόκολλα αυτά έχουν τεράστια επιρροή στον τρόπο λειτουργίας των εταιρειών σε όλο τον κόσμο. Μεγάλο πρόβλημα βέβαια αποτελεί τα διαφορετικά εύρη συχνοτήτων που χρησιμοποιούνται ανά χώρα στις UHF συχνοτήτες και αυτό καθιστά δύσκολη τη δημιουργία διαλειτουργικών RFID συστημάτων. Για την δημιουργία παγκόσμιων προτύπων έχουν δημιουργηθεί οργανισμοί όπως :

- Παγκόσμιος Οργανισμός Προτυποποίησης (International Organization for Standardization – ISO)
- Παγκόσμιο Ηλεκτροτεχνικό Συμβούλιο (International Electrotechnical Council – IEC)
- Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων (European Telecommunication Standards Institute – ETSI)
- EPCglobal
- UCCnet, ένας θυγατρικός οργανισμός του Uniform Code Council (UCC).

Καθένας από τους οργανισμούς που αναφέρθηκαν παραπάνω ασχολείται με την δημιουργία προτύπων σε διαφορετικούς τομείς της τεχνολογίας RFID απ' ότι οι υπόλοιποι οργανισμοί όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 26 "Κατεύθυνση" του κάθε οργανισμού δημιουργίας προτύπων

8.3 Σημαντικότερα πρότυπα και πρωτόκολλα

Μερικοί από τους οργανισμούς που αναφέρθηκαν παραπάνω συνεργάζονται μεταξύ τους για την δημιουργία προτύπων, όπως για παράδειγμα οι οργανισμοί ISO και IEC. Αυτοί οι δύο οργανισμοί δημιούργησαν επιτροπές, όπως η JTC1/SC17 (Joint Technical Committee 1, Subcommittee 17), η οποία ασχολείται με τη δημιουργία προτύπων για κάρτες αναγνώρισης, όπως οι έξυπνες κάρτες και άλλες παρόμοιες χρήσης του RFID. Έχει δημιουργήσει πρότυπα όπως το ISO/IEC 10536, το ISO/IEC 15693 και το ISO/IEC 14443.

Επίσης, υπάρχει η JTC1/SC31 (Joint Technical Committee 1, Subcommittee 31), η οποία ασχολείται κυρίως με τεχνικές απόκτησης δεδομένων σε AIDC συστήματα. Πρότυπα που έχει δημιουργήσει είναι τα ISO/IEC 15961, ISO/IEC 15962, ISO/IEC 18000 και άλλα.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα σημαντικότερα πρότυπα και πρωτόκολλα.

Όνομασία	Περιγραφή
ISO/IEC 10536	Κάρτες αναγνώρισης (πχ. Έξυπνες κάρτες) με συχνότητα λειτουργίας στα 13,56 MHz. Μέρος 1 : Φυσικά χαρακτηριστικά. Μέρος 2 : Διαστάσεις και τοποθεσία περιοχών ζεύξης. Μέρος 3 : Ραδιοσήματα και διαδικασίες επανεκκίνησης. Μέρος 4 : Πρωτόκολλα επανεκκίνησης και μετάδοσης.
ISO 11784	Αναγνώριση ζώων με RFID και μοναδική ταυτοποίησή τους μέσω του ID της ετικέτας.

Όνομασία	Περιγραφή
ISO 11785	Αναγνώριση ζώων με RFID. Τεχνικές έννοιες. Καθορισμός τεχνικών παραμέτρων για την επικοινωνία ετικέτας – αναγνώστη.
ISO 14223	Καθορίζει την διασύνδεση μέσω αέρα μεταξύ του reader και της ετικέτας που χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση ζώων με πλήρη συμβατότητα στα ISO 11784 και ISO 11785.
ISO/IEC 14443	Κάρτες αναγνώρισης μικρής αποστάσεως μέχρι 10 cm – Ασύρματες “έξυπνες” κάρτες Μέρος 1 : Φυσικά χαρακτηριστικά. Μέρος 2 : Διασύνδεση μέσω αέρα. Μέρος 3 : Πρωτόκολλο τοποθέτησης αρχικών τιμών και αποφυγής συγκρούσεων. Μέρος 4 : Πρωτόκολλο μετάδοσης.
ISO/IEC 15434	Καθορισμός της δομής της μεταφοράς, της σύνταξης, της κωδικοποίησης μηνυμάτων και της μορφοποίησης δεδομένων όταν χρησιμοποιούνται μέσα αυτόματης απόκτησης δεδομένων, υψηλής χωρητικότητας, μεταξύ συνεργατών, κυρίως προμηθευτή και παραλήπτη.
ISO/IEC 15459	Μοναδικό αναγνωριστικό για μέσα μεταφοράς - Μέρος 1 : Ικανότητα μοναδικής αναγνώρισης των μέσων μεταφοράς στα οποία περιέχονται τα αντικείμενα. Μέρος 2 : Διαδικασίες εγγραφής. Μέρος 3 : Κανόνες για μοναδική αναγνώριση. Μέρος 4 : Μοναδική αναγνώριση αντικειμένων στην αλυσίδα εφοδιασμού. Μέρος 5 : Μοναδική αναγνώριση μέσων για την μεταφορά, αποθήκευση, χειρισμό και προστασία προϊόντων στην αλυσίδα εφοδιασμού τα οποία

Όνομασία	Περιγραφή
	<p>επιστρέφονται για περαιτέρω χρήση, όπως βαρέλια ή παλέτες.</p> <p>Μέρος 6 : Μοναδική αναγνώριση ομαδοποιημένων προϊόντων στην διαχείριση ανακυκλώσιμων υλικών.</p>
ISO/IEC 15693	<p>Κάρτες αναγνώρισης απόστασης μέχρι 1 – 1.5 μέτρα – Ασύρματες “έξυπνες” κάρτες</p> <p>Μέρος 1 : Φυσικά χαρακτηριστικά.</p> <p>Μέρος 2 : Διασύνδεση μέσω αέρα και αρχικοποίηση τιμών.</p> <p>Μέρος 3 : Πρωτόκολλο αποφυγής συγκρούσεων και μετάδοσης.</p>
ISO/IEC SC31/WG4 15961	<p>Διαχείριση δεδομένων με RFID – Πρωτόκολλο δεδομένων – Διεπαφή εφαρμογής</p> <p>Μέρος 1 : Διεπαφή εφαρμογής.</p> <p>Μέρος 2 : Καθορισμός των απαιτήσεων για την διατήρηση συγκεκριμένων μορφών δεδομένων σε ένα RFID σύστημα.</p> <p>Μέρος 3 : Καθορισμός κανόνων και δομής δεδομένων σε ένα RFID σύστημα.</p>
ISO/IEC JTC1/SC31 15962	<p>Διαχείριση αντικειμένων με RFID – Πρωτόκολλο : Κανόνες κωδικοποίησης δεδομένων και λειτουργίες λογικής μνήμης.</p>
ISO/IEC 15963	<p>Διαχείριση αντικειμένων με RFID – Μοναδική αναγνώριση RFID ετικετών. Περιγράφει συστήματα αρίθμησης τα οποία υπάρχουν για την αναγνώριση RFID ετικετών.</p>
ISO/IEC 18000	<p>Διευκόλυνση διεθνών επικοινωνιών στις τεχνολογίες διαχείρισης πληροφοριών, κυρίως στις τεχνικές AIDC - Διαχείριση αντικειμένου με RFID – Καθορισμός προτύπων διασύνδεσης μέσω αέρα (Air Interface) :</p>

Όνομασία	Περιγραφή
	<p>18000-1 Μέρος 1 – Γενικές παράμετροι διασύνδεσης μέσω αέρα σε παγκόσμια αποδεκτές συχνότητες και καθορίζει γενικές έννοιες αρχιτεκτονικής σε περιπτώσεις συχνών αναγκών αναγνώρισης αντικειμένων, όπως στην αλυσίδα εφοδιασμού.</p> <p>18000-2 Μέρος 2 – Παράμετροι διασύνδεσης μέσω αέρα για επικοινωνίες κάτω των 135 KHz. Δύο τύποι επικοινωνίας :</p> <p>Τύπος Α : Ταυτόχρονα αμφίδρομη επικοινωνία (Full Duplex) στα 125 KHz.</p> <p>Τύπος Β : Αμφίδρομη μη ταυτόχρονη επικοινωνία (Half Duplex) στα 134,2 KHz.</p> <p>18000-3 Μέρος 3 – Παράμετροι διασύνδεσης μέσω αέρα για επικοινωνίες στα 13,56 MHz.</p> <p>18000-4 Μέρος 4 – Παράμετροι διασύνδεσης μέσω αέρα για επικοινωνίες στα 2,45 GHz.</p> <p>18000-5 Μέρος 5 – Έχει αποσυρθεί.</p> <p>18000-6 Μέρος 6 – Παράμετροι διασύνδεσης μέσω αέρα για επικοινωνίες από 860 MHz έως 960 MHz. Τύπος Α και Τύπος Β με κύρια διαφορά τους αλγόριθμους αποφυγής συγκρούσεων που χρησιμοποιούν.</p> <p>Τύπος Γ γνωστός και ως EPCglobal Class 1 Gen 2.</p> <p>18000-7 Μέρος 7 – Παράμετροι διασύνδεσης μέσω αέρα για επικοινωνίες στα 433 MHz.</p>
ISO/IEC 18001	Διαχείριση αντικειμένων με RFID - Απαιτήσεις εφαρμογής.
ISO/IEC 18046	Μέθοδοι δοκιμής της απόδοσης RFID ετικετών και reader.
ISO/IEC 18047	Μέθοδοι δοκιμής για τον έλεγχο συμμόρφωσης RFID Συσκευών με διεθνή πρότυπα.

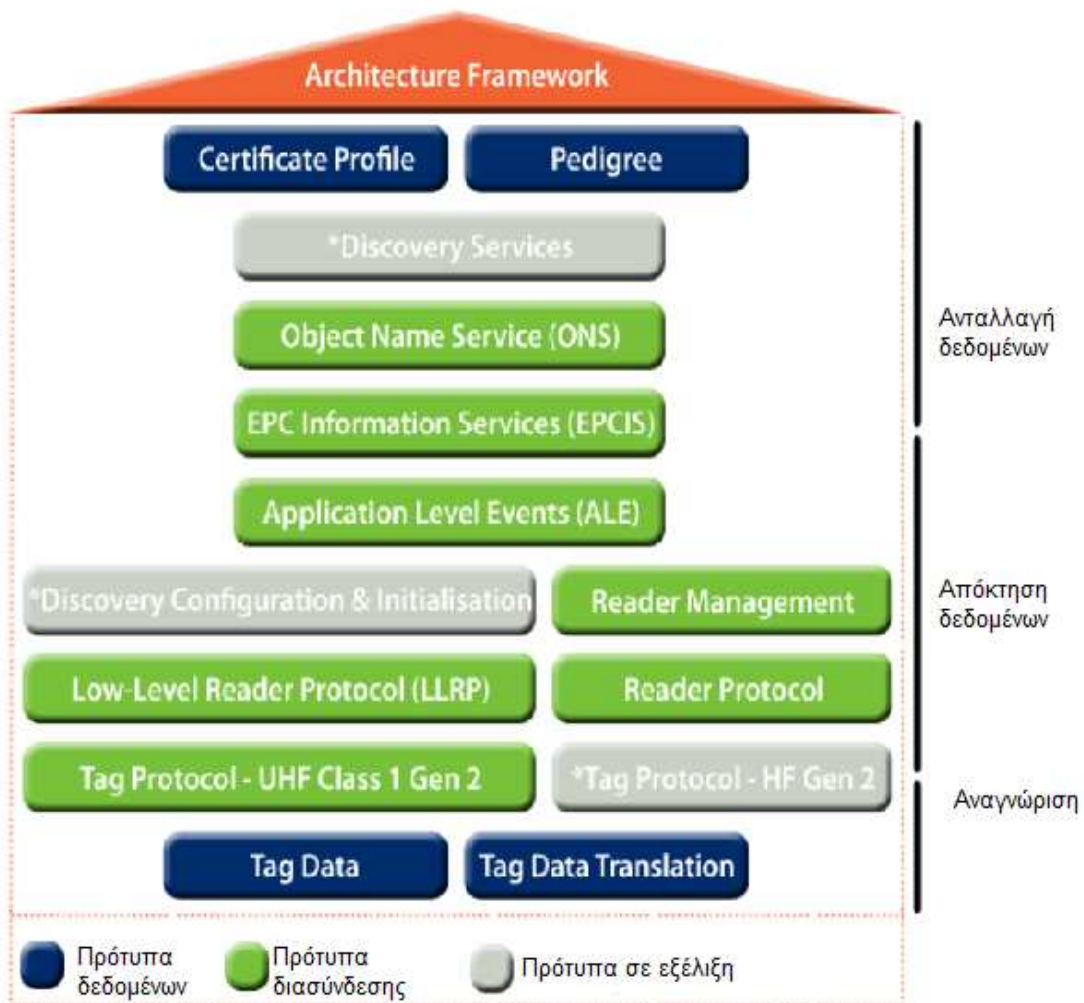
Όνομασία	Περιγραφή
	<p>18047-1 Μέρος 1 – Έχει αποσυρθεί.</p> <p>18047-2 Μέρος 2 – Παράμετροι διασύνδεσης μέσω αέρα για επικοινωνίες κάτω των 135 KHz.</p> <p>18047-3 Μέρος 3 – Παράμετροι διασύνδεσης μέσω αέρα για επικοινωνίες στα 13,56 MHz.</p> <p>18047-4 Μέρος 4 – Παράμετροι διασύνδεσης μέσω αέρα για επικοινωνίες στα 2,45 GHz.</p> <p>18047-5 Μέρος 5 – Έχει αποσυρθεί.</p> <p>18047-6 Μέρος 6 – Παράμετροι διασύνδεσης μέσω αέρα για επικοινωνίες από 860 MHz έως 960 MHz.</p> <p>18047-7 Μέρος 7 – Παράμετροι διασύνδεσης μέσω αέρα για επικοινωνίες στα 433 MHz.</p>
ISO 18185	Χρήση RFID ετικετών σε συνδυασμό με έναν μηχανισμό για το σφράγισμα κοντέινερ (Σύμφωνα με το πρότυπο ISO TC 104 για μεταφορά κοντέινερ).
ISO/IEC 19762	Διευκόλυνση διεθνών επικοινωνιών στις τεχνολογίες διαχείρισης πληροφοριών, κυρίως στις τεχνικές AIDC – Παρέχει μια λίστα όρων και ορισμών.
ISO 23389	RFID συστήματα με επανεγγράψιμες ετικέτες (Σύμφωνα με το ISO TC 104) για χρήση τους σε κοντέινερ.
ISO/IEC 24710	Διαχείριση αντικειμένων με RFID – Βασική λειτουργικότητα ετικετών με τρόπο λειτουργίας παρόμοιο με τις πινακίδες αυτοκινήτων.
ISO/IEC 24729	<p>Τεχνολογία διαχείρισης πληροφοριών - Διαχείριση αντικειμένων με RFID - Οδηγίες εφαρμογής -</p> <p>Μέρος 1 : Επιλογή λειτουργίας ή μη RFID ετικετών, για παράδειγμα RFID ετικέτες μέσα σε κινητά.</p> <p>Μέρος 2 : Ανακυκλωσιμότητα RF ετικετών.</p> <p>Μέρος 3 : Εγκατάσταση RFID reader και κεραιών.</p>

Όνομασία	Περιγραφή
ISO/IEC 24730	<p>Συστήματα εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο (Real Time Locating Systems - RTLS) –</p> <p>Μέρος 1 : Διεπαφή προγραμματισμού της εφαρμογής.</p> <p>Μέρος 2 : Διασύνδεση μέσω αέρα στα 2,4 GHz.</p> <p>Μέρος 3 : Διασύνδεση μέσω αέρα στα 433 MHz.</p> <p>Μέρος 4 : Συστήματα Παγκόσμιου Εντοπισμού.</p>
ISO/IEC 24752	<p>Τεχνολογία διαχείρισης πληροφοριών, τεχνικές αυτόματης αναγνώρισης και απόκτησης δεδομένων</p> <p>- Διαχείριση αντικειμένων με RFID – Πρωτόκολλο διαχείρισης συστήματος.</p>
ISO/IEC 24753	<p>Τεχνολογία διαχείρισης πληροφοριών, τεχνικές αυτόματης αναγνώρισης και απόκτησης δεδομένων</p> <p>- Διαχείριση αντικειμένων με RFID – Διασύνδεση μέσω αέρα με τη βοήθεια μπαταρίας και λειτουργίες αισθητήρων.</p>
ISO/IEC 24769	<p>Τεχνολογία διαχείρισης πληροφοριών, τεχνικές αυτόματης αναγνώρισης και απόκτησης δεδομένων</p> <p>- Διαχείριση αντικειμένων με RFID – Συστήματα εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο – Μέθοδοι δοκιμής συμμόρφωσης συσκευών σε συστήματα εντοπισμού.</p>
ISO/IEC 24770	<p>Τεχνολογία διαχείρισης πληροφοριών, τεχνικές αυτόματης αναγνώρισης και απόκτησης δεδομένων</p> <p>- Διαχείριση αντικειμένων με RFID – Συστήματα εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο – Μέθοδοι δοκιμής απόδοσης συσκευών σε συστήματα εντοπισμού.</p>

Πίνακας 7 Συγκεντρωτικός πίνακας προτύπων και πρωτοκόλλων

8.3.1 Generation 1 : Class 0 και Class 1, Generation 1 Class 2

Όπως έχει αναφερθεί ήδη, ο οργανισμός EPCglobal είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που δημιουργήθηκε από το Uniform Code Council (UCC) και του EAN International. Έχει ως σκοπό κυρίως την δημιουργία προτύπων στον τομέα των logistics, όπως η αλυσίδα εφοδιασμού, και είναι υπεύθυνος για την διάθεση μοναδικών αναγνωριστικών αριθμών. Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται τα σημαντικότερα πρότυπα που ο EPCglobal έχει αναπτύξει όπως και κάποια που βρίσκονται σε εξέλιξη.



Εικόνα 27 Πρότυπα του οργανισμού EPCglobal

Καθώς η RFID τεχνολογία χρησιμοποιείται σε όλο και περισσότερες εφαρμογές, διαφορετικές εταιρείες δημιουργούν RFID συστήματα με πολλές διαφορετικές μεθόδους και χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα η μορφοποίηση των δεδομένων σε μια RFID ετικέτα. Το πρότυπο Generation 1 : Class 0 και Class 1 δημιουργήθηκε από την EPCglobal και ορίζει δύο κλάσεις ετικετών, τις κλάσεις 0 και 1. Η κλάση 0 περιέχει έναν εργοστασιακά προγραμματισμένο EPC αριθμό, ο οποίος δεν μπορεί να αλλάξει ενώ η κλάση 1 έχει την δυνατότητα μιας και μοναδικής εγγραφής (WORM). Οι κλάσεις των ετικετών έχουν αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 5 (υποενότητα 5.2.2). Παρά την σχεδόν όμοια λειτουργικότητά τους, οι δύο αυτές κλάσεις χρησιμοποιούν διαφορετική τεχνολογία υλικού για την αναγνώριση των ετικετών. Επίσης, χρησιμοποιούν διαφορετικά πρωτόκολλα ή αλλιώς διασυνδέσεις μέσω αέρα για την επικοινωνία τους. Έτσι, καθώς οι υλοποιήσεις των δύο αυτών διαφορετικών ετικετών εκτελούν τις απαιτούμενες ενέργειες και κυρίως τη μοναδική αναγνώριση κάποιου αντικειμένου, δεν μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους. Οι δύο αυτές κλάσεις των ετικετών μπορούν να συνυπάρξουν σε ένα περιβάλλον αλλά απαιτούν διαφορετικής υλοποίησης reader για την ανάγνωσή τους.

Ένα άλλο πρότυπο είναι το Generation 1 Class 2. Οι ετικέτες κλάσης 2 έχουν την δυνατότητα επανεγγραφής (Write many) όπως και μεγαλύτερη χωρητικότητα μνήμης. Μια λύση για την έλλειψη διαλειτουργικότητας των ετικετών που το πρότυπο Generation 1 ορίζει, είναι readers με την δυνατότητα υποστήριξης διαφορετικών πρωτοκόλλων. Τέτοιοι readers μπορούν να έχουν τη δυνατότητα επικοινωνίας με όλες τις ετικέτες που ορίζονται από το πρότυπο Generation 1. Μια παρόμοια κατάσταση υπήρξε στην αγορά DVD και CD όπου δημιουργήθηκαν συσκευές που μπορούσαν να διαβάσουν και τα δύο είδη δίσκων όπως και πολλούς διαφορετικούς τύπους αυτών.

8.3.2 Class 1 Generation 2

Αναπτυσσόμενες τεχνολογίες όπως το RFID τείνουν να υιοθετούν βελτιώσεις τους πολύ γρήγορα και απαιτούν μια εξελικτική διαδικασία προτύπων. Μετά το πρότυπο Generation 1, η EPCglobal δημιούργησε το Generation 2, το οποίο ήταν το επόμενο βήμα στην συνεχή ανάπτυξη της τεχνολογίας RFID στις UHF συχνότητες.

Ένας από τους κύριους λόγους δημιουργίας του, ήταν να απλοποιήσει τα πράγματα στο πρόβλημα των πολλών και διαφορετικών πρωτοκόλλων. Μετά τις δύο διασυνδέσεις μέσω αέρα για τις ετικέτες κλάσης 0 και κλάσης 1, που δημιούργησε το 2003 η EPCglobal, το 2004 δημιουργεί ένα νέο πρότυπο το Class 1 Generation 2, το οποίο έλυσε πολλά από τα προβλήματα που υπήρχαν στις κλάσεις του Gen 1. Μέσω του Gen 2 θα ήταν δυνατή η χρήση μιας κοινής διασύνδεσης μέσω αέρα για όλες τις κλάσεις του.

Παρότι ονομάστηκε Class 1 Generation 2 χρησιμοποιούσε την ίδια διασύνδεση επικοινωνίας για όλες τις ιεραρχίες των ετικετών, δηλαδή για όλες τις κλάσεις τους. Το πρωτόκολλο διασύνδεσης μέσω αέρα που ορίστηκε στο Generation 2 δεν δημιουργούσε πρόβλημα στις επικοινωνίες των ετικετών της πρώτης γενιάς, αλλά δεν μπορούσε να συνεργαστεί με αυτές. Όταν το 2004, το πρότυπο αυτό εγκρίθηκε ήταν σίγουρο ότι θα αποτελούσε την βάση των παθητικών RFID ετικετών και αργότερα, το 2006, με μικρές αλλαγές, υιοθετήθηκε ως ISO 18000-6c.

8.4 Κατηγορίες προτύπων

Τα πρότυπα που δημιουργούνται για την τεχνολογία RFID μπορούν να διακριθούν στις εξής κατηγορίες :

- Πρότυπα τεχνολογίας, όπως πρότυπα διασύνδεσης μέσω αέρα που ορίζουν τον τρόπο επικοινωνίας του reader με την ετικέτα ή τεχνικά πρότυπα. Ένα παράδειγμα τέτοιου προτύπου είναι το ISO/IEC 18000.
- Πρότυπα μορφοποίησης δεδομένων, δηλαδή πρότυπα προσδιορισμού που ορίζουν την κωδικοποίηση των αναγνωριστικών ή άλλων δεδομένων που περιέχονται σε μια RFID ετικέτα. Τέτοια πρότυπα είναι τα ISO/IEC 15434, ISO/IEC 15459, ISO/IEC 15961, ISO/IEC 15962 και ISO/IEC 15963.
- Πρότυπα ελέγχου και συμμόρφωσης. Τα πρότυπα αυτά καθορίζουν τους κανόνες που πρέπει να ακολουθούν τα RFID συστήματα. Τέτοια πρότυπα είναι το ISO/IEC TR 18046 και το ISO/IEC TR 18047.
- Πρότυπα εφαρμογών τεχνολογίας RFID. Αυτά τα πρότυπα παρέχουν οδηγίες για την χρήση και την υλοποίηση συστημάτων με την τεχνολογία RFID. Στην κατηγορία αυτή περιέχονται πρότυπα, όπως το ISO 11784, το ISO/IEC 23389 ή το ISO/IEC 18185.
- Πρότυπα καθορισμού όρων και ορισμών, στα οποία καθορίζονται βασικές έννοιες της τεχνολογίας RFID, όπως το ISO/IEC 19762.

Κεφάλαιο 9

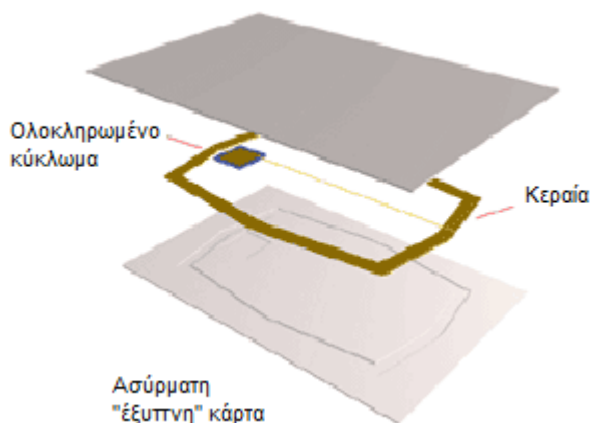
Case Study : “Έξυπνες” κάρτες και μέσα μαζικής μεταφοράς

9.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μελέτη των “έξυπνων” καρτών, και πιο συγκεκριμένα εφαρμογές τους στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Τέτοια συστήματα υπάρχουν σε όλες τις μεγάλες πόλεις του κόσμου, με κύριο πλεονέκτημα την μεγάλη ταχύτητα είσπραξης κομίστρων από ένα μεγάλο αριθμό ανθρώπων καθημερινά.

9.2 “Έξυπνες” κάρτες (Smart cards)

Μια “έξυπνη” κάρτα ορίζεται ως μια πλαστική κάρτα, συνήθως παρόμοια στο μέγεθος και στην μορφή με μια πιστωτική κάρτα που περιέχει ένα μικροεπεξεργαστή και μνήμη για την αποθήκευση και την επεξεργασία στοιχείων και συμμορφώνεται με παγκόσμια πρότυπα, όπως το ISO/IEC 7816. Οι “έξυπνες” κάρτες έχουν



Εικόνα 28 Ασύρματη "έξυπνη" κάρτα

ενσωματωμένο ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα στην εμπρόσθια αριστερή πλευρά. Η φόρμα, η οποία έχει επιλεγθεί είναι συνήθως η ID-1 (85,72 mm x 54,03 mm x 0,76 mm), όπως ορίζεται στο πρότυπο ISO/IEC 7810, με κύριο πλεονέκτημα την δυνατότητα για επιτυχημένη ζεύξη λόγω της μεγάλης σπειροειδούς κεραίας, η οποία αυξάνει την απόσταση ανάγνωσης των “έξυπνων” ετικετών. Το κύριο γνώρισμα των “έξυπνων” καρτών είναι η ικανότητά τους να αποθηκεύουν και να επεξεργάζονται πληροφορίες με έναν ασφαλή τρόπο, με κύρια πλεονεκτήματα την προστασία των δεδομένων που περιέχουν, την φορητότητα και την ευκολία χρήσης. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι η υψηλή ανθεκτικότητά τους καθώς δεν καταστρέφονται εύκολα από υγρά, σκόνη, διακυμάνσεις της θερμοκρασίας ή με την κακή χρήση τους. Οι ασύρματες “έξυπνες” κάρτες είναι σχεδιασμένες ώστε να έχουν διάρκεια ζωής περίπου 10 χρόνια.

Οι “έξυπνες” κάρτες φιλοδοξούν να αντικαταστήσουν εντελώς κάρτες προηγούμενης γενιάς όπως κάρτες με μαγνητική λωρίδα ή Bar Code. Η βασική διαφορά από της προηγούμενης γενιάς κάρτες είναι ότι ενσωματώνουν ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα, γι’ αυτό και πολλές φορές ονομάζονται και ως ICC (Integrated Circuit Cards), το οποίο λειτουργεί είτε ως μνήμη είτε ως μικροεπεξεργαστής, επιτρέποντας την αποθήκευση των δεδομένων στην κάρτα και όχι μόνο στο σύστημα που αυτή χρησιμοποιείται όπως ίσχυε με τις παλαιότερες κάρτες. Έτσι είναι εφικτή η πραγματοποίηση offline συναλλαγών, δηλαδή συναλλαγών χωρίς την ανάγκη επικοινωνίας του τερματικού με το εκάστοτε δίκτυο.

Το ολοκληρωμένο κύκλωμα μπορεί να περιέχει μόνο μνήμη ή και μικροεπεξεργαστή. Επίσης, περιέχει τις επαφές εισόδου – εξόδου, σε περίπτωση που η κάρτα είναι κάρτα επαφής και μπορεί να παρέχει μια ασφαλή δομή πολλαπλών επιπέδων και να επιτρέπει ιεραρχημένη πρόσβαση καθιστώντας δύσκολη την πρόσβαση στα στοιχεία και την παραποίηση αυτών, να υπολογίζει κρυπτογραφικές συναρτήσεις και να αντιλαμβάνεται άμεσα προσπάθειες πρόσβασης, οι οποίες δεν είναι έγκυρες.

Τρεις είναι οι κύριες λειτουργίες των “έξυπνων” καρτών :

1. Πληρωμή. Οι “έξυπνες” κάρτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πίστωση, χρέωση και να παρέχουν την ικανότητα να προσεγγιστούν οικονομικοί απολογισμοί.
2. Έλεγχος πρόσβασης. Οι “έξυπνες” κάρτες μπορούν να παρέχουν γνωρίσματα ασφάλειας που επιτρέπουν στην κάρτα να χρησιμοποιηθεί ως μέθοδος επικύρωσης για την ασφαλή πρόσβαση είτε σε φυσικά μέρη, όπως κτήρια, χώροι στάθμευσης, διέλευση εγκαταστάσεων είτε σε πρόσβαση σε τερματικά ή σε δίκτυα.
3. Αποθήκευση και διαχείριση πληροφοριών. Αναλόγως το ολοκληρωμένο κύκλωμα και την χωρητικότητα της μνήμης του, οι “έξυπνες” κάρτες μπορούν να αποθηκεύσουν και να διαχειριστούν διάφορα στοιχεία, όπως για παράδειγμα κάρτες που χρησιμοποιούνται στο σύστημα υγείας και αποθηκεύουν ιατρικές πληροφορίες του ασθενούς.

9.2.1 Ιστορική αναδρομή

Οι πρώτες πλαστικές κάρτες, οι οποίες θεωρούνται πρόγονοι των “έξυπνων” καρτών, είναι οι πιστωτικές κάρτες που δημιουργήθηκαν από την Diners Club το 1950. Οι κάρτες αυτές είχαν το μέγεθος μιας επαγγελματικής κάρτας και είχαν τυπωμένο το όνομα του κατόχου της στην εμπρόσθια όψη. Η επίδειξη της ήταν αρκετή ώστε ο παροχέας της υπηρεσίας, για παράδειγμα ξενοδοχείο ή εστιατόριο, να παράσχει πίστωση στον κάτοχό της. Αργότερα, η εκτύπωση του ονόματος γινόταν σε ανάγλυφο. Μερικά χρόνια αργότερα, οι κάρτες αυτές απέκτησαν μια μαγνητική λωρίδα, η οποία επέτρεπε την μηχανική αποτύπωση των στοιχείων του κατόχου. Με την χρήση της μαγνητικής λωρίδας η επεξεργασία των στοιχείων μπορούσε να γίνει ηλεκτρονικά επιταχύνοντας τις συναλλαγές. Το μεγαλύτερο πρόβλημα με

αυτού του είδους τις κάρτες ήταν ότι ο οποιοσδήποτε είχε τον κατάλληλο εξοπλισμό μπορούσε να δημιουργήσει πλαστές κάρτες.

Οι “έξυπνες” κάρτες είναι το αποτέλεσμα της ταυτόχρονης βελτίωσης των πλαστικών καρτών και των μικροεπεξεργαστών. Η αρχική ιδέα της ενσωμάτωσης ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος σε μια πλαστική κάρτα, δημιουργήθηκε το 1968 στη Γερμανία από τον Jurgen Dethloff και τον Helmut Grotrapp. Το 1969, παρουσιάστηκε στην Γαλλία, από τον Roland Moreno, μια ιδέα για μια κάρτα με ενσωματωμένο κύκλωμα. Έπειτα υλοποίησε πιλοτικά την ένωση μιας πλαστικής κάρτας και ενός μικροσίπ και παρουσίασε την ιδέα του αυτήν σε κάποιες τράπεζες στην Γαλλία. Αυτή ήταν η πιο σημαντική στιγμή στην δημιουργία των “έξυπνων” καρτών. Το 1970 στην Ιαπωνία, ο Kunitaka Arimura διατύπωσε μια παρόμοια ιδέα για “έξυπνες” κάρτες. Το 1977, η Motorola και η Bull κατασκεύασαν την πρώτη “έξυπνη” κάρτα για εμπορική χρήση. Αυτή η κάρτα περιείχε έναν μικροεπεξεργαστή και μια ξεχωριστή συσκευή μνήμης. Το 1980, και πάλι η Motorola παρουσίασε την πρώτη “έξυπνη” κάρτα, η οποία παρείχε ασφάλεια για χρήση στον τραπεζικό χώρο. Μετά από δύο χρόνια, στη Γαλλία έγινε η πρώτη πραγματική δοκιμή των “έξυπνων” καρτών και πιο συγκεκριμένα τηλεφωνικών καρτών.

Το 1984, άρχισαν τα πρώτα πιλοτικά προγράμματα για εφαρμογή των “έξυπνων” καρτών σε μηχανήματα αυτόματης ανάληψης. Μια βελτίωση που προέκυψε από το πιλοτικό αυτό πρόγραμμα ήταν η ενσωμάτωση της μαγνητικής λωρίδας ώστε να διατηρηθεί η συμβατότητα με τα τότε υπάρχοντα συστήματα. Παράλληλα έγινε μια μεγάλη διαφημιστική εκστρατεία οπότε και καθιερώθηκε ο όρος “έξυπνη” κάρτα. Το 1987, εφαρμόστηκε το πρώτο μεγάλης κλίμακας έργο με “έξυπνες” κάρτες στην Αμερική ενώ το 1993, ολοκληρώθηκε στην Γαλλία η αντικατάσταση των υπαρχουσών τραπεζικών καρτών με “έξυπνες” κάρτες και η τάση αυτή άρχισε να εξαπλώνεται σε όλο τον κόσμο.

Στα μέσα του 1980, οι “έξυπνες” κάρτες λειτουργούσαν στην συχνότητα των 135 KHz, το οποίο ήταν φυσιολογικό για εκείνη την εποχή και σε συνάρτηση με την υψηλή κατανάλωση ενέργειας του κυκλώματος που χρησιμοποιούνταν, το μέγεθος της σπειροειδούς κεραίας έπρεπε να είναι

πολύ μεγάλο. Από το 1990 όμως, λόγω της χρήσης της συχνότητας των 13,56 MHz, το μέγεθος των κεραιών μειώνεται σημαντικά και ήταν εφικτή η δημιουργία “έξυπνων” καρτών στην φόρμα ID-1. Το 1995, η γερμανική αεροπορική εταιρεία Lufthansa εισήγαγε την χρήση ασύρματων “έξυπνων” καρτών για την μέτρηση των μιλίων που διένυαν συχνοί πελάτες της.

9.2.2 Κατηγοριοποίηση “έξυπνων” καρτών

Αν και η κατηγοριοποίηση των “έξυπνων” καρτών μπορεί να γίνει βάσει διάφορων παραμέτρων, ο πιο σωστός διαχωρισμός είναι αυτός που τις κατηγοριοποιεί με βάση τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά και τον τρόπο επικοινωνίας τους.

Με βάση το πρώτο κριτήριο υπάρχουν τρία είδη “έξυπνων” καρτών.

1. Κάρτες μνήμης. Αυτές είναι κάρτες αποθήκευσης πληροφοριών. Είναι οι πιο κοινές και οι λιγότερο ακριβές κάρτες. Αποτελούνται από κάποια μνήμη και έλεγχο λογικής διαχειρίζονται την πρόσβαση σε αυτήν, στην οποία μπορούν να αποθηκευτούν ή να διαγραφούν τιμές. Περιέχουν μνήμη μόνο ανάγνωσης (Read Only Memory – ROM) και μια ηλεκτρικά εξαλείψιμη και προγραμματίσιμη μόνο ανάγνωσης μνήμη (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory – EEPROM). Μπορεί να ειπωθεί ότι οι κάρτες μνήμης αναφέρονται καταχρηστικά ως “έξυπνες” κάρτες καθώς δεν έχουν την δυνατότητα επεξεργασίας δεδομένων.
2. “Εξυπνες” κάρτες ή κάρτες μικροεπεξεργαστών. Όπως γίνεται αντιληπτό από το όνομά τους έχουν ενσωματωμένο έναν μικροεπεξεργαστή και χάρη σε αυτόν θεωρούνται οι “κλασικές” “έξυπνες” κάρτες. Ο μικροεπεξεργαστής πέρα από την

αποθήκευση και ασφάλιση πληροφοριών μπορεί να λαμβάνει αποφάσεις. Περιέχουν μνήμη μόνο ανάγνωσης (ROM) για την αποθήκευση του λειτουργικού συστήματος της κάρτας, μνήμη τυχαίας πρόσβασης (RAM) για γρήγορη εκτέλεση υπολογισμών και μνήμη ηλεκτρικά εξαλείψιμη και προγραμματίσιμη μόνο ανάγνωσης (EEPROM) για την αποθήκευση εφαρμογών και δεδομένων. Τελευταίας γενιάς “έξυπνες” κάρτες μπορούν να έχουν στο ολοκληρωμένο κύκλωμά τους εκτός από τον κύριο μικροεπεξεργαστή, επιπλέον συνεπεξεργαστές (coprocessor) για την εκτέλεση συγκεκριμένων λειτουργιών σε υψηλή ταχύτητα, όπως η εκτέλεση πολύπλοκων κρυπτογραφικών συναρτήσεων.

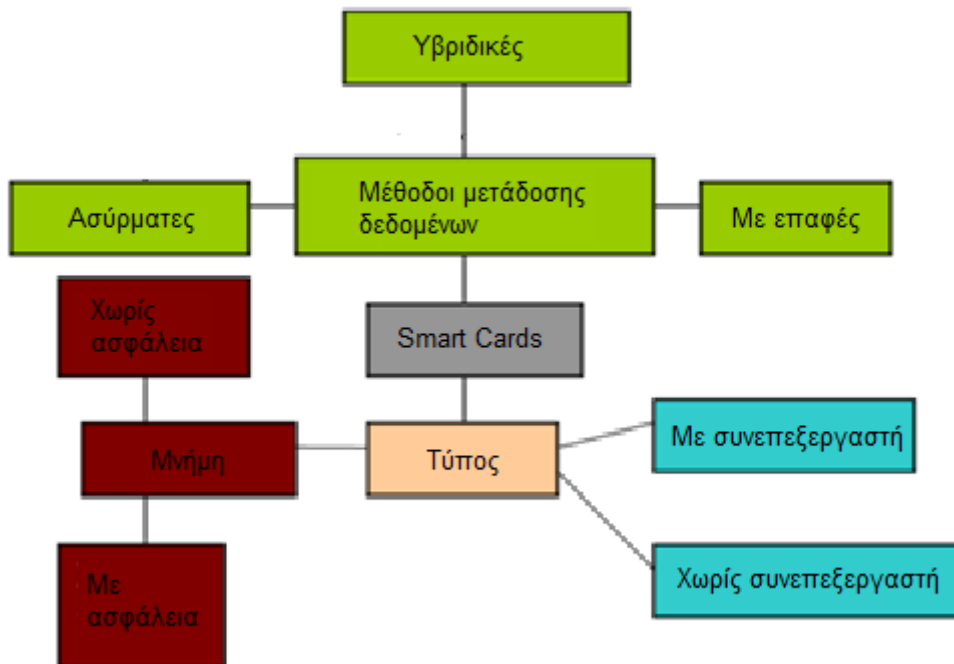
3. “Εξυπνες” κάρτες πολλαπλών εφαρμογών. Αυτές είναι οι “έξυπνες” κάρτες τελευταίας γενιάς και έχουν ανοιχτά λειτουργικά συστήματα (Java, MULTOS) και μπορούν να εκτελούν περισσότερες από μια εφαρμογές. Παρέχεται επίσης η δυνατότητα στον χρήστη να φορτώνει νέες εφαρμογές ή να διαγράφει άλλες ανάλογα με τις ανάγκες του.

Μια δεύτερη κατηγοριοποίηση μπορεί να γίνει αναλόγως του τρόπου επικοινωνίας των “έξυπνων” καρτών με το εξωτερικό περιβάλλον.

1. “Εξυπνες” κάρτες με επαφές (Contact Cards). Οι κάρτες αυτές επικοινωνούν με ηλεκτρικές επαφές και πρέπει να εισαχθούν σε μία συσκευή ανάγνωσης προκειμένου να διαβαστούν ή να εισαχθούν πληροφορίες. Κάθε τέτοια κάρτα περιέχει 6 έως 8 επίχρυσες επαφές που έρχονται σε επαφή με την συσκευή ανάγνωσης κατά την εισαγωγή τους σε αυτήν.
2. Ασύρματες έξυπνες κάρτες (Contactless Cards). Οι κάρτες αυτές έχουν λειτουργία ακριβώς όπως μια παθητική RFID ετικέτα. Χρησιμοποιούν την ενσωματωμένη κεραία τους για την επικοινωνία με κάποιον reader χωρίς την φυσική επαφή με αυτόν, προκειμένου οι πληροφορίες της κάρτας να ανανεωθούν, να αλλάξουν ή να υποβληθούν σε επεξεργασία. Αυτές οι κάρτες

είναι πιο ακριβές έναντι των καρτών επαφής αλλά έχουν επίσης μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και είναι πιο αξιόπιστες.

3. Υβριδικές κάρτες και συνδυασμένες κάρτες (Hybrid και Combination Cards). Οι κάρτες αυτές ενσωματώνουν και τους δύο τρόπους μετάδοσης και συνεπώς μπορούν να επικοινωνήσουν κατά περίπτωση είτε μέσω φυσικής επαφής είτε με ασύρματο τρόπο.



Εικόνα 29 Κατηγοριοποίηση "έξυπνων" καρτών

9.3 “Έξυπνες” κάρτες και Μέσα μαζικής μεταφοράς

Οι “έξυπνες” κάρτες έχουν πάρα πολλές εφαρμογές σε διάφορους τομείς. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν τις καθιστά ολοένα και πιο χρησιμοποιούμενες σε διάφορων ειδών συστήματα. Οι πιο σημαντικές εφαρμογές είναι στα μέσα μαζικής μεταφοράς, στα οποία θα γίνει αναφορά σε αυτό το κεφάλαιο, στον έλεγχο πρόσβασης σε κτήρια, στην πρόσβαση σε ανοιχτά ή κλειστά δίκτυα, σε τραπεζικές συναλλαγές, στον τομέα της υγείας και της ασφάλισης, ως GSM κάρτες και τηλεκάρτες, ως κάρτες εξυπηρέτησης πελατών (loyalty cards), ως ηλεκτρονικό πορτοφόλι και στην συνδρομητική τηλεόραση.

Τα μέσα μαζικής μεταφοράς είναι ένας από τους τομείς όπου η χρήση RFID συστημάτων έχει πάρα πολύ μεγάλες προοπτικές και πιο συγκεκριμένα η χρήση “έξυπνων” καρτών. Ακόμα και τα μέσα μαζικής μεταφοράς των μεγαλύτερων πόλεων του κόσμου λειτουργούν με πάρα πολύ μεγάλες οικονομικές απώλειες, πολλές φορές ακόμα και το 40% του εισοδήματός τους. Ως συνέπεια, το εκάστοτε κράτος, δηλαδή οι πολίτες του, πληρώνουν αυτές τις οικονομικές απώλειες. Για την αύξηση των εισοδημάτων και για να γίνουν τα μέσα μαζικής μεταφοράς πιο υγιείς οργανισμοί πρέπει να εφαρμοστούν μακροπρόθεσμες λύσεις, οι οποίες θα μείωναν το κόστος λειτουργίας και θα αύξαναν το εισόδημα.

Η χρήση “έξυπνων” ασύρματων καρτών, ως ηλεκτρονικού εισιτηρίου είναι μια από αυτές τις λύσεις. Ο τρόπος με τον οποίο συλλέγονται τα κόμιστρα είναι ένας από τους πιο σημαντικούς τομείς για την σωστή λειτουργία ενός οργανισμού μεταφοράς. Η αυτόματη είσπραξη των κομίστρων και η αύξηση της ταχύτητας της συλλογής αυτών αλλά και η ευελιξία στον τρόπο πληρωμής, θα προσέφερε πλεονεκτήματα τόσο στους ανθρώπους που χρησιμοποιούν τα μέσα μεταφοράς όσο και στον ίδιο τον οργανισμό. Γενικώς, θα μπορούσε να εξαλείψει ή να μετριάσει αιτίες για τις οποίες οργανισμοί μεταφοράς σε όλο τον κόσμο είναι οικονομικά ζημιωμένες.

Η ουσία αυτής της εφαρμογής είναι ότι ο κάτοχος της κάρτας την χρησιμοποιεί ως κάρτα προπληρωμένης αξίας όσον αφορά τα εισιτήρια στα μέσα συγκοινωνίας. Έτσι, αντί να αγοράζει κοινά εισιτήρια πληρώνει και αποθηκεύει την αξία τους στην κάρτα, την οποία επικυρώνει κάθε φορά που χρησιμοποιεί ένα μέσο μαζικής μεταφοράς. Κατά την χρήση της σε κάποιο μέσο μαζικής μεταφοράς το αποδεικτικό της πληρωμής του κομίστρου εγγράφεται στην κάρτα. Σε πιθανό έλεγχο εισιτηρίων, ο ελεγκτής διαβάζει την εκάστοτε κάρτα με την δική του συσκευή ανάγνωσης (reader). Σε μέσα μεταφοράς όπως το μετρό ή σε τρένα, η είσοδος μπορεί να μην γίνει επιτρεπτή χωρίς την επικύρωση της κάρτας.

Σύμφωνα με μελέτες στους μεγαλύτερους οργανισμούς μέσων μαζικής μεταφοράς, οι κύριες αιτίες που αυξάνουν το κόστος λειτουργίας είναι οι εξής :

- Το υψηλό κόστος συντήρησης των μηχανημάτων αυτόματης πώλησης εισιτηρίων.
- Στα οχήματα μεταφοράς απαιτούνται ακριβή ηλεκτρονικοί εκτυπωτές εισιτηρίων ή πολλές φορές ο ίδιος ο οδηγός πουλάει εισιτήρια κάτι το οποίο αυξάνει τον χρόνο αναμονής των επιβατών και επίσης υπάρχει υψηλός κίνδυνος λόγω της συνεχούς απασχόλησης του οδηγού.
- Εξάλειψη των ατόμων που δεν πληρώνουν εισιτήριο και χρησιμοποιούν παράνομα τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Σε μερικές πόλεις παρατηρήθηκαν οικονομικές απώλειες της τάξεως του 25% του μηνιαίου εισοδήματος των οργανισμών μεταφοράς εξαιτίας αυτού.
- Κόστος του χαρτιού που απαιτείται για τα εισιτήρια, τα οποία συνήθως πετιούνται και τις περισσότερες φορές δεν υπάρχει μέριμνα για ανακύκλωση.

Επιπλέον, μπορεί να υπάρχει η δυνατότητα ώστε αυτή η “έξυπνη” κάρτα να μη χρησιμοποιείται μόνο στα μέσα μαζικής μεταφοράς αλλά και για άλλες χρήσεις, όπως σε διόδια, σε χώρους στάθμευσης αυτοκινήτων, σε άλλους δημόσιους οργανισμούς ή ακόμα και σε ιδιωτικούς. Έτσι, θα ήταν δυνατόν ένας άνθρωπος να αγοράσει με την ίδια κάρτα, με την οποία θα

πληρώσει το εισιτήριο για το μετρό, έναν καφέ ή μια εφημερίδα, γρήγορα και με ασφάλεια χωρίς την χρήση μετρητών. Επίσης, το κόστος συστημάτων με χρήση “έξυπνων” καρτών θα μπορούσε να μειωθεί εάν οι κάρτες μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για πληρωμή και σε ιδιωτικούς τομείς, όπως εστιατόρια, σουπερμάρκετ και σε αντάλλαγμα κάθε ιδιωτικός οργανισμός να πληρώνει ένα ποσό στον οργανισμό μεταφοράς.

9.3.1 Απαιτήσεις συστήματος

Το κόστος εγκατάστασης ενός ηλεκτρονικού συστήματος αυτόματης είσπραξης κομίστρων στα μέσα μαζικής μεταφοράς μιας ολόκληρης πόλης είναι σίγουρο ότι θα είναι πάρα πολύ υψηλό. Επίσης, οι απαιτήσεις και οι προσδοκίες θα είναι μεγάλες, κυρίως όσον αφορά στις αντοχές απέναντι σε φθορές, στην ευκολία χρήσης και στην ταχύτητα διεκπεραίωσης της επικύρωσης των εισιτηρίων, στο “γέμισμα” της κάρτας με χρήματα ή στην πληρωμή σε άλλους τομείς μέσω της κάρτας. Ο χρόνος που χρειάζεται για την πληρωμή ή την επικύρωση ενός εισιτηρίου είναι ένας από τους πιο κρίσιμους παράγοντες σε συστήματα “έξυπνων” καρτών στα μέσα μαζικής μεταφοράς και ειδικότερα όταν αυτές οι ενέργειες πρέπει να γίνουν μέσα σε ένα όχημα μεταφοράς, όπως ένα λεωφορείο. Οι ενέργειες αυτές είναι πιο εύκολες όταν γίνονται μέσα σε ένα σταθμό τρένου ή μετρό καθώς οι χρήστες των μέσων μεταφοράς θα πρέπει να επικυρώσουν το εισιτήριο για να τους επιτραπεί η είσοδος στο σταθμό.

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τον χρόνο που χρειάζονται διάφορες μέθοδοι για την επικύρωση των εισιτηρίων. Η μελέτη για τον χρόνο της κάθε μεθόδου έγινε το 1997 στο Ελσίνκι, αλλά ακόμα και 13 χρόνια πριν, η χρήση “έξυπνων” καρτών ήταν η πιο γρήγορη μέθοδος επικύρωσης εισιτηρίων.

Τεχνολογία	Χρόνος ανά επιβάτη σε δευτερόλεπτα
RFID συστήματα (Ασύρματες “έξυπνες” κάρτες	1,7
Οπτική επιβεβαίωση από τον οδηγό	2
“Εξυπνες” κάρτες με επαφές	3,5
Ταμείο	>6

Πίνακας 8 Χρόνοι διάφορων μεθόδων για την επικύρωση εισιτηρίων

Οι τιμές αυτές μετρήθηκαν σε ένα πιλοτικό πρόγραμμα που είχε εφαρμοστεί για τη χρήση “έξυπνων” καρτών στα μέσα μαζικής μεταφοράς το 1997. Σήμερα, η ταχύτητα της επικύρωσης ή της πληρωμής είτε του οργανισμού μεταφοράς είτε οποιουδήποτε άλλου οργανισμού, στον οποίο η πληρωμή μπορεί να γίνει μέσω αυτής της κάρτας, πρέπει να είναι 70 έως 300 milliseconds για ολόκληρη την διαδικασία συναλλαγής. Προϋπόθεση σε αυτό είναι ότι το σύστημα θα πρέπει να είναι ακριβές και σωστό στις χρεώσεις και να εξασφαλίζει την ακεραιότητα των δεδομένων, ώστε οι πληροφορίες του κατόχου να μην μπορούν να γίνουν γνωστές ή να τροποποιηθούν.

9.3.2 Πλεονεκτήματα RFID συστημάτων με “έξυπνες” κάρτες

Η εγκατάσταση ενός RFID συστήματος διαχείρισης κομίστρων βασισμένο σε “έξυπνες” κάρτες δημιουργεί πολλά πλεονεκτήματα σε όλους τους συμμετέχοντες. Παρόλο που η εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος είναι πολύ δαπανηρή, μελέτες έχουν δείξει ότι τα μακροπρόθεσμα κέρδη καλύπτουν το κόστος αυτό. Τα πλεονεκτήματα μπορούν να διαχωριστούν σε πλεονεκτήματα για τους επιβάτες, για τους εργαζομένους στον οργανισμό

μεταφοράς, για τον ίδιο τον οργανισμό και για το κράτος, στο οποίο ο οργανισμός μεταφοράς βρίσκεται. Τα πλεονεκτήματα για τους επιβάτες είναι τα εξής :

- Δεν είναι ανάγκη οι επιβάτες να μεταφέρουν μετρητά καθώς οι ασύρματες “έξυπνες” κάρτες μπορούν να “φορτωθούν” με χρήματα και τα κόμιστρα να αφαιρούνται από αυτή.
- Προπληρωμένες κάρτες παραμένουν έγκυρες ακόμα και αν οι τιμές των κομίστρων αλλάξουν.
- Ο επιβάτης δεν χρειάζεται να γνωρίζει ακριβής πληροφορίες για τις τιμές καθώς το σύστημα αφαιρεί αυτόματα το σωστό ποσό από την κάρτα.
- Μηνιαία εισιτήρια μπορούν να ξεκινούν από οποιαδήποτε μέρα του μήνα, ξεκινώντας από την πρώτη χρήση της κάρτας.
- Ο επιβάτης δεν χρειάζεται να ανησυχεί το αν θα έχει το ακριβές αντίτιμο του εισιτηρίου ή αν το μηχάνημα πώλησης δίνει ρέστα.
- Οι επιβάτες δεν χρειάζεται να περιμένουν στην ουρά για την έκδοση ή την επικύρωση του εισιτηρίου.

Τα πλεονεκτήματα των εργαζομένων είναι τα εξής :

- Δεν πωλούνται πια εισιτήρια μέσα στα μέσα μεταφοράς με αποτέλεσμα λιγότερη απασχόληση του οδηγού.
- Οι οδηγοί δεν είναι αναγκαίο να μεταφέρουν μετρητά για τα ρέστα των εισιτηρίων.
- Δεν χρειάζεται να γίνεται πια υπολογισμός του ημερήσιου ταμείου από την πώληση εισιτηρίων από τους οδηγούς.

Τα πλεονεκτήματα για τον οργανισμό μεταφοράς :

- Μείωση του κόστους για την λειτουργία και την συντήρηση των μηχανημάτων πώλησης των εισιτηρίων.
- Ασφάλεια απέναντι σε βανδαλισμούς.
- Ευκολία στην αλλαγή της τιμολόγησης των κομίστρων καθώς δεν χρειάζεται να τυπωθούν νέα εισιτήρια.

- Μείωση των ατόμων που δεν έχουν έγκυρο εισιτήριο και άρα αύξηση των εσόδων.
- Ακριβής στατιστικά στοιχεία για την βελτίωση των υπηρεσιών.
- Ακριβής και γρήγορος υπολογισμός των εσόδων του οργανισμού.
- Μείωση των καθυστερήσεων στα σημεία εισόδων.
- Καλύτερη αξιοποίηση των εργαζομένων.
- Δεν υπάρχει πια η ανάγκη ύπαρξης μεγάλων ποσών σε μετρητά στα ταμεία.

Τα πλεονεκτήματα για το κράτος είναι τα εξής :

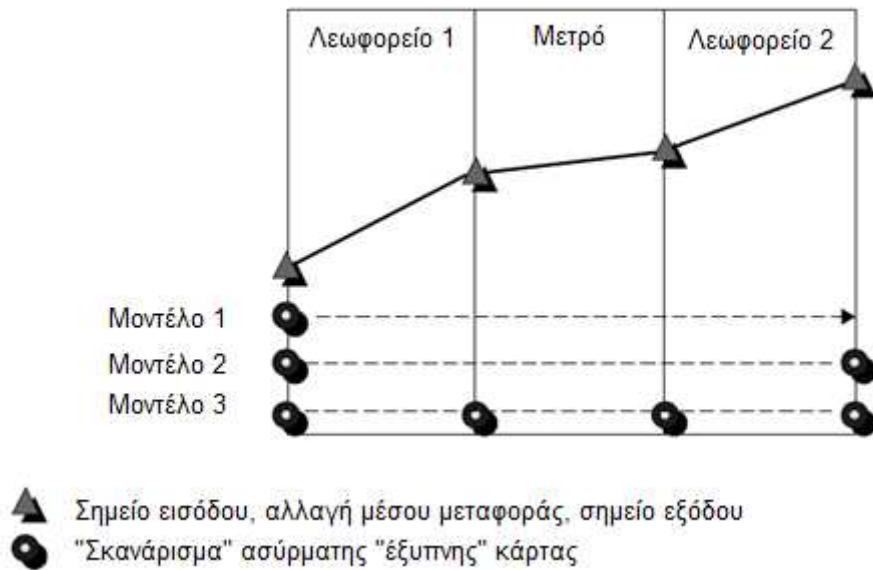
- Μείωση της ανάγκης για επιδοτήσεις λόγω της αύξησης των εσόδων του οργανισμού μεταφοράς.
- Καλύτερη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς λόγω των καλύτερων υπηρεσιών που προσφέρονται. Έχει θετική επιρροή στα έσοδα του κράτους και στην μείωση της μόλυνσης του περιβάλλοντος.
- Μεγαλύτερη ασφάλεια αν χρησιμοποιηθούν ονομαστικές κάρτες απέναντι σε τρομοκρατικές επιθέσεις.

9.3.3 Τρόποι χρέωσης κομίστρων

Ο υπολογισμός των κομίστρων μιας διαδρομής μπορεί να είναι πολύ πολύπλοκος για τα απλά συστήματα που χρησιμοποιούνται εδώ και χρόνια. Οι περιοχές συνήθως χωρίζονται σε ζώνες και η χρέωση είναι διαφορετική, αναλόγως της ζώνης. Υπάρχουν επίσης διάφορα είδη εισιτηρίων, όπως μειωμένα, ημερήσια, μηνιαία και άλλα. Επίσης, μπορεί να υπάρχουν και διαφορετικές χρεώσεις ανά ώρα, όπως και συνδυασμοί όλων αυτών. Τα RFID συστήματα με χρήση “έξυπνων” καρτών έχουν την ικανότητα να χειρίζονται

αποτελεσματικά όλες αυτές τις διαφορετικές χρεώσεις. Υπάρχουν διάφορα μοντέλα που εφαρμόζονται στα μέσα μαζικής μεταφοράς, αναλόγως το ποιο είναι το πιο αποδοτικό για το καθένα. Τα σημαντικότερα από αυτά τα μοντέλα είναι τα εξής :

1. Η πληρωμή γίνεται στην αρχή της διαδρομής. Ένα σταθερό ποσό αφαιρείται από την κάρτα ανεξαρτήτως της απόστασης που θα διανυθεί.
2. Στην αρχή της διαδρομής το σημείο εισόδου καταγράφεται στην κάρτα. Έπειτα, στο σημείο εξόδου η κάρτα διαβάζεται ξανά και υπολογίζεται η χρέωση, αναλόγως της απόστασης που διανύθηκε. Υπάρχει η δυνατότητα να ελέγχεται η κάρτα σε κάθε σημείο αλλαγής της γραμμής του επιβάτη ώστε να υπολογίζεται επακριβώς η διαδρομή που ακολούθησε. Η έλλειψη “διαβάσματος” της κάρτας σε ένα έγκυρο σημείο εξόδου μπορεί να επιφέρει ως ποινή την μείωση ενός μεγάλου ποσού την επόμενη φορά που η κάρτα θα “διαβαστεί” σε ένα σημείο εισόδου.
3. Αυτό το μοντέλο είναι κατάλληλο για διαδρομές οι οποίες μπορούν να πραγματοποιηθούν χρησιμοποιώντας διαφορετικά μέσα μεταφοράς με διαφορετικές χρεώσεις. Κάθε φορά που ένας επιβάτης αλλάζει όχημα μεταφοράς, ένα σταθερό ποσό μειώνεται από την κάρτα του συνυπολογίζοντας επίσης μειώσεις τιμών για επιβάτες που κάνουν μεγάλες διαδρομές ή που αλλάζουν μεγάλο αριθμό οχημάτων.
4. Αυτό το μοντέλο ονομάζεται και υπολογισμός και καλύτερης τιμής. Όλες οι διαδρομές που έγιναν σε διάστημα ενός μηνός καταγράφονται στην κάρτα. Εάν ένας συγκεκριμένος αριθμός διαδρομών ξεπεράστηκε σε μια μέρα ή σε έναν μήνα σαν σύνολο διαδρομών, τότε η κάρτα μπορεί αυτόματα να μετατραπεί σε μια φθηνότερη ημερήσια ή μηνιαία. Αυτό προσφέρει στον επιβάτη ευελιξία και τις χαμηλότερες χρεώσεις.



Εικόνα 30 Μοντέλα χρέωσης κομίστρων

9.3.4 Πιθανές απειλές

Κύριος στόχος κάθε συστήματος αυτόματος χρέωσης κομίστρων είναι να αποτρέψει επιβάτες που δεν έχουν πληρώσει εισιτήριο από το να χρησιμοποιήσουν τα μέσα μαζικής μεταφοράς, οπότε η πιο σημαντική απειλή είναι να παραβιαστεί αυτός ο στόχος. Υπάρχουν όμως και άλλες απειλές σε ένα τέτοιο σύστημα.

- Απομίμηση. Κάποιος μπορεί να θέλει να επιτεθεί στο σύστημα δημιουργώντας πλαστές κάρτες ή αντιγράφοντας κάρτες άλλων ανθρώπων.
- Ανίχνευση. Ένα άλλο είδος επίθεσης είναι η απόκτηση πληροφοριών για χρήστες ή πληροφορίες για τις διαδρομές που αυτοί εκτελούν μέσα στο δίκτυο των μέσων μαζικής μεταφοράς.
- Άρνηση υπηρεσίας. Μια άλλη απειλή είναι οι επιθέσεις που θέλουν να βλάψουν το σύστημα με το να αποτρέπουν έγκυρες

κάρτες από το να χρησιμοποιηθούν. Μπορεί κάποιος με κακόβουλες προθέσεις να προσπαθήσει να βρει κενά ασφαλείας του συστήματος και να μετατρέψει έγκυρες κάρτες σε μη αποδεκτές.

9.3.5 Παραδείγματα χρήσης RFID συστημάτων σε μέσα μαζικής μεταφοράς

RFID συστήματα χρησιμοποιούνται σχεδόν σε όλα τα μέσα μαζικής μεταφοράς των μεγάλων πόλεων. Υπολογίζεται ότι περίπου το 50% των ασύρματων “έξυπνων” καρτών που πωλούνται χρησιμοποιούνται στον τομέα των μεταφορών.

Στο Παρίσι και σε άλλες μεγάλες πόλεις της Γαλλίας ξεκίνησε από το 1995 η εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος. Στην Σεούλ της Νότιας Κορέας χρησιμοποιούνται κάρτες για πληρωμή των μέσων μεταφοράς, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πληρωμή και σε καταστήματα. Στο Χονγκ Κονγκ όλες οι μετακινήσεις με τα μέσα μεταφοράς πληρώνονται σχεδόν εξολοκλήρου μέσω της RFID τεχνολογίας. Η κάρτα που χρησιμοποιείται ονομάζεται Octopus Card. Αρχικά δημιουργήθηκε το 1997, αποκλειστικά για χρήση πληρωμής κομίστρων αλλά σήμερα έχει παρόμοια χρήση με μια πιστωτική κάρτα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλων των ειδών τα καταστήματα. Στην Σαγκάη χρησιμοποιείται επίσης ένα παρόμοιο σύστημα με χρέωση ανάλογα με την απόσταση που διανύεται. Η κάρτα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για πληρωμή των ταξί. Στην Μόσχα, το δεύτερο μεγαλύτερο σε εξυπηρέτηση ανθρώπων μετρό στον κόσμο, ήταν το πρώτο στην Ευρώπη στο οποίο εφαρμόστηκε ένα σύστημα RFID με “έξυπνες” κάρτες. Στην Αμερική, στην Ουάσινγκτον εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το 1999 η RFID τεχνολογία στα μέσα μεταφοράς. Στην Αγγλία επίσης

εφαρμόζεται ένα παρόμοιο σύστημα με την γνωστή Oyster Card του Λονδίνου. Αυτές είναι μερικές μόνο από τις πόλεις στις οποίες εφαρμόζονται RFID συστήματα στα μέσα μεταφοράς. Δύο από τα πρώτα συστήματα που εφαρμόστηκαν στα μέσα μαζικής μεταφοράς και έδειξαν τον δρόμο στους υπόλοιπους οργανισμούς ήταν στην Σεούλ και στη Γερμανία.

9.3.5.1 RFID σύστημα στην Σεούλ

Ένα από τα πρώτα και μεγαλύτερα συστήματα αυτόματης είσπραξης κομίστρων χρησιμοποιώντας ασύρματες “έξυπνες” κάρτες ξεκίνησε, πιλοτικά στην αρχή, το 1996 στη Σεούλ. Η κάρτα πωλούνταν με το ποσό των 17 ευρώ για διαδρομές μέσα στην πόλη και τα κόμιστρα υπολογίζονταν με βάση το μοντέλο 1, το οποίο αναφέρθηκε παραπάνω. Μια διαδρομή κόστιζε 0,35 ευρώ και κάθε φορά που ο επιβάτης άλλαζε όχημα το ποσό χρεώνονταν ξανά.

Η κάρτα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και στις 453 γραμμές. Στην αρχή χρησιμοποιούνταν μόνο στα 12.700 λεωφορεία της Σεούλ, τα οποία εξοπλίστηκαν με readers. Η RFID τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε σε αυτό το έργο είναι το σύστημα MIFARE, το οποίο βασίζεται στο πρότυπο ISO/IEC 14443. Η μέγιστη απόσταση ανάγνωσης των ασύρματων “έξυπνων” καρτών ήταν 10 cm και η συχνότητα λειτουργίας 13,56 MHz. Στον πρώτο χρόνο λειτουργίας χρησιμοποιήθηκαν 4 εκατομμύρια κάρτες σε μόνιμη βάση.

9.3.5.2 RFID σύστημα στο Όλντενμπουργκ

Ένα από τα πρώτα συστήματα “έξυπνων” καρτών στα μέσα μαζικής μεταφοράς της Γερμανίας ήταν το σύστημα Fahrsmart στην πόλη Όλντενμπουργκ. Αρχικά, 20.000 κάρτες επαφής δημιουργήθηκαν για τους χρήστες των μέσων μεταφοράς. Όμως, το πιλοτικό αυτό πρόγραμμα που εφαρμόστηκε, απέδειξε ότι υπήρχαν πολλά σημαντικά προβλήματα στην εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος, με μεγαλύτερο τον μεγάλο χρόνο επικύρωσης εισιτηρίων του κάθε ατόμου με χρόνο πάνω από 3 δευτερόλεπτα ανά επιβάτη λόγω του ότι χρησιμοποιήθηκαν κάρτες επαφής. Έτσι, το 1996 ένα δεύτερο πιλοτικό πρόγραμμα ξεκίνησε, το σύστημα Fahrsmart 2, το οποίο βασίζονταν σε ασύρματες έξυπνες κάρτες. Η RFID τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε και εδώ ήταν το σύστημα MIFARE.

Το σύστημα Fahrsmart υπολογίζει αυτόματα την χαμηλότερη τιμή για τον κάθε επιβάτη και ο επιβάτης πρέπει να “χτυπήσει” την κάρτα του στο σημείο εισόδου και στο σημείο εξόδου. Όταν κάθε όχημα γύριζε στον αρχικό σταθμό τα δεδομένα που ο reader του οχήματος είχε συλλέξει κατέληγαν στον server του σταθμού και από εκεί στους κεντρικούς server του συστήματος Fahrsmart. Έτσι κάθε μήνα υπολογίζονταν για κάθε επιβάτη η φθηνότερη χρέωση για την απόσταση που διένυσε.

9.3.5.3 RFID σύστημα στη Δρέσδη

Μια ακόμα πιλοτική δοκιμή “έξυπνων” καρτών έγινε στα μέσα μαζικής μεταφοράς της Δρέσδης στη Γερμανία το 2005. Οι “έξυπνες” κάρτες ήταν ενεργές κάρτες νεότερης γενιάς εξοπλισμένες με μια εσωτερική μπαταρία και δύο RFID ετικέτες. Η πρώτη ετικέτα λειτουργούσε στα 7 MHz και η μέγιστη απόσταση ανάγνωσής της ήταν 3 μέτρα. Ανίχνευε το πεδίο που

δημιουργούσαν οι πόρτες των λεωφορείων ή των τραμ της Δρέσδης όταν άνοιγαν. Όταν ένας επιβάτης έμπαινε, η πρώτη ετικέτα ενεργοποιούσε την δεύτερη και όταν ο επιβάτης κατέβαινε από το όχημα την απενεργοποιούσε. Αυτό επιμήκυνε την διάρκεια ζωής της μπαταρίας και μείωνε την άσκοπη λειτουργία της ετικέτας. Η δεύτερη ετικέτα λειτουργούσε στις UHF συχνότητες στα 868 MHz και η απόσταση ανάγνωσής της ήταν αρκετά μέτρα.

Μια κεραία που βρίσκονταν τοποθετημένη σε κάθε όχημα ανίχνευε τις UHF ετικέτες καθώς το όχημα εκτελούσε την διαδρομή του και έτσι καθόριζε ποιες “έξυπνες” κάρτες βρίσκονταν μέσα στο όχημα. Με αυτό το σύστημα οι επιβάτες δεν χρειάζονταν να περάσουν τις κάρτες τους σε πολύ κοντινή απόσταση από έναν reader μπαίνοντας και βγαίνοντας από το κάθε όχημα. Αντιθέτως, μπορούν να τις έχουν τοποθετημένες στην τσέπη τους και τα κόμιστρα να υπολογίζονται αυτόματα.

Αυτό είναι ένα διαφορετικό μοντέλο από αυτά που παρουσιάστηκαν παραπάνω και ονομάζεται BiBo (Be – in, Be – out). Επίσης, το σύστημα μπορούσε να λειτουργήσει και με κινητά, τα οποία είχαν ενσωματωμένη RFID ετικέτα. Το μειονέκτημα αυτού του συστήματος είναι το υψηλό κόστος του και αυτός είναι ο λόγος που δεν χρησιμοποιείται σε πολλά μέσα μεταφοράς.

9.3.6 Πρότυπα και διαλειτουργικότητα

Είναι γενικώς αποδεκτό ότι η δημιουργία προτύπων βελτιώνει την διαλειτουργικότητα και βοηθάει τους κατασκευαστές να παρέχουν συστήματα με βάση τα πρότυπα σε πιο ανταγωνιστικές τιμές. Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει πολλές προσπάθειες ώστε να βελτιωθεί η χρήση “έξυπνων” καρτών στα μέσα μεταφοράς μέσω της δημιουργίας προτύπων. Υπάρχουν διάφοροι οργανισμοί, οι οποίοι μπορούν να διαχωριστούν σε τρία επίπεδα : τους

διεθνής, τους ευρωπαϊκούς και τους εθνικούς. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει μερικά από τα σημαντικότερα πρότυπα.

Επίπεδο οργανισμού	Πρότυπα
Διεθνής	ISO/IEC 10536, ISO/IEC 15693, ISO/IEC 14443.
Ευρωπαϊκές	CEN TC 278 WG 3, CEN TC224, Fastest, eEurope, 1545 Μέρος 1 και Μέρος 2.
Εθνικές	ITSO, Calypso, Oyster.

Πίνακας 9 Σημαντικότερα πρότυπα στα συστήματα “έξυπνων” καρτών στα μέσα μεταφοράς.

Από τον παραπάνω πίνακα, εντοπίζεται το γεγονός ότι τα διεθνή πρότυπα διευθετούν κυρίως ζητήματα φυσικών και ηλεκτρικών ιδιοτήτων των καρτών. Οι οργανισμοί του ευρωπαϊκού επιπέδου δημιουργούν πρότυπα για την διευθέτηση διάφορων ζητημάτων των δεδομένων που χρησιμοποιούνται στα μέσα μεταφοράς και διάφορων διασυνδέσεων για την διαλειτουργικότητα με συστήματα άλλων προτύπων. Τέλος, στο εθνικό επίπεδο στόχος είναι η δημιουργία προτύπων που θα διευθετήσει επιχειρησιακούς κανόνες και ζητήματα και θα δημιουργήσει ομάδες υποστήριξης στην δημιουργία και στην συντήρηση RFID συστημάτων στα μέσα μεταφοράς.

Είναι αναγκαίο να υπάρχει μια ισορροπία μεταξύ του ρίσκου και των κερδών που θα υπάρχουν από την εγκατάσταση ενός RFID συστήματος. Είναι αδύνατον να προβλεφθούν όλα τα ρίσκα που μπορεί να υπάρχουν. Για παράδειγμα, από την εγκατάσταση ενός συστήματος με φθηνές “έξυπνες” κάρτες για μιας διαδρομής εισιτήρια πρέπει να εξεταστεί προσεκτικά εάν θα είναι κατάλληλες με βάση την πραγματική τιμή του εισιτηρίου. Εάν ένα εισιτήριο τρένου κοστίζει 55 ευρώ και η “έξυπνη” κάρτα 1 ευρώ προσφέροντας χαμηλό επίπεδο ασφάλειας ίσως θα ήταν προτιμότερο να αντικατασταθεί με μια πιο ακριβή αλλά ταυτόχρονα και πιο ασφαλή, λόγω της υψηλής αξίας του εισιτηρίου και του κινδύνου αντιγραφής ή παραποίησης του. Εάν το επίπεδο

ασφάλειας μιας σχετικά φθηνής κάρτας είναι τέτοιο ώστε να είναι δυνατόν να γίνει παραποίηση ή αντιγραφή κυρίως ακριβών εισιτηρίων, τότε πιθανόν να είναι προτιμότερο ο οργανισμός να επενδύσει σε ένα ακριβότερο σύστημα με μεγαλύτερο επίπεδο ασφάλειας, που μακροπρόθεσμα το κέρδος θα είναι τελικά μεγαλύτερο. Πολλές φορές το υψηλότερο κόστος συστημάτων και τις οικονομικές ζημιές από την εγκατάσταση ενός ακριβού συστήματος πληρώνουν οι επιβάτες. Αυτό όμως δείχνει ότι το πρόβλημα στην εγκατάσταση και λειτουργία RFID συστημάτων στα μέσα μεταφοράς είναι η έλλειψη επιχειρησιακών προτύπων για την εγκατάσταση και λειτουργία τους. Αυτό συμβαίνει διότι δεν είναι εύκολο να υπάρχει ένα γενικό επιχειρησιακό πρότυπο που θα έχει θετικά αποτελέσματα για όλους τους οργανισμούς μεταφοράς.

Κάθε οργανισμός πρέπει να εφαρμόσει ένα σύστημα ανάλογα με τις δικές του ξεχωριστές ανάγκες και τις ευκαιρίες που παρουσιάζονται αναλόγως του πότε εγκαθίσταται ένα τέτοιο σύστημα. Επίσης, πρέπει να προβλεφθούν και άλλοι παράγοντες, όπως η δημιουργία κατάλληλων εισόδων στους σταθμούς που δεν θα επιτρέπουν την πρόσβαση σε όποιον δεν επικυρώνει μια έγκυρη κάρτα ή να τίθενται υπ' όψιν κανόνες ασφαλείας σε σταθμούς, όπως η απουσία δυνατότητας τοποθέτησης πυλών εισόδου και εξόδου. Ένας άλλος παράγοντας θα μπορούσε να είναι ότι για λόγους ασφαλείας να υπάρχει η δυνατότητα σε κάθε σταθμό οι πύλες να μπορούν να ανοίξουν άμεσα εάν υπάρχει κάποιος κίνδυνος.

9.3.6.1 Συστήματα μέσων μεταφοράς στην Αγγλία και ο οργανισμός ITSO

Ως μέτρο στην Αγγλία, για τις ανησυχίες για όλα αυτά τα ζητήματα των “έξυπνων” καρτών στα μέσα μαζικής μεταφοράς, συστάθηκε το 1999, ο

οργανισμός ITSO (Integrated Transport Smart Card Organization), ο οποίος έφερε σε επαφή όλου στους σημαντικούς φορείς των μέσων μεταφοράς στην Αγγλία, εταιρείες λεωφορείων και τρένων, αντιπροσώπους των επιβατών, το Υπουργείο Μετακινήσεων, πολλούς τοπικούς φορείς, τον οργανισμό μετακινήσεων του Λονδίνου (Transport for London - TfL), για την δημιουργία προδιαγραφών ενός διαλειτουργικού συστήματος με “έξυπνες” κάρτες. Ο οργανισμός ITSO προσπάθησε επιτυχημένα να μεταφέρει προδιαγραφές που δημιουργήθηκαν στην Αγγλία και σε άλλους ευρωπαϊκούς οργανισμούς και μετείχε ενεργά τόσο στην δημιουργία ISO προτύπων όσο και CEN προτύπων.

Το σημαντικότερο επίτευγμα του ITSO ήταν ότι οι προδιαγραφές και τα πρωτόκολλα που ανέπτυξε μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορα επίπεδα λειτουργικότητας, όπως η χρήση μιας κάρτας μόνο ως εισιτήριο ή η χρήση της και για αγορές ή πληρωμή και σε άλλους τομείς. Επίσης, οι προδιαγραφές του ITSO είχαν ως στόχο να μπορούν κάρτες διαφορετικών προτύπων να χρησιμοποιηθούν μέσα στο σύστημα μεταφοράς. Για παράδειγμα, μια κάρτα του μεταφορικού συστήματος της πόλης Νιούκαστλ να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στο μεταφορικό σύστημα του Λονδίνου. Αυτές οι προδιαγραφές όμως άργησαν πολύ να εφαρμοστούν στην πράξη λόγω της καθυστέρησης του Υπουργείου Μεταφορών στον σχεδιασμό και στην εγκατάσταση του μοντέλου ασφαλείας ISAM (ITSO Security Access Module), το οποίο απαιτούνταν να βρίσκεται σε κάθε συσκευή ανάγνωσης. Σαν επιπλέον μέτρο, αποφασίστηκε να διατεθούν 4,5 εκατομμύρια λίρες για την χρηματοδότηση ενός μονοετούς έργου προώθησης των “έξυπνων” καρτών. Στόχος ήταν να βοηθήσουν τοπικούς φορείς που σκέφτονταν να χρησιμοποιήσουν συστήματα “έξυπνων” καρτών και πιθανόν στο μέλλον, οι κάρτες των μέσων μαζικής μεταφοράς να χρησιμοποιούνταν στα συστήματά τους και για τους δικούς τους σκοπούς.

Ένα από τα μεγαλύτερα έργα εγκατάστασης συστήματος “έξυπνων” καρτών για αυτόματη είσπραξη κομίστρων έγινε στο Λονδίνο, το 2003. Λόγω του ότι όμως τα συμβόλαια για το σύστημα είχαν υπογραφεί πριν από την σύσταση του ITSO, η Oyster Card, όπως ονομάστηκε, δεν ήταν συμβατή με τις προδιαγραφές του οργανισμού ITSO. Το αρχικό μέρος του συστήματος αξίας 1 – 2 δισεκατομμυρίων λιρών, εγκαταστάθηκε επιτυχώς και λειτούργησε

σωστά στις πρώτες πιλοτικές δοκιμές, αρχικά με μηνιαίες, ετήσιες και επταήμερες κάρτες διαδρομών, οι οποίες χρησιμοποιούνταν σε όλα τα μέσα μαζικής μεταφοράς του Λονδίνου. Το σύστημα τελικά λειτούργησε με ελάχιστα προβλήματα, όπως το ότι η κάρτα πρέπει να βρίσκεται πιο κοντά στον reader απ' ό τι αναμένονταν και αποτελεί παράδειγμα για επιτυχή εγκατάσταση ενός μεγάλου RFID συστήματος. Επίσης, υπήρχε η δυνατότητα αγοράς από τα μικρά καταστήματα που βρίσκονται σε οποιονδήποτε σταθμό του μετρό του Λονδίνου.



Εικόνα 31 Χρήση της Oyster Card στο Λονδίνο

Μετά από ένα χρόνο, επιτεύχθηκε η συμφωνία μεταξύ του TfL και του Υπουργείου Μεταφορών της Αγγλίας για την διαλειτουργικότητα μεταξύ των προδιαγραφών του ITSO και της κάρτας Oyster. Παρότι, όμως, το κόστος για να γίνει απολύτως συμβατή η κάρτα Oyster με τις προδιαγραφές του ITSO

είναι μεγάλο, έχει ανοίξει πια ο δρόμος για να χρησιμοποιηθεί η κάρτα και σε άλλους δημόσιους τομείς.

9.3.6.2 ICARE και CALYPSO

Παρά την προσπάθεια χρησιμοποίησης των ασύρματων “έξυπνων” καρτών κυρίως σε άλλους δημόσιους τομείς, στα περισσότερα συστήματα οι κάρτες χρησιμοποιούνται μόνο στα μέσα μεταφοράς, γι’ αυτό και ονομάζονται “κλειστά συστήματα”, καθώς δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε καταστήματα ή σε μέσα μεταφοράς άλλων πόλεων.

Τις περισσότερες φορές αυτό είναι αποτέλεσμα κυρίως της τεχνολογίας των “έξυπνων” καρτών καθώς σε πολλές περιπτώσεις, χρησιμοποιούνται κάρτες μνήμης και έτσι δεν ικανοποιούν τις απαιτήσεις ασφαλείας για ανοιχτά συστήματα οικονομικών συναλλαγών.

Συστήματα οικονομικών συναλλαγών, τα οποία βασίζονται σε “έξυπνες” κάρτες επαφής με μικροεπεξεργαστή, υπάρχουν εδώ και πολλά χρόνια. Λόγω όμως του χρόνου που χρειάζεται για να γίνει η συναλλαγή στα μέσα μαζικής μεταφοράς με κάρτες επαφής δεν προτιμώνται σε τέτοιου είδους συστήματα.

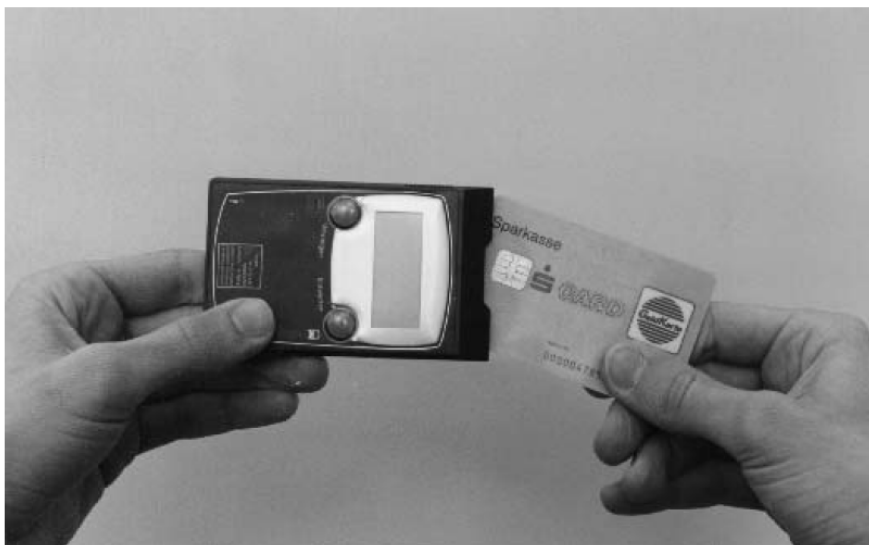
Έχουν βρεθεί πολλές λύσεις για τον συνδυασμό της φιλικότητας προς τον χρήστη της ασύρματης κάρτας με την μεγαλύτερη ασφάλεια που οι κάρτες επαφής προσφέρουν. Αυτό θα ήταν πολύ βολικό καθώς οι άνθρωποι θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν τις “έξυπνες” κάρτες τους είτε για αγορές εισιτηρίων είτε για οποιαδήποτε άλλη συναλλαγή με μεγάλη ασφάλεια.

Μια από τις λύσεις που έχει προταθεί είναι η χρήση μιας ειδικής κάρτας, η οποία είναι συνδυασμός μιας ασύρματης “έξυπνης” κάρτας με ένα επιπλέον ολοκληρωμένο κύκλωμα επαφής πάνω της. Ωστόσο, αυτή η λύση

έχει πολλά μειονεκτήματα καθώς δεν υπάρχει ηλεκτρική σύνδεση μεταξύ των δυο ολοκληρωμένων κυκλωμάτων.

Άλλη λύση που έχει προταθεί, είναι η χρήση της υβριδικής κάρτας (Combicard), στην οποία αναφερθήκαμε παραπάνω, η οποία είναι ο συνδυασμός ασύρματης διασύνδεσης και διασύνδεσης με επαφή σε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα. Αυτήν φαίνεται να είναι η επικρατέστερη λύση ως τώρα, και ανακοινώθηκε ότι στις κάρτες Visa θα αντικατασταθεί το ολοκληρωμένο κύκλωμα επαφής με ένα υβριδικό.

Λύση, επίσης, θα ήταν η χρήση ενός μετατροπέα, ο οποίος ονομάζεται και “φάκελος” και μετατρέπει τις κάρτες επαφής σε ασύρματες. Η λύση αυτή υποστηρίζεται από το έργο ICARE (Integration of Contactless technologies into public transport environment), το οποίο χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Στόχος του είναι η χρησιμοποίηση ανοιχτών ηλεκτρονικών συστημάτων στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Δοκιμές γι’ αυτό το έργο έχουν γίνει στο Παρίσι. Επίσης, δοκιμάστηκε και στην Βενετία, όπου τοποθετήθηκαν reader για ασύρματη επικοινωνία στις αποβάθρες των μέσων μεταφοράς. Η κάρτα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην τράπεζα της Βενετίας και χρησιμοποιώντας την με τον “φάκελο” δημιουργούσε το FlexPass με το οποίο μπορούσαν να πληρωθούν οι διαδρομές με τα μέσα μεταφοράς της Βενετίας.



Εικόνα 32 "Φάκελος" "έξυπνης" κάρτας επαφής

Από το 1998, ξεκίνησε ακόμα ένα πολύ σημαντικό πρόγραμμα, το οποίο θα έχει μεγάλο ρόλο στην ανάπτυξη που οι “έξυπνες” κάρτες έχουν σήμερα. Και αυτό το πρόγραμμα ήταν υπό την αιγίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με το όνομα CALYPSO (Contact And contactLess environments Yielding a citizen Pass integrating urban Services and financial Operations). Κύριος στόχος αυτού του έργου, ήταν η δημιουργία ενός βελτιωμένου FlexPass, το οποίο θα αντικαθιστούσε τα χάρτινα εισιτήρια που υπήρχαν τότε και τα μετρητά με τα οποία πλήρωναν οι επιβάτες.



Εικόνα 33 Χρήση του "φακέλου" για υπηρεσίες ενημέρωσης

Επιπλέον, θα προσέφερε και άλλες υπηρεσίες μέσω του “φακέλου”, όπως μια δυναμική υπηρεσία ενημέρωσης του χρήστη, για παράδειγμα τις ώρες άφιξης ή τις στάσεις μιας γραμμής.

Κεφάλαιο 10

Επίλογος

Τα RFID συστήματα είναι πια αναπόσπαστο μέρος της σημερινής κοινωνίας και όχι μόνο στον τομέα των logistics, όπως αρχικά είχε εκτιμηθεί. Οι εφαρμογές του είναι πραγματικά άπειρες και συνεχώς βρίσκονται νέες. Τα τελευταία χρόνια τα RFID συστήματα έχουν βελτιώσει την παραγωγικότητα και την λειτουργία των επιχειρήσεων αλλά και την ποιότητα της ζωής των ανθρώπων. Ειδικότερα στο μέλλον, η RFID τεχνολογία αναμένεται να έχει πρωταγωνιστικό ρόλο με απώτερο στόχο το “internet αντικειμένων”, έναν εντελώς διαφορετικό κόσμο από αυτόν που ως τώρα γνωρίζουμε. Όταν αυτό πραγματοποιηθεί, διάφορα αρνητικά στοιχεία της κοινωνίας, όπως οι κλοπές, θα είναι πια παρελθόν και οι διευκολύνσεις στην καθημερινότητα του ανθρώπου θα είναι αμέτρητες.

Ως σήμερα, ο κύριος ρόλος του RFID βρίσκονταν στην αυτοματοποίηση επιχειρησιακών ή βιομηχανικών διαδικασιών και εφαρμόζονταν κυρίως στην αλυσίδα εφοδιασμού. Είναι αναγκαίο όμως, για να συνεχιστεί η εξέλιξη της RFID τεχνολογίας και για να μπορέσει ο άνθρωπος να βελτιώσει την ποιότητα ζωής του μέσω αυτής, να υπάρχουν παγκόσμια αποδεκτά πρότυπα. Αυτή η έλλειψη κοινά αποδεκτών προτύπων είναι και το μεγαλύτερο πρόβλημα της RFID τεχνολογίας, ειδικότερα τα πρώτα χρόνια πριν την έντονη δράση διάφορων οργανισμών, όπως ο EPCglobal και ο ISO.

Ένα άλλο πρόβλημα που πρέπει να λυθεί είναι να παραχωρηθεί στην RFID τεχνολογία ένα μικρό εύρος συχνοτήτων παγκοσμίως στο οποίο να μπορεί να λειτουργεί μόνο αυτήν. Αυτό θα λύσει πολλά προβλήματα που υπάρχουν σήμερα και κυρίως τα RFID συστήματα θα διακρίνονται από διαλειτουργικότητα, κάτι το οποίο, λόγω των διαφορετικών συχνοτήτων σε κάθε χώρα, δεν κατέστη δυνατό να επιτευχθεί.

Παρ' όλες τις ανησυχίες που υπάρχουν για την RFID τεχνολογία για τα ζητήματα της ασφάλειας και της ιδιωτικότητας, είναι απλά θέμα χρόνου, ειδικότερα μόλις λυθούν τα προαναφερθέντα προβλήματα, η RFID τεχνολογία μετά από τις επιχειρήσεις και τις βιομηχανίες να κατακλείσει και την καθημερινή μας ζωή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aguilar A., “A Patient Identification System using RFID and IEEE 802.11b Wireless Networks”, March, 2007.
- Ahson S., Ilyas M., “RFID Handbook Applications, Technology, Security and Privacy”, Taylor & Francis Group, CRC Press, 2008.
- Bhatt H., Glover B., “RFID Essentials”, O'Reilly, January 2006.
- Dobkin M. D., “The RF in RFID : Passive UHF RFID in Practice”, Elsevier Inc., 2008.
- Ebusinessforum, “Εξυπνες Κάρτες - Smart Cards”.
- EPCglobal 1, “Tag Class Definitions”, November 2007.
- EPCglobal, “GS1 EPCglobal Glossary, Terms and terminology within the GS1 EPCglobal standards”, June 2009.
- Finkenzeller K., “RFID Handbook, Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification”, John Wiley & Sons Ltd, 2003.
- Hansen W-R., Gillert F., “RFID for the Optimization of Business Processes”, John Wiley & Sons Ltd, 2008.
- Hendry M., “Multi-application Smart Cards: Technology and Applications”, Cambridge.
- Intermec, “The 2D Revolution How evolving business needs and improved technology are driving explosive growth in two-dimensional bar coding”, White Paper.
- ITUnews, “Εφαρμογές RFID. Επιστημονική Φαντασία ή Γεγονός;”, Απρίλιος – Ιούνιος 2005.
- Landt J., “Shrouds of Time, The history of RFID”, AIM Publication, October 2001.
- Matrics, “EPC and Radio Frequency Identification (RFID) Standards”, White Paper, 2004.
- Miles B. F., Sarma E. S., Williams R. W., “RFID Technology and Applications”, Cambridge University Press, 2008.

- Rankl W., Effing W., “Smart Card Handbook”, John Wiley & Sons Ltd, 2003.
- Roberts C.M., “Radio frequency identification (RFID)”, Department of Information Sciences, Otago University, New Zealand, 2006.
- Sadeghi A-R., Visconti I., Wachsmann C., “User Privacy in Transport Systems Based on RFID E-Tickets”.
- Sanghera P., “RFID+ Study Guide and Practice Exams”, Elsevier Inc., 2007.
- Shepard S., “RFID – Radio Frequency Identification”, The McGraw-Hill Companies, 2005.
- Su X., Chu C-C., Prabhu B. S., Gadh R., “On The Creation of Automatic Identification and Data Capture Infrastructure via RFID”, University of California, Los Angeles.
- Sweeney J. P., “RFID for dummies”, Wiley Publishing Inc., 2005.
- Trinity Systems, “RFID, Τεχνολογία & Λύσεις”, 2009.
- Want Roy, “An Introduction to RFID Technology”, IEEE CS and IEEE ComSoc, January – March 2006.
- Wanga S-W., Chenb W-H., Onga C-S., Liuc L., Chuangb Y-W., “RFID applications in hospitals : a case study on a demonstration RFID project in a Taiwan hospital”, 39th Hawaii International Conference on System Sciences, 2006.
- Ward M., Kranenburg van Rob, “RFID : Frequency, standards, adoption and innovation”, JISC Technology and Standards Watch, May 2006.
- Zheng L-R., “RFID and Wireless Sensors”, Royal Institute of Technology (KTH).
- Γκέγκας Στ., “Αναγνώριση ασθενή μέσω RFID και πρόσβαση στον ιατρικό φάκελο μέσω συσκευής PDA με τη χρήση Web Services”, Οκτώβριος 2009.
- Γκιώνης Π., Δεσύλλας Γ., “Η χρήση των Τεχνολογιών RFID στον Αμυντικό Τομέα, Η Νατοϊκή Εμπειρία”, Μάιος – Ιούνιος 2006.
- Δημητράκη Κ. Α., “Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Έξυπνες Κάρτες”, Μάρτιος 2004.

- Δημητρακόπουλος Γ., “EPC και EPCglobal Network TM το μέλλον στην κωδικοποίηση και σήμανση των προϊόντων”, EAN International, 2004.
- Κουρουθανάσης Π. Ε., Ζεϊμπέκης Β. Σ., Γιαγλής Γ. Μ., “ Προσδίδοντας ευφυΐα στην εφοδιαστική αλυσίδα: Υφιστάμενη κατάσταση και τάσεις αποδοχής της τεχνολογίας RFID στην ελληνική αγορά”, 8ο Πανελλήνιο Συνέδριο Logistics, 26-27 Νοεμβρίου 2004.
- Μπιζιούρη Β., “Εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στα Warehouse Management Systems”, Σεπτέμβριος 2007.
- Νομικός Γ., Τζίκας Δ., “Συστήματα ηλεκτρονικού ελέγχου πρόσβασης με αυτόματη αυτόματη αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων (RFID)”, 2009.
- Παγκράτης Π., “Η τεχνολογία RFID στον χώρο της υγείας”, Απρίλιος 2007.
- Παπακώστας Αλ., “Τεχνολογία Ραδιοσυχνικής Αναγνώρισης (RFID) και εφαρμογές την στον αγροτικό τομέα”, Φεβρουάριος 2008.
- Πατρίκιος Ν., “Εφαρμογή της Τεχνολογίας RFID στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας : Από την θεωρία στη πράξη”, 2005.
- Ραυτοπούλου Α., “Ολοκλήρωση νέων τεχνουργημάτων στην εφοδιαστική αλυσίδα των επιχειρήσεων”, Ιούλιος 2008.
- Σταματούδη Αν., “Τεχνολογία RFID και Έλεγχο Προσπέλασης με βάση το Πλαίσιο”, Ιούνιος 2008.
- Τζίπας Ν., “Εντοπισμός θέσης μέσω RFID”, Ιούλιος 2009.
- Τσίρμπας Χαρ., “Internet of Things, Διαδίκτυο των Πραγμάτων, σε υπηρεσίες υγείας με έμφαση στην κατ’ οίκον παρακολούθηση ασθενών”, Σεπτέμβριος 2009.

Διαδικτυακοί Τόποι

- <http://winmec.ucla.edu/rfid>
- <http://www.rfidtagsource.com/>

- http://www.rfidsb.com/index.php?page=rfidsb&s_ID=16&s_page=1
- <http://techblog.gr/techno/rfid/>
- <http://www.epcglobalinc.org/>
- <http://en.wikipedia.org>
- <http://www.rfidjournal.com>
- <http://www.aimglobal.org>
- <http://www.ems-rfid.com/>
- <http://www.rfidnews.org/>
- <http://ecosensa.com/>