



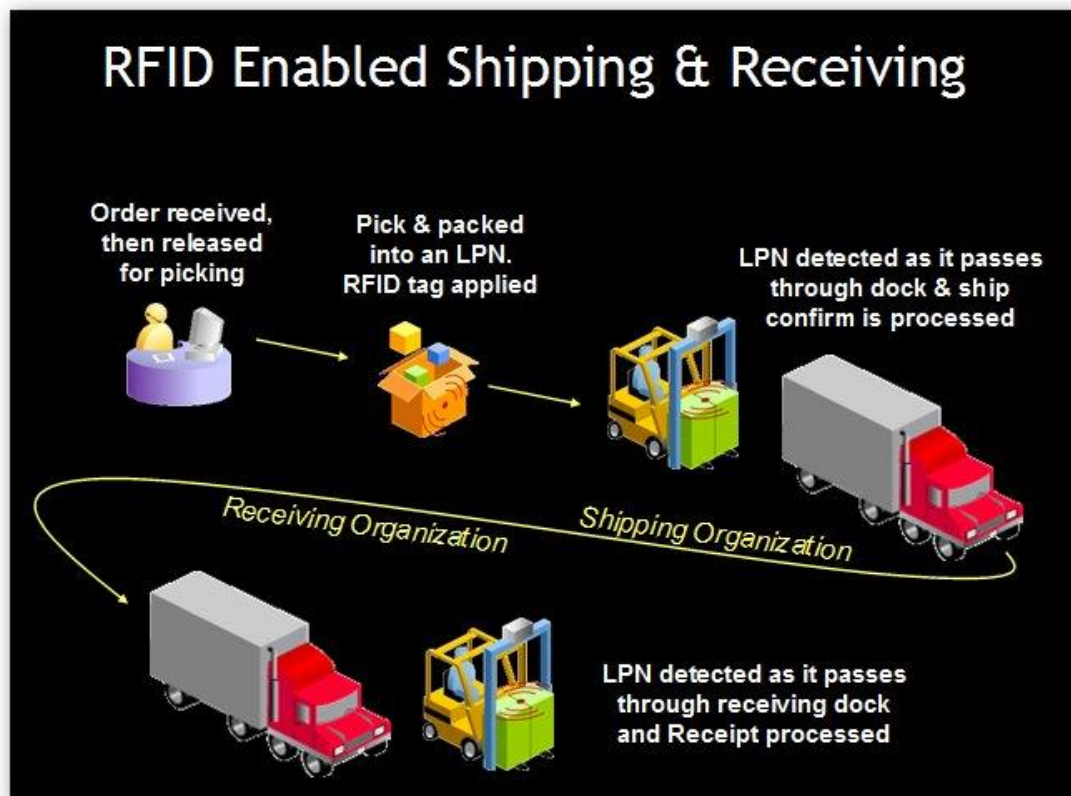
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ

Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας

Τμήμα Επιχειρηματικού Σχεδιασμού και Πληροφοριακών Συστημάτων

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

Χρήση RFID στις επιχειρήσεις



Διονύσιος Παπαθανόπουλος

Μπούμας Παναγιώτης

Εμμανουήλ Ανδρέου

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ Χρήστος Γκουμόπουλος

Πάτρα – 2010

Πρόλογος

Η πληροφορική είναι η πιο ώριμη επιστήμη και επηρεάζει άμεσα πολλές δραστηριότητες του ανθρώπου. Η πρόοδος αυτής της επιστήμης έχει μεγάλο αντίκτυπο σε όλες τις υπόλοιπες. Δεν είναι λίγοι αυτοί που υποστηρίζουν ότι στο κοντινό μέλλον η πληροφορική-αν δεν το έχει κάνει ήδη- θα αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος βλέπει τον κόσμο.

Εμείς εκλάβαμε αυτή την εργασία ως αφορμή για να «μυηθούμε» στον τρόπο λειτουργίας ενός ολοκληρωμένου πολυεπίπεδου πληροφοριακού συστήματος, να κατανοήσουμε και να δούμε από πρώτο χέρι τις δυσκολίες στο να συνεργαστούν διάφορες τεχνολογίες.

Πιο συγκεκριμένα θα προσπαθήσουμε να αναδείξουμε τα πλεονεκτήματα της χρήσης του ηλεκτρονικού υπολογιστή και της τεχνολογίας RFID(Radio Frequency Identification) σε ένα σύστημα 24-ώρης παρακολούθησης και εξυπηρέτησης παραγγελιών στον κύκλο της εφοδιαστικής αλυσίδας όπου η χρήση ανθρώπινων πόρων θα καταντούσε το όλο εγχείρημα πολύ πιο ακριβό . Το σύστημα θα διαβάζει και θα παίρνει τιμές και θα τις ανεβάζει στο διαδίκτυο ώστε ο πελάτης να μπαίνει στην σελίδα και να ενημερώνεται σε πιο στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας βρίσκεται η παραγγελία του.

Στο κείμενο που ακολουθεί περιγράφουμε την προσπάθεια της ομάδας για κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των RFID μιας και όταν έγινε η ανάθεση της πτυχιακής εργασίας οι έννοιες αυτές ήταν σχεδόν άγνωστες σε μας.

Περίληψη

Αναλυτικότερα, στο πρώτο μέρος κάνουμε μια προσεκτική ανάλυση της φυσικής που βρίσκεται πίσω από αυτές τις <<μαγικές κάρτες>> ώστε να κατανοήσουμε τον τρόπο λειτουργίας τους. Θα ακολουθήσουμε την πορεία τους από τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, για να δούμε τα διάφορα στάδια και την πρόοδο που σημειώθηκε καθώς και για να καταλάβουμε πως κατέληξαν να έχουν την σημερινή τους μορφή και τρόπο λειτουργίας

Στο δεύτερο μέρος θα γίνει ανάλυση των εφαρμογών τους στις επιχειρήσεις. Θα μελετηθούν οι τρόποι που μπορούν να συμβάλουν σε μια επιχείρηση (μείωση κόστους, κτλ). Επιπλέον θα αναλυθούν περιπτώσεις εταιριών που επέλεξαν τα RFID , τα δεδομένα πριν και μετά, ο τρόπος λειτουργίας που άλλαξε και τα οικονομικά δεδομένα τους.

Στη συνέχεια θα κάνουμε μια λεπτομερή ανάλυση της εφαρμογής που υλοποιήσαμε και των τεχνολογιών-εργαλείων που επιλέχτηκαν (για την πραγματοποίηση της) με σκοπό να καταστήσει κατανοητό στον αναγνώστη τον τρόπο με τον οποίο υλοποιήθηκε η εφαρμογή.

Στο τέλος καταγράφουμε τα συμπεράσματα και τους προβληματισμούς που προέκυψαν από την ενασχόληση μας με τα RFID όχι μόνο στην εφαρμογή αλλά γενικότερα σαν τεχνολογία που μπορεί αλλάζει το κοινωνικό μας υπόβαθρο.

Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή μας κύριο Χρήστο Γκουμόπουλο για την ανάθεση της εργασίας, την επίβλεψη την καθοδήγηση και την δυνατότητα πρόσβασης που μας παρείχε σε λογισμικό και εξοπλισμό της DAISy Unit (<http://daisy.cti.gr>) της οποίας ο ίδιος είναι στέλεχος. Επιπλέον θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα όλα τα μέλη της ίδιας ομάδας για το λογισμικό, τον εξοπλισμό και την βοήθεια που μας παρείχαν.

Περιεχόμενα

Πρόλογος	2
Περίληψη	3
Συμβολισμοί.....	7
Εισαγωγή.....	8
1. Μέρος I: Συστήματα αυτόματης αναγνώρισης	10
1.1. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΟΠΤΙΚΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ (OPTICAL CHARACTER RECOGNITION)	10
1.2. ΒΙΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ (BIOMETRIC MM)	10
1.3. ΕΞΥΠΝΕΣ ΚΑΡΤΕΣ (SMART CARDS)	10
1.4. BARCODES.....	10
1.5. RFID.....	11
1.5.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID	12
1.5.1.1. ΔΕΚΑΕΤΙΑ 60 ΕΩΣ 80: ΤΑ RFID ΓΙΝΟΝΤΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	12
1.5.1.2. Η ΔΕΚΑΕΤΙΑ ΤΟΥ 90.....	14
1.6. Ετικέτα (Tag).....	16
1.6.1. Ενεργές και παθητικές ετικέτες.....	17
1.6.2. Ανάγνωση μόνο και ανάγνωση/εγγραφή ή έξυπνες ετικέτες	18
1.7. Αναγνώστης (Reader).....	19
1.7.1. Πολλαπλή ανάγνωση/εγγραφή και τεχνική αποφυγής συγκρούσεων (anti-collision)	19
1.7.2. Αυθεντικοποίηση	19
1.7.3. Κρυπτογράφηση/Αποκρυπτογράφηση δεδομένων	19
1.7.4. Τοποθέτηση του αναγνώστη στον χώρο	20
1.7.5. Ελεγκτής (controller)	20
1.8. Συχνότητες λειτουργίας RFID	20
1.8.1.1. Εμβέλεια Ανάγνωσης	21
1.8.1.2. Παθητικές και Ενεργές ετικέτες	21
1.8.1.3. Υγρά και Μέταλλα	22
1.8.1.4. Ρυθμός Μετάδοσης	22
1.8.1.5. Μέγεθος και τύπος κεραίας	22
1.8.1.6. Μέγεθος και κόστος RFID ετικετών	23
1.9. Επικοινωνία αναγνώστη-ετικέτας	24
1.9.1. Διεργασία FDX και HDX	24

1.9.2.	Επαγωγική σύζευξη	24
1.9.2.1.	Παροχή ισχύος σε παθητικές ετικέτες	24
1.9.2.2.	Μεταφορά δεδομένων ετικέτας αναγνώστη	25
1.9.3.	Ηλεκτρομαγνητική σύζευξη οπισθοσκέδασης	26
1.9.3.1.	Παροχή ισχύος στην ετικέτα	26
1.9.3.2.	Μετάδοση δεδομένων αναγνώστη	27
1.9.4.	Κοντινή Σύζευξη	27
1.9.4.1.	Μετάδοση πληροφορίας transponder αναγνώστη	29
1.9.4.2.	Μετάδοση δεδομένων αναγνώστη ετικέτα	30
1.9.5.	Διεργασία SEQ	30
1.9.5.1.	Επαγωγική σύζευξη	30
1.9.5.2.	Πλεονεκτήματα SEQ συστημάτων σε σχέση με FDX/HDX	30
1.9.5.3.	Μεταφορά δεδομένων ετικέτα → αναγνώστη	31
1.10.	Κωδικοποίηση και διαμόρφωση	31
1.10.1.	Κωδικοποίηση στη βασική συχνότητα	32
1.10.2.	Διαδικασίες ψηφιακής διαμόρφωσης	33
1.10.3.	Μεταλλαγή ολίσθησης πλάτους ASK	34
1.10.4.	Μεταλλαγή ολίσθησης συχνότητας 2 FSK	35
1.10.5.	Μεταλλαγή ολίσθησης φάσης 2 PSK	35
1.10.6.	Διαδικασίες διαμόρφωσης με υποφέρουσα	35
1.11.	Καθιερωμένα πρότυπα	36
1.11.1.	ISM συχνότητες	37
1.11.2.	Παγκόσμια επιτροπή προτύπων ISO	38
1.11.2.1.	Πρότυπα για RFID για ταυτοποίηση ζώων	38
1.11.3.	Πρότυπα για RFID κάρτες ταυτοποίησης και σχετικές συσκευές	38
1.11.4.	Πρότυπα για RFID AIDC και Item management τεχνολογίες	39
2.	Μέρος II: Το RFID στην Εφοδιαστική Αλυσίδα	40
2.1.	Εισαγωγή	40
2.2.	2.2 Εφοδιαστική αλυσίδα	42
2.3.	Εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα	46
2.3.1.	Εργοστάσιο	46
2.3.2.	Αποθήκη και κέντρο διανομής	47
2.3.3.	Ανίχνευση και παρακολούθηση των εμπορευματικών φορτίων	50
2.3.4.	Κατάστημα Λιανικής Πώλησης	50

2.4.	Οφέλη και Πλεονεκτήματα στην εφοδιαστική αλυσίδα.....	54
2.4.1.	Δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας	54
2.4.2.	Παραγωγοί-Κατασκευαστές (Manufacturers).....	55
2.4.3.	Αποθήκευση (Warehousing)	56
2.4.4.	Μεταφορά (Transportation)	57
2.4.5.	Καταστήματα Λιανικής Πώλησης (Retail Stores)	59
2.4.6.	Πελάτες (Costumers).....	63
2.5.	Εφαρμογή του RFID στην πράξη.....	67
2.5.1.	Η περίπτωση της ΔΙΑΚΙΝΗΣΙΣ Α.Ε.	67
2.5.2.	Η περίπτωση της Wal Mart	70
2.5.3.	Η περίπτωση της Metro Group	71
2.5.4.	Το Ιταλικό πείραμα 13 εμπορικών επιχειρήσεων.....	73
2.6.	RFID ή barcode στην εφοδιαστική αλυσίδα;	76
3.	Μέρος III-Εφαρμογή: Ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος συνεχούς παρακολούθησης των σταδίων της εφοδιαστικής αλυσίδας με τη χρήση RFID	78
3.1.	Σκοπός της εφαρμογής.....	78
3.2.	Τεχνολογίες-πλατφόρμες που επιλέχθηκαν	78
3.3.	Linux	79
3.4.	Το ubuntu.....	80
3.5.	Java Net beans	80
3.6.	Phidgets	81
3.7.	Apache.....	81
3.8.	PHP.....	82
3.9.	MySQL.....	82
3.10.	Περιγραφή συστήματος:	82
4.	Μέρος IV:ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΕΠΙΛΟΓΟΣ	85
	Προβληματισμοί.....	85
	Συμπεράσματα	87
	Βιβλιογραφία.....	89
	Παράτημα.....	91

Συμβολισμοί

Οι συμβάσεις που χρησιμοποιούνται στην εργασία:

RFID(Radio Frequency Identification)

HF(High frequency)

EMC(Electromagnetic compatibility)

LF(Low frequency)

FDX (Full Duplex)

HDX (Half Duplex)

SEQ (Sequential)

ASK(Amplitudeshift keying)

FSK (Frequency Shift Keying)

PSK (Phase-shift keying)

USB (Universal Serial Bus) (USB)

API (Application Programming Interface)

Εισαγωγή

Παρόλο που η ιστορία των RFID αρχίζει κάπου στον δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο ο περισσότερος κόσμος δεν το γνωρίζει αυτό. Οι περισσότεροι από αυτούς πιστεύουν ότι είναι μια καινούργια τεχνολογία. Ακόμη περισσότεροι πιστεύουν ότι τα RFID είναι η τεχνολογία η οποία θα οδηγήσει τον άνθρωπο στην «σύγχρονη σκλαβιά»- θα παρακολουθούνται οι κινήσεις του διαρκώς.

Όπως προείπαμε και για εμάς τους ίδιους η τεχνολογία των RFID ήταν σχεδόν άγνωστη και έτσι θα προσπαθήσουμε από την αρχή να καταλάβουμε πως ακριβώς λειτουργεί, ποιες είναι οι δυνατότητες, ποια τα πλεονεκτήματα- μειονεκτήματα. Μόνο με αυτόν τον τρόπο θα μπορούσαμε να έχουμε την δική μας εμπειριστατωμένη άποψη για όλες αυτές τις απόψεις που κυκλοφορούν για την τεχνολογία. Επιπλέον χρησιμοποιώντας τα εργαλεία λογισμικού (Net beans, SQL, Linux, Php) αποκτάμε τεχνογνωσία για την υλοποίηση προγραμμάτων για εμπορικές εφαρμογές.

Το πρώτο μέρος στοχεύει να αναλύσει τα φυσικά φαινόμενα που βρίσκονται πίσω από την τεχνολογία των RFID, τις μορφές που έχουν, τον τρόπο λειτουργίας, τις διαφορές μεταξύ τους, κτλ. Επιπλέον γίνεται λεπτομερής σύγκριση με τον κυριότερο ανταγωνιστή τους τα barcode.

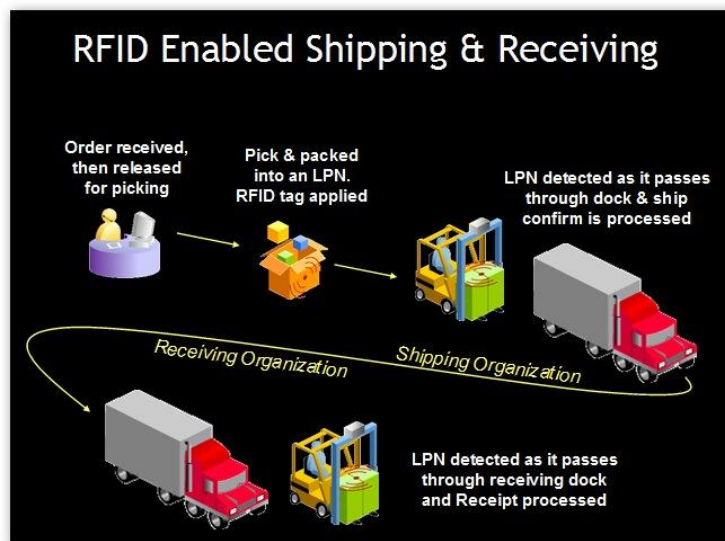
Η αυτόματη αναγνώριση ή για συντομία, Auto-ID, είναι ο γενικός όρος που έχει δοθεί σε ένα σύνολο τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για να βοηθούν τα μηχανήματα να αναγνωρίζουν αντικείμενα. Η αυτόματη αναγνώριση συνδέεται συχνά με την αυτόματη σύλληψη δεδομένων. Αυτό σημαίνει ότι οι εταιρίες θέλουν να αναγνωρίζουν αντικείμενα, να συλλέγουν πληροφορίες για αυτά και με κάποιο τρόπο να περνούν τα δεδομένα σε έναν υπολογιστή χωρίς να χρειάζεται οι υπάλληλοι να τα πληκτρολογήσουν.

Ο σκοπός των περισσότερων συστημάτων auto-ID είναι να αυξήσουν την αποδοτικότητα, να μειώσουν τα λάθη εισαγωγής δεδομένων και να απελευθερώσουν προσωπικό ώστε αυτό να πραγματοποιεί πιο αξιόλογες εργασίες, όπως το να παρέχει εξυπηρέτηση στους πελάτες. Υπάρχει ένα σύνολο τεχνολογιών που υπάγονται στα πλαίσια των auto-ID. Αυτό περιλαμβάνει τα barcodes, τις έξυπνες κάρτες (smart cards), την αναγνώριση φωνής, μερικές βιομετρικές διαδικασίες (ανίχνευση αμφιβληστροειδούς για παράδειγμα), την αναγνώριση οπτικού χαρακτήρα (OCR) και την αναγνώριση μέσω ραδιοσυχνοτήτων (RFID).

Τα τελευταία χρόνια οι διαδικασίες αυτόματης ανάγνωσης (Auto-ID) έχουν γίνει πολύ δημοφιλείς σε πολλές βιομηχανίες υπηρεσιών, εφαρμογές αγοράς και διανομής, τη βιομηχανία γενικότερα, τις κατασκευαστικές επιχειρήσεις κτλ. Οι διαδικασίες αυτόματης αναγνώρισης υπάρχουν για να παρέχουν πληροφορίες για ανθρώπους, ζώα, αγαθά και προϊόντα. Η πιο κοινή μορφή ηλεκτρονικής συσκευής αποθήκευσης δεδομένων σε χρήση στην καθημερινή ζωή είναι η είναι η έξυπνη κάρτα που βασίζεται σε ένα πεδίο επαφής (τηλεφωνική έξυπνη κάρτα, τραπεζικές κάρτες). Εντούτοις, η μηχανική επαφή που χρησιμοποιείται στην κάρτα είναι συχνά μη πρακτική. Μια χωρίς επαφή μεταφορά δεδομένων μεταξύ της συσκευής

αποθήκευσης δεδομένων θα μεταφερόταν επίσης από τον αναγνώστη χρησιμοποιώντας την χωρίς επαφή τεχνολογία.

Λόγω των διαδικασιών που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά της ισχύος και των δεδομένων, τα χωρίς επαφή συστήματα ID καλούνται συστήματα RFID (Radio Frequency Identification). Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια η αναγνώριση χωρίς επαφή έχει αναπτυχθεί σε έναν ανεξάρτητο διεπιστημονικό τομέα. Συγκεντρώνει τα στοιχεία από τους εξαιρετικά ποικίλους τομείς: Τεχνολογία HF(High frequency) και EMC(Electromagnetic compatibility)), τεχνολογία ημιαγωγών, προστασία των δεδομένων και κρυπτογραφία, τηλεπικοινωνίες, τεχνολογία κατασκευής και πολλές σχετικές περιοχές.



Εικόνα 1:Ολοκληρωμένο σύστημα αυτόματης αναγνώρισης με RFID

1. Μέρος I: Συστήματα αυτόματης αναγνώρισης

1.1. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΟΠΤΙΚΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ (OPTICAL CHARACTER RECOGNITION)

Η διαδικασία της μετατροπής σαρωμένων εικόνων εκτυπωμένου ή χειρόγραφου κειμένου (αριθμοί, γράμματα και σύμβολα) σε μορφή που μπορεί να επεξεργαστεί από υπολογιστή ονομάζεται αναγνώριση οπτικού χαρακτήρα (OCR). Ένα τυπικό OCR σύστημα αποτελείται από 3 στοιχεία: ένα σαρωτή εικόνας, ένα OCR λογισμικό και υλικό, και μια συσκευή εξόδου. Ο σαρωτής εικόνας «αιχμαλωτίζει» οπτικά τις εικόνες κειμένου για αναγνώριση. Αυτές επεξεργάζονται μέσω του λογισμικού και του υλικού. Η διαδικασία περιέχει τρεις λειτουργίες: ανάλυση κειμένου (εξαγωγή μεμονωμένων εικόνων χαρακτήρων), αναγνώριση των εικόνων αυτών (ανάλογα με το σχήμα), και συναφή επεξεργασία (είτε για τη διόρθωση των λαθών κατηγοριοποίησης που έχουν γίνει από τον αλγόριθμο αναγνώρισης είτε για τον περιορισμό των επιλογών αναγνώρισης). Η συσκευή εξόδου είναι υπεύθυνη για την επικοινωνία του OCR συστήματος με τον έξω κόσμο.

1.2. ΒΙΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ (BIOMETRIC MM)

Βιομετρική διαδικασία ονομάζεται η βιολογική αναγνώριση ενός ατόμου μέσω του προσώπου, της ίριδας, του αμφιβληστροειδούς, της παλάμης, της φωνής, κτλ. Για παράδειγμα, οι αναγνώστες δακτυλικού έχουν γίνει δημοφιλείς σαν μια ασφαλής μέθοδος αναγνώρισης. Η βιομετρική δεν ασχολείται μόνο με στατικά μοτίβα αλλά και με κινούμενα, αφού η δυναμική του γραψίματος της υπογραφής καθώς και της πληκτρολόγησης ενός χαρακτήρα μπορεί να αναλυθεί.

1.3. ΕΞΥΠΝΕΣ ΚΑΡΤΕΣ (SMART CARDS)

Έξυπνη είναι μία κάρτα με ενσωματωμένο μικροεπεξεργαστή και μνήμη που χρησιμοποιείται για αναγνώριση ή για οικονομικές συναλλαγές. Όταν εισέλθει στον αναγνώστη, μεταφέρει δεδομένα από και προς τον κεντρικό υπολογιστή. Είναι πιο ασφαλής από μια κάρτα με μαγνητική ταινία και μπορεί να προγραμματιστεί καθώς και να κλειδωθεί εάν εισάγουμε λάθος κωδικό πολλές φορές.

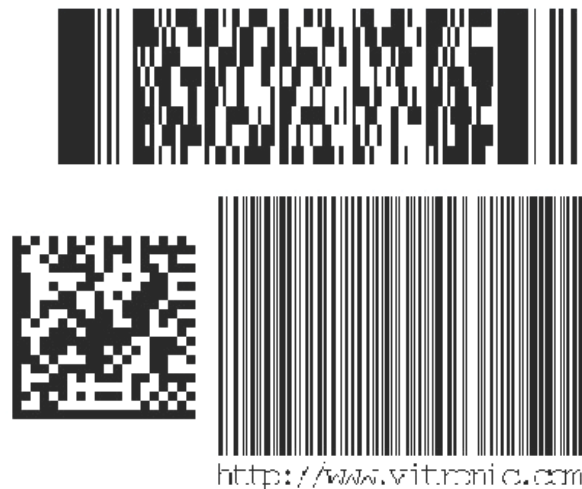
1.4. BARCODES

Τα barcodes είναι ένα σύστημα κωδικοποίησης υπολογιστή που χρησιμοποιεί ένα τυπωμένο σχήμα από γραμμές ή μπάρες για την αναγνώριση προϊόντων, ταχυδρομείου, πακέτων, λογαριασμών πελατών κλπ. Διαβάζονται με την οπτική σάρωση του σχήματος και χρησιμοποιούν ένα λογισμικό για την αποκωδικοποίησή του. Το πιο γνωστό barcode είναι ο Παγκόσμιος Κωδικός Προϊόντων (UPC), ο οποίος χρησιμοποιείται στα ταμεία των supermarket.

Σε ένα γραμμικό σύστημα barcode, ο ίδιος ο κωδικός δεν περιέχει πληροφορίες για το αντικείμενο στο οποίο χρησιμοποιείται αλλά αναπαριστά μια σειρά από αναγνωριστικά γράμματα ή αριθμούς. Όταν ο κωδικός διαβάζεται από ένα οπτικό

σαρωτή συνδεδεμένο με υπολογιστή , εκείνος μπορεί να παράσχει και να αποθηκεύσει πληροφορίες για το αντικείμενο , όπως η τιμή ή η ποσότητα που πωλήθηκε, από και προς τις βάσεις δεδομένων.

Από την άλλη τα λεγόμενα διδιάστατα barcodes επιτρέπουν την κωδικοποίηση των πληροφοριών ενός αντικειμένου σε συνδυασμό με τον αναγνωριστικό κωδικό. Στην περίπτωση αυτή δύο άξονες ή κατευθύνσεις χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση και ανάγνωση των κωδικών και το μέγεθος της μπάρας μειώνεται, αυξάνοντας τον διαθέσιμο χώρο για δεδομένα με τον ίδιο τρόπο που μια στήλη λέξεων διαμορφώνει βέλτιστα τον χώρο σε σχέση με μια στήλη γραμμάτων.



Εικόνα 2:Διάφορες μορφές barcode

1.5. RFID

Το RFID αποτελεί την πλέον σύγχρονη-όσον αφορά στην εφαρμογή της- τεχνολογίας ηλεκτρονικής ταυτοποίησης. Στηρίζεται στη χρήση ραδιοκυμάτων και επιτρέπει την αυτόματη αναγνώριση ανθρώπων ή , κατά κύριο λόγο, αντικειμένων (προϊόντων) τα οποία φέρουν RFID tags(ετικέτες που ενσωματώνουν μικροεπεξεργαστή και κεραία) και μπορούν να ανιχνευθούν αυτόματα από σταθερούς ή φορητούς αναγνώστες (readers) RFID , χωρίς να είναι απαραίτητη η σάρωση του κάθε μεμονωμένου αντικειμένου. Για την επικοινωνία μεταξύ τους , το RFID χρησιμοποιεί μια καθορισμένη ραδιοσυχνότητα και ένα πρωτόκολλο για να μεταδώσει και να λάβει δεδομένα από τις ετικέτες.



Εικόνα 3: Διάφορες μορφές RFID tags και reader

1.5.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID

Μια πρώιμη, αν όχι η πρώτη, εργασία που εξερευνά τα RFID είναι η μνημειώδης εργασία του Harry Stockman, “Communication by Means of Reflected Power”, Οκτώβριος 1948. Ο Stockman δήλωσε τότε ότι «Προφανώς, σημαντική έρευνα και εργασία ανάπτυξης πρέπει να γίνει πριν τα εναπομείναντα βασικά προβλήματα στην επικοινωνία ανακλώμενης ενέργειας λυθούν, και πριν εξερευνηθεί το πεδίο των χρήσιμων εφαρμογών». Χρειάστηκε να περάσουν 30 χρόνια πριν να καρποφορήσει το όραμά του. Άλλες εξελίξεις ήταν απαραίτητες προηγουμένως: το τρανζίστορ, το ολοκληρωμένο κύκλωμα, ο μικροεπεξεργαστής, η ανάπτυξη των δικτύων επικοινωνιών, κ.ά.

Πολλά συνέβησαν στα χρόνια που ακολουθούν την εργασία του Stockman. Η δεκαετία του 50 ήταν μια περίοδος εξερεύνησης των τεχνικών των RFID που ακολούθησαν τις τεχνολογικές εξελίξεις στο ράδιο και τα ραντάρ, στις δεκαετίες του 30 και 40. Πολλές τεχνολογίες σχετικές με τα RFID εξερευνήθηκαν, όπως τα συστήματα μετάδοσης αποστάσεων, των IFF (Identification, Friend or Foe) για τα αεροσκάφη. Σημαντικές εξελίξεις την ίδια περίοδο αποτελούν οι εργασίες “Application of the microwave homodyne”, του F. L. Vernon και “Radio transmission systems with modulatable passive responder” του D.B. Harris. Η περίοδος της μεγάλης εξέλιξης των RFID έχει ήδη ξεκινήσει..

1.5.1.1. ΔΕΚΑΕΤΙΑ 60 ΕΩΣ 80: ΤΑ RFID ΓΙΝΟΝΤΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η δεκαετία του 60 ήταν το προοίμιο της έκρηξης των RFID που έγινε στη δεκαετία του 70. Ο R. F. Harrington μελέτησε την ηλεκτρομαγνητική θεωρία που σχετίζεται με τα RFID στις εργασίες του “Field measurements using active scatterers” και “Theory of loaded scatters” το 1963-1964. Πολλοί εφευρέτες ασχολήθηκαν ιδιαίτερα με εφευρέσεις που σχετίζονταν με το RFID όπως οι “Remotely activated radio frequency powered devices” του Robert Richardson το 1963, η “Communication by radar beams” του Otto Rittenback το 1969, οι “Passive data transmission techniques

utilizing radar beams” του J. H. Vogel man το 1968 και το “Interrogator-responder identification system” του J. P. Vinding το 1967.

Οι εμπορικές δραστηριότητες ξεκίνησαν στη δεκαετία του 60. Η Sensormatic και η Checkpoint ιδρύθηκαν προς το τέλος της. Αυτές οι εταιρίες, μαζί με άλλες όπως η Knogo, ανέπτυξαν εξοπλισμούς Ηλεκτρονικής Παρακολούθησης Αντικειμένων (EAS) για να αντιμετωπίζουν τις κλοπές. Αυτού του είδους τα συστήματα συχνά χρησιμοποιούσαν ετικέτες 1-bit, όπου μπορούσε να ανιχνευτεί μόνο η παρουσία ή η απουσία μιας ετικέτας, αλλά από την άλλη μπορούσαν να κατασκευαστούν φθηνά και παρείχαν αποτελεσματικά μέτρα κατά της κλοπής. Επίσης χρησιμοποιούσαν είτε μικροκυματική είτε επαγωγική τεχνολογία. Η EAS είναι μάλλον η πρώτη και πιο διαδεδομένη εμπορική χρήση των RFID.

Τη δεκαετία του 70 οι δημιουργοί, οι εφευρέτες, οι εταιρίες, τα ακαδημαϊκά ινστιτούτα και τα κυβερνητικά εργαστήρια δούλευαν ενεργά πάνω στα RFID και σημαντικές πρόοδοι πραγματοποιήθηκαν στα ερευνητικά εργαστήρια και στα ακαδημαϊκά ινστιτούτα όπως το Los Alamos Scientific Laboratory, το Northwestern University, και το Microwave Institute Foundation στη Σουηδία μεταξύ άλλων. Μία πρώιμη και σημαντική εξέλιξη ήταν η εργασία “Short –range radio –telemetry for electronic identification using modulated backscatter” του Los Alamos που παρουσιάστηκε από τους Alfred Koelle, Steven Depp και Robert Freyman το 1975.

Επίσης, μεγάλες εταιρίες ανέπτυξαν την RFID τεχνολογία όπως το “Ray tag” της Raytheon το 1973. Η RCA και η Fairchild ήταν ιδιαίτερα δραστήριες στα πλαίσια του στόχου τους με τον Richard Klensch της RCA να αναπτύσσει ένα “Electronic identification system” το 1975 και τον F.Sterzer της ίδιας εταιρίας ένα “Electronic license plate for motor vehicles” το 1977. Οι Thomas Meyers και Ashley Leigh της Fairchild ανέπτυξαν επίσης “Passive encoding microwave transponder” το 1978.

Το λιμεναρχείο της Νέας Υόρκης και του Νιου Τζέρσεϊ δοκίμαζε επίσης συστήματα κατασκευασμένα από την General Electric, τη Westinghouse, τη Philips και τη Glenayre. Τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά αλλά η πρώτη εμπορικά επιτυχημένη εφαρμογή των RFID στις μεταφορές , η ηλεκτρονική συλλογή διοδίων δεν ήταν ακόμα έτοιμη για πλήρη υλοποίηση.

Η δεκαετία του 70 χαρακτηρίστηκε κυρίως από τις εργασίες ανάπτυξης. Στόχος ήταν οι εφαρμογές για παρακολούθηση ζώων και οχημάτων καθώς και για αυτοματισμό εργοστασίων. Παράδειγμα των προσπαθειών για παρακολούθηση ζώων ήταν τα μικροκυματικά συστήματα στο Los Alamos και τα επαγωγικά συστήματα στην Ευρώπη, όπου το ενδιαφέρον για τέτοιες εφαρμογές ήταν μεγάλο.

Οι προσπάθειες για τις μεταφορές περιείχαν εργασίες από το Los Alamos, την International Bridge Turnpike and Tunnel Association (IBTTA) και την United States Federal Highway Administration. Οι δυο τελευταίες ήταν χορηγοί σε ένα συνέδριο το 1973 που κατέληξε ότι δεν υπήρχε εθνικό ενδιαφέρον για την ανάπτυξη ενός προτύπου για την ηλεκτρονική αναγνώριση οχημάτων. Αυτή ήταν μια σημαντική απόφαση αφού θα επέτρεπε την ανάπτυξη μιας πληθώρας συστημάτων, κάτι το οποίο ήταν καλό γιατί η τεχνολογία RFID ήταν ήδη στα πρώτα της στάδια.

Εκείνη την περίοδο, νέες εταιρίες ξεκίνησαν να εμφανίζονται, όπως η Idextronic, μια θυγατρική του Los Alamos, αλλά και κάποιοι από την ομάδα του Los Alamos που

ίδρυσαν την Amtech στη δεκαετία του 80. Τότε ο αριθμός των εταιριών, ατόμων και ιδρυμάτων που δουλεύουν στα RFID αρχίζει να πολλαπλασιάζεται με εκθετική πρόοδο. Έτσι με αυτό τον τρόπο οι δυνατότητες του RFID άρχισαν να γίνονται προφανείς.

Η δεκαετία του 80 έγινε η δεκαετία της πλήρους εφαρμογής των RFID, παρόλο που το ενδιαφέρον πήρε διαφορετικές μορφές σε κάθε μεριά της γης που αναπτύχθηκε. Το μεγαλύτερο μέρος ήταν στις ΗΠΑ για τις μεταφορές, την πρόσβαση και σε μικρότερο βαθμό για τα ζώα. Στην Ευρώπη ήταν περισσότερο για τα συστήματα μικρού εύρους για εφαρμογές πάνω σε ζώα, βιομηχανίες και επιχειρήσεις, αν και οι δρόμοι με διόδους στην Ιταλία, τη Γαλλία, την Ισπανία, την Πορτογαλία και τη Νορβηγία εξοπλίστηκαν με RFID.

Στις ΗΠΑ η Association of America Railroads and the Container Handling Cooperative Program είχε πολλές πρωτοβουλίες σε σχέση με τα RFID. Δοκιμές των RFID για συλλογή διοδίων πραγματοποιούνται για πολλά χρόνια και η πρώτη εμπορική εφαρμογή τους ξεκίνησε στην Ευρώπη και συγκεκριμένα στη Νορβηγία το 1987 και γρήγορα ακολούθησε το Dallas North Turnpike στις ΗΠΑ το 1989. Επίσης, εκείνη την περίοδο, το λιμεναρχείο της Νέας Υόρκης και του Νιου Τζέρσεϊ ξεκίνησε την εμπορική εφαρμογή των RFID σε λεωφορεία που περνούσαν από το τούνελ Lincoln. Τα RFID βρήκαν στέγη στην ηλεκτρονική συλλογή διοδίων και καινούργιες εφαρμογές γεννιόντουσαν καθημερινά.

1.5.1.2. Η ΔΕΚΑΕΤΙΑ ΤΟΥ 90

Η δεκαετία του 90 ήταν σημαντική για τα RFID αφού παρακολουθήσαμε μια ευρεία ανάπτυξη της ηλεκτρονικής συλλογής διοδίων στις ΗΠΑ καθώς και πολλές καινοτομίες σε αυτόν τον τομέα. Το πρώτο στον κόσμο ανοικτό σύστημα ηλεκτρονικής συλλογής διοδίων σε λεωφόρο εγκαινιάστηκε στην Οκλαχόμα το 1991, όπου τα οχήματα μπορούσαν να περάσουν τα σημεία συλλογής με τις ταχύτητες της εθνικής χωρίς να εμποδίζονται από μπάρες και με την χρήση κάμερας για την διασφάλιση όλης της διαδικασίας. Το πρώτο μεικτό σύστημα συλλογής διοδίων και διαχείρισης κυκλοφορίας εγκαταστάθηκε στην περιοχή του Χιούστον από την Harris County Toll Road Authority το 1992. Μια ακόμα πρωτιά ήταν το σύστημα που εγκαταστάθηκε στο Kansas Turnpike χρησιμοποιώντας ένα σύστημα βασισμένο στο πρότυπο Title 21 με αναγνώστες που μπορούσαν να λειτουργούν με ετικέτες της γειτονικής Οκλαχόμα. Το Georgia 400 θα ακολουθούσε, αναβαθμίζοντας τον εξοπλισμό με αναγνώστες που μπορούσαν να επικοινωνούν με τις νέες Title 21 ετικέτες καθώς και με τις ήδη υπάρχουσες. Μάλιστα, τα δύο αυτά συστήματα ήταν τα πρώτα που υλοποίησαν μια δυνατότητα για πολλαπλά πρωτόκολλα στις εφαρμογές ηλεκτρονικής συλλογής διοδίων.

Στις Βορειοανατολικές ΗΠΑ, επτά τοπικές εταιρίες συλλογής διοδίων δημιούργησαν το E-Z Pass Interagency Group (IAG) το 1990 για να αναπτύξουν ένα τοπικά συμβατό σύστημα ηλεκτρονικής συλλογής διοδίων. Αυτό το σύστημα αποτελεί το υπόδειγμα για τη χρήση μόνο μιας ετικέτας και ενός χρεωστικού λογαριασμού για κάθε αυτοκίνητο που έχει πρόσβαση σε λεωφόρους με διαφορετικές εταιρίες συλλογής.

Το ενδιαφέρον για τις RFID εφαρμογές ήταν εξίσου μεγάλο στην Ευρώπη τη δεκαετία του 90. Και οι μικροκυματικές και οι επαγωγικές τεχνολογίες χρησιμοποιήθηκαν στην συλλογή διοδίων, στον έλεγχο πρόσβασης καθώς και σε πληθώρα εμπορικών εφαρμογών.

Μια ακόμη καθοδόν προσπάθεια ήταν η ανάπτυξη του συστήματος TIRIS των Texas Instruments(TI), που χρησιμοποιήθηκε σε πολλά αυτοκίνητα για τον έλεγχο εκκίνησης της μηχανής. Το σύστημα Tiris(καθώς και άλλα τέτοια από την Mikron) ανέπτυξε νέες εφαρμογές για τη διανομή καυσίμων, τα δελτία σκι, τις μάρκες για τα παιχνίδια, την πρόσβαση αυτοκινήτων κ.α.

Και άλλες εταιρίες στην Ευρώπη “μπήκαν στο παιχνίδι” των RFID όπως οι Microdesign, CGA, Alcatel, Bosch καθώς οι θυγατρικές της Philips, Combitech, Baumer και Tagmaster. Ένα πανευρωπαϊκό πρότυπο ήταν αναγκαίο για τις εφαρμογές συλλογής διοδίων στην Ευρώπη και πολλές από αυτές τις εταιρίες(αλλά και άλλες) δούλεψαν πάνω στο πρότυπο CEN της ηλεκτρονικής συλλογής.

Εφαρμογές στη συλλογή διοδίων και στα τρένα εμφανίστηκαν σε πολλές χώρες όπως η Αυστραλία, η Κίνα, το Χονγκ-Κονγκ, οι Φιλιππίνες, η Αργεντινή, η Βραζιλία, το Μεξικό, ο Καναδάς, η Ιαπωνία, η Μαλαισία, η Σιγκαπούρη, η Ταϊλάνδη, η Ν. Κορέα, η Ν. Αφρική και η Ευρώπη.

Με την επιτυχία της ηλεκτρονικής συλλογής διοδίων, εμφανίστηκαν και άλλες εξελίξεις όπως η πρώτη πολλαπλή χρήση ετικετών σε διαφορετικούς τομείς της επιχείρησης. Τώρα, μια μόνο ετικέτα (με διπλό, ή μόνο χρεωστικό λογαριασμό) μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην ηλεκτρονική συλλογή διοδίων, στην είσοδο και πληρωμή παρκινγκ κλπ. Η πρώτη τέτοιου είδους εφαρμογή παγκοσμίως έγινε στο Ντάλας, στο FT.Worth metropolplex, όπου μια μόνο TollTag ετικέτα σε ένα όχημα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την πληρωμή διοδίων στο North Dallas Tooway, για πρόσβαση και πληρωμή παρκινγκ στο Dallas/Ft.Worth διεθνές αεροδρόμιο (ένα από τα αεροδρόμια με την μεγαλύτερη κίνηση στον κόσμο), για πρόσβαση στο κοντινό Love Field, και σε αρκετά κεντρικά γκαράζ καθώς και σε άλλους χώρους με πύλες πρόσβασης,

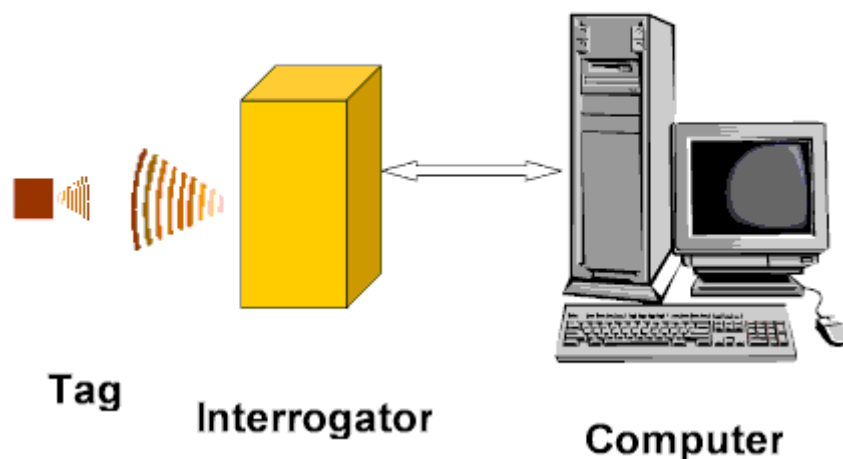
Η έρευνα και η ανάπτυξη δεν σταμάτησαν στη δεκαετία του 90 αφού νέες τεχνολογικές εξελίξεις θα επέκτειναν τη λειτουργικότητα των RFID. Για πρώτη φορά, χρήσιμες μικροκυματικές Schottky δίοδοι κατασκευάστηκαν σε ένα κανονικό CMOS ολοκληρωμένο κύκλωμα. Αυτή η εξέλιξη επέτρεψε την κατασκευή μικροκυματικών RFID ετικετών που περιείχαν μόνο ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα, μια ικανότητα που πριν περιοριζόταν σε επαγωγικά συζευγμένους RFID μεταδότες. Εταιρίες που ασχολήθηκαν με αυτές ήταν η IBM, η Micron και η Single Chip Systems(SCS).

Με το αυξανόμενο ενδιαφέρον για τα RFID στη διαχείριση προϊόντων και με την ευκαιρία να λειτουργήσουν παράλληλα με τα barcode, όλο και περισσότερες εταιρίες, άρχισαν να εισέρχονται σε αυτή την αγορά προς το τέλος της δεκαετίας.

Ένα RFID σύστημα χρησιμοποιεί τεχνολογία ασύρματης ραδιοεπικοινωνίας για να αναγνωρίσει μοναδικές ετικέτες αντικείμενων (tagged-object). Τα τρία βασικά εξαρτήματα σε ένα RFID σύστημα είναι (Εικόνα 2):

- Η ετικέτα (tag ή transponder), η οποία αποτελείται από ένα ημιαγωγό τσιπ, την κεραία, και σε μερικές περιπτώσεις από μία μπαταρία
- Ο αναγνώστης (reader ή interrogator), αποτελείται από μία κεραία, από μία ηλεκτρονική πλακέτα RF, και από ένα ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου
- Ο ελεγκτής (controller), σε πολλές περιπτώσεις παίρνει τη μορφή ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή (PC)

Η ετικέτα και ο αναγνώστης επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ραδιοκυμάτων. Μόλις μια ετικέτα εισέρχεται στη ζώνη ανάγνωσης ενός αναγνώστη, ο αναγνώστης στέλνει ένα σήμα επικοινωνίας στην ετικέτα για να εκπέμψει τα αποθηκευμένα δεδομένα του. Οι ετικέτες μπορούν να περιέχουν πολλά δεδομένα ανάλογα με τη χρήση τους, όπως σειριακούς αριθμούς, τιμές θερμοκρασίας και άλλα πολλά. Μόλις ο αναγνώστης δεχτεί τις πληροφορίες, τις αποστέλλει στον ελεγκτή μέσω μιας διασύνδεσης δικτύου, όπως ένα Ethernet LAN, ίντερνετ κλπ. Ο ελεγκτής μπορεί να χρησιμοποιήσει τα δεδομένα για διάφορους σκοπούς. Ένα RFID σύστημα μπορεί να αποτελείται από πολλούς αναγνώστες, για παράδειγμα διασκορπισμένους σε μία αποθήκη ή μια γραμμή παραγωγής. Εντούτοις όλα είναι δικτυωμένα σε έναν μόνο ελεγκτή. Παρομοίως ένας μόνο αναγνώστης μπορεί να επικοινωνεί με περισσότερες από μία ετικέτες ταυτόχρονα. Με την παρούσα τεχνολογία (2008) είναι εφικτό να επικοινωνεί με ρυθμό 1000 ετικέτες ανά δευτερόλεπτο, με ακρίβεια 98%. Τέλος, μία ετικέτα μπορεί να προσαρτηθεί “παντού”, από ένα κλειδί μέχρι ένα νεογέννητο μωρό.

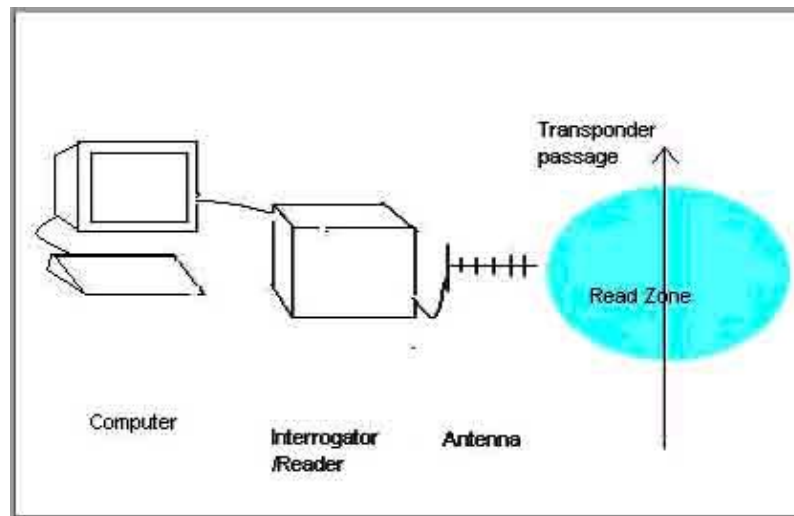


Εικόνα 4:Οι τρεις βασικές διατάξεις σε ένα RFID σύστημα

1.6. Ετικέτα (Tag)

Η κύρια λειτουργία μιας RFID ετικέτας είναι να αποθηκεύει δεδομένα και να τα αποστέλλει σε έναν αναγνώστη. Στην πιο απλή του μορφή περιλαμβάνει ένα ηλεκτρονικό τσιπ και μια κεραία ολοκληρωμένα σε μια εύχρηστη κατασκευή (Εικόνα 5). Γενικά μια ετικέτα, έχει μνήμη όπου μπορούν να αποθηκευτούν και να διαβαστούν δεδομένα και σε μερικές περιπτώσεις ακόμα και να εγγραφούν. Επίσης υπάρχουν και

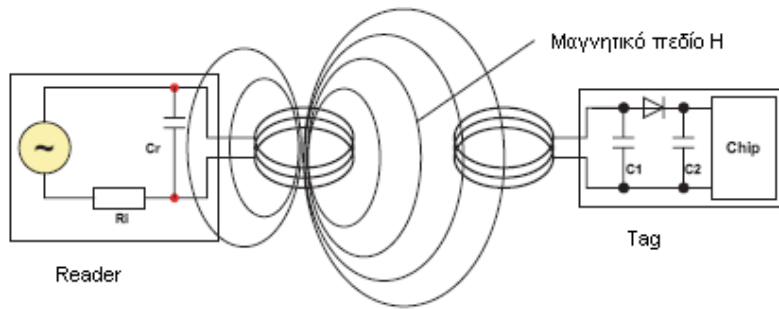
ετικέτες που έχουν ενσωματωμένη μπαταρία, αυτό είναι και το κριτήριο που διαχωρίζει τις ενεργές από τις παθητικές ετικέτες, που θα περιγράψουμε παρακάτω.



Εικόνα 5: Η πιο απλή μορφή ενός RFID συστήματος

1.6.1. Ενεργές και παθητικές ετικέτες

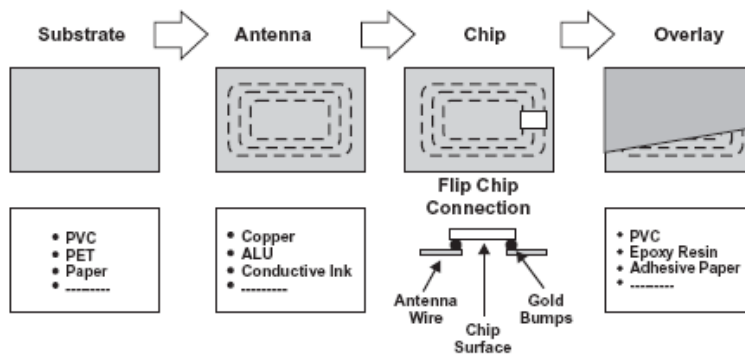
Ενεργές RFID ετικέτες ονομάζονται οι ετικέτες που έχουν στο τυπωμένο κύκλωμα πηγή τροφοδοσίας, όπως μια μπαταρία. Όταν μια ετικέτα χρειαστεί να αποστείλει δεδομένα στον αναγνώστη, η ενέργεια που απαιτείται για την μετάδοση προέρχεται από την τροφοδοσία. Για το λόγο αυτό, τέτοιου είδους ετικέτες μπορούν να επικοινωνούν με λιγότερο ισχυρούς (ενεργειακά) αναγνώστες και μεταδίδουν την πληροφορία από απόσταση μεγαλύτερης εμβέλειας. Επίσης, οι ενεργές ετικέτες συνήθως έχουν μνήμη που φτάνει τα 128Kbytes. Παρόλα αυτά, είναι μεγαλύτερα σε μέγεθος και πιο πολύπλοκα σε σχέση με τους «ανταγωνιστές» του, τις παθητικές ετικέτες, γεγονός που τα κάνει ακριβότερα στην παραγωγή. Η μπαταρίες που περιέχουν αντέχουν χρονικό διάστημα από δύο έως επτά χρόνια. Οι παθητικές ετικέτες δεν περιέχουν καμία είδους τροφοδοσία. Την απαιτούμενη ενέργεια την παίρνουν από το σήμα που στέλνει ο αναγνώστης, φυσικά η ενέργεια αυτή είναι πολύ μικρότερη από το αν είχαν μπαταρία. Ως αποτέλεσμα αυτού, τα παθητικά είναι μικρότερα σε μέγεθος και φθηνότερα από ότι τα ενεργά. Ωστόσο, η εμβέλεια τους είναι αρκετά μικρότερη, στις περισσότερες περιπτώσεις μέχρι λίγα εκατοστά. Εκτός από αυτό, χρειάζονται ισχυρότεροι αναμεταδότες (reader) και περιέχουν μνήμη που δεν ξεπερνάει τα λίγα kbyte. Φυσικά υπάρχουν παθητικές ετικέτες που έχουν πηγή τροφοδοσίας αλλά δεν την χρησιμοποιούν για τη μετάδοση των δεδομένων. Αυτού του είδους, ονομάζονται υποστηριζόμενες ετικέτες από μπαταρία (battery-assisted tags) και η ενέργεια χρησιμοποιείται για τη λειτουργία διάφορων ηλεκτρονικών εξαρτημάτων που είναι τοποθετημένα στο ίδιο κύκλωμα.



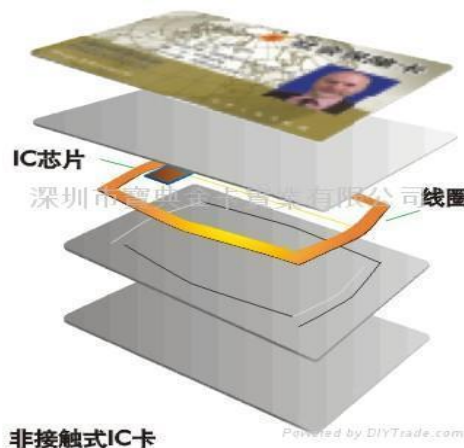
Εικόνα 6:Μαγνητική επαγωγή RFID tag

1.6.2. Ανάγνωση μόνο και ανάγνωση/εγγραφή ή έξυπνες ετικέτες

Μια άλλη κύρια διαφορά μεταξύ των ετικετών είναι ο τύπος της μνήμης που έχουν. Υπάρχουν δύο είδη ετικετών: ανάγνωση (Read-only, RO) και ανάγνωση/εγγραφή (read/write,RW). Οι RO ετικέτες είναι αυτό που λέει η λέξη, ανάγνωση μόνο. Είναι παρόμοια με τα barcode, προγραμματίζονται μια φορά μόνο και δεν αλλάζουν ποτέ. Αυτού του είδους οι ετικέτες, προγραμματίζονται με πολύ μικρή ποσότητα δεδομένα, όπως κάποιον σειριακό αριθμό. Οι RW ετικέτες συνήθως καλούνται και έξυπνες ετικέτες (smart-tags). Οι έξυπνες ετικέτες είναι πιο προσαρμοστικές, μπορούν να αποθηκεύουν περισσότερα δεδομένα και τα περιεχόμενα της μνήμης μπορούν εύκολα να σβηστούν και να ξανά-εγγραφούν χιλιάδες φορές.



卡结构图



Εικόνα 7: Τα διάφορα επίπεδα που αποτελούν ένα tag

1.7. Αναγνώστης (Reader)

Ο αναγνώστης (reader) λειτουργεί ως μεσολαβητής ανάμεσα στην ετικέτα και τον ελεγκτή. Έχει λίγες βασικές λειτουργίες οι οποίες είναι οι εξής:

- Ανάγνωση των δεδομένων μιας ετικέτας
- Εγγραφή δεδομένων σε ετικέτα
- Μεταφορά δεδομένων από και προς τον ελεγκτή
- Τροφοδότηση παθητικών ετικετών

Οι αναγνώστες ουσιαστικά είναι σαν μικροί υπολογιστές. Αποτελούνται σε γενικές γραμμές από μία κεραία, ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα RF, το οποίο είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία με την ετικέτα, και ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα με ελεγκτή, το οποίο είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία με τον ελεγκτή. Επί πρόσθετα από τις τέσσερις βασικές λειτουργίες που περιγράψαμε παραπάνω, μερικοί πιο πολύπλοκοι αναγνώστες εκτελούν τρεις επιπλέον κρίσιμες λειτουργίες:

- Αποφυγή περιπλοκής σημάτων (anti-collision) για την εξασφάλιση της ταυτόχρονης ανάγνωσης/εγγραφής με περισσότερες ετικέτες
- Αυθεντικοποίηση ετικετών για την αποφυγή μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης στο σύστημα
- Κρυπτογράφηση δεδομένων για την προστασία της ακεραιότητας των δεδομένων

1.7.1. Πολλαπλή ανάγνωση/εγγραφή και τεχνική αποφυγής συγκρούσεων (anti-collision)

Αλγόριθμοι για anti-collision εφαρμόζονται για να εξασφαλίσουν στον αναγνώστη την ταυτόχρονη επικοινωνία με πολλές ετικέτες. Υπάρχουν τρεις τεχνικές anti-collision στα RFID: τρισδιάστατης κατεύθυνσης, συχνότητας και χρονικού προσδιορισμού. Και οι τρεις τεχνικές χρησιμοποιούνται για να εξασφαλίσουν μια σειρά προτεραιότητας για την αποφυγή του παραπάνω προβλήματος ή τουλάχιστον για την εξάλειψή του στατιστικά.

1.7.2. Αυθεντικοποίηση

Οι αναγνώστες στα συστήματα υψηλής ασφάλειας απαιτούν την αυθεντικοποίηση του χρήστη. Υπάρχουν δύο τύποι αυθεντικοποίησης αυτή τη στιγμή. Στην παγκόσμια βιβλιογραφία αναφέρονται ως mutual symmetrical και derived key. Και στα δυο αυτά συστήματα, η ετικέτα παρέχει έναν κώδικα κλειδί στον αναγνώστη, ο οποίος εισάγεται σε έναν αλγόριθμο και ελέγχεται αν το κλειδί είναι έγκυρο και αν η ετικέτα έχει εξουσιοδότηση να εισέλθει στο σύστημα.

1.7.3. Κρυπτογράφηση/Αποκρυπτογράφηση δεδομένων

Η κρυπτογράφηση των δεδομένων είναι ένας ακόμα παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψιν για την προστασία του συστήματος από εξωτερικές απειλές. Η

κρυπτογράφηση και η αποκρυπτογράφηση γίνεται με έναν αλγόριθμο και την βοήθεια κάποιων κλειδιών ώστε το σύστημα να είναι όσο το δυνατόν ασφαλέστερο γίνεται από κακόβουλες επιθέσεις. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι κρυπτογραφίας. Ταξινομούνται δε σε κατηγορίες ανάλογα με τα κλειδιά και τον τρόπο κρυπτογράφησης των δεδομένων. Με βάση τα κλειδιά χωρίζονται σε κρυπτογράφηση δημόσιου και μυστικού κλειδιού, ενώ με βάση τον τρόπο κρυπτογράφησης σε δέσμη και ροής.

1.7.4. Τοποθέτηση του αναγνώστη στον χώρο

Στα RFID συστήματα δεν χρειάζεται να έχουν άμεση οπτική επαφή η ετικέτα με τον αναγνώστη όπως είναι απαραίτητο στα συστήματα barcode. Ως αποτέλεσμα, οι σχεδιαστές έχουν μεγαλύτερο βαθμό ελευθερίας στο που θα τοποθετήσουν τον αναγνώστη.

1.7.5. Ελεγκτής (controller)

Ο ελεγκτής σε ένα RFID είναι ο «εγκέφαλος» του συστήματος. Χρησιμοποιείται για την δικτύωση πολλών RFID και τον έλεγχο της ροής των δεδομένων. Μπορεί να είναι από ένα λογισμικό σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή, μέχρι και ένα μικροελεγκτή σε υλικό, ανάλογα με τη χρήση κάθε φορά.

1.8. Συχνότητες λειτουργίας RFID

Επειδή τα συστήματα RFID παράγουν και ακτινοβολούν ηλεκτρομαγνητικά κύματα, αυτά κατατάσσονται στην κατηγορία των ραδιοσυστημάτων. Η χρήση άλλων ραδιοσυστημάτων δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να διαταράσσεται ή να φθείρεται από τη χρήση των RFID. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να εξασφαλίσουμε ότι τα συστήματα RFID δεν παρεμβάλλουν με κάποιο ραδιόφωνο ή τηλεόραση, με κάποια κινητή ραδιοσυσκευή (αστυνομία, υπηρεσίες ασφαλείας,βιομηχανία), ναυτικές και αεροναυτικές συσκευές και κινητά τηλέφωνα.

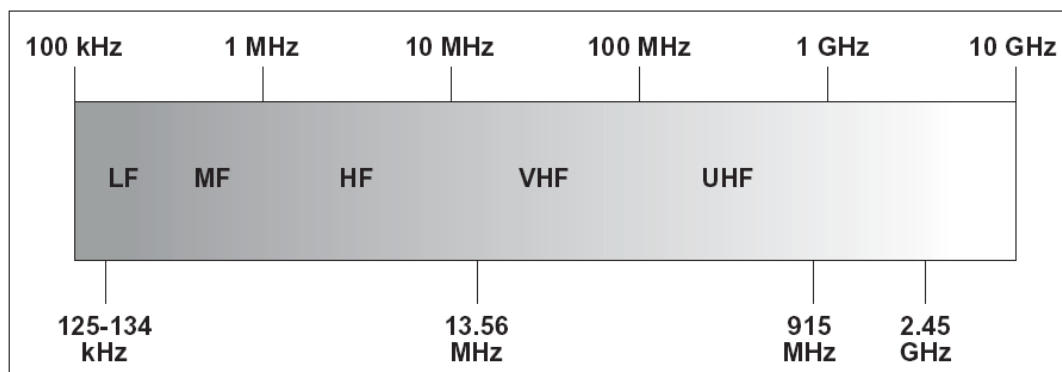
Εξαιτίας αυτής της πιθανής παρεμβολής με άλλα ραδιοσυστήματα, περιορίζει σημαντικά το εύρος συχνότητας λειτουργίας των RFID. Για το λόγο αυτό συνηθίζουμε να χρησιμοποιούμε συχνότητες που έχουν δεσμευτεί ειδικά για βιομηχανικούς, ιατρικούς και επιστημονικούς σκοπούς. Αυτές οι συχνότητες είναι παγκοσμίως γνωστές ως ISM συχνότητες και μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε RFID εφαρμογές. Γενικά όμως οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι οι παρακάτω (Εικόνα 8):

Εύρος Χαμηλών Συχνοτήτων

- Χαμηλές Συχνότητες (LF): 125-134 KHz
- Υψηλές Συχνότητες (HF): 13.56 MHz

Εύρος Υψηλών Συχνοτήτων

- Συχνότητες UHF: 860-960 MHz
- Μικροκύματα: 2.5 GHz και άνω



Εικόνα 8: Φάσμα ραδιοσυχνοτήτων

Η επιλογή της συχνότητας λειτουργίας του RFID συστήματος επηρεάζει διάφορα χαρακτηριστικά όπως θα περιγράψουμε παρακάτω.

1.8.1.1. Εμβέλεια Ανάγνωσης

Στις χαμηλότερες συχνότητες, η εμβέλεια ανάγνωσης των παθητικών ετικετών δεν ξεπερνάει τα λίγα εκατοστά. Αυτό οφείλεται στην ασθενή ενίσχυση του σήματος της κεραίας. Στις χαμηλές συχνότητες το μήκος των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι πολύ μεγάλο και συνεπώς πολύ μεγαλύτερα από το μέγεθος των κεραίων που είναι τοποθετημένες στο ολοκληρωμένο κύκλωμα. Η ενίσχυση του σήματος της κεραίας είναι ανάλογη του μεγέθους της κεραίας και σχετική με το μήκος κύματος.) Στις υψηλότερες συχνότητες η εμβέλεια αυξάνεται, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται ενεργές ετικέτες. Επειδή όμως οι πάρα πολύ υψηλές συχνότητες είναι επιβλαβείς για τον άνθρωπο, τέθηκε ένα άνω όριο, το οποίο είναι οι UHF συχνότητες και τα μικροκύματα, και η εμβέλεια μειώθηκε στα λίγα μέτρα στην περίπτωση των παθητικών ετικετών.

1.8.1.2. Παθητικές και Ενεργές ετικέτες

Για ιστορικούς λόγους, οι παθητικές ετικέτες λειτουργούν συνήθως στις συχνότητες LF και HF, ενώ οι ενεργές ετικέτες χρησιμοποιούνται στις UHF συχνότητες και στα μικροκύματα. Τα πρώτα RFID συστήματα λειτουργούσαν στις συχνότητες LF και HF με παθητικές ετικέτες, επειδή την εποχή εκείνη το κόστος ήταν απαγορευτικό για να πράξουν διαφορετικά. Σήμερα όμως, με τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας τα δεδομένα έχουν αλλάξει και η επιλογή είναι πιο ευέλικτη.

1.8.1.3. Υγρά και Μέταλλα

Η απόδοση των RFID συστημάτων επηρεάζεται με διαφορετικό τρόπο από τα μέταλλα και από την υγρασία αντίστοιχα. Συστήματα σε HF συχνότητες, λόγω του μεγάλου μήκους κύματος, απορροφώνται πιο εύκολα από το νερό. Αντίθετα, τα συστήματα σε UHF συχνότητες δε λειτουργούν καλά σε υγρασία. Για το λόγο αυτό, οι HF ετικέτες είναι η καλύτερη επιλογή όταν έχουμε να δουλέψουμε σε μέρη όπου υπάρχει υγρασία.

Τα μέταλλα ανακλούν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα και τα ραδιοκύματα δεν μπορούν να τα διαπεράσουν. Στην περίπτωση που βρεθεί ένα μέταλλο μεταξύ του αναγνώστη και της ετικέτας τα αποτελέσματα θα είναι καταστροφικά. Επίσης αν κάποιο μέταλλο τοποθετηθεί πολύ κοντά στην κεραία τα χαρακτηριστικά της αλλοιώνονται. Οι συχνότητες HF και UHF επηρεάζονται πολύ περισσότερο από τα μέταλλα, από ότι οι LF συχνότητες. Κατά συνέπεια, όταν πρέπει να δουλέψουμε σε μέρη όπου υπάρχουν πολλά μέταλλα η καλύτερη επιλογή είναι οι LF ετικέτες.

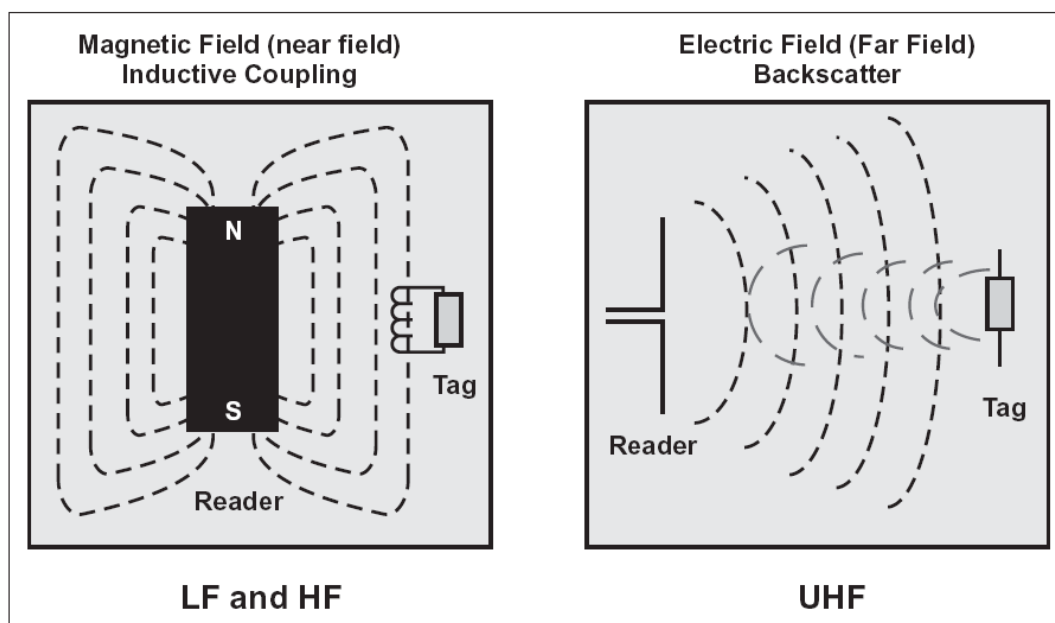
1.8.1.4. Ρυθμός Μετάδοσης

Τα RFID συστήματα που λειτουργούν στο εύρος LF έχουν χαμηλό ρυθμό μετάδοσης, της τάξης μερικών Kbits/s. Ο ρυθμός αυξάνεται σε συστήματα στις υψηλές συχνότητες, φτάνοντας και τα Mbits/s στα μικροκύματα.

1.8.1.5. Μέγεθος και τύπος κεραίας

Το γεγονός ότι τα ραδιοσήματα στις χαμηλές συχνότητες έχουν μεγάλο μήκος κύματος, απαιτεί την κατασκευή μεγαλύτερου μεγέθους κεραιών σε LF και HF συστήματα από ότι σε UHF και μικροκύματα για να πετύχουμε ικανοποιητική ενίσχυση σήματος. Αυτό όμως, έρχεται σε αντίθεση με τον στόχο των RFID που είναι η δημιουργία μικρών και φθηνών ετικετών. Οι περισσότεροι σχεδιαστές θυσιάζουν την ενίσχυση του σήματος της κεραίας στο όνομα του κόστους, με αποτέλεσμα η εμβέλεια των αναγνωστών να είναι μικρότερη σε LF και HF συστήματα. Υπάρχει όμως ένα κάτω όριο στο πόσο μικρά μπορεί να είναι οι ετικέτες. Συνέπεια αυτού, οι LF και HF ετικέτες να είναι πάντα μεγαλύτερα από τις ετικέτες σε UHF και μικροκύματα. Στο σχήμα 9 φαίνονται δύο τύποι ενός RFID ανάλογα με τη συχνότητα λειτουργίας.

Η συχνότητα λειτουργίας επηρεάζει και τον τύπο της κεραίας που χρησιμοποιούνται σε RF συστήματα. Έτσι σε LF και HF συστήματα χρησιμοποιούνται επαγωγικές κεραίες ενώ σε συστήματα UHF και μικροκύματα χωρητικές κεραίες.



Εικόνα 9: Τύποι ετικετών σε διάφορα εύρη συχνοτήτων

1.8.1.6. Μέγεθος και κόστος RFID ετικετών

Τα πρώτα RFID συστήματα χρησιμοποιούσαν το εύρος ζώνης χαμηλών συχνοτήτων, για το λόγο ότι οι ετικέτες σε αυτές τις συχνότητες ήταν εύκολα στην κατασκευή. Έχουν όμως πολλά μειονεκτήματα, όπως μεγάλο μέγεθος το οποίο μεταφράζεται σε υψηλότερο κόστος. Σήμερα το εύρος ζώνης HF είναι το πιο διαδεδομένο παγκοσμίως και το κόστος είναι πολύ μικρότερο από ότι οι LF ετικέτες (Εικόνα 9). Πρόσφατες όμως εξελίξεις στην τεχνολογία των ολοκληρωμένων έχουν μειώσει δραματικά το κόστος για συστήματα σε UHF και μικροκύματα, γεγονός που τα κάνει άκρως ανταγωνιστικά. Στο σχήμα 10 φαίνονται τα χαρακτηριστικά των RFID συστημάτων για διάφορες συχνότητες.

Frequency Band	LF 125 KHz	HF 13.56 MHz	UHF 860-960 MHz	Microwave 2.5 GHz and Up
Read Range (Passive Tags)	<2 Feet	<3 Feet	<10-30 Feet	~10 Feet
Tag Power Source	Generally passive	Generally passive	Generally active but Passive Also	Generally active but Passive Also
Tag Cost	Relatively expensive	Expensive, but less So Than LF	Potential to Be very cheap	Potential to Be very cheap
Typical Applications	Keyless entry, animal tracking, vehicle immobilizers, POS	"Smart" cards, item-level track such as baggage handling, libraries	Pallet tracking, electronic toll collection, baggage handling	Electronic toll collection
Data Rate	Slower ————— Faster			
Performance Near Metal or Liquids	Better ————— Worse			
Passive Tag Size	Larger ————— Smaller			

Source: ABI Research.

Εικόνα 10: Σύγκριση χαρακτηριστικών ανάλογα με το εύρος συχνοτήτων

1.9. Επικοινωνία αναγνώστη-ετικέτας

Σε αυτό το κεφάλαιο θα περιγράψουμε τον τρόπο με τον οποίο επικοινωνούν ο αναγνώστης με την ετικέτα και αντίθετα. Τρεις είναι οι μέθοδοι επικοινωνίας, FDX (Full Duplex), όπου τα δεδομένα εκπέμπονται ταυτόχρονα και προς τις δυο κατευθύνσεις, HDX (Half Duplex), όπου τα δεδομένα εκπέμπονται και κατά τις δυο κατευθύνσεις αλλά όχι ταυτόχρονα, και SEQ (Sequential) όπου η μεταφορά της ενέργειας γίνεται διαδοχικά και όχι συνεχόμενα όπως στα FDX και HDX συστήματα.

1.9.1. Διεργασία FDX και HDX

Ανάλογα με τη σύζευξη που υπάρχει, ο τρόπος παροχής ισχύος στην ετικέτα από τον αναγνώστη και η μεταφορά δεδομένων από την ετικέτα στον αναγνώστη διαφέρουν. Οι συζεύξεις που θα αναλύσουμε είναι οι εξής:

- Επαγωγική σύζευξη (Inductive coupling)
- Ηλεκτρομαγνητική σύζευξη οπισθοσκέδασης (Electromagnetic backscatter coupling)
- Κοντινή σύζευξη (Close coupling)
- Ηλεκτρική/Χωρητική σύζευξη (Electrical coupling)

1.9.2. Επαγωγική σύζευξη

1.9.2.1. Παροχή ισχύος σε παθητικές ετικέτες

Μια ετικέτα (tag) επαγωγικής σύζευξης αποτελείται από μια ηλεκτρονική συσκευή αποθήκευσης δεδομένων, συνήθως ένα απλό μικροσίπ, και μια μεγάλη περιοχή πηνίου που λειτουργεί σαν κεραία.

Οι ετικέτες επαγωγικής σύζευξης σχεδόν πάντα λειτουργούν παθητικά. Αυτό σημαίνει πως όλη η ενέργεια που χρειάζεται για τη λειτουργία του μικροσίπ πρέπει να παρέχεται από τον αναγνώστη (Εικόνα 9). Για αυτό το λόγο, η περιέλιξη κεραίας του αναγνώστη δημιουργεί ένα δυνατό και υψηλής συχνότητας ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, το οποίο διαπερνά την εγκάρσια τομή της περιοχής του πηνίου και την περιοχή γύρω από το πηνίο. Επειδή το μήκος κύματος της συχνότητας που χρησιμοποιείται είναι αρκετές φορές μεγαλύτερο από την απόσταση ανάμεσα στην κεραία του αναγνώστη και της ετικέτας, το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο μπορεί να συμπεριφέρεται σαν απλό μαγνητικό μεταβαλλόμενο πεδίο όσον αφορά την απόσταση ανάμεσα στην ετικέτα και την κεραία.

Ένα μικρό μέρος από το εκπεμπόμενο πεδίο διαπερνά το πηνίο της κεραίας της ετικέτας, το οποίο απέχει κάποια απόσταση από το πηνίο του αναγνώστη. Μια τάση U_i παράγεται στο πηνίο της ετικέτας από την επαγωγή. Αυτή η τάση ανορθώνεται και λειτουργεί σαν τροφοδοσία για το μικροσίπ. Ένας πυκνωτής Cr (Εικόνα 11) συνδέεται παράλληλα με το πηνίο της κεραίας του αναγνώστη, η χωρητικότητα του οποίου επιλέγεται έτσι ώστε να λειτουργεί μαζί με την επαγωγή του πηνίου για να δημιουργεί ένα παράλληλο κύκλωμα συντονισμού. Αυτή η συχνότητα συντονισμού δε αντιστοιχεί με τη συχνότητα μετάδοσης του αναγνώστη. Πολύ μεγάλα ρεύματα

παράγονται στο πηνίο (κεραία) του αναγνώστη αυξάνοντας το συντονισμό στο παράλληλο κύκλωμα, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία της κατάλληλης έντασης του πεδίου που χρειάζεται η ετικέτα για να λειτουργήσει.



Εικόνα 11: Πυκνωτής Cr

Το πηνίο της ετικέτας μαζί με τον πυκνωτή C1 σχηματίζουν ένα κύκλωμα συντονισμού, συντονισμένο με τη συχνότητα μετάδοσης του αναγνώστη. Η τάση U στο πηνίο της ετικέτας φτάνει στο μέγιστο λόγω της αύξησης του συντονισμού στο παράλληλο κύκλωμα του αναγνώστη.

Το σχηματικό των δύο πηνίων μπορεί επίσης να παρουσιαστεί σαν ένας μετασχηματιστής, στον οποίο υπάρχει όμως μικρή σύζευξη μεταξύ των δύο περιελίξεων. Η απόδοση της μεταφοράς της ισχύος ανάμεσα στην κεραία του αναγνώστη και της ετικέτας είναι ανάλογη της συχνότητας λειτουργίας f , τον αριθμό των περιελίξεων n , του περιφραγμένου χώρου A από το πηνίο της ετικέτας, τη γωνία των δύο πηνίων και την απόσταση μεταξύ των πηνίων. Όσο αυξάνεται η συχνότητα, η απαιτούμενη επαγωγή του πηνίου της ετικέτας, συνεπώς και οι περιελίξεις μειώνονται.

1.9.2.2. Μεταφορά δεδομένων ετικέτας αναγνώστη

Διαμόρφωση φορτίου : Τα συστήματα επαγωγικής σύζευξης βασίζονται σε μια σύζευξη τύπου μετασχηματιστή ανάμεσα στο πρωτεύον πηνίο του αναγνώστη και το δευτερεύον πηνίο της ετικέτας. Αυτό ισχύει όταν η απόσταση ανάμεσα στα πηνία δεν υπερβαίνει τα 0.16λ ($\lambda=1310\text{nm}$), έτσι ώστε η ετικέτα να εντοπίζεται στο «κοντινό» πεδίο της κεραίας μετάδοσης.

Αν μια ετικέτα τοποθετηθεί μέσα στο μαγνητικό εναλλασσόμενο πεδίο της κεραίας του αναγνώστη, τότε αντλεί ενέργεια από το μαγνητικό πεδίο. Η ανάδραση της ετικέτας στην κεραία του αναγνώστη μπορεί να αναπαρασταθεί σαν μια μετασχηματισμένη σύνθετη αντίσταση ZT στην περιέλιξη της κεραίας του αναγνώστη. Εναλλάσσοντας μια αντίσταση φορτίου μεταξύ (on/off) στην κεραία της ετικέτας έχει σαν αποτέλεσμα την αλλαγή της σύνθετης αντίστασης ZT και έτσι η τάση αλλάζει στην κεραία του αναγνώστη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μια διαμόρφωση πλάτους της τάσης U_L στο πηνίο της κεραίας του αναγνώστη από την ετικέτα. Αν ο χρόνος στον οποίο η αντίσταση φορτίου εναλλάσσεται ελέγχεται από κάποια δεδομένα, αυτή η πληροφορία μπορεί να μεταδοθεί στον αναγνώστη. Αυτός ο τύπος της πληροφορίας που μεταδίδεται καλείται διαμόρφωση φορτίου (Load modulation).

Για να ανακτήσουμε την πληροφορία στον αναγνώστη, η τάση που αντλήθηκε στην κεραία του αναγνώστη ανορθώνεται. Αυτό αναπαριστά την αποδιαμόρφωση ενός σήματος που έχει υποστεί διαμόρφωση πλάτους.

Διαμόρφωση φορτίου με υποφέρουσα: Λόγω της αδύναμης σύζευξης ανάμεσα στην κεραία του αναγνώστη και στην κεραία της ετικέτας, οι διακυμάνσεις της τάσης στην κεραία του αναγνώστη που αναπαριστούν το χρήσιμο σήμα είναι μικρότερες από άποψη μεγέθους από την τάση εξόδου του αναγνώστη.

Στην πράξη, για ένα σύστημα των 13.56 MHz, αν μας δοθεί μια τάση κεραίας περίπου των 100V, μπορούμε να αναμένουμε ένα χρήσιμο σήμα περίπου των 10mV. Επειδή η ανίχνευση αυτών των μικρών αλλαγών τάσης απαιτεί κυκλώματα υψηλής πολυπλοκότητας, τα παράγωγα διαμόρφωσης που δημιουργούνται από τη διαμόρφωση πλάτους στην τάση της κεραίας είναι χρήσιμα.

Αν η επιπρόσθετη αντίσταση φορτίου της ετικέτας εναλλάσσεται (on/off) σε μια πολύ υψηλή στοιχειώδη συχνότητα fS, τότε δημιουργούνται δύο φασματικές γραμμές σε απόσταση $\pm fS$ γύρω από τη συχνότητα μετάδοσης του αναγνώστη fREADER, και μπορούν εύκολα να ανιχνευθούν.

Φυσικά η συχνότητα fS πρέπει να είναι κατά πολύ μικρότερη από την fREADER. Αυτή η νέα στοιχειώδης συχνότητα καλείται υποφέρουσα. Τα δύο φάσματα αυτά μπορούν να χωριστούν από το σημαντικά δυνατότερο σήμα του αναγνώστη με χρήση ζωνοπερατού φίλτρου σε μία από τις δύο συχνότητες fREADER \pm fS. Μόλις αυτή έχει ενισχυθεί, το σήμα είναι πλέον πολύ εύκολο να αποδιαμορφωθεί.

Λόγω του μεγάλου εύρους που απαιτείται για τη μετάδοση μιας υποφέρουσας, αυτή η διαδικασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο στο εύρος συχνοτήτων HF (13.56MHz).

1.9.3. Ηλεκτρομαγνητική σύζευξη οπισθοσκέδασης

1.9.3.1. Παροχή ισχύος στην ετικέτα

Τα συστήματα RFID στα οποία το κενό ανάμεσα στον αναγνώστη και της ετικέτας είναι μεγαλύτερο του ενός μέτρου καλούνται συστήματα μεγάλης εμβέλειας. Αυτά τα συστήματα λειτουργούν στις UHF συχνότητες και στις συχνότητες μικροκυμάτων. Τα μικρά μήκη κύματος αυτών των συχνοτήτων ευνοούν την κατασκευή κεραιών με πολύ μικρότερες διαστάσεις και μεγαλύτερη αποδοτικότητα από ότι αν χρησιμοποιούσαμε συχνότητες μικρότερες από 30 MHz.

Για να πετύχουμε μεγάλα εύρη άνω των 15 m ή για να μπορούμε να λειτουργήσουμε ετικέτες με μεγαλύτερη κατανάλωση ισχύος σε ένα αποδεκτό εύρος, οι ετικέτες οπισθοσκέδασης έχουν συνήθως μια εφεδρική μπαταρία για την παροχή ισχύος στο μικροσίπ της ετικέτας. Για την αποφυγή της υπερφόρτωσης της μπαταρίας, τα μικροσίπ γενικά έχουν καταστάσεις λειτουργίας εξοικονόμησης ισχύος όπως «power down mode» και «stand-by mode». Αν η ετικέτα βρίσκεται εκτός του εύρους του αναγνώστη, τότε το μικροσίπ αυτόματα μπαίνει στην κατάσταση λειτουργίας «power down». Σε αυτήν την κατάσταση η κατανάλωση ισχύος είναι μερικά μA μόνο. Το μικροσίπ δεν ξαναενεργοποιείται μέχρι να ληφθεί ένα σημαντικό δυνατό σήμα στο εύρος ανάγνωσης του αναγνώστη, όταν και ξαναμπαίνει στην φυσιολογική κατάσταση λειτουργίας. Όμως, η μπαταρία μιας ενεργής ετικέτας ποτέ δεν παρέχει ισχύ για τη μετάδοση της πληροφορίας στον αναγνώστη, αλλά εξυπηρετεί αποκλειστικά την τροφοδοσία του μικροσίπ. Η μετάδοση πληροφορίας ανάμεσα στην ετικέτα και τον αναγνώστη βασίζεται αποκλειστικά στην ενέργεια του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου που εκπέμπεται από τον αναγνώστη.

1.9.3.2. Μετάδοση δεδομένων αναγνώστη

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα ανακλώνται από αντικείμενα με διαστάσεις μεγαλύτερες από το μισό περίπου του μήκους κύματος. Η ικανότητα με την οποία ένα αντικείμενο ανακλά τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα περιγράφεται από την «ανάκλαση εγκάρσιας διατομής» του. Τα αντικείμενα που βρίσκονται σε συντονισμό με το κύμα που τα χτυπάει, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση των κεραιών στην κατάλληλη συχνότητα, έχουν μια ιδιαίτερα μεγάλη ανάκλαση εγκάρσιας διατομής.

Η ισχύς P_1 εκπέμπεται από την κεραία του αναγνώστη, ένα μικρό τμήμα της οποίας φτάνει στην κεραία της ετικέτας. Η ισχύς P_1 παρέχεται στις συνδέσεις της κεραίας σαν τάση υψηλής συχνότητας και μετά την αποκατάσταση από τις διόδους D1 και D2 αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν τάση αναφοράς για την ενεργοποίηση ή την απενεργοποίηση της κατάστασης λειτουργίας « power down ». Οι διόδοι που χρησιμοποιούνται εδώ είναι διόδοι Schottky, που έχουν ιδιαίτερα χαμηλό κατώφλι τάσης. Η τάση που αποκτιέται μπορεί επίσης να είναι αρκετή για να χρησιμοποιηθεί για την παροχή ισχύος για μικρές αποστάσεις.

Ένα τμήμα της εισερχόμενης ισχύος P_1 ανακλάται από την κεραία και επιστρέφεται σαν ισχύς P_2 . Τα χαρακτηριστικά ανάκλασης της κεραίας μπορεί να επηρεαστούν από την αλλαγή του φορτίου που είναι συνδεδεμένο στην κεραία. Για να μεταδοθούν τα δεδομένα από την ετικέτα στον αναγνώστη, μια αντίσταση φορτίου RL συνδεδεμένη παράλληλα με την κεραία ενεργοποιείται και απενεργοποιείται στο χρόνο κατά τη διάρκεια της ροής πληροφοριών. Το εύρος της ισχύος P_2 που ανακλάται από την ετικέτα μπορεί έτσι να διαμορφωθεί.

Η ισχύς P_2 που ανακλάται από την ετικέτα διαχέεται στον ελεύθερο χώρο. Ένα μικρό τμήμα αυτής (εξασθένηση ελεύθερου χώρου) συλλέγεται από την κεραία του αναγνώστη. Το ανακλώμενο σήμα επομένως ταξιδεύει μέσα στη σύνδεση της κεραίας του αναγνώστη με κατεύθυνση προς τα πίσω και μπορεί να αποσυνδεθεί χρησιμοποιώντας έναν κατευθυντήριο ζεύκτη και να προσφερθεί στην είσοδο λήψης του αναγνώστη. Το πρωτεύον σήμα του μεταδότη, που είναι δυνατότερο, σε μεγάλο βαθμό συγκαλύπτεται από τον κατευθυντήριο ζεύκτη.

1.9.4. Κοντινή Σύζευξη

Παροχή ισχύος στην ετικέτα

Τα συστήματα κοντινής σύζευξης σχεδιάζονται συνήθως για εύρος από 0.1 cm μέχρι 1cm. Η ετικέτα εισέρχεται επομένως μέσα στον αναγνώστη ή τοποθετείται πάνω σε μια μαρκαρισμένη επιφάνεια ('touch & go') για λειτουργία.

Βάζοντας την ετικέτα μέσα στον αναγνώστη ή τοποθετώντας πάνω σ' αυτόν, επιτρέπει στο πηνίο της ετικέτας να είναι επακριβώς τοποθετημένο μέσα στο κενό αέρα ενός πυρήνα σχήματος-δαχτυλιδιού. Το σχηματικό του πηνίου της ετικέτας και του πηνίου του αναγνώστη αντιστοιχεί σε αυτό ενός μετασχηματιστή. Ο αναγνώστης αντιπροσωπεύει τον πρωτεύοντα οπλισμό και το πηνίο της ετικέτας αντιπροσωπεύει το δευτερεύοντα οπλισμό ενός μετασχηματιστή. Ένα υψηλής συχνότητας εναλλασσόμενο ρεύμα στον πρωτεύοντα οπλισμό δημιουργεί ένα υψηλής συχνότητας μαγνητικό πεδίο στον πυρήνα και στο κενό αέρα, το οποίο επίσης ρέει

διαμέσου του πηνίου της ετικέτας. Αυτή η ισχύς ανορθώνεται για να προσφέρει τροφοδοσία στο μικροσίπ.

Λόγω του ότι η τάση U στο πηνίο της ετικέτας είναι ανάλογη της συχνότητας f του ηλεκτρεγερτικού ρεύματος, η συχνότητα που επιλέγεται για μετάδοση ισχύος πρέπει να είναι όσο το δυνατόν υψηλότερη. Στην πράξη, χρησιμοποιούνται συχνότητες εύρους 1-10 MHz. Για να κρατήσουμε τις απώλειες στον πυρήνα του μετασχηματιστή χαμηλές, πρέπει να επιλεγεί ως υλικό για τον πυρήνα ένα υλικό φερίτη που είναι κατάλληλο για αυτή τη συχνότητα.

Επειδή, σε αντίθεση με τα συστήματα επαγωγικής σύζευξης ή συστήματα μικροκυμάτων, η αποδοτικότητα της μετάδοσης ενέργειας από τον αναγνώστη στην ετικέτα είναι πολύ καλή, τα συστήματα κοντινής σύζευξης είναι κατάλληλα για μικροσίπ που έχουν μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν μικροελεγκτές που απαιτούν μερικές δεκάδες mW ενέργεια για λειτουργία. Για αυτό το λόγο, τα συστήματα καρτών κοντινής σύζευξης που κυκλοφορούν στο εμπόριο όλα περιέχουν μικροεπεξεργαστές.

Μετάδοση δεδομένων ετικέτας αναγνώστη

- **Μαγνητική Σύζευξη:** Η διαμόρφωση φορτίου με υποφέρουσα χρησιμοποιείται επίσης για μαγνητικά συζευγμένα μετάδοση πληροφορίας από την ετικέτα στον αναγνώστη στα συστήματα κοντινής σύζευξης.
- **Χωρητική Σύζευξη:** Λόγω της μικρής απόστασης ανάμεσα στον αναγνώστη και την ετικέτα, τα συστήματα κοντινής σύζευξης μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν χωρητική σύζευξη για τη μετάδοση της πληροφορίας. Επιμεταλλωμένοι πυκνωτές κατασκευάζονται από συζευγμένες επιφάνειες απομονωμένες η μία από την άλλη και αυτές τοποθετούνται στην ετικέτα και τον αναγνώστη με τέτοιο τρόπο ώστε όταν η ετικέτα εισέρχεται αυτές να βρίσκονται παράλληλα η μία στην άλλη. Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιείται επίσης στις έξυπνες κάρτες κοντινής σύζευξης.

Ηλεκτρική Σύζευξη

Παροχή ισχύος σε παθητικές ετικέτες

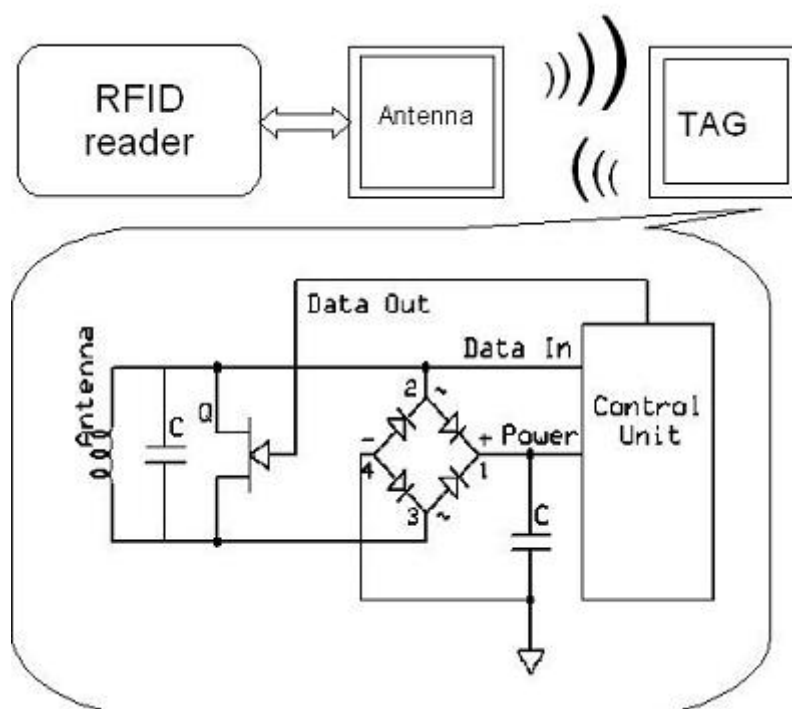
Στα ηλεκτρικά (χωρητικά) συζευγμένα συστήματα ο αναγνώστης δημιουργεί ένα ισχυρό, υψηλής συχνότητας ηλεκτρικό πεδίο. Η κεραία του αναγνώστη αποτελείται από μια μεγάλη, ηλεκτρικά αγώγιμη περιοχή (ηλεκτρόδιο), που είναι γενικά ένα μεταλλικό έλασμα ή μια πλάκα μετάλλου. Αν μια τάση υψηλής συχνότητας οδηγείται στο ηλεκτρόδιο, ένα ηλεκτρικό πεδίο κοντινής σύζευξης, ετικέτα υψηλής συχνότητας δημιουργείται ανάμεσα στο ηλεκτρόδιο και τη γη (ground). Οι τάσεις που απαιτούνται για αυτό (από μερικές εκατοντάδες volts μέχρι μερικές χιλιάδες volts) δημιουργούνται μέσα στον αναγνώστη με μια άνοδο τάσης από ένα κύκλωμα συντονισμού φτιαγμένο από ένα πηνίο $L1$ στον αναγνώστη, την παράλληλη σύνδεση ενός εσωτερικού πυκνωτή $C1$ και τη ενεργή χωρητικότητα ανάμεσα στο ηλεκτρόδιο και τη γη (CR-GND). Η συχνότητα συντονισμού ενός κυκλώματος συντονισμού αντιστοιχεί στη συχνότητα μετάδοσης του αναγνώστη.

Η κεραία της ετικέτας είναι φτιαγμένη από δύο αγώγιμες επιφάνειες που εκτείνονται σε ένα επίπεδο (ηλεκτρόδια). Αν η ετικέτα τοποθετηθεί μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο του

αναγνώστη, τότε δημιουργείται μια ηλεκτρική τάση ανάμεσα στα δύο ηλεκτρόδια, η οποία χρησιμοποιείται για την παροχή ενέργειας στη ετικέτα.

Μιας και ένας πυκνωτής είναι ενεργός ανάμεσα στην ετικέτα και την κεραία μετάδοσης (CR-T) και ανάμεσα στην κεραία της ετικέτας και τη γη (CT-GND) το διάγραμμα ισοδύναμου κυκλώματος για μια ηλεκτρική σύζευξη μπορεί να θεωρηθεί σε μια απλοϊκή μορφή σαν ένας διαιρέτης τάσης με στοιχεία CT-GND, CR-T, RL (αντίσταση εισόδου για την ετικέτα) και CT-GND. Προσεγγίζοντας ένα από τα ηλεκτρόδια της ετικέτας, επηρεάζεται η χωρητικότητα CT-GND και έτσι επίσης το εύρος ανάγνωσης, που γίνεται σημαντικά μεγαλύτερο.

Τα ρεύματα που ρέουν στις επιφάνειες των ηλεκτροδίων του transponder είναι πολύ μικρά. Επομένως, δεν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις πάνω στην αγωγιμότητα του υλικού των ηλεκτροδίων. Επιπρόσθετα στις μεταλλικές επιφάνειες (μεταλλικό έλασμα), τα ηλεκτρόδια μπορούν επίσης να φτιαχτούν από αγωγιμα χρώματα ή από λεπτά στρώματα επικάλυψης γραφίτη(Εικόνα 12).



Εικόνα 12: Το σχήμα που περιγράφει τον παραπάνω τρόπο

1.9.4.1. Μετάδοση πληροφορίας transponder αναγνώστης

Αν μια ετικέτα ηλεκτρικά συζευγμένη τοποθετηθεί μέσα στην ενεργή ζώνη ενός αναγνώστη, η αντίσταση εισόδου RL της ετικέτας ενεργεί πάνω στο κύκλωμα συντονισμού του αναγνώστη μέσω της αντίστασης σύζευξης CR-T που είναι ενεργή ανάμεσα στα ηλεκτρόδια του αναγνώστη και της ετικέτας, μειώνοντας το κύκλωμα συντονισμού ελαφρώς. Αυτή η μείωση μπορεί να αλλάζει μεταξύ δύο τιμών τροποποιώντας μια αντίσταση διαμόρφωσης Rmod στην ετικέτα σε «on» και «off». Αλλάζοντας λοιπόν την αντίσταση διαμόρφωσης Rmod σε on/off δημιουργείται μια διαμόρφωση πλάτους στην παρούσα τάση στα L1 και C1 από την ετικέτα.

Αλλάζοντας την αντίσταση διαμόρφωσης Rmod σε on/off στο χρόνο με δεδομένα, τα δεδομένα αυτά μπορούν να μεταδοθούν στον αναγνώστη. Αυτή η διαδικασία καλείται διαμόρφωση φορτίου.

1.9.4.2. Μετάδοση δεδομένων αναγνώστη ετικέτα

Στα σύστημα FDX και HDX χρησιμοποιούνται όλες οι γνωστές διαδικασίες διαμόρφωσης για τη μεταφορά δεδομένων από τον άγνωστη στην ετικέτα, ανεξάρτητα από τη συχνότητα λειτουργίας ή της διαδικασίας σύζευξης. Υπάρχουν τρεις βασικές διαδικασίες :

- ASK (Amplitudeshift keying), μεταλλαγή ολίσθησης (μετατόπισης) πλάτους
- FSK (Frequency Shift Keying), μεταλλαγή ολίσθησης συχνότητας
- PSK (Phase-shift keying), μεταλλαγή ολίσθησης φάσης

Λόγω της απλότητας της αποδιαμόρφωσης, η πλειοψηφία των συστημάτων χρησιμοποιούν διαμόρφωση ASK.

1.9.5. Διεργασία SEQ

1.9.5.1. Επαγωγική σύζευξη

Τα συστήματα SEQ που χρησιμοποιούν επαγωγική σύζευξη λειτουργούν αποκλειστικά σε συχνότητες μικρότερες των 135kHz. Ένας μετασχηματιστής τύπου σύζευξης δημιουργείται ανάμεσα στο πηνίο της ετικέτας και του αναγνώστη. Η τάση που παράγεται από το εναλλασσόμενο πεδίο από την κεραία του αναγνώστη ανορθώνεται και χρησιμοποιείται σαν πηγή τροφοδοσίας για την ετικέτα. Για να επιτευχθεί μεγαλύτερη απόδοση στη μεταφορά δεδομένων, η συχνότητα της ετικέτας πρέπει να ταιριάζει επακριβώς με αυτή του αναγνώστη.

Σε αντίθεση με τα συστήματα HFD και FDX, στα SEQ ο αναμεταδότης δεν λειτουργεί σε συνεχή βάση. Η ενέργεια που μεταφέρεται κατά την μετάδοση φορτίζει έναν πυκνωτή και αποθηκεύει έτσι την ενέργεια. Το μικροσίπ της ετικέτας τίθεται σε λειτουργία «stand-by» ή «power-save» κατά τη φόρτιση, έτσι ώστε σχεδόν όλη η ενέργεια να αποθηκεύεται. Μετά από κάθε κύκλο φόρτισης η μετάδοση από τον αναγνώστη σταματάει.

1.9.5.2. Πλεονεκτήματα SEQ συστημάτων σε σχέση με FDX/HDX

- Όλη η τάση που λαμβάνει το πηνίο της ετικέτας χρησιμοποιείται για τη λειτουργία του μικροσίπ. Έτσι η διαθέσιμη τάση για να λειτουργήσει είναι περίπου διπλάσια από ότι σε συστήματα HDX/FDX.
- Η διαθέσιμη ενέργεια για το μικροσίπ καθορίζεται μόνο από τον μέγεθος του πυκνωτή φόρτισης και την περίοδο φόρτισης. Θεωρητικά και οι δύο παράμετροι μπορούν να πάρουν οποιαδήποτε τιμή. Στα συστήματα HDX/FDX η μέγιστη κατανάλωση του μικροσίπ είναι προκαθορισμένη από τα τεχνικά χαρακτηριστικά (γεωμετρία πηνίου, ένταση μαγνητικού πεδίου)

1.9.5.3. Μεταφορά δεδομένων ετικέτα → αναγνώστη

Στα SEQ συστήματα ένας πλήρης κύκλος ανάγνωσης αποτελείται από δύο φάσεις, τη φάση φόρτισης και τη φάση ανάγνωσης. Το τέλος της φάσης φόρτισης εντοπίζεται από έναν ειδικό ανιχνευτή. Στο τέλος αυτή της φάσης ενεργοποιείται ένας ταλαντωτής. Ένα εξασθενημένο εναλλασσόμενο μαγνητικό πεδίο δημιουργείται από την ετικέτα το οποίο λαμβάνεται από τον αναγνώστη. Ένα βελτιωμένο σήμα παράγεται το οποίο έχει το πλεονέκτημα να επιτυγχάνονται μεγαλύτερες αποστάσεις από ότι στα συστήματα HDX/FDX.

1.10. Κωδικοποίηση και διαμόρφωση

Το μπλοκ διάγραμμα στην εικόνα 13 περιγράφει ένα σύστημα ψηφιακής επικοινωνίας. Παρόμοια, η μεταφορά δεδομένων στον αναγνώστη και την ετικέτα σε ένα σύστημα RFID απαιτεί τρεις κύριες λειτουργίες. Από τον αναγνώστη στην ετικέτα, η κατεύθυνση της μεταφοράς δεδομένων είναι: κωδικοποίηση σήματος και διαμόρφωση στον αναγνώστη, το κανάλι μετάδοσης και ο αποδιαμορφωτής και αποκωδικοποιητής σήματος στην ετικέτα.

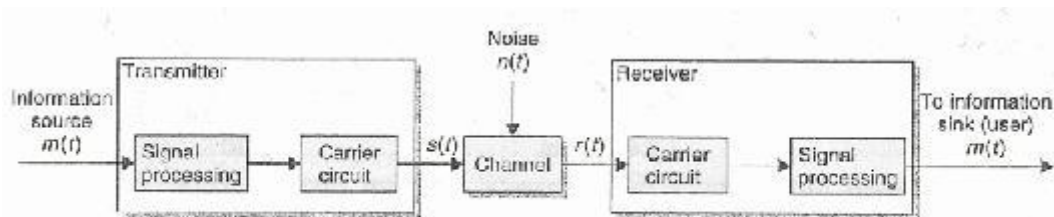
Ένα σύστημα κωδικοποίησης σήματος παίρνει το μήνυμα που είναι να μεταδοθεί και την αντιπροσώπευση του σήματος και το ταιριάζει οπτικά με τα χαρακτηριστικά του καναλιού μετάδοσης. Αυτή η διαδικασία προμηθεύει το μήνυμα με κάποιον βαθμό προστασίας απέναντι στην παρέμβαση και την τροποποίηση με πρόθεση των χαρακτηριστικών του σήματος. Η κωδικοποίηση του σήματος δεν πρέπει να συγχέεται με τη διαμόρφωση και επομένως αναφέρεται σαν κωδικοποίηση στη βασική συχνότητα (coding in the baseband).

Η διαμόρφωση είναι η διαδικασία αλλαγής των παραμέτρων του σήματος για παράδειγμα του πλάτους του, της συχνότητας φάσης, σε σχέση με ένα διαμορφωμένο σήμα, το σήμα βασικής συχνότητας.

Το μέσο μετάδοσης μεταδίδει το μήνυμα σε μια προκαθορισμένη απόσταση. Το μόνο μέσο μετάδοσης που χρησιμοποιείται στα συστήματα RFID είναι τα μαγνητικά πεδία (επαγωγική σύζευξη) και ηλεκτρομαγνητικά κύματα (μικροκύματα).

Η αποδιαμόρφωση είναι μια πρόσθετη διαδικασία για να αποκατασταθεί το σήμα στη βασική συχνότητα. Καθώς υπάρχει συχνά μια πηγή πληροφορίας (είσοδος) και στην ετικέτα και στον αναγνώστη, η πληροφορία μεταδίδεται εναλλακτικά και στις δύο κατευθύνσεις. Αυτά τα στοιχεία περιέχουν έναν διαμορφωτή και έναν αποδιαμορφωτή και είναι γνωστά ως modem (Modulator – Demodulator).

Ο σκοπός της αποκωδικοποίησης του σήματος είναι να ανακτά το αρχικό μήνυμα από το κωδικοποιημένο σήμα λήψης στη βασική συχνότητα και να αναγνωρίζει πιθανά λάθη στη μετάδοση καθώς και να τα σημειώνει.



Εικόνα 13: Διάγραμμα επικοινωνίας ψηφιακού συστήματος

1.10.1. Κωδικοποίηση στη βασική συχνότητα

Τα δυαδικά «1» και «0» μπορούν να αντιπροσωπευθούν σε ποικίλες γραμμές κώδικα. Τα συστήματα RFID φυσιολογικά χρησιμοποιούν μία από τις παρακάτω διαδικασίες κωδικοποίησης:

Κώδικας NRZ : Ένα δυαδικό “1” αντιπροσωπεύεται από ένα υψηλό (High) σήμα και ένα δυαδικό “0” από ένα χαμηλό (low) σήμα. Ο κώδικας NRZ χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά με διαμόρφωση FSK ή PSK. **Κώδικας Manchester :** Ένα δυαδικό “1” αντιπροσωπεύεται από μια αρνητική μετάβαση στο μισό της περιόδου του bit, ενώ ένα “0” από μια θετική μετάβαση. Γι’ αυτόν το λόγο ο κώδικας Manchester είναι επίσης γνωστός ως κωδικοποίηση διαίρεσης φάσης. Ο κώδικας Manchester χρησιμοποιείται συχνά για μετάδοση δεδομένων από την ετικέτα στον αναγνώστη βασισμένη σε διαμόρφωση φορτίου με υποφέρουσα.

Μονοπολικός κώδικας RZ : Ένα δυαδικό “1” αντιπροσωπεύεται από ένα υψηλό (High) σήμα κατά τη διάρκεια του πρώτου μισού της περιόδου του bit, ενώ ένα δυαδικό “0” αντιπροσωπεύεται από ένα χαμηλό (low) σήμα για όλη την υπόλοιπη διάρκεια της περιόδου του bit.

Κώδικας DBP : Ένα δυαδικό “0” κωδικοποιείται με μια μετάβαση κάθε τύπου στο μισό της περιόδου του bit, ενώ ένα δυαδικό “1” κωδικοποιείται χωρίς να υπάρχει καμία μετάβαση. Επιπλέον, το επίπεδο αντιστρέφεται στην αρχή της περιόδου κάθε bit, έτσι ώστε ο παλμός να μπορεί πιο εύκολα να ανακατασκευαστεί στο δέκτη (αν χρειάζεται).

Κώδικας Miller : Ένα δυαδικό “1” αντιπροσωπεύεται από μια μετάβαση κάθε τύπου στο μισό της περιόδου του bit, ενώ ένα δυαδικό “0” αντιπροσωπεύεται από τη συνέχιση του επιπέδου του “1” κατά την υπόλοιπη περίοδο. Μια ακολουθία από “0” δημιουργεί μια μετάβαση στην αρχή της περιόδου, έτσι ώστε ο παλμός να μπορεί πιο εύκολα να ανακατασκευαστεί στο δέκτη (αν χρειάζεται).

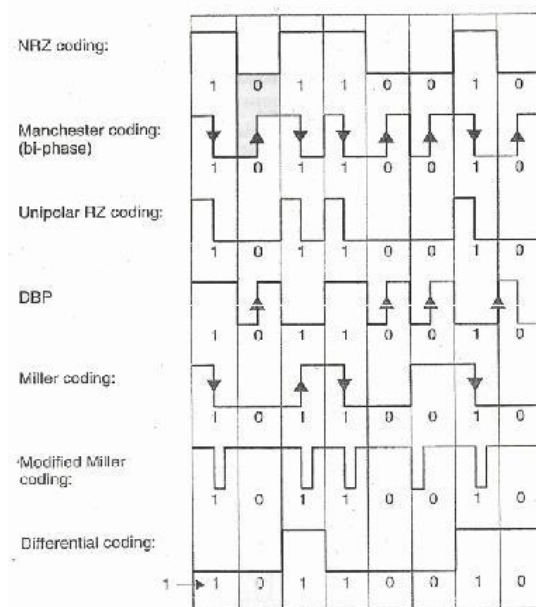
Τροποποιημένος κώδικας Miller : Σε αυτήν την παραλλαγή του κώδικα Miller κάθε μετάβαση αντικαθίσταται από έναν αρνητικό παλμό. Ο τροποποιημένος κώδικας Miller είναι εξαιρετικά κατάλληλος για χρήση σε συστήματα RFID επαγωγικής σύζευξης για τη μεταφορά δεδομένων από τον αναγνώστη στην ετικέτα. Εξαιτίας της μικρής διάρκειας των παλμών ($t_{pulse} \ll T_{bit}$) είναι πιθανό να εξασφαλιστεί μια συνεχής τροφοδοσία ισχύος στην ετικέτα από το πεδίο υψηλής συχνότητας του αναγνώστη ακόμα και κατά τη διάρκεια της μετάδοσης δεδομένων.

Διαφορικός κώδικας : Στη διαφορική κωδικοποίηση, κάθε “1” που είναι να μεταδοθεί προκαλεί μια αλλαγή (toggle) στο επίπεδο του σήματος, ενώ το επίπεδο παραμένει σταθερό για κάθε δυαδικό “0” που είναι προς μετάδοση. Η διαφορική κωδικοποίηση μπορεί να παραχθεί πολύ απλά από ένα σήμα NRZ χρησιμοποιώντας μια πύλη XOR και ένα flip-flop τύπου D. Στο σχήμα 18 φαίνεται ένα κύκλωμα για την επίτευξη αυτό.

Κωδικοποίηση παύσης-παλμών : Στην κωδικοποίηση παύσης-παλμών (PPC) ένα δυαδικό “1” αντιπροσωπεύεται από μια παύση διάρκειας t πριν τον επόμενο παλμό. Ένα δυαδικό “0” αντιπροσωπεύεται από μια παύση διάρκειας $2t$ πριν τον επόμενο παλμό. Αυτή η κωδικοποίηση είναι διάσημη σε συστήματα RFID επαγωγικής σύζευξης για τη μεταφορά πληροφοριών από τον αναγνώστη στην ετικέτα. Εξαιτίας της μικρής διάρκειας των παλμών ($t \ll T_{bit}$) είναι πιθανό να εξασφαλιστεί μια συνεχής τροφοδοσία ισχύος στην ετικέτα από το πεδίο υψηλής συχνότητας του αναγνώστη ακόμα και κατά τη διάρκεια της μετάδοσης των δεδομένων.

Διάφορες οριακές συνθήκες πρέπει να ληφθούν υπ’όψη κατά την επιλογή μιας κατάλληλης κωδικοποίησης σήματος για ένα σύστημα RFID. Οι πιο σημαντικές από αυτές είναι το φάσμα του σήματος μετά τη διαμόρφωση και η ευαισθησία σε λάθη μετάδοσης. Επιπλέον, στην περίπτωση των παθητικών ετικετών (η παροχή ισχύος στην ετικέτα προκύπτει από το πεδίο υψηλής συχνότητας του αναγνώστη) η παροχή ισχύος δεν πρέπει να διακόπτεται από έναν ακατάλληλο συνδυασμό κωδικοποίησης σήματος και διαδικασιών διαμόρφωσης.

Συνοψίζοντας όλες τις παραπάνω κωδικοποιήσεις παραθέτουμε ένα συγκριτικό σχήμα για την καλύτερη κατανόηση των διάφορων κωδικοποιήσεων.



Εικόνα 14: Διάγραμμα διαφόρων κυριότερων κωδικοποιήσεων

1.10.2. Διαδικασίες ψηφιακής διαμόρφωσης

Η ενέργεια διαδίδεται ακτινωτά από μια κεραία στην περιβάλλουσα περιοχή σε μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Με προσεκτική επιρροή σε μία από τις τρεις

παραμέτρους σήματος – ισχύς, συχνότητα, θέση φάσης – ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος, τα μηνύματα μπορούν να κωδικοποιηθούν και να μεταδοθούν σε οποιοδήποτε σημείο μέσα στην περιοχή. Η διαδικασία επιρροής ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος από μηνύματα (πληροφορίες) καλείται διαμόρφωση και ένα μη διαμορφωμένο ηλεκτρομαγνητικό κύμα καλείται φέρον (carrier).

Αναλύοντας τα χαρακτηριστικά ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος σε οποιοδήποτε σημείο της περιοχής, μπορούμε να ανακατασκευάσουμε το μήνυμα μετρώντας την αλλαγή στην ισχύ υποδοχής, τη συχνότητα ή τη θέση φάσης του κύματος. Η διαδικασία αυτή καλείται αποδιαμόρφωση.

Η κλασική ραδιοτεχνολογία σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με ανάλογες διαδικασίες διαμόρφωσης. Μπορούμε να διακρίνουμε τη διαφορά ανάμεσα στη διαμόρφωση πλάτους, συχνότητας και φάσης, τα οποία και αποτελούν τις τρεις βασικές μεταβλητές ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος. Όλες οι άλλες διαδικασίες διαμόρφωσης προκύπτουν από κάποια εκ των τριών που αναφέραμε. Οι διαδικασίες που χρησιμοποιούνται στα συστήματα RFID είναι οι ψηφιακές διαδικασίες διαμόρφωσης ASK, FSK και PSK .

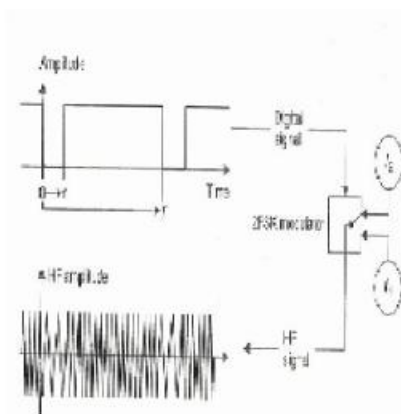
Σε κάθε διαδικασία διαμόρφωσης δημιουργούνται συμμετρικά σήματα πλευρικής ζώνης –που ονομάζονται sidebands – γύρω από το φέρον. Το φάσμα και το πλάτος των πλευρικών ζωνών επηρεάζονται από το φάσμα του κώδικα σήματος στη βασική συχνότητα και από τη διαδικασία διαμόρφωσης. Επίσης διακρίνεται διαφορά ανάμεσα στην άνω και κάτω πλευρική ζώνη.

1.10.3. Μεταλλαγή ολίσθησης πλάτους ASK

Στη μεταλλαγή ολίσθησης πλάτους ASK το πλάτος της ταλάντωσης του φέροντος εναλλάσσεται μεταξύ δύο καταστάσεων, της u_0 και της u_1 από ένα σήμα δυαδικού κώδικα. Η u_1 μπορεί να πάρει τιμές μεταξύ u_0 και 0. Η αναλογία της u_0 ως προς την u_1 είναι γνωστή ως συντελεστής απόδοσης m .

Στην 100% διαμόρφωση ASK το πλάτος της ταλάντωσης φέροντος εναλλάσσεται μεταξύ των τιμών πλάτους $2\hat{u}m$ και 0. Η διαμόρφωση πλάτους χρησιμοποιώντας ένα ανάλογο σήμα (ημιτονοειδής ταλάντωση), θα αντιστοιχούσε επίσης σε έναν συντελεστή απόδοσης $m=1$ (ή 100%) (Mausl, 1985).

Η διαδικασία που περιγράψαμε για το συντελεστή απόδοσης είναι επομένως η ίδια όπως για τον υπολογισμό του συντελεστή διαμόρφωσης στη διαμόρφωση πλάτους χρησιμοποιώντας ανάλογα σήματα (ημιτονοειδής ταλάντωση). Όμως, υπάρχει μια σημαντική διαφορά ανάμεσα στη διαμόρφωση μεταλλαγής και την αναλογική διαμόρφωση. Στη διαμόρφωση μεταλλαγής, ένα φέρον παίρνει το πλάτος u_0 στη μη διαμορφωμένη κατάσταση, ενώ στην αναλογική διαμόρφωση το σήμα φέροντος παίρνει το πλάτος u_1 στη μη διαμορφωμένη κατάσταση.



Εικόνα 15: Μια σχηματική παράσταση της παραπάνω διαδικασίας

1.10.4. Μεταλλαγή ολίσθησης συχνότητας 2 FSK

Στη μεταλλαγή ολίσθησης συχνότητας 2 FSK η συχνότητα της ταλάντωσης κρατούμενου εναλλάσσεται μεταξύ δύο συχνοτήτων f_1 και f_2 με ένα δυαδικό σήμα κώδικα. Η συχνότητα φέροντος f_{CR} ορίζεται σαν ο αριθμητικός μέσος των δύο χαρακτηριστικών συχνοτήτων f_1 και f_2 .

Από την άποψη της συνάρτησης χρόνου, το 2 FSK σήμα μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από δύο ASK σήματα συχνοτήτων f_1 και f_2 . Το φάσμα ενός 2 FSK σήματος επομένως προκύπτει από την υπέρθεση των φασμάτων των δύο ASK ταλαντώσεων. Ο κώδικας στη βασική συχνότητα που χρησιμοποιείται στα συστήματα RFID παράγει ένα ασύμμετρο FSK. Σε αυτές τις περιπτώσεις υπάρχει επίσης μια ασύμμετρη συνεισφορά του φάσματος σε σχέση με τη μέση συχνότητα.

1.10.5. Μεταλλαγή ολίσθησης φάσης 2 PSK

Στη μεταλλαγή ολίσθησης φάσης 2 PSK οι δυαδικές καταστάσεις "0" και "1" ενός σήματος μετατρέπονται σε αντίστοιχες καταστάσεις φάσεων μιας ταλάντωσης φέροντος σε σχέση με μια φάση αναφοράς. Στην 2 PSK το σήμα εναλλάσσεται μεταξύ των φάσεων 0° και 180° .

Μιλώντας μαθηματικά, η διαμόρφωση της θέσης της φάσης ανάμεσα στις 0° και 180° αντιστοιχεί στον πολλαπλασιασμό της ταλάντωσης φέροντος με 1 και -1 .

1.10.6. Διαδικασίες διαμόρφωσης με υποφέρουσα

Η χρήση μιας διαμορφωμένης υποφέρουσας συχνότητας είναι πολύ συχνή στη ραδιοτεχνολογία. Στην VHF μετάδοση, μια υποφέρουσα συχνότητα των 38 KHz μεταδίδεται μαζί με τον τονικό κανάλι βασικής συχνότητας. Η βασική συχνότητα περιέχει μόνο το μονοτονικό σήμα. Το διαφορικό «L – R» σήμα που απαιτείται για να παραχθεί το «L» και «R» τονικό κανάλι μπορεί να μεταδοθεί «σιωπηλά» με τη διαμόρφωση της υποφέρουσας. Η χρήση μιας υποφέρουσας επομένως αντιπροσωπεύει μια πολυεπίπεδη διαμόρφωση. Έτσι, στο παράδειγμά μας, η υποφέρουσα πρώτα διαμορφώθηκε με ένα διαφορικό σήμα, έτσι ώστε τελικά να

διαμορφώσει τον VHF πομπό για άλλη μια φορά με το διαμορφωμένο σήμα υποφέρουσας .

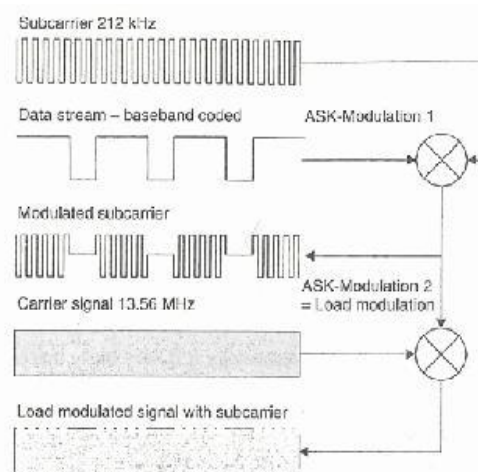
Στα συστήματα RFID, διαδικασίες διαμόρφωσης που χρησιμοποιούν μια υποφέρουσα χρησιμοποιήθηκαν πρωταρχικά σε συστήματα επαγωγικής σύζευξης σε συχνότητες 6.78 MHz, 13.56 MHz ή 27.125 MHz και στη διαμόρφωση φορτίου για τη μετάδοση δεδομένων από την ετικέτα στον αναγνώστη. Η διαμόρφωση φορτίου ενός συστήματος RFID επαγωγικής σύζευξης έχει παρόμοιο αποτέλεσμα με τη διαμόρφωση ASK τάσης HF στην κεραία του αναγνώστη. Αντί για εναλλαγή της αντίστασης φορτίου χρονικά σε «on» και «off» με ένα κωδικοποιημένο σήμα βασικής συχνότητας, μια υποφέρουσα χαμηλής συχνότητας διαμορφώνεται πρώτα από το κωδικοποιημένο σήμα πληροφορίας στη βασική συχνότητα. ASK, FSK ή PSK διαμόρφωση μπορεί να επιλεγεί σαν διαδικασία διαμόρφωσης της υποφέρουσας. Η υποφέρουσα συχνότητα μόνη της προκύπτει λογικά από τη δυαδική διαίρεση της συχνότητας λειτουργίας. Για συστήματα των 13.56 MHz, οι υποφέρουσες συχνότητες είναι 847 KHz ($13.56 \text{ MHz} \div 16$), 424 KHz ($13.56 \text{ MHz} \div 32$) ή 212 KHz ($13.56 \text{ MHz} \div 64$). Το σήμα διαμορφωμένης υποφέρουσας χρησιμοποιείται τώρα για να εναλλάσσει την αντίσταση φορτίου σε «on» και «off».

Το μεγάλο πλεονέκτημα της χρήσης μιας υποφέρουσας φαίνεται καθαρά όταν βλέπουμε το φάσμα συχνότητας που παράγεται. Η διαμόρφωση φορτίου με υποφέρουσα αρχικά παράγει δύο φασματικές γραμμές σε απόσταση \pm τη συχνότητα υποφέρουσας fH γύρω από τη συχνότητα λειτουργίας (Σχήμα 6.5). Η πραγματική πληροφορία μεταδίδεται τώρα στις πλευρικές ζώνες των δύο γραμμών υποφέρουσας, εξαρτώμενη από τη διαμόρφωση της υποφέρουσας με το κύμα κωδικοποιημένων δεδομένων στη βασική συχνότητα. Αν είχε χρησιμοποιηθεί διαμόρφωση φορτίου στη βασική συχνότητα, από την άλλη πλευρά, οι πλευρικές ζώνες του κύματος δεδομένων θα βρισκόταν ακριβώς δίπλα στο φέρον σήμα στη συχνότητα λειτουργίας.

Στα πολύ ασαφή συστήματα ζεύξης ετικετών η διαφορά ανάμεσα στο φέρον σήμα του αναγνώστη fT και των πλευρικών ζωνών που λαμβάνονται από τη διαμόρφωση φορτίου ποικίλει μέσα στο εύρος 80 – 90 dB. Μία από τις δύο πλευρικές ζώνες της διαμόρφωσης υποφέρουσας μπορεί να φιλτραρισθεί και να αποδιαμορφωθεί μετατοπίζοντας τη συχνότητα των πλευρικών ζωνών της διαμόρφωσης του κύματος δεδομένων. Δεν έχει ιδιαίτερη σημασία ποια από τις συχνότητες fT + fH ή fT – fH θα χρησιμοποιηθεί, επειδή η πληροφορία περιέχεται και στις δύο πλευρικές ζώνες.

1.11. Καθιερωμένα πρότυπα

Η καθιέρωση των πρότυπων γίνεται παγκοσμίως από την επιτροπή ISO. Στις παρακάτω παραγράφους θα περιγράψουμε τα πρότυπα που υπάρχουν για τα συστήματα RFID.



Εικόνα 16: Δημιουργία πολλαπλής διαμόρφωσης με υποφέρουσα

1.11.1. ISM συχνότητες

Όπως έχουμε αναφέρει σε προηγούμενο κεφάλαιο, τέσσερις είναι οι κύριες ζώνες συχνοτήτων για τα RFID που ανήκουν στις καθιερωμένες συχνότητες ISM: LF, HF, UHF και μικροκύματα. Εντούτοις υπάρχουν αρκετές διαφορές στην κατανομή του φάσματος μεταξύ των χωρών ΗΠΑ, Ευρώπη, Ιαπωνία και Κίνα.

- Χαμηλές συχνότητες (LF) – 125-134KHz είναι διαθέσιμες στις χώρες ΗΠΑ, Ευρώπη και Ιαπωνία. Τα RFID μοιράζονται αυτό το φάσμα με αεροναυτικούς και ναυτικούς σκοπούς.
- Υψηλές συχνότητες (HF) – 13.56MHz είναι επίσης διαθέσιμες στις χώρες ΗΠΑ, Ευρώπη και Ιαπωνία σε παρόμοια επίπεδα ισχύος.
- UHF – Υπάρχουν αρκετές διαφορές στον κανονισμό για τη χρήση της συχνότητας αυτής στις χώρες ΗΠΑ, Ευρώπη και Ιαπωνία.
- Μικροκύματα – Μία ζώνη ISM στα 2.45GHz είναι διαθέσιμη στις περισσότερες περιοχές.

Τέσσερα Watt ισχύ επιτρέπεται σε πολλές χώρες εκτός από την Ιαπωνία που επιτρέπεται 1 Watt. Αυτή η ζώνη συχνοτήτων χρησιμοποιείται επίσης και για εφαρμογές ασύρματου δικτύου (wLAN) και Bluetooth. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, RFID συστήματα που λειτουργούν στις συχνότητες UHF επιτρέπεται να χρησιμοποιούν τις ζώνες ISM κάτω από συγκεκριμένες περιπτώσεις. Οι UHF ISM ζώνες καθορίζονται μεταξύ των 888-889MHz και 902-928MHz. Οι αναγνώστες (reader) επιτρέπεται να λειτουργούν στο 1 Watt ισχύ μετάδοσης ή 4 Watt με κατευθυνόμενη κεραία. Στην Ευρώπη, οι κανονισμοί για τα RFID περιορίζουν την ισχύ μετάδοσης και του καναλιού του πλάτους του εύρους των UHF αναγνώστων σε σχέση με τις ΗΠΑ. Προς το παρόν, οι αναγνώστες οριοθετούνται στα 500mWatt ισχύ μετάδοσης, υπάρχουν όμως σκέψεις να το αυξήσουν στα 2Watt. Η ευρωπαϊκή επιτροπή (ERO) έχει ορίσει τη ζώνη UHF 868-870MHz για τα RFID. Οι αντίστοιχες ζώνες των ΗΠΑ δεν είναι διαθέσιμες, επειδή χρησιμοποιούνται από τις κινητές τηλεφωνίες (GSM) στην Ευρώπη. Στην Ιαπωνία, δεν υπάρχουν UHF συχνότητες όπου επιτρέπεται η χρήση

των RFID. Μία ζώνη έχει δοθεί πρόσφατα μεταξύ 950-956MHz για δοκιμές. Η Αυστραλία, από τη μεριά της έχει ανοίξει μια ζώνη 918-926MHz για τη χρήση των RFID, με ισχύ μετάδοσης το 1Watt.

1.11.2. Παγκόσμια επιτροπή προτύπων ISO

1.11.2.1. Πρότυπα για RFID για ταυτοποίηση ζώων

Λίγα πρότυπα υπάρχουν για συστήματα RFID στις συχνότητες LF. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα περισσότερα συστήματα είναι σε κλειστούς χώρους και δεν παρεμβάλουν με άλλες συσκευές. Τα συστήματα ταυτοποίησης ζώων δε, που λειτουργούν σε LF, χρειάστηκαν κάποια πρότυπα. Η επιτροπή ISO δημιούργησε δύο πρότυπα για τον σκοπό αυτό, το ISO 11784 και ISO 11785.

- ISO 11784 – RFID για ζώα – δομή κώδικα. Αυτό το πρότυπο καθορίζει το δομή του κώδικα για ετικέτες ζώων. Έτσι τα ζώα μπορούν να ταυτοποιηθούν από τον κωδικό της χώρας και από ένα μοναδικό εθνικό ID.
- ISO 11785 – RFID για ζώα – τεχνικοί όροι. Αυτό το πρότυπο καθορίζει τις τεχνικές παραμέτρους για την επικοινωνία ετικέτας/αναγνώστη.

1.11.3. Πρότυπα για RFID κάρτες ταυτοποίησης και σχετικές συσκευές

Τρία πρότυπα καθιερώθηκαν το 2000, το ISO 10536, ISO 14443, ISO 15693. Αυτά είναι τα πιο διαδεδομένα και αποδεκτά πρότυπα για τα RFID, αλλά σχετίζονται μόνο για HF συστήματα.

- ISO 10536 – Close coupling. Κάρτες ταυτοποίησης και ολοκληρωμένες κάρτες χωρίς επαφή. Αυτό το πρότυπο περιγράφει τις παραμέτρους λειτουργίας έξυπνων καρτών ταυτοποίησης κοντινής σύζευξης, για εμβέλεια ανάγνωσης μεταξύ 0-1cm. Υπάρχουν τέσσερα τμήματα για το πρότυπο αυτό.
 - Τμήμα 1: Φυσικά Χαρακτηριστικά
 - Τμήμα 2: Διαστάσεις και τοποθεσία περιοχών σύζευξης
 - Τμήμα 3: Ηλεκτρονικά σήματα διαδικασία επανεκκίνησης
 - Τμήμα 4: Απόκριση στην επανεκκίνηση και πρωτόκολλο μετάδοσης
- ISO 14443 – Proximity coupling. Αυτό το πρότυπο περιγράφει τις παραμέτρους λειτουργίας έξυπνων καρτών ταυτοποίησης προσεγγιστικής σύζευξης, για εμβέλεια ανάγνωσης μεταξύ 0-10cm σε συχνότητα 13.56MHz. Υπάρχουν τέσσερα τμήματα για το πρότυπο.
 - Τμήμα 1: Φυσικά Χαρακτηριστικά
 - Τμήμα 2: Ισχύ ραδιοσυχνοτήτων
 - Τμήμα 3: Αρχικοποίηση και anticollision
 - Τμήμα 4: Πρωτόκολλα μετάδοσης

- ISO 15693 – Vicinity coupling. Αυτό το πρότυπο περιγράφει τις παραμέτρους λειτουργίας για συζεύξεις γειννίαςξης έξυπνων καρτών ταυτοποίησης, για εμβέλεια ανάγνωσης μέχρι 1m σε συχνότητα 13.56MHz. Υπάρχουν τέσσερα τμήματα για το πρότυπο.
 - Τμήμα 1: Φυσικά Χαρακτηριστικά
 - Τμήμα 2: Air interface και αρχικοποίηση
 - Τμήμα 3: Πρωτόκολλα
 - Τμήμα 4: Extended command set and security function

1.11.4. Πρότυπα για RFID AIDC και Item management τεχνολογίες

Πέντε πρότυπα καθιερώθηκαν το 2004 για τα RFID AIDC (συστήματα αυτόματης αναγνώρισης) και για τεχνολογίες item management. Τα πρότυπα αυτά είναι το ISO 15961, ISO 15962, ISO 15963, ISO 18000 και ISO 18001. Είναι το πιο σημαντικό βήμα η καθιέρωση αυτών των προτύπων καθώς καλύπτουν όλο το φάσμα συχνοτήτων που επιτρέπεται να λειτουργούν τα RFID συστήματα.

- ISO 15961 – RFID for Item Management. Αυτό το πρότυπο περιγράφει τις λειτουργικές εντολές και τη σύνταξη χαρακτηριστικών για ένα item management σύστημα.

Συνοδεύεται με το ISO 15962 που περιέχει το γενικό πρωτόκολλο για τα δεδομένα διακίνησης.

- ISO 15962 – RFID for Item Management. Περιέχει το πρωτόκολλο δεδομένων, κανόνες κρυπτογράφησης και λογικές λειτουργίες μνήμης
- ISO 15963 – RFID for Item Management. Προσδιορίζει τη μοναδικότητα των RFID ετικετών.
- ISO 18000 – Air Interface standards. Το ISO 18000 παρέχει ένα πλαίσιο για τον ορισμό του πρωτόκολλου επικοινωνίας για τη διεθνή χρήση RFID. Περιγράφει επίσης τα πρωτόκολλα για τις διάφορες συχνότητες λειτουργίας των RFID ώστε να υπάρχει ομοιογένεια παγκοσμίως. Το ISO 18000 χωρίζεται σε επτά τμήματα όπως φαίνεται στο σχήμα 21
- ISO 18001 – RFID for Item Management – Application Requirements Profiles

2. Μέρος II: Το RFID στην Εφοδιαστική Αλυσίδα

2.1. Εισαγωγή

Η μη-σταθερή ζήτηση προϊόντων, η ανάγκη για πιο συχνούς και πιο μικρούς χρόνους παραγγελιοληψίας, όπως επίσης και οι πιο αυστηρές απαιτήσεις των εταιρειών στις διαδικασίες της εκτελεστικής εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελούν τις βασικές παραμέτρους οι οποίες σχηματίζουν την αγορά και τους τρόπους συναλλαγής του 21ου αιώνα. Ως εκ τούτου, οι εταιρίες του κλάδου των logistics θα πρέπει να επανεξετάσουν τους τρόπους συναλλαγής τους με την πελατειακή τους βάση, σε μια προσπάθεια να γίνουν πιο αποτελεσματικές και αποδοτικές μέσω της χρήσης της ραδιοσυχνικής τεχνολογίας ταυτοποίησης προϊόντων RFID.

Η τεχνολογία ραδιοσυχνικής αναγνώρισης αντικειμένων (Radio Frequency Identification - RFID) αποτελεί μια επανάσταση για την σύγχρονη εφοδιαστική αλυσίδα αυτοματοποιώντας και μετασχηματίζοντας κομβικές επιχειρηματικές διαδικασίες. Η τεχνολογία έχει γνωρίσει τέτοια άνθηση τα τελευταία χρόνια που από πολλούς θεωρείται ως ο διάδοχος των ετικετών γραμμικού κώδικα (barcodes) οι οποίες σήμερα είναι η de facto χρησιμοποιούμενη τεχνολογία σήμανσης προϊόντων.

Η εισαγωγή των barcodes στις αρχές της δεκαετίας του 80' έφερε πολλές αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας των επιχειρήσεων, βελτιώνοντας τον τρόπο διαχείρισης των προϊόντων. Ο γραμμικός κώδικας που χρησιμοποιείται στις ετικέτες εκατομμυρίων προϊόντων σε ολόκληρο τον κόσμο επιτρέπει στις επιχειρήσεις να παρακολουθούν με ταχύτητα και ευκολία την αποθήκη τους, παραγγέλλοντας νέες ποσότητες όποτε χρειάζεται ή αναλαμβάνοντας τη διαφημιστική προώθησή τους όταν οι πωλήσεις εμφανίζονται μειωμένες. Από την άλλη πλευρά, οι καταναλωτές ωφελούνται από την ταχύτητα εξυπηρέτησής τους στα ταμεία των καταστημάτων και έχουν αποδεχθεί την ηλεκτρονική καταγραφή των προϊόντων που αγοράζουν, παρά την αρχική δυσπιστία λόγω της σφοδρής κριτικής που δέχθηκαν τα barcodes όταν πρωτοπαρουσιάστηκαν.

Η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει καταφέρει να γίνει μέρος της καθημερινότητάς μας, είτε επισκεπτόμαστε ένα συνοικιακό μανάβικο είτε ένα μεγάλο πολυκατάστημα, και τα barcodes έχουν σχεδόν εξαφανιστεί από την συνείδησή μας. Η τεχνολογία υπάρχει χωρίς εμείς να την παρατηρούμε. Ουσιαστικά δεν της δίνουμε καμία σημασία, αν και είναι ζωτικής σημασίας για την διακίνηση και αγοροπωλησία αγαθών στη σύγχρονη εποχή. Παρόλα αυτά, ο γραμμωτός κώδικας δεν υιοθετήθηκε από τη βιομηχανία «εν μια νυκτί», αφού η συγκεκριμένη τεχνολογία πρωτοπαρουσιάστηκε το 1952. Πέρασαν 20 χρόνια για να εγκριθεί και 30 για να διαδοθεί σε ικανοποιητικό βαθμό. Σήμερα, περίπου πέντε δεκαετίες μετά την εμφάνιση των barcodes, μία νέα τεχνολογία προωθείται από την παγκόσμια βιομηχανία, η οποία απειλεί να αντικαταστήσει πλήρως οποιαδήποτε παρόμοια τεχνολογία, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Πρόκειται για τα RFID chips. Αν και πρωτοπαρουσιάστηκαν το 1969, χρειάστηκε να περιμένουμε 35 χρόνια μέχρι η τεχνολογική πρόοδος να καταστήσει εφικτή την ενσωμάτωσή τους σε εκατομμύρια προϊόντα που διακινούνται καθημερινά από τους

κατασκευαστές προς τους τελικούς καταναλωτές. Με την ενσωμάτωση ετικετών ραδιοσυχνικής αναγνώρισης σε μεμονωμένα προϊόντα θα είναι σε θέση να προσδιορίζεται η ακριβής θέση και κατάσταση ενός προϊόντος στην εφοδιαστική αλυσίδα παρέχοντας πλήρη διαφάνεια (από το σημείο παραγωγής έως και το σημείο κατανάλωσης) με εφαρμογή σε πολλά πεδία της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η πρώτη προσπάθεια για εμπορευματοποίηση της τεχνολογίας έγινε το 1999 με την ίδρυση του Auto-ID Center στο MIT, το οποίο ερεύνησε την δυνατότητα εισαγωγής RFID ετικετών χαμηλού κόστους στα προϊόντα με σκοπό την παρακολούθησή τους σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η έρευνα του Auto-ID Center ήταν σημαντική γιατί επιχειρήθηκε για πρώτη φορά να εισαχθεί μόνο ένας σειριακός αριθμός στην κάθε ετικέτα ώστε να κρατηθούν χαμηλά οι τιμές. Τα δεδομένα που αντιστοιχούσαν στο σειριακό αριθμό θα αποθηκεύονταν σε μια βάση δεδομένων προσβάσιμη από το Internet. Από αυτή την ιδέα προέκυψε το σύστημα EPC (Electronic Product Code), το οποίο διαχειρίζεται η EPC global, θυγατρική του GSI, του αντίστοιχου οργανισμού ανάπτυξης των barcodes.

Στις αρχές της τρέχουσας δεκαετίας, η τεχνολογία RFID παρουσιάστηκε από τους αναλυτές ως μια νέα αυτόματη μέθοδος ηλεκτρονικής ταυτοποίησης.

Οι απαιτήσεις τόσο της Wal-Mart όσο και το Αμερικανικό Υπουργείο Εθνικής Αμύνης για υιοθέτηση ετικετών RFID από τους προμηθευτές τους θεωρήθηκε ότι ήταν το έναυσμα για την απογείωση της τεχνολογίας. Το 2004 η εταιρία συμβούλων Yankee Group πρόβλεψε ότι η αναπτυσσόμενη αγορά του RFID θα δημιουργούσε έως το 2007 4 εκατομμύρια θέσεις εργασίας στην Αμερική. Παράλληλα, ο Αμερικανικός Οργανισμός Ελέγχου Τροφίμων και Φαρμάκων (US Food and Drug Administration) πρόβλεψε ότι το 2007 όλα τα κιβώτια και οι παλέτες μεταφοράς φαρμάκων θα περιείχαν RFID tags.

Σήμερα, η τεχνολογία RFID βρίσκεται ακόμα στα αρχικά στάδια ανάπτυξής της. Παρόλο που μεγάλες αλυσίδες λιανικού εμπορίου (Wal-Mart, Metro Group, Best Buy, Target) και φαρμακοβιομηχανίες (GlaxoSmithKline), ξεκίνησαν πιλοτικές εφαρμογές στις εφοδιαστικές τους αλυσίδες, τα συστήματα είτε εγκαταλείφθηκαν (GlaxoSmithKline), είτε καθυστερούν στην υλοποίησή τους (Target, Best Buy).

Κάποιοι το χαρακτήρισαν ως το barcode του 21ου αιώνα, αν και διαφέρει σε πολλά σημεία από τα barcodes. Ζούμε στην εποχή της πληροφορίας και η τεχνολογία RFID παρέχει πληθώρα δεδομένων, που εάν η επιχείρηση τα εκμεταλλευθεί μπορεί να επωφεληθεί πολλαπλά. Πολλοί θεωρούν ότι η χρήση του RFID θα εξαπλωθεί στο μέλλον και σε εφαρμογές της καθημερινής μας ζωής.

Τι γίνεται στην εφοδιαστική αλυσίδα στην Ελλάδα;

Η τεχνολογία RFID που αφορά την εφοδιαστική αλυσίδα, δηλαδή την χρήση των RFID ετικετών/tags από όλους τους φορείς που συμμετέχουν στην εφοδιαστική αλυσίδα, στην Ελλάδα είναι σχεδόν ανύπαρκτη. Αν και η τεχνολογία αυτή αναπτύσσεται πάνω από 6 χρόνια σε παγκόσμιο επίπεδο, στην Ελλάδα απελευθερώθηκε το απαιτούμενο φάσμα συχνοτήτων τον Απρίλιο του 2006. Η συχνότητα λειτουργίας των EPC RFID είναι στο φάσμα UHF, στα 865-868 MHz με ισχύ RFID interrogator 2W (e.i.r.p). Βάση του ΕΚΚΖΣ (ΦΕΚ 399/3 Απριλίου 2006) οι συχνότητες 865-868 MHz μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ραδιοσυχνική

αναγνώριση εφόσον τηρούνται οι προδιαγραφές συσκευών ανάγνωσης ως προς ETIS EN 302-208, χωρίς ειδική άδεια από το Υπουργείο Μεταφορών.

Τι γίνεται στην Ευρώπη;

Στην Ευρώπη έως σήμερα οι άξονες δραστηριοποίησης των εταιριών σχετικά με τα UHF RFID σχετίζονται με την εκτέλεση πιλοτικών εφαρμογών. Ο λόγος καθυστέρησης, έναντι με την αντίπερα όχθη του Ατλαντικού, έχει να κάνει κυρίως με την αργή υιοθέτηση των κανονισμών λειτουργίας συστημάτων UHF RFID. Μόλις το καλοκαίρι του 2005 ήρθε σε ισχύ το ETSI EN 302 208, με το οποίο επιτρέπεται η χρήση interrogators σχεδόν τόσο ισχυρών όσο και αυτών που λειτουργούν στην Αμερική. Η υλοποίηση του κανονισμού αυτού γίνεται με την απελευθέρωση των σχετικών ραδιοσυχνοτήτων στην νομοθεσία του κάθε κράτους μέλους της Ευρωπαϊκής ένωσης, κάτω από την ομπρέλα της οδηγίας ERC/REC 70-03.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέσω κεντρικά χρηματοδοτούμενων ερευνητικών προγραμμάτων (<http://www.rfid-in-action.eu/>) και άλλων δράσεων κυρίως σε επίπεδο ενημέρωσης (<http://rfidconsultation.eu/>) βοηθά στην προώθηση του RFID.

Τί γίνεται στον κόσμο;

Στο χώρο της παγκόσμιας τυποποίησης σχετικά με θέματα RFID αλλά και με logistics έχει ενεργοποιηθεί το ISO, παρέχοντας πλέον ένα κοινό σημείο αναφοράς ως προς τα διεθνή standards. Σχετικά με την τεχνολογία RFID υπάρχει το ISO/IEC 18000 (RFID for Item Management Air interface), στο οποίο περιέχονται οι προδιαγραφές για την ασύρματη επικοινωνία των RFID tags. Σε αυτό τα το standard έχει συμπεριληφθεί και η πολλά υποσχόμενη προδιαγραφή του EPC Gen 2, με την μορφή του ISO 18000-6C. Επιπλέον έχουν ξεκινήσει να ολοκληρώνονται τα ISO standards με τα οποία τυποποιούνται οι χρήσεις (applications) και η συμβατότητα (conformance) των μονάδων logistics ως προς την σήμανση με RFID.

2.2. 2.2 Εφοδιαστική αλυσίδα

Τα τελευταία τριάντα χρόνια έχουν γίνει τεράστιες αλλαγές στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Κάποτε ήταν το τελευταίο τμήμα στο οποίο θα στρεφόταν κανείς για να μειώσει τις δαπάνες του, ενώ σήμερα αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τη μείωση του κόστους

και την αύξηση των κερδών μιας επιχείρησης. Άλλοτε οι διευθυντές τον θεωρούσαν μικρής σπουδαιότητας, ενώ τώρα βρίσκεται στην πρώτη γραμμή του επιχειρησιακού προγραμματισμού, με στελέχη του να καλύπτουν θέσεις στα κορυφαία κλιμάκια των περισσότερων εταιρειών. Είναι ένας τομέας, ο οποίος στο παρελθόν προκαλούσε δυσκολία ως προς την κατανόηση και τη συμφωνία για το τι ακριβώς είναι η φυσική διανομή, τα logistics, η μεταφορά, οι προμήθειες κ.λπ. Τώρα διαθέτει ένα πολύ καλά δομημένο σώμα γνώσης που απαρτίζεται τόσο από επαγγελματίες, όσο και από ακαδημαϊκούς.

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας ήταν η ξεχασμένη διοικητική επιστήμη. Οι όροι της, ή και παρόμοιοι, χρησιμοποιούνταν μόνο από τους στρατιωτικούς, ενώ ήταν άγνωστοι στο μεγαλύτερο μέρος του εμπορικού κόσμου. Σήμερα, τα σχετικά με την εφοδιαστική αλυσίδα μαθήματα διδάσκονται σχεδόν σε όλα τα πανεπιστήμια. Για

παράδειγμα, στη χώρα μας όλα τα Α.Ε.Ι. και Τ.Ε.Ι. που διδάσκουν Διοίκηση Επιχειρήσεων περιλαμβάνουν ανάλογα μαθήματα, ενώ υπάρχουν και βασικά μαθήματα ή και μεταπτυχιακά για logistics. Ακόμη και οι πολυτεχνικές σχολές προσφέρουν μαθήματα συναφή με την εφοδιαστική αλυσίδα. Έτσι, χρόνο με τον χρόνο τα logistics μεταβάλλονται από «μία σκοτεινή ήπειρο της οικονομίας», όπως σκιερά τα περιέγραψε ο γκουρού του μάνατζμεντ Peter Drucker, σε έναν κλάδο που έχει γίνει από τους πιο ζωτικούς και ενδιαφέροντες, παρουσιάζοντας τρομερές προκλήσεις για τους μάνατζερ και απασχολώντας μερικά από τα καλύτερα μυαλά. Τι είναι, όμως, αυτό που έχει αλλάξει την εφοδιαστική αλυσίδα και της έχει προσδώσει τόση αξία και σπουδαιότητα; Ποιος είναι ο λόγος που αναγκάζει τις επιχειρήσεις να στρέψουν την προσοχή τους στα logistics και την εφοδιαστική αλυσίδα; Τι υπάρχει πίσω από το «όψιμο» ενδιαφέρον των επιχειρήσεων για αυτό τον τομέα;

Στη σημερινή παγκοσμιοποιημένη αγορά, η αυξανόμενη ανάγκη των εταιρειών να ανταγωνίζονται πάνω στις διαστάσεις του κόστους, της ποιότητας, της ταχύτητας, της ευελιξίας, της καινοτομίας και των υπηρεσιών, έχει οδηγήσει στην ανάγκη να αναπτυχθούν συστήματα logistics που να είναι πιο αποδοτικά από τα αντίστοιχα του παρελθόντος. Έτσι, ιδίως τις δύο τελευταίες δεκαετίες, παρατηρούμε ότι τα logistics και η εφοδιαστική αλυσίδα έχουν μετατοπιστεί από απλές (ή ασήμαντες) λειτουργικές διαδικασίες, σε λειτουργίες εταιρικού επιπέδου (δηλαδή σε τμήματα μέσα στις επιχειρήσεις). Αναγνωρίζεται ολοένα και περισσότερο ότι μέσω μιας αποτελεσματικής διαχείρισης των logistics και της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να επιτευχθεί ο απώτερος στόχος κάθε επιχείρησης, δηλαδή η μείωση του κόστους και η αύξηση των παρεχόμενων υπηρεσιών. Δεν είναι τυχαίο ότι ο Christopher, από τις σημαντικότερες ακαδημαϊκές προσωπικότητες στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας, διακηρύσσει ότι ο ανταγωνισμός των εταιρειών δεν θα γίνεται πλέον σε επίπεδο εταιρειών, αλλά μέσω των

εφοδιαστικών αλυσίδων.

Ορισμός

Ο όρος “εφοδιαστική αλυσίδα” περιγράφει το πλέγμα διαδικασιών που απαιτούνται ώστε ένα προϊόν να περάσει από τη φάση της παραγωγής στη φάση της κατανάλωσης. Είναι μια αλληλουχία ενεργειών τροφοδοσίας που ορίζεται από α) έναν κόμβο, β) τους προμηθευτές, και γ) τους πελάτες του, μεταξύ των οποίων διακινούνται υλικά ή και πληροφορίες. Το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι μεταβλητό, μπορεί δε να περιλαμβάνει:

- ενδοεπιχειρησιακές δραστηριότητες, ή
- αλυσίδα επιχειρήσεων.

Στην πλήρη ανάπτυξή της, ξεκινά και καταλήγει στην «μάνα γη».

Για παράδειγμα σε απλοποιημένη ανάλυση η εφοδιαστική αλυσίδα μίας κονσέρβας κρέατος ξεκινά από

- μία φάρμα εκτροφής βοοειδών (για το κρέας),
- ένα μεταλλείο (για την εξαγωγή του μεταλλεύματος του δοχείου),
- ένα δάσος (για την παραγωγή της ετικέτας και του χαρτοκιβωτίου)

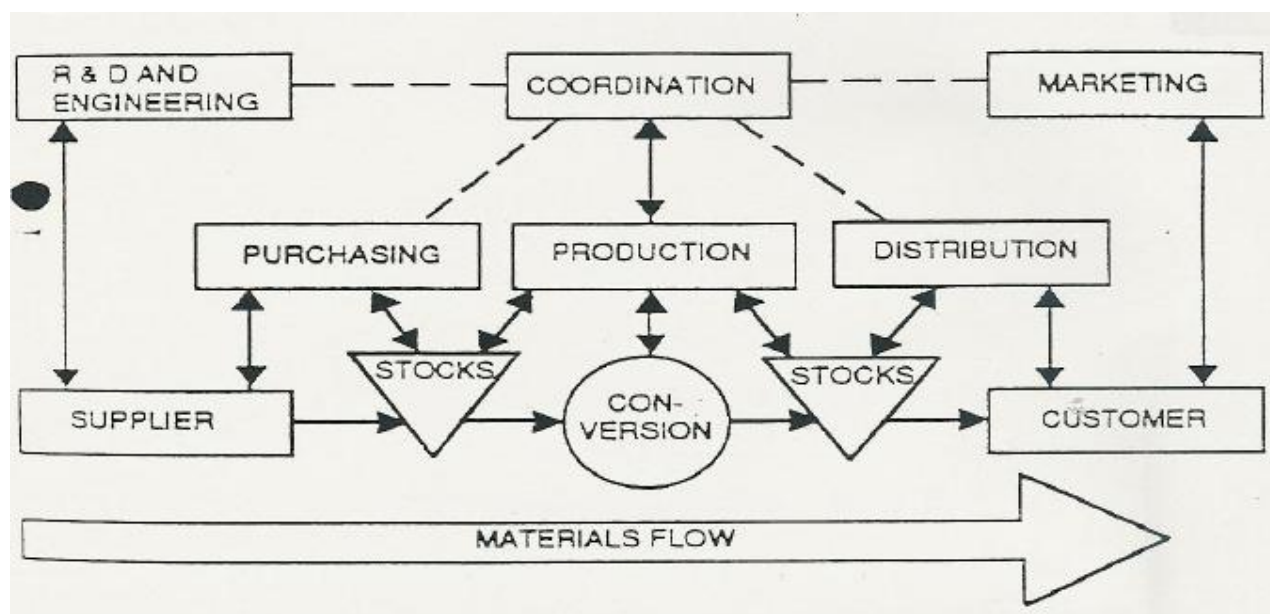
κ.ο.κ. και καταλήγει μέσω πολλών κόμβων επεξεργασίας, που άλλοι προσθέτουν αξία (added value) και άλλοι είναι κόμβοι εμπορίας, στον τελικό καταναλωτή και κατά επέκταση πάλι στη «μάννα γη». Το ίδιο θα μπορούσε να ειπωθεί για ένα έπιπλο, ένα όπλο ή ένα κινητό τηλέφωνο.

Οι βασικές διαστάσεις της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι

1. το πλήθος των κόμβων που την αποτελούν, και
2. ο λόγος του κόστους των κόμβων (added value) στο σύνολο της τιμής που καταλήγει το προϊόν στον τελικό κόμβο καταναλωτή.

Συνήθως ο λόγος αυτός είναι κατώτερος του 30% φθάνοντας σε ορισμένες περιπτώσεις και σε τιμές κάτω του 5%. Άρα είναι μεγάλα τα περιθώρια μείωσης του κόστους και η δημιουργία ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων.

Η εφοδιαστική αλυσίδα περιλαμβάνει: κατασκευαστή, προμηθευτές, αποθήκες, δίκτυα μεταφορών, αποθήκες, πωλητές, πελάτες.



Εικόνα 17: Εφοδιαστική Αλυσίδα

Εφοδιαστική αλυσίδα και επιχείρηση

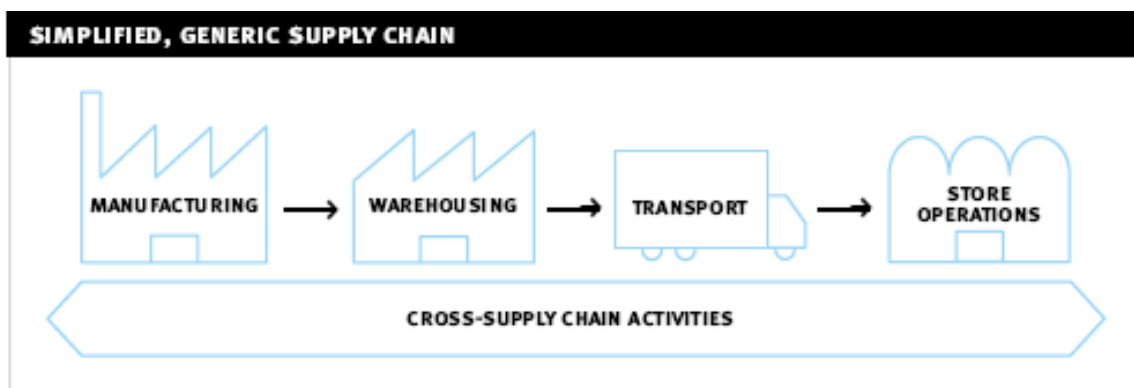
Δραστηριότητες εφοδιαστικής αλυσίδας εντός επιχείρησης: αφορούν στην παραλαβή, αποθήκευση, και εσωτερική διανομή των εισροών για την παραγωγή του προϊόντος (παραλαβή και έλεγχος υλικών, διαχείριση αποθηκών, έλεγχος αποθεμάτων, επιστροφές στους προμηθευτές κ.ά.).

Λειτουργίες παραγωγής: αφορούν στον μετασχηματισμό των εισροών (του προϊόντος) σε τελικό προϊόν (κατεργασίες, συσκευασία, συναρμολόγηση, συντήρηση εξοπλισμού, δοκιμές/ έλεγχος κ.α.).

Δραστηριότητες εφοδιαστικής αλυσίδας εκτός επιχείρησης: αφορούν στην συλλογή, αποθήκευση και διανομή του προϊόντος στους πελάτες (φυσική διανομή τελικών προϊόντων, αποθήκευση, διαχείριση υλικών, προγραμματισμός μεταφορικών μέσων κ.α.).

Μάρκετινγκ και πωλήσεις: αφορούν στους τρόπους προώθησης του προϊόντος στους πελάτες (διαφήμιση, προωθητικές ενέργειες, προσφορές, επιλογή καναλιών διανομής, τιμολόγηση κ.α.).

Εξυπηρέτηση πελατών: αφορούν στην παροχή υπηρεσιών ενίσχυσης ή διατήρησης της αξίας του προϊόντος (τοποθέτηση, επισκευή, εκπαίδευση, προμήθεια ανταλλακτικών κ.α.).



Εικόνα 18: Σχηματική αναπαράσταση εφοδιαστικής αλυσίδας

Οι λειτουργίες της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Η εφοδιαστική αλυσίδα περιλαμβάνει μια σειρά δραστηριότητες/ λειτουργίες που σχετίζονται με την ροή των υλικών/ αγαθών. Αυτές είναι:

- Προμήθειες
- Διαχείριση Αποθεμάτων
- Προγραμματισμός Παραγωγής
- Αποθήκευση
- Διανομή
- Μεταφορά
- Διαχείριση Πληροφορίας
- Εξυπηρέτηση Πελατών (πριν και μετά την πώληση)

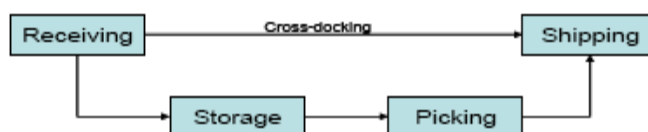
Η λειτουργία των προμηθειών: περιλαμβάνει την επιλογή των πηγών ανεφοδιασμού, των καθορισμό του τρόπου (συσκευασία, ποσότητα κτλ) και του χρόνου παράδοσης των υλικών, τον καθορισμό της τιμής αγοράς και των λοιπών όρων της συμφωνίας καθώς και τον ποιοτικό έλεγχο των παραδοθέντων.

Αποθέματα πρώτων υλών, τα ανταλλακτικά, τα ημιέτοιμα και τα τελικά προϊόντα καταναλώνουν φυσικό χώρο, χρόνο προσωπικού και κεφάλαιο. Το κεφάλαιο που είναι δεσμευμένο ως απόθεμα δεν είναι διαθέσιμο για χρήση οπουδήποτε άλλου. Ως εκ τούτου η διαχείρισή του καθίσταται απολύτως κρίσιμη.

Ο προγραμματισμός παραγωγής: αφορά κυρίως στην διαχείριση των αποθεμάτων, στον έλεγχο του ρυθμού παραγωγής/ απασχόλησης, στο ενδεχόμενο χρήσης υπερωριών, στην επάρκεια του εξοπλισμού ή/ και στην ανάγκη μεταβολής της δυναμικότητας. Τα ανωτέρω στοιχεία αποτελούν και αντίστοιχα στοιχεία κόστους για την επιχείρηση.

Η αποθήκευση: αφορά στην διαχείριση του χώρου που απαιτείται για την φύλαξη των αποθεμάτων. Όσο μεγαλύτερος ο ετεροχρονισμός (χρονική διαφορά) μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης, τόσο μεγαλύτερο το επίπεδο του ύψους του αποθέματος που απαιτείται. . Οι εργασίες που λαμβάνουν χώρα στην αποθήκη μπορούν να ενταχθούν σε τέσσερις κατηγορίες.

- Παραλαβή
- Αποθήκευση
- Επιλογή προϊόντων προς τη διανομή και
- Διανομή των προϊόντων



Εικόνα 19: Διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα σε μια αποθήκη

Η διανομή: αφορά στη διάθεση των προϊόντων στους πελάτες με στόχο την ικανοποίηση των παραγγελιών τους. Μαζί με την αποτελεσματική διακίνηση των υλικών και προϊόντων εντός του παραγωγικού συστήματος, μπορεί να διασφαλίσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στην επιχείρηση.

Η μεταφορά: αφορά στη μετακίνηση των πρώτων υλών, εξαρτημάτων και προϊόντων και περιλαμβάνει την επιλογή της μεθόδου αποστολής και τον καθορισμό των συγκεκριμένων διαδρομών σε συνδυασμό με τους υφιστάμενους κανονισμούς. Η λειτουργία της μεταφοράς αποτελεί συνήθως το μεγαλύτερο κόστος των logistics κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η εξυπηρέτηση πελατών: αφορά στην επιτυχημένη εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου σχεδιασμού των logistics με στόχο την επίτευξη του απαραίτητου επιπέδου ικανοποίησης του πελάτη (πριν και μετά την πώληση) με το χαμηλότερο δυνατό συνολικό κόστος.

Η διαχείριση της πληροφορίας: αφορά στην διασφάλιση της απρόσκοπτης επικοινωνίας με τον ευκολότερο και οικονομικότερο τρόπο των διαφόρων εμπλεκόμενων στην εφοδιαστική αλυσίδα (από τους προμηθευτές μέχρι τους τελικούς καταναλωτές) σε συνδυασμό με τις βασικές δραστηριότητες των ομάδων.

2.3. Εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα

Η τεχνολογία RFID στοχεύει να αυτοματοποιήσει την εφοδιαστική αλυσίδα σε όλο το μήκος της και να αλλάξει τον τρόπο λειτουργίας των επιχειρήσεων.

2.3.1. Εργοστάσιο

Στην γραμμή παραγωγής, τα διάφορα εξαρτήματα κατά την συναρμολόγηση περνούν από διάφορες διαδικασίες όπου δέχονται θερμοκρασίες άνω των 150°C και κατεργάζονται (π.χ. βράφονται) και συνεπώς είναι δύσκολη η παρακολούθησή τους σε ένα τόσο αντίξοο περιβάλλον. Προσαρτώντας μια RFID ετικέτα στα συστατικά μέρη και εξαρτήματα, παρέχεται η δυνατότητα παρακολούθησής τους κατά τη διαδικασία

συναρμολόγησης του τελικού προϊόντος. Η αυτοκινητοβιομηχανία της Ford παρακολουθεί τα κομμάτια των εξαρτημάτων στη γραμμή συναρμολόγησης με την βοήθεια της τεχνολογίας RFID, έτσι ώστε να διασφαλίσει ότι μετακινούνται όποτε και όταν χρειάζεται. Το σύστημα αυτό ονομάζεται wireless Kanban και ενημερώνει σε πραγματικό χρόνο για τις ακριβείς ανάγκες κάθε κέντρου εργασίας.

Παρομοίως, οι RFID ετικέτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση των εργαλείων. Υπάρχει η δυνατότητα να τοποθετηθούν μικροσκοπικές ετικέτες στα εργαλεία, ούτως ώστε να μπορούν να ανιχνευθούν και να χρησιμοποιηθούν από τα μηχανήματα σε μια αυτοματοποιημένη παραγωγή. Επιπλέον, ελέγχεται η πρόσβαση του προσωπικού σε επικίνδυνες για αυτό περιοχές, με τη χρήση ειδικών καρτών όπου είναι προσκολλημένες RFID ετικέτες, προστατεύοντας έτσι τους εργαζομένους.

Όταν κατασκευασθεί το τελικό προϊόν τοποθετείται μία RFID ετικέτα στο ίδιο το προϊόν είτε στα κιβώτια και τις παλέτες που θα φέρουν το προϊόν. Στην ετικέτα θα είναι αποθηκευμένος ένας μοναδικός αριθμός EPC, που είναι ο Ηλεκτρονικός Κωδικός του Προϊόντος. Τα προϊόντα μπορούν, με την βοήθεια της συσκευής ανάγνωσης, να προσδιορίσουν αυτόματα, να μετρηθούν και να δρομολογηθούν.

Καθώς οι παλέτες μετακινούνται έξω από το χώρο του κατασκευαστή, μία συσκευή ανάγνωσης RFID, που είναι τοποθετημένη στην έξοδο, διαβάζει τα δεδομένα, που είναι αποθηκευμένα στις ετικέτες. Στη συνέχεια, ο αναγνώστης διαβιβάζει τον EPC σε έναν υπολογιστή, που ονομάζεται Savant και ο οποίος με τη σειρά του μέσω διαδικτύου αποθηκεύει τα στοιχεία σε μία βάση δεδομένων Object Naming Service (ONS).

Η ONS διασταυρώνει τον EPC με τα στοιχεία του προϊόντος σε ένα server Physical Markup Language (PML), που διατηρεί στοιχεία για τους κατασκευαστές. Επειδή γνωρίζει τον κατασκευαστή κάθε προϊόντος, σε περίπτωση που εμφανιστεί κάποιο πρόβλημα σε προϊόντα που κινούνται στο κανάλι διανομής, υπάρχει η δυνατότητα να ανακαλέσει αυτά τα προϊόντα απευθείας προς τον κατασκευαστή του.

2.3.2. Αποθήκη και κέντρο διανομής

Οι εφαρμογές της τεχνολογίας RFID στο κέντρο διανομής και κατά την αποθήκευση έχουν αρκετές ομοιότητες. Κατά την παραλαβή των προϊόντων, με τη χρήση RFID αναγνωστών στις εισόδους των αποθηκών, οι επιχειρήσεις μπορούν να παρακολουθούν τις παλέτες και τα κιβώτια που εισέρχονται και εξέρχονται από την αποθήκη και να ενημερώνουν σε πραγματικό χρόνο το πληροφοριακό σύστημα αποθήκευσης (WWS). Το WWS χρησιμοποιεί τα δεδομένα για να βελτιώσει τις λειτουργίες της επιχείρησης, κατευθύνοντας τα οχήματα και το προσωπικό ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες, δηλαδή είτε για την συλλογή των προϊόντων για την εκπλήρωση μιας παραγγελίας είτε για την τοποθέτηση τους στην κατάλληλη θέση. Το WWS επικοινωνεί με το πληροφοριακό σύστημα που διαχειρίζεται τις παραγγελίες (OMS) και αποφασίζει εάν η συγκεκριμένη παραγγελία προϊόντων πρέπει να εκπληρώσει μια παραγγελία. Σε αυτή την περίπτωση, οι παλέτες μπορούν να παρασχεθούν σε Just-in-time χρόνο και να κινηθούν άμεσα πάνω στο φορτηγό. Σε αντίθετη περίπτωση, εάν δεν εκκρεμεί κάποια παραγγελία, η παλέτα αποθηκεύεται.



Εικόνα 20: Αυτόματη Αναγνώριση Παλετών μέσω RFID πύλης

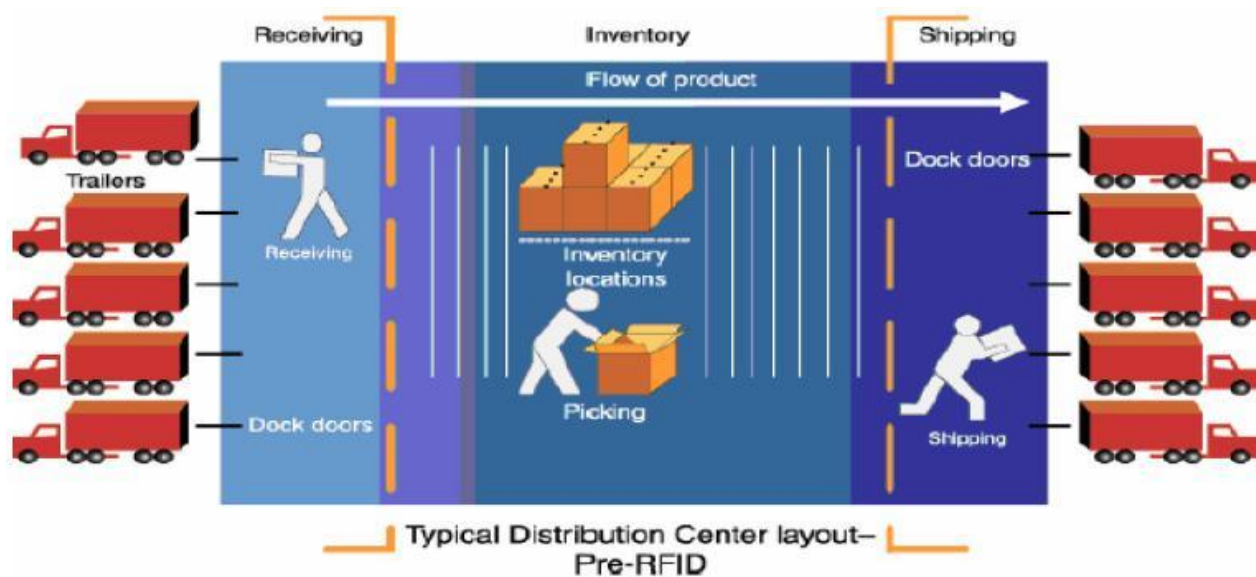
Η τεχνολογία RFID επιτρέπει να προσδιορίζεται αυτόματα η ακριβής θέση αποθήκευσης της κάθε παλέτας και να διασφαλίζεται ότι δεν έχει τοποθετηθεί σε λάθος μέρος. Η όλη διαδικασία είναι πλήρως αυτοματοποιημένη, χωρίς να χρειάζεται χειρωνακτική διαδικασία ελέγχου. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα στην επιχείρηση να βελτιώσει τον τρόπο αποθήκευσης. Οι παλέτες μπορούν να αποθηκευθούν σε οποιαδήποτε θέση ανάλογα με τις ανάγκες της επιχείρησης, αφού μπορούν να ανιχνευτούν άμεσα από το RFID.

Οι ετικέτες RFID στα κιβώτια μπορούν να επιτρέψουν τον ακριβή προσδιορισμό των κιβωτίων στην παλέτα. Με την ανάγνωση των ετικετών ελέγχεται εάν οι παλέτες είναι πλήρεις.

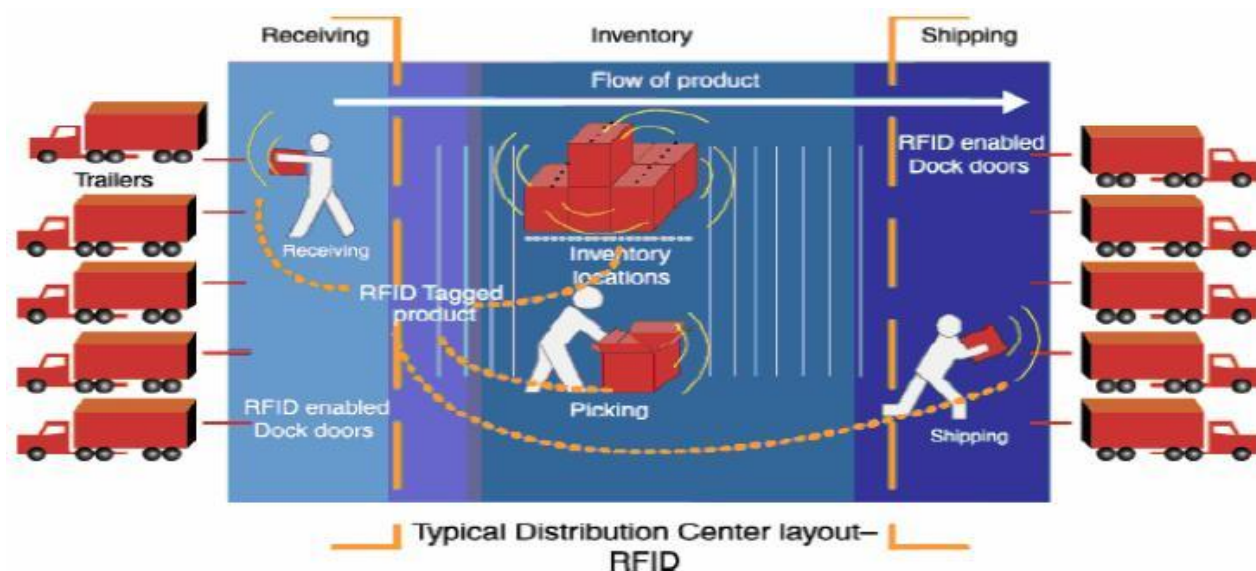
Οι πληροφορίες για τα κιβώτια κάθε φυσικής παράδοσης συγκρίνονται αυτόματα με το αντίστοιχο ηλεκτρονικό σημείωμα παράδοσης, ούτως ώστε να επιβεβαιωθεί ότι έχουν παραδοθεί τα σωστά προϊόντα στις σωστές ποσότητες.

Τα ανυψωτικά οχήματα, που είναι υπεύθυνα για τη διαχείριση και παραλαβή των παλετών, μπορούν να εξοπλιστούν με συσκευές ανάγνωσης για να διαβάζουν αυτόματα τις ετικέτες. Έτσι, μπορεί να εντοπιστεί η ακριβής θέση του κάθε προϊόντος και να σταλούν σε πραγματικό χρόνο οδηγίες για νέες παραγγελίες και παραλαβή παλετών. Με την τοποθέτηση συσκευών ανάγνωσης στα ανυψωτικά οχήματα είναι δυνατόν να παρακολουθούνται τα προϊόντα όταν μετακινούνται.

Όταν πραγματοποιείται η συγκέντρωση των παλετών για μια παραγγελία, οι παλέτες δεν συγκεντρώνονται στην περιοχή δρομολόγησης πριν από την άφιξη του φορτηγού, όπως γίνεται συνήθως. Άντυτου, το αντίστοιχο αίτημα για συγκέντρωση των παλετών από την περιοχή αποθήκευσης ορίζεται δυναμικά όταν φθάνουν τα φορτηγά.



Εικόνα 21 :Κέντρο διανομής πριν την εφαρμογή RFID



Εικόνα 22: Κέντρο διανομής με εφαρμογή RFID

Όταν η παλέτα μετακινείται πάνω στο φορτηγό ανιχνεύεται αυτόματα ο EPC αριθμός της από τις συσκευές ανάγνωσης, που είναι τοποθετημένες στην έξοδο. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει τον επανέλεγχο των προϊόντων που φορτώνονται στο container.



Εικόνα 23: Χρήση RFID κατά την αποστολή

2.3.3. Ανίχνευση και παρακολούθηση των εμπορευματικών φορτίων

Η χρήση της τεχνολογίας RFID σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες και πληροφοριακά συστήματα μπορεί να προσφέρει υπηρεσίες συνεχούς ανίχνευσης και διαχείρισης των μεταφορών, καταγράφοντας την φυσική κίνηση των οχημάτων.

Ο στόχος του συστήματος είναι η ανάπτυξη μιας ανοιχτής υπηρεσίας ανίχνευσης και παρακολούθησης εμπορευματικών φορτίων σε όλο το μήκος της αλυσίδας συνδυασμένων μεταφορών. Η υπηρεσία ανίχνευσης και παρακολούθησης στις συνδυασμένες μεταφορές (OMTS) θα βασίζεται σε μια υποδομή η οποία θα αποτελείται αρχικά από ένα δίκτυο από «κινητούς παρόχους δεδομένων θέσης/κατάστασης (MLS)» οι οποίοι θα τροφοδοτούν το σύστημα με πρωτογενή δεδομένα κάνοντας χρήση τεχνολογιών και συστημάτων, όπως RFID, GPS, GRPS, πάνω σε containers και τερματικούς σταθμούς.

Ένα δίκτυο διακομιστών θα είναι εγκατεστημένο στις εταιρίες μεταφορών, οι οποίοι θα συλλέγουν πληροφορίες για τη θέση/ κατάσταση των φορτίων και των μέσων μεταφοράς (containers, οχήματα) με τη χρήση ασύρματων τεχνολογιών (WLAN, GRPS, δορυφόροι) και θα τροφοδοτούν το σύστημα με στοιχεία για τις επικείμενες φάσεις της μεταφοράς. Τέλος, μέσω Internet θα γίνεται η παρακολούθηση των εμπορευματικών φορτίων και των μέσων μεταφοράς από τις εμπλεκόμενες εταιρίες και τους πελάτες τους

2.3.4. Κατάστημα Λιανικής Πώλησης

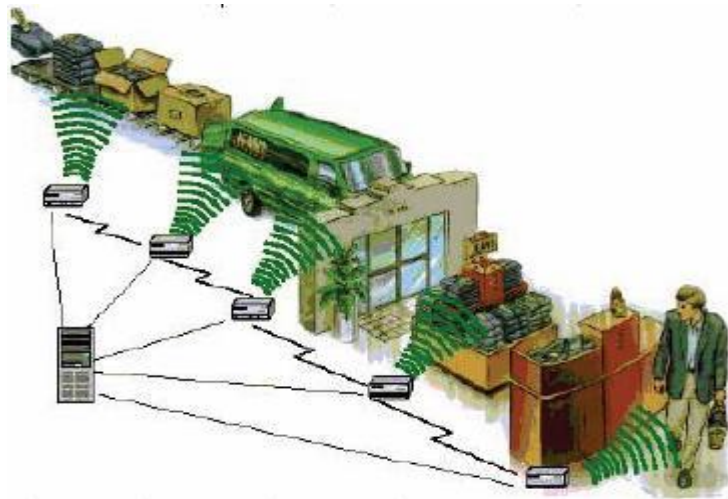
Στο κατάστημα λιανικής πώλησης οι περισσότερες εφαρμογές RFID είναι σε επίπεδο κιβωτίου. Σε επίπεδο παλέτας, η διαδικασία είναι μόνο κατά την παραλαβή

παραγγελίας, όπου ο αριθμός EPC της κάθε παλέτας ανιχνεύεται αυτόματα από τη συσκευή ανάγνωσης κατά την εκφόρτωση προκειμένου να αναγνωριστεί η κάθε παλέτα. Μετά την ανίχνευση της παλέτας, ελέγχονται με τη σειρά τους οι EPC αριθμοί των κιβωτίων. Οι πληροφορίες για τα κιβώτια κάθε παραγγελίας συγκρίνονται αυτόματα με το αντίστοιχο ηλεκτρονικό σημείωμα της παραγγελίας, έτσι ώστε να γίνει η επαλήθευση και να ανιχνευθούν πιθανά λάθη που δεν ανιχνεύθηκαν σε προηγούμενα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Τα καταστήματα λιανικής πώλησης μπορούν να εφαρμόσουν την τεχνολογία RFID στη διαχείριση των ραφιών δημιουργώντας έτσι τα “έξυπνα ράφια”. Τα έξυπνα ράφια έχουν ενσωματωμένους αναγνώστες RFID για να ανιχνεύσουν την παρουσία προϊόντων. Παραδοσιακά, οι καταστάσεις έλλειψης αποθεμάτων στα ράφια ανιχνεύονται από το προσωπικό κατά τη διάρκεια της οπτικής επιθεώρησης. Τα έξυπνα ράφια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ελέγξουν την ποσότητα, την τοποθέτηση, και την κίνηση των προϊόντων στο ράφι. Το πιο συνηθισμένο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν τα καταστήματα είναι όταν ένα προϊόν δεν είναι διαθέσιμο στο ράφι, αλλά βρίσκεται κάπου στην αποθήκη. Με την εφαρμογή συστήματος RFID όταν ένα προϊόν τείνει να εξαντληθεί και υπάρχει απόθεμα στην αποθήκη δίνεται εντολή αυτόματα να ξαναγεμιστούν τα ράφια. Τα έξυπνα ράφια λοιπόν, σχεδιάζονται για να στείλουν μηνύματα όταν πρέπει να ανεφοδιαστεί ένα ράφι. Οι ειδοποιήσεις ξαναγεμίματος ραφιών παράγονται αυτόματα και στέλνονται στο χώρο αποθήκευσης. Με αυτή την τεχνολογία, αυτόματες λίστες επιλογής παράγονται για τα αντικείμενα που πρέπει να επιλεχθούν από το χώρο αποθήκευσης, και να τοποθετηθούν έξω στον χώρο των πωλήσεων έτσι ώστε το ποσό των αποθεμάτων σε ετοιμότητα και η αντίστοιχη θέση αυτών των αποθεμάτων, και στο χώρο πωλήσεων και στο χώρο αποθήκευσης, να ανιχνεύονται και να καταγράφονται. Η αυτόματη ανανέωση παραγγελίας μπορεί επίσης να επιτευχθεί όταν το επίπεδο κιβωτίων για ένα συγκεκριμένο προϊόν ελαττώνεται και φθάνει στο όριο για νέα παραγγελία. Επιπλέον, τα έξυπνα ράφια είναι σε θέση να παρέχουν ειδοποιήσεις λήξης και παλαιώσης. Τα στοιχεία που πλησιάζουν την ημερομηνία λήξης πρέπει να αφαιρεθούν από τα ράφια ή να μετακινηθούν στο έμπροσθεν μέρος του ραφιού. Αυτή η κατάσταση μπορεί να ελεγχθεί από τους RFID αναγνώστες στο ράφι.

Μια ακόμη εφαρμογή της τεχνολογίας στα καταστήματα λιανικής πώλησης, είναι στα προϊόντα που βρίσκονται σε περίπτερα εντός του καταστήματος. Οι πελάτες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε πρόσθετες υπηρεσίες που παρέχονται από τον πωλητή με την ανάπτυξη της τεχνολογίας RFID. Εκτενείς, πληροφορίες θα παρέχονται σχετικά με τα αντικείμενα στα καταστήματα όταν φέρουν τις RFID ετικέτες. Με την παρουσίαση του αντικειμένου που έχει ετικέτα στον αναγνώστη του περιπτέρου που βρίσκεται μέσα στο κατάστημα, ένας πελάτης μπορεί να ελέγξει τις πληροφορίες του αντικειμένου μέσω της οθόνης του περιπτέρου. Παραδείγματος χάριν, για ένα προκατασκευασμένο κοτόπουλο, τα δεδομένα όπως η ημερομηνία γέννησης του ζώου, η ημερομηνία και ο τόπος σφαγής του, το αγρόκτημα όπου μεγάλωσε, καθώς επίσης και το όνομα του χασάπη και ίσως τα είδη τροφών με τα οποία ταΐστηκε, θα μπορούσαν να γίνουν εύκολα διαθέσιμα. Προσαρτώντας ακόμη, μια ετικέτα RFID, η οποία περιέχει ένα αισθητήρα θερμοκρασίας, στο νωπό κρέας μπορούμε να γνωρίζουμε αν η θερμοκρασία του κατά την διάρκεια αποθήκευσης και μεταφοράς ήταν η σωστή. Τέτοιες πληροφορίες αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων

του καταστήματος και καλούνται μέσω του μοναδικού κώδικα που αποθηκεύεται στην ετικέτα RFID.



Εικόνα 24: Η ετικέτα RFID που βρίσκεται στη συσκευασία προϊόντος συσχετίζει το προϊόν με τη διαδρομή του από όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας

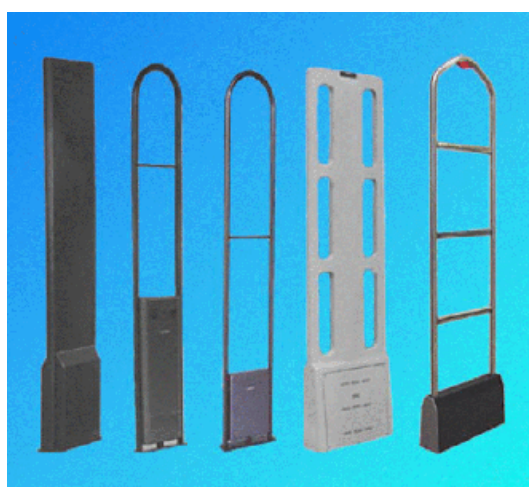
Επιπλέον, με τις πληροφορίες που παρέχονται από τον πελάτη, το περίπτερο μπορεί επίσης να παρέχει προειδοποιήσεις σύμφωνα με την προτίμηση των πελατών. Τα συστατικά ενός αντικειμένου που αποθηκεύονται στην ετικέτα RFID μπορούν να βοηθήσουν τους πελάτες να ελέγξουν τις ουσίες στις οποίες είναι αλλεργικοί και να παρέχουν επιπλέον πληροφορίες σχετικά με τον τύπο των προϊόντων που ο πελάτης μπορεί να θέλει να αποφύγει.

Στα σημερινά supermarkets, η διαδικασία πληρωμής είναι συχνά χρονοβόρα. Οι πελάτες πρέπει να περιμένουν συχνά στις μακριές ουρές αναμονής των ταμείων. Με την εφαρμογή ετικετών σε επίπεδο τεμαχίου, ο πελάτης μπορεί να επιλέξει να χρησιμοποιήσει το self-checkout. Ο αναγνώστης ανιχνεύει όλες τις ετικέτες, το σύστημα καταγράφει έπειτα τα προϊόντα που αγοράζονται και πόσο πρέπει να πληρώσουν οι πελάτες. Επίσης, οι πελάτες μπορούν να επιλέξουν να πληρώσουν από τα RFID chips που συνδέονται με την πιστωτική τους κάρτα όπου οι λογαριασμοί τους θα χρεωθούν αυτόματα στον αντίστοιχο λογαριασμό της κάρτας τους.

Σήμερα οι RFID εφαρμογές στην πρόληψη της ζημιάς υπάρχουν ήδη στη λιανική επιχείρηση. Οι ετικέτες RFID που μπορούν να αφαιρεθούν χρησιμοποιούνται για την πρόληψη κλοπής στη λιανική πώληση, ειδικά για τα προϊόντα πολυτελείας όπως τα ενδύματα και τα κοσμήματα. Οι ετικέτες είναι συνδεδεμένες με τα προϊόντα που επιδεικνύονται στο κατάστημα, και οι αναγνώστες εγκαθίσταται στις πόρτες εξόδων.



Εικόνα 25: Αντικλεπτικές ετικέτες RFID



Εικόνα 26: Αναγνώστης στην πόρτα εξόδου καταστήματος

Κανονικά, οι ετικέτες RFID όλων των αγορασμένων αντικειμένων θα αφαιρούνται ή θα ακυρώνονται από τον ταμιά. Κατόπιν, όταν βγαίνει ο πελάτης από το κατάστημα ο αναγνώστης στην πόρτα δεν θα ανιχνεύει καμία ετικέτα. Εντούτοις, εάν ο αναγνώστης εντοπίσει μερικές ετικέτες στην κατοχή του πελάτη, αυτό σημαίνει ότι μερικά αντικείμενα που κατέχει ο πελάτης δεν έχουν πληρωθεί ακόμα. Υπάρχουν πολυάριθμα παραδείγματα επιτυχούς εφαρμογής. Παραδείγματος χάριν, η ιταλική εταιρία μόδας Prada χρησιμοποιεί RFID στο κεντρικό της κατάστημα στην Νέα Υόρκη ως μέτρο ασφάλειας. Επιπλέον, το ξυράφι Mach III της Gillette είναι σύμφωνα με τις υπάρχουσες πληροφορίες το προϊόν που έχει κλαπεί περισσότερο στις Ηνωμένες Πολιτείες. Για την Ευρωπαϊκή αγορά της, η Gillette προγραμματίζει να βάλει μισό δισεκατομμύριο ετικέτες RFID στις μεμονωμένες συσκευασίες των ξυραφιών της για να τις παρακολουθεί από τον κατασκευαστή στο σημείο όπου ο καταναλωτής κάνει τις αγορές, και μια από τις πρωτοβουλίες είναι να αυξηθεί η ασφάλειά της στη λιανική διαδικασία ακόμη και σε επίπεδο υποτεμαχίου.

2.4. Οφέλη και Πλεονεκτήματα στην εφοδιαστική αλυσίδα

Βασικό στόχο της επιτυχούς διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί η εγγυημένη παράδοση υψηλής ποιότητας προϊόντων, με χαμηλό κόστος και σε περιορισμένο χρόνο, ικανοποιώντας τις απαιτήσεις του πελάτη. Η διαδικασία αυτή απαιτεί την πλήρη συνεργασία και άριστη επικοινωνία των εμπλεκόμενων τμημάτων που συγκροτούν την εφοδιαστική αλυσίδα, ώστε να είναι εύκολη η αναπροσαρμογή, η αναδιάρθρωση και ο επανασχεδιασμός των δραστηριοτήτων σε πραγματικό χρόνο, ώστε να ανταποκρίνεται κάθε φορά στις απαιτήσεις και στις απρόσμενες διακυμάνσεις της αγοράς.

Η επιτυχία της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας εξαρτάται κυρίως από την εγκυρότητα την ακρίβεια και την ταχύτητα της πληροφορίας που κινείται και ανταλλάσσεται κατά μήκος των τμημάτων που την απαρτίζουν. Η ορατότητα και η άμεση πρόσβαση στην πληροφορία αυτή, που συνοδεύει και χαρακτηρίζει το προϊόν από την παραγωγή, την αποθήκευση, τη διανομή μέχρι την τελική εναπόθεσή του στο ράφι του τελικού καταστήματος, αποτελεί το βασικό πυρήνα διαχείρισης της αποτελεσματικής και αποδοτικής εφοδιαστικής αλυσίδας. Στην κατεύθυνση αυτή κινείται και η βασική φιλοσοφία της τεχνολογίας RFID, που εγγυάται την άμεση και αποδοτική αξιοποίηση της παραγόμενης πληροφορίας στοχεύοντας στην υλοποίηση βασικών αρμοδιοτήτων της επιτυχημένης εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως η Αποδοτική Αντίδραση στις Ανάγκες του Καταναλωτή (Efficient Consumer Response-ECR) και ο επιτυχής Προγραμματισμός Ανεφοδιασμού και Πρόβλεψης (Collaborative Planning Forecasting and Replenishment-CPFR).

Οι πληροφορίες που συλλέγονται, μοιράζονται σε όλα τα μέρη που απαρτίζουν την εφοδιαστική αλυσίδα, παρέχοντας μεγαλύτερη διαφάνεια σε όλο το μήκος της. Η ανταλλαγή των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο μεταξύ των επιχειρήσεων είναι ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του RFID συστήματος. Μακροπρόθεσμος στόχος είναι να μπορούν οι επιχειρήσεις να μοιράζονται κοινά δεδομένα, έτσι ώστε να έχουν την δυνατότητα σε πραγματικό χρόνο να παρακολουθούν την κατάσταση του προϊόντος σε όλο μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ουσιαστικά, πρέπει να δημιουργηθεί ένα δίκτυο, όπου θα παρέχονται κοινές πληροφορίες σε όλους ταυτόχρονα.

2.4.1. Δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας

Πλάνο σχεδιασμού Ανεφοδιασμού και Ζήτησης (Demand Planning and Replenishment)

Το πλάνο προγραμματισμού και πρόβλεψης της ζήτησης (Demand Planning) είναι μία από τις δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας που θα εκμεταλλευθεί τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID.

Η τοποθέτηση ετικετών σε επίπεδο κιβωτίου (case-level tagging) ενδέχεται να αποτελέσει ένα πολύτιμο εργαλείο προσδιορισμού και πρόβλεψης της ζήτησης από τα εργοστάσια παραγωγής μέχρι τις αποθήκες του τελικού καταστήματος, ενώ παράλληλα οι ετικέτες σε επίπεδο μεμονωμένου προϊόντος (item-level tagging) πρόκειται να εφοδιάζουν με τις απαραίτητες πληροφορίες διακύμανσης της ζήτησης τα καταστήματα λιανικής πώλησης. Στον τομέα του ανεφοδιασμού (Replenishment) η ακριβής και λεπτομερής γνώση του επιπέδου του αποθέματος σε πραγματικό χρόνο (real-time) που προσφέρει η τεχνολογία RFID ενδέχεται να εξαλείψει φαινόμενα του

τύπου out of stock, διατηρώντας το σε αποδεκτά επίπεδα μειώνοντας έτσι και το ποσό του δεσμευμένου κεφαλαίου.

Επίσης, η διανομή των πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο μπορεί να επιλύσει το πρόβλημα του “bullwhip effect” στην εφοδιαστική αλυσίδα. Κατά το φαινόμενο του bullwhip, οι μεταβλητές που αφορούν τη ζήτηση, προσφορά και διαθεσιμότητα του προϊόντος, μεγεθύνονται και παραπαιούνται σε κάθε στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας με αποτέλεσμα να δημιουργούνται υπερβολικά αποθέματα και μεγάλοι χρόνοι παράδοσης. Η διαφάνεια στα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας, λόγω της ακρίβειας των πληροφοριών, σε συνδυασμό με τους σύντομους χρόνους παράδοσης που προσφέρει η τεχνολογία RFID, μπορούν να επιλύσουν το “bullwhip effect” (Veeramani, 2005).

Ανίχνευση Παρτίδων, Κιβωτίων και Μεμονωμένων Τεμαχιδίων (Item, Batch and Lot Tracking)

Η παρακολούθηση των προϊόντων δια μέσου της εφοδιαστικής αλυσίδας με χρήση της τεχνολογίας RFID, ενδέχεται να περιορίσει φαινόμενα κλοπών, καταστροφής και παράνομης αντιγραφής των αυθεντικών προϊόντων που παρουσιάζονται κατά κόρον και μεταφράζονται σε τεράστιες απώλειες εσόδων από τις επιχειρήσεις. Η ανίχνευση και η παρακολούθηση των προϊόντων μέσω του ηλεκτρονικού τους κώδικα προμηνύεται την απλούστευση διαδικασιών συλλογής, αποθήκευσης και διανομής που αυξάνουν τον χρόνο και το κόστος παράδοσης των παραγγελιών.

Ασφάλεια (Security)

Η ακριβής και λεπτομερής παρακολούθηση των προϊόντων με την ανάγνωση του ηλεκτρονικού τους κώδικα, εγγυάται την εξασφάλιση της ποιότητας και της ακεραιότητάς τους, ενώ παράλληλα συνεισφέρει στην διατήρηση του Customer Service σε υψηλά επίπεδα.

2.4.2. Παραγωγοί-Κατασκευαστές (Manufacturers)

Ο χώρος των παραγωγών-κατασκευαστών δύναται να επωφεληθεί σε ποικίλους τομείς από την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID:

- Τμήμα Προμηθειών (Procurement)

Η διατήρηση της παραγωγικότητας στα επιθυμητά επίπεδα και η άμεση προσαρμογή στις απαιτήσεις της ζήτησης, στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στην υγιή συνεργασία μεταξύ προμηθευτή και παραγωγού. Η case-level ετικετοποίηση των πρώτων υλών εξασφαλίζει την real-time επίγνωση του επιπέδου του αποθέματος, διευκολύνοντας έτσι τον προγραμματισμό της παραγωγής και της εκπλήρωσης των παραγγελιών.

- Παραγωγή (Production)

Καλύτερο έλεγχο της παραγωγικής διαδικασίας, με στόχο την αύξηση της παραγωγικότητας με ταυτόχρονη συμπίεση του ανάλογου κόστους και τη μείωση των ελαττωματικών προϊόντων προσφέρει η εφαρμογή αυτόματης αναγνώρισης με χρήση της τεχνολογίας RFID. Η συνεχής παρακολούθηση των προϊόντων κατά την παραγωγική διαδικασία προσφέρει πλήρη εκμετάλλευση των συστημάτων παραγωγής οδηγώντας στην αποφυγή φαινομένων μπλοκαρίσματος (bottlenecks) που αυξάνουν τους χρόνους καθυστέρησης και μειώνουν την παραγωγικότητα. Στο

σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι τα πραγματικά οφέλη της τεχνολογίας RFID δύναται να αποκομισθούν από το χώρο των παραγωγών, με την ευρεία αποδοχή και εφαρμογή της τεχνολογίας από το σύνολο των τμημάτων της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς τα προαναφερθέντα ζητήματα αντιμετωπίζονται ικανοποιητικά με λιγότερο δαπανηρές μεθόδους ελέγχου και προγραμματισμού της παραγωγής. Ενδεχόμενη επένδυση στην τεχνολογία RFID θα επέφερε περιορισμένα πλεονεκτήματα με μεγάλες περιόδους απόσβεσης (Return Of Investment-ROI) και μόνο σε περίπτωση μαζικής υιοθέτησης της τεχνολογίας από τα τμήματα που αφορούν στο downstream κομμάτι της εφοδιαστικής αλυσίδας θα δικαιολογούσε την πραγματοποίησή της.

2.4.3. Αποθήκευση (Warehousing)

Ένα τυπικό κέντρο διανομής, με έκταση περίπου 500.000 τετραγωνικών μέτρων και με 300 εργαζόμενους απασχολούμενους σε δύο βάρδιες είναι σε θέση να συναλλάσσεται εκατομμύρια προϊόντα δεκάδων ενεργών κωδικών ετησίως.

Η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στην περίπτωση αυτή, θα επέφερε σημαντική αύξηση του όγκου συναλλαγών με ταυτόχρονη δραματική μείωση του λειτουργικού κόστους και εκμηδένιση των λαθών στις εκτελούμενες παραγγελίες που συνοδεύονται από απώλειες χιλιάδων ευρώ ετησίως.

✚ Παραλαβές (Receiving)

Ετικέτες RFID ειδικά προσαρτημένες στις παλέτες και τα κιβώτια αυξάνουν κατακόρυφα την παραγωγικότητα των εργαζομένων στις αποβάθρες (dock doors), ενώ ταυτόχρονα βελτιώνουν την ακρίβεια και την ταχύτητα της παραλαβής. Αυτοματοποιούν πλήρως τη διαδικασία αναγνώρισης και αντιστοίχισης των περιεχομένων των τιμολογίων άφιξης και παραλαβής με το κεντρικό συνεργαζόμενο σύστημα της αποθήκης (Warehouse Management System-WMS), συμπιέζοντας τους χρόνους και αυξάνοντας την ακρίβεια των διεργασιών.

✚ Επιλογή Παραγγελιών (Order Selection)

Με την εφαρμογή ασύρματων τεχνολογιών όπως του RFID και με την προσαρμογή ετικετών σε επίπεδο μεμονωμένου προϊόντος (item-level tagging) θα αυξηθεί ο βαθμός εκμετάλλευσης της αποθήκης, η χωρητικότητα της αποθήκης θα βελτιωθεί, τα προϊόντα θα ανιχνεύονται ευκολότερα, η διαδικασία επιλογής και εκπλήρωσης των παραγγελιών θα απλουστευθεί, με αποτέλεσμα οι παραγγελίες να πραγματοποιούνται ταχύτερα και να εξαλειφθούν φαινόμενα τύπου out of stock από τα τελικά καταστήματα λιανικής πώλησης.

✚ Χωροθέτηση Προϊόντων

Σε περιπτώσεις όπου κρίνεται απαραίτητη η αναγνώριση μεμονωμένων προϊόντων για λόγους ασφάλειας, ανίχνευση παρτίδας προϊόντων όπου η ημερομηνία ανάλωσης τείνει να εκλείψει, ο ακριβής εντοπισμός της θέσης των προϊόντων θα γίνεται εύκολα με τη χρήση της τεχνολογίας RFID, αυξάνοντας έτσι τον βαθμό ποιότητας προϊόντων του κατασκευαστή και την ασφάλεια του τελικού καταναλωτή.

✚ Μείωση Απωλειών (Loss Prevention)

Με την ανάγνωση των ετικετών μέσω των RFID Readers, το προσωπικό της αποθήκης ενημερώνεται αυτόματα για το περιεχόμενο κλειστών κιβωτίων. Ως εκ

τούτου φαινόμενα απωλειών ή καταστροφής του εμπορεύματος από βίαιη η ανούσια μετακίνηση του, που μεταφράζονται σε απώλειες εσόδων, θα μειωθούν σημαντικά.

Μείωση Κόστους (Cost Reduction)

Οι επιχειρήσεις αναμένουν να μειωθεί το λειτουργικό τους κόστος, όσον αφορά το κόστος που απαιτείται για τους εργαζόμενους, αφού λιγότερο προσωπικό θα απασχολείται για τη συλλογή, τον έλεγχο και αποθήκευση των εμπορευμάτων, από τη στιγμή που αυτοματοποιείται η διαδικασία παραλαβής. Σε περίπτωση μάλιστα που αποφασισθεί να τοποθετηθούν φορητές συσκευές ανάγνωσης RFID στα ανυψωτικά μηχανήματα, το κόστος μειώνεται ακόμη περισσότερο καθώς οι φορητές συσκευές είναι φθηνότερες σε σύγκριση με τις σταθερές συσκευές που τοποθετούνται στις εισόδους της αποθήκης.

2.4.4. Μεταφορά (Transportation)

Οι μεταφορικές εταιρείες διαδραματίζουν ένα σημαντικό ρόλο στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, αφού σε κάθε περίπτωση όσο επιτυχώς και αν έχει παραχθεί το προϊόν, απαιτείται η έγκαιρη και ασφαλής παράδοση του στον τελικό προορισμό του. Με την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID οι μεταφορείς είναι σε θέση να τροφοδοτούνται με την απαραίτητη ποσότητα πληροφορίας, ώστε να γνωρίζουν κάθε στιγμή την κατάσταση και την ποιότητα του εμπορεύματος.

- Διαχείριση Κεφαλαίων (Asset Management)

Η αυτόματη αναγνώριση των προϊόντων έχει ως αποτέλεσμα τη δραματική μείωση των χρόνων φόρτωσης-εκφόρτωσης των παραγγελιών, γεγονός που ενισχύει την παραγωγικότητα και την εισροή κεφαλαίων.

- Διαχείριση του Χώρου (Yard Management)

Οι ετικέτες RFID επιτρέπουν τον επιτυχή και ταχύ έλεγχο του περιεχομένου των φορτηγών, με αποτέλεσμα να ανιχνεύονται φορτηγά τα οποία ενώ βρίσκονται στο χώρο δεν έχουν ενημερώσει με το περιεχόμενο τους το σύστημα ERP της επιχείρησης.

- Διατήρηση Σχέσεων Εμπιστοσύνης (Contract Compliance)

Αποτελεί σύνηθες φαινόμενο η ανάθεση των αποθηκευτικών και μεταφορικών υποχρεώσεων μίας παραγωγικής εταιρείας σε εξωτερικό συνεργάτη (outsourced transportation). Βασικό παράγοντα ενίσχυσης της εν λόγω συνεργασίας αποτελεί η ποιότητα και το επίπεδο εξυπηρέτησης της μεταφορικής εταιρείας. Με τη χρήση των “έξυπνων ετικετών” γίνεται εφικτός ο έλεγχος της ποιότητας και της ποσότητας του παραδοθέντος εμπορεύματος στην μεταφορική εταιρεία.

Η τελευταία δύναται να ενημερώσει την παραγωγική εταιρεία για την κατάσταση του εμπορεύματος τη στιγμή της παράδοσης στον τελικό πελάτη (retailer), γεγονός σημαντικό ιδιαίτερα στην περίπτωση ευπαθούς προϊόντος. Τα δεδομένα που συλλέγονται συγκρίνονται με τα πρωτότυπα των παραγγελιών και των τιμολογίων προς αποφυγήν περιπτώσεων διαφωνίας σχετικών με την ποιότητα του εμπορεύματος, ενισχύοντας την εμπιστοσύνη μεταξύ των αντιβαλλόμενων μερών και τη θέση της μεταφορικής εταιρείας.

- Δρομολόγηση Οχημάτων (Routing)

Η real-time ενημέρωση που προσφέρει η χρήση της τεχνολογίας RFID δύναται να αξιοποιηθεί κατάλληλα από το προσωπικό της μεταφορικής εταιρείας για την έγκαιρη ανίχνευση των τρεχόντων παραγγελιών και την ταχύρυθμη δρομολόγηση τους.

- Χρόνος εργασίας και Χειρωνακτική Εργασία

Η τεχνολογία επιτρέπει την αναγνώριση των RFID ετικετών, που είναι τοποθετημένες πάνω στα προϊόντα, χρησιμοποιώντας ραδιοσυχνότητα. Με τη χρήση ειδικών συσκευών ανάγνωσης και λόγω της ασύρματης λειτουργίας τους δεν απαιτείται άμεση οπτική επαφή για την αναγνώριση των προϊόντων. Κατά συνέπεια, ο αναγνώστης έχει την δυνατότητα να διαβάσει τις ετικέτες από απόσταση, χωρίς να είναι αναγκαία η ευθυγράμμιση της ετικέτας με κάποια συσκευή ανάγνωσης, με την προϋπόθεση η ετικέτα να βρίσκεται μέσα στην εμβέλεια σήματος. Η συγκεκριμένη λειτουργία παρέχει το πλεονέκτημα ανάγνωσης πολλαπλών ετικετών ταυτόχρονα. Με αυτό τον τρόπο εξοικονομείται σημαντικός χρόνος εργασίας, αφού αφενός μειώνεται ο χρόνος που χρειάζεται για τον έλεγχο των προϊόντων που εισέρχονται και εξέρχονται, και αφετέρου εξαιλείται η χειρωνακτική διαδικασία ανίχνευσης.

Με την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στις παλέτες και στα κιβώτια εξοικονομείται χρόνος εργασίας ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται μείωση της χειρωνακτικής εργασίας.

Συγκεκριμένα με την εφαρμογή RFID ετικετών στις παλέτες τα παραπάνω οφέλη εμφανίζονται στην:

- I. Παραλαβή αποστολών: Στην περιοχή παραλαβής του φορτίου από τον κατασκευαστή, οι παλέτες ελέγχονται με το χέρι όταν ξεφορτώνεται ένα φορτηγό και τα στοιχεία των προϊόντων προς παράδοση ελέγχονται σε σχέση με τη σημείωση παράδοσης στο δελτίο αποστολής. Οι ετικέτες RFID στις παλέτες επιτρέπουν τον αυτόματο προσδιορισμό μιας παλέτας και με αυτόν τον τρόπο εξοικονομείται χρόνος εργασίας για τον προσδιορισμό μιας παλέτας στη διαδικασία παραλαβής των εμπορευμάτων.
- II. Οργάνωση παλετών: Ο αυτόματος προσδιορισμός της θέσης των παλετών και της θέσης αποθήκευσης μπορεί πάλι να εξοικονομήσει σημαντικό χρόνο εργασίας.
- III. Αντικατάσταση παραγγελίας: Στα κέντρα διανομής μπορεί να χρειαστεί να αντικαταστεί μια παλέτα (π.χ. που δεν είναι ακόμα έτοιμη για παράδοση) με μια άλλη. Παρόμοια με τη διαδικασία συγκέντρωσης εξοικονομείται χρόνος εργασίας όταν προσδιορίζονται αυτόματα οι παλέτες.
- IV. Συγκέντρωση παραγγελίας: Αφότου έχει επιλεγεί μια παλέτα, πρέπει να εξασφαλιστεί ότι τοποθετείται στη σωστή θέση στην περιοχή δρομολόγησης. Με την παρούσα κατάσταση, οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν συχνά τους γραμμωτούς κώδικες για να προσδιορίσουν συγκεκριμένα τμήματα στην περιοχή δρομολόγησης. Με τη χρήση ετικετών RFID για τον προσδιορισμό εκείνων των τμημάτων, μπορεί να μειωθεί ο χρόνος που απαιτείται για τη χειρωνακτική ανίχνευση του γραμμωτού κώδικα.
- V. Φόρτωση φορτηγών: Όπως για τον κατασκευαστή, όμοια και στο κέντρο διανομής οι γραμμωτοί κώδικες στις ετικέτες των παλετών ανιχνεύονται συνήθως για να ελέγξουν μια παράδοση. Η εξάλειψη της χειρωνακτικής διαδικασίας ανίχνευσης μπορεί να ελευθερώσει χρόνο για το προσωπικό της αποθήκης.

Με την εφαρμογή RFID ετικετών στα κιβώτια, τα συγκεκριμένα οφέλη εμφανίζονται στην:

- I. Παραλαβή αποστολών: Στη περιοχή παραλαβής των προϊόντων στο κέντρο διανομής, ελέγχονται η ποιότητα και η ποσότητα των παραδοθέντων προϊόντων. Οι ετικέτες RFID σε αυτό το στάδιο μπορούν να εξαλείψουν την ανάγκη να ελεγχθεί ο αριθμός των κιβωτίων σε μια παλέτα. Εάν οι σημειώσεις παράδοσης είναι διαθέσιμες ηλεκτρονικά, οι παραδόσεις μπορούν αυτόματα να επιβεβαιωθούν. Αυτό μειώνει σημαντικά τη χειρωνακτική διαδικασία ελέγχου.
- II. Επιλογή μικτών παλετών: Οι ετικέτες RFID στα κιβώτια μπορούν να επιτρέψουν τον ακριβή προσδιορισμό των κιβωτίων που έχουν επιλεγεί. Αυτό μπορεί να έχει δύο αποτελέσματα. Αρχικά, μειώνει το χρόνο που απαιτείται συνήθως για τη χειρωνακτική επιβεβαίωση του συνολικού αριθμού των επιλεγθέντων κιβωτίων. Αφετέρου, μπορεί να εξαλείψει την ανάγκη για οποιουσδήποτε πρόσθετους ελέγχους ακρίβειας στα μεταγενέστερα στάδια. Παραδείγματος χάριν, σε κάποια κέντρα διανομής γίνεται έλεγχος δείγματος παλετών έτσι ώστε να διαπιστωθεί η ακρίβεια των στοιχείων των κιβωτίων που καταγράφηκαν κατά τη διαδικασία επιλογής.
- III. Επιστροφές / επεξεργασία ανάκλησης προϊόντων: Η επεξεργασία των επιστροφών μπορεί να γίνει αποδοτικότερη με τις ετικέτες RFID εφαρμοσμένες στα κιβώτια. Τα κιβώτια που επιστρέφονται μπορούν τώρα να προσδιοριστούν αυτόματα. Έτσι, εξοικονομείται χρόνος έναντι της χειρωνακτικής καταγραφής των προϊόντων που επιστρέφονται και μπορεί να βοηθήσει στο να αυτοματοποιηθεί η δημιουργία ενός δελτίου παραλαβής επιστροφής. Σε περίπτωση ανακλήσεων προϊόντων – υπό τον όρο ότι το κέντρο διανομής έχει τις αναλυτικές πληροφορίες για τους αύξοντες αριθμούς των κιβωτίων που επιστρέφονται και για τα καταστήματα από όπου αυτά τα κιβώτια έχουν σταλεί – το κέντρο διανομής μπορεί να καθορίσει ποια καταστήματα ενδέχεται να επηρεαστούν και να προγραμματίσει να διανείμει περισσότερες πληροφορίες για τα ανακληθέντα προϊόντα στα καταστήματα. Αυτή η πτυχή επιδρά στον τρόπο με τον οποίο το κατάστημα χειρίζεται τις ανακλήσεις και αναφέρεται παρακάτω.
- IV. Κατάλογος αποθεμάτων: Ένα μεγάλο μέρος της προσπάθειας για τον υπολογισμό των αποθεμάτων στα κέντρα διανομής αφορά στον έλεγχο του αριθμού κιβωτίων στις παλέτες που τοποθετούνται στην περιοχή επιλογής. Επειδή με την ανάγνωση των ετικετών RFID στα κιβώτια είναι δυνατό να καθοριστεί ακριβώς πόσα κιβώτια ενός προϊόντος είναι σε μια παλέτα, η χειρωνακτική διαδικασία μέτρησης μπορεί να μειωθεί δραστικά.

2.4.5. Καταστήματα Λιανικής Πώλησης (Retail Stores)

Στην περίπτωση εφαρμογής της τεχνολογίας RFID σε επίπεδο μεμονωμένου προϊόντος (item-level tagging) σε συνδυασμό με την ειδική προσαρμογή αναγνωστών (RFID Readers) στα ράφια καταστημάτων λιανικής πώλησης, ενδέχεται να σημειωθεί δραματική μείωση του εργατικού κόστους και ολική εξάλειψη out of stock φαινομένων.

Παραλαβές (Receiving)

Η προσάρτηση ετικετών στα εμπορεύματα προκαλεί την πλήρη αυτοματοποίηση της διαδικασίας παραλαβής τους, τη μείωση των χρόνων εκφόρτωσης τους, ενώ παράλληλα αυξάνει την ακρίβεια και την ορθότητα ελέγχου του επιπέδου του αποθέματος τους. Επιπλέον, με την αυτοματοποίηση της διαδικασίας ελέγχου, το κατάστημα λιανικής έχει τη δυνατότητα να ανιχνεύσει λάθη στις παραδόσεις που δεν ανιχνεύθηκαν σε προηγούμενα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η τιμολόγηση προϊόντων που δεν έχουν παραδοθεί.

Προγραμματισμός Πωλήσεων και Ενεργειών (Store Planning and Plannogramming)

Με την κατάλληλη επεξεργασία των πληροφοριών και των δεδομένων της ετικέτας, οι επιχειρηματίες δύναται να παρακολουθούν σε πραγματικό χρόνο την εξέλιξη των πωλήσεων συγκεκριμένων προϊόντων, διαμορφώνοντας κατάλληλα τους χώρους και τους τρόπους διάθεσης τους με σκοπό τη μεγιστοποίηση των πωλήσεων τους.

Έλεγχος Ποιότητας Προϊόντων (Exception Merchandise)

Με τη βοήθεια της αυτόματης αναγνώρισης των χαρακτηριστικών των προϊόντων, γίνεται εφικτή η έγκαιρη ανίχνευση εκείνων που διακρίνονται από εκπίπτουσα ημερομηνία λήξης, ώστε να αντικαθίσταται με νέα, εγγυημένης ποιότητας. Μπορεί να ελεγχθεί δηλαδή ο κύκλο ζωής του κάθε προϊόντος. Συνεπώς, η επιχείρηση μπορεί να υπολογίσει το ακριβές επίπεδο ζήτησης για κάθε προϊόν και σε συνδυασμό με το ύψος των αποθεμάτων που διαθέτει, να προγραμματίσει τον ανεφοδιασμό της. Άρα, έχει το πλεονέκτημα να επιτυγχάνει υψηλή διαθεσιμότητα προϊόντων. Το κατάστημα επωφελείται από την υψηλή διαθεσιμότητα προϊόντων, καθώς η χαμηλή διαθεσιμότητα οδηγεί σε απώλεια εσόδων και έχει αρνητικό αντίκτυπο για τη φήμη του καταστήματος.



Εικόνα 27: Διαχείριση Αποθέματος και Ημερομηνίας λήξης με χρήση RFID

Γνωρίζοντας ακριβώς τον κύκλο ζωής του προϊόντος στο κατάστημα αλλά και πέρα από αυτό, εκτός από την επίτευξη υψηλής διαθεσιμότητας των προϊόντων, τα καταστήματα μπορούν να προχωρήσουν σε δυναμικές πολιτικές marketing, να είναι δηλαδή σε θέση να πραγματοποιήσουν πιο ακριβείς προωθητικές ενέργειες. Μπορούν να προσαρμόζουν την τιμή ανάλογα με τη ζήτηση ή να πραγματοποιούν προσφορές σε συγκεκριμένους πελάτες ανάλογα με τις καταναλωτικές τους συνήθειες.

Πρόληψη ζημιάς και θέματα ασφάλειας

Έχει μετρηθεί ότι, η ζημιά αντιστοιχεί σε απώλεια 33,1 δισεκατομμυρίων δολαρίων μόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες. Είναι ένα σημαντικό ζήτημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί από κάθε πωλητή. Μια μεγάλη μερίδα της ζημιάς οφείλεται στο ανθρώπινο λάθος, συμπεριλαμβανομένων των μη καταγεγραμμένων επιστροφών, των λαθών στις πληρωμές, της ανακριβούς τιμολόγησης, και των ανακριβών αριθμήσεων των καταλόγων. Οι μικροκλοπές σε μαγαζιά είναι μια άλλη σημαντική πηγή ζημιάς. Μια πρόσφατη έκθεση έρευνας για την ασφάλεια στα καταστήματα δείχνει ότι η κλοπή σε ένα μαγαζί αποτελεί περισσότερο από το 30% της ζημιάς των καταλόγων των πωλητών. Με τη χρήση της επικόλλησης ετικετών RFID σε επίπεδο τεμαχίων, των έξυπνων ραφιών, και ενός αναγνώστη, ένα μεγάλο μέρος της ζημιάς στο χώρο πωλήσεων και στο χώρο αποθήκευσης μπορεί να αποτραπεί.

Με την εφαρμογή των RFID σαν αντικλεπτικό σύστημα, η τεχνολογία μπορεί να βοηθήσει στον έλεγχο των προϊόντων και να μειώσει τις απώλειες από τις κλοπές στο μαγαζί.

Η εφαρμογή σε επίπεδο τεμαχίου μπορεί να μειώσει περαιτέρω την προσπάθεια στην πρόσληψη της κλοπής, και σήμερα, η φυσική αφαίρεση των ετικετών από το αγορασμένο προϊόν δεν απαιτείται πλέον, δεδομένου ότι οι ετικέτες μπορούν να ακυρωθούν αποτελεσματικά στο ταμείο.

Λόγω της μοναδικής αναγνώρισης προϊόντος, που αποτελεί την κυρία εφαρμογή των RFID ετικετών που χρησιμοποιούν EPC, περιορίζονται οι πλαστογραφήσεις, που κοστίζουν στην παγκόσμια βιομηχανία 500 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως.

Παράλληλα με τον περιορισμό των πλαστογραφήσεων, η τεχνολογία εξασφαλίζοντας μεγαλύτερη ασφάλεια, αφού οι ετικέτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αντικλεπτικοί μηχανισμοί όπως προαναφέρθηκε μειώνοντας τις κλοπές και απώλειες για την επιχείρηση που στοιχίζουν εξίσου αρκετά, αυξάνονται τα έσοδα των επιχειρήσεων, γεγονός που έχει ως αντίκτυπο τη μείωση των τιμών στα προϊόντα και επομένως ελάττωση του κόστους για τον καταναλωτή.

Διαχείριση καταλόγων και ραφιών

Η χρήση των RFID αυξάνει την παρακολούθηση και την ακρίβεια της κατάστασης του διαθέσιμου καταλόγου. Κατά συνέπεια, αυτή η τεχνολογία θα μπορούσε να βοηθήσει στη μείωση του κόστους εργασίας, στη βελτίωση διαχείρισης ραφιών, και στη βελτίωση ακόμη και της δυνατότητας πωλήσεων. Συμβατικά, ένα κέντρο διανομής ή ένα μαγαζί λιανικής πώλησης λαμβάνει το εμπόρευσμά του σε παρτίδες. Αυτές αναγνωρίζονται χειροκίνητα, και η παράδοση ελέγχεται σε σχέση με τη σημείωση παράδοσης και την παραγγελία. Η επικόλληση RFID ετικετών στο επίπεδο παρτίδας

επιτρέπει την αυτόματη ανάγνωση των μεμονωμένων παρτίδων, εξαλείφοντας με αυτόν τον τρόπο την χρονοβόρα χειρωνακτική διαδικασία. Αρκετά συχνά, πολύς χρόνος εργασίας μπορεί να κερδηθεί στην αναγνώριση αυτών των παρτίδων στη διαδικασία λήψης. Η επικόλληση ετικετών στο επίπεδο κιβωτίου μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στην επιλογή ανάμικτων παρτίδων. Στη λιανική επιχείρηση, η πλειοψηφία των προϊόντων που παραλαμβάνονται στέλνεται ως μικτές παρτίδες στο μαγαζί λιανικής πώλησης.

Αυτές οι μικτές παρτίδες επιλέγονται στο κέντρο διανομής σύμφωνα με τις ανάγκες του καταστήματος λιανικής. Οι ετικέτες RFID επιτρέπουν τον ακριβή προσδιορισμό του αριθμού κιβωτίων που επιλέγονται. Αυτή η χρήση των ετικετών RFID θα μπορούσε να αυξήσει την ακρίβεια επιλογής και να μειώσει εντυπωσιακά τη χειρωνακτική προσπάθεια αρίθμησης.

Υψηλότερη ακρίβεια σημαίνει λιγότερα χαμένα προϊόντα σε μια παράδοση, το οποίο αυξάνει στη συνέχεια τη διαθεσιμότητα των προϊόντων και μειώνει την πιθανότητα έλλειψης αποθεμάτων στο κατάστημα λιανικής πώλησης. Ο αυτόματος ανεφοδιασμός σε πραγματικό χρόνο μπορεί επίσης να επιτευχθεί εάν βασιστεί στη διαθεσιμότητα των καταλόγων σε πραγματικό χρόνο. Όταν το επίπεδο ενός ορισμένου προϊόντος ελαττώνεται σε ένα ορισμένο βαθμό, μια ειδοποίηση ανεφοδιασμού των αποθεμάτων θα δοθεί και θα παραχθούν αυτόματα νέες παραγγελίες. Παραδείγματος χάριν, σε ένα supermarket, οι RFID αναγνώστες του χώρου αποθήκευσης θα μπορούσαν να ανιχνεύσουν την μείωση των κιβωτίων ποτών και να στείλουν μια ειδοποίηση για ανεφοδιασμό στον προμηθευτή όταν το απόθεμα μειώνεται κάτω από ένα ορισμένο επίπεδο.

Δεδομένου ότι η φύση του ανεφοδιασμού των ραφιών είναι σύνθετη και χρειάζεται εντατική εργασία, η εισαγωγή της τεχνολογίας RFID βοηθά πολύ στην εξάλειψη πολλών από τις χειρωνακτικές διαδικασίες χωρίς να σημαντικές αλλαγές στη λιανική διαδικασία. Τα οφέλη περιλαμβάνουν μια μείωση των δαπανών χειρισμού και καταλόγων, αυξανόμενη ακρίβεια των καταλόγων, και διαθεσιμότητα της ικανότητας εντοπισμού προϊόντων σε πραγματικό χρόνο. Σύμφωνα με τη Gillette, η τεχνολογία RFID ενδεχομένως εξοικονομεί ουσιαστικά μέσω του καλύτερου ελέγχου και της διαχείρισης των καταλόγων, χρήματα που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για τον πελάτη.

Έλεγχος Απογραφής (Checkout)

- ✚ Με την αυτόματη ανίχνευση μέσω των αναγνωστών μειώνεται η πιθανότητα λάθους της απογραφής των προϊόντων, γεγονός που δεν αποκλείεται με τη χρήση και την πληκτρολόγηση πολυάριθμων κωδικών στις συσκευές Barcodes.
- ✚ Από τη στιγμή που δε απαιτείται η άμεση οπτική επαφή (line of sight) αναγνώστη και τεμαχίου με τη χρήση της τεχνολογίας RFID, η διαδικασία απογραφής επιταχύνεται, ενώ παράλληλα μειώνεται ο αριθμός των απαιτούμενων εργαζομένων και κατ' επέκταση το εργατικό κόστος.
- ✚ Με την κατάλληλη τοποθέτηση RFID Readers σε επιλεγμένα σημεία του καταστήματος, η διαδικασία της απογραφής δύναται να αυτοματοποιηθεί περαιτέρω, μειώνοντας ακόμη περισσότερο την ανθρώπινη παρέμβαση και κόστος.

Κατασκευαστές-Λιανοπωλητές

Τα οφέλη των κατασκευαστών από την ενσωμάτωση ετικετών είναι περισσότερο σε επίπεδο παλέτας, ενώ όταν προχωράει σε επίπεδο κιβωτίου και προϊόντος το όφελος για τους κατασκευαστές μειώνεται σημαντικά. Αντίθετα το όφελος που απορρέει για τους λιανοπωλητές αυξάνεται σε επίπεδο κιβωτίου. Οι κατασκευαστές έχουν την εντύπωση ότι από την επικόλληση ετικετών σε κιβώτια ωφελείται αποκλειστικά ο λιανοπωλητής. Όμως, ορισμένα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή ετικετών σε κιβώτια αποτελούν οφέλη και των κατασκευαστών. Αυτό οφείλεται στο ότι οι RFID ετικέτες στα κιβώτια μπορούν να οδηγήσουν σε βελτιωμένη διαθεσιμότητα προϊόντων στον λιανοπωλητή και κατά επέκταση σε αυξημένες πωλήσεις προϊόντων, με ότι αυτό συνεπάγεται.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά τα ενδεχόμενα οφέλη για κατασκευαστές και λιανοπωλητές.

Κατασκευαστές	Λιανικοί Πωλητές
<ul style="list-style-type: none"> • Γρηγορότερη φόρτωση των εμπορευμάτων 	<ul style="list-style-type: none"> • Καλύτερο σχεδιασμός και προγραμματισμός αποθήκευσης
<ul style="list-style-type: none"> • Μεγαλύτερη ακρίβεια κατά την παραλαβή 	<ul style="list-style-type: none"> • Ιχνηλασιμότητα των προϊόντων
<ul style="list-style-type: none"> • Περισσότερα δεδομένα 	<ul style="list-style-type: none"> • Περισσότερα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο
<ul style="list-style-type: none"> • Μείωση στις πλαστογραφίες 	<ul style="list-style-type: none"> • Λιγότερες κλοπές
<ul style="list-style-type: none"> • Πιο ακριβής προγραμματισμός παραγωγής 	<ul style="list-style-type: none"> • Μεγαλύτερη διαθεσιμότητα προϊόντων
<ul style="list-style-type: none"> • Μικρότερα αποθέματα 	<ul style="list-style-type: none"> • Καλύτερη και γρηγορότερη διαχείριση αποθεμάτων
<ul style="list-style-type: none"> • Περισσότερες πωλήσεις 	<ul style="list-style-type: none"> • Μικρότερο κόστος αποθήκευσης
<ul style="list-style-type: none"> • Καλύτερη αξιοποίηση των εργαζομένων 	<ul style="list-style-type: none"> • Λιγότερες ανάγκες εργαζομένων
<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερη και οικονομικότερη διαδικασία ελέγχου και μεταφοράς των εμπορευμάτων 	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερη διαδικασία παραλαβής και αποθήκευσης των προϊόντων
<ul style="list-style-type: none"> • Έλεγχος ποιότητας 	<ul style="list-style-type: none"> • Ικανοποίηση πελατών λόγω διαθεσιμότητας των προϊόντων

Εικόνα 28: Παρουσίαση κυριότερων οφελειών από την χρήση τεχνολογίας RFID

2.4.6. Πελάτες (Costumers)

Οι παραδοσιακές αγοραστικές συνήθειες λένε ότι οι πελάτες εξετάζουν τα προϊόντα διαδοχικά όπως ψωνίζουν και ελέγχουν τις λεπτομέρειες στη συσκευασία αυτών των

προϊόντων ώστε να επιλέξουν τι θέλουν να αγοράσουν. Μόλις τελειώσουν με την επιλογή όλων των προϊόντων που θέλουν, φέρνουν τα αγαθά στον ταμιά για να κάνουν την απαραίτητη πληρωμή.

Οι πελάτες λοιπόν, αποτελούν στην ουσία τον τελικό προορισμό των προϊόντων δια μέσω της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ως εκ τούτου η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID έχει σημαντικό αντίκτυπο προς αυτούς και προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα:

Ικανοποίηση και Εμπιστοσύνη των πελατών

Για να ενισχύσει περαιτέρω την αποδοτικότητα των αγορών, η RFID τεχνολογία μπορεί να σχεδιαστεί έτσι ώστε όταν ένας πελάτης μπαίνει στο κατάστημα με έναν κατάλογο αγορών σε μια κινητή ηλεκτρονική συσκευή, όπως έναν προσωπικό ψηφιακό βοηθό (PDA), να μπορεί να διαβιβάσει τον κατάλογο στο κατάστημα. Το κατάστημα θα εντόπιζε έπειτα τον πελάτη και τα στοιχεία με τις RFID ετικέτες στην λίστα και θα έστελνε πίσω μια διαδρομή στον πελάτη για την εύρεση των αντικειμένων. Με αυτό σε ισχύ, ένας πελάτης μπορεί να βρει το αντικείμενο που επιθυμεί πολύ ευκολότερα και βολικά, και συγχρόνως θα μπορούσε να ειδοποιηθεί για διαφημίσεις ή εκπτώσεις. Οι πελάτες θα μπορούσαν να ενημερωθούν καλύτερα πριν λάβουν αποφάσεις στο κατάστημα.

Με τις πληροφορίες που λαμβάνονται από την χρήση ετικετών σε επίπεδο τεμαχίου και από τα έξυπνα ράφια, η διαχείριση μπορεί να αναλύσει την αποδοτικότητα της λειτουργίας της λιανικής επιχείρησης της στα διαφορετικά αντικείμενα, να μάθει τις συνήθειες αγορών των πελατών, να βελτιώσει το σχεδιάγραμμα των καταστημάτων λιανικής, να ενισχύσει την δημοτικότητα των προϊόντων, κ.α.

Με την τοποθέτηση RFID ετικετών στα καρότσια ή την κινητή ηλεκτρονική συσκευή που κατέχει ο πελάτης, οι μεμονωμένες μετακινήσεις μέσα στο κατάστημα θα μπορούσαν να ανιχνευθούν και να ακολουθηθούν σε πραγματικό χρόνο. Οι πληροφορίες σχετικά με τους πελάτες όπως οι αγοραστικές τους συνήθειες, οι προτιμήσεις δώρων, και τα ενδιαφέροντά τους μπορούν να συλλεχθούν. Τα χαρακτηριστικά των πελατών, όπως οι αγοραστικές τους συνήθειες, θα αποθηκευτούν στη βάση δεδομένων του καταστήματος. Ασκήσεις για το «στοχευμένο» marketing θα μπορούσαν να διεξαχθούν, και ένα κατάστημα μπορεί να προσαρμόσει τις διαφημίσεις του σε συγκεκριμένες ομάδες πελατών, παρέχοντας στους πελάτες διαφημίσεις και εκπτώσεις ανάλογα με τα ενδιαφέροντά τους καθώς επίσης και άλλες καμπάνιες με κέντρο τους πελάτες.

Δεδομένου ότι το «στοχευμένο» marketing είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για την ενίσχυση της ικανοποίησης των πελατών, μπορεί να βοηθήσει τους πωλητές να βελτιώσουν τις σχέσεις τους με τους πελάτες τους, το οποίο ωθεί κατά επέκταση τις πωλήσεις. Μια επιτυχής περίπτωση στην εφαρμογή της τεχνολογίας RFID για την ενίσχυση της εμπιστοσύνης των πελατών είναι το προαναφερθέν σύστημα ExxonMobil Speerpass. Όπως αναφέρεται, η ExxonMobil είναι η πρώτη επιχείρηση που υιοθέτησε μια τέτοια εφαρμογή βασισμένη στα RF. Το σύστημα, παρέχοντας ευκολία στους καταναλωτές, βοηθάει επίσης τις επιχειρήσεις να παρακολουθήσουν στατιστικά όπως η συχνότητα των επισκέψεων των πελατών, ο μέσος όρος αγορών, και ο τύπος των αγορών (βενζίνη, καραμέλες, εφημερίδες κτλ) και παρέχει προσαρμοσμένες ευκαιρίες στο σημείο αγοράς. Από τα αρχεία και τις μελέτες των

επιτυχημένων περιπτώσεων είναι εμφανές ότι με την κατάλληλη επέκταση της τεχνολογίας RFID, οι αγορές μπορούν να γίνουν πολύ πιο άνετες στους πελάτες, και οι πωλητές μπορούν να έχουν ένα ισχυρότερο κίνητρο για να προωθήσουν τα προϊόντα τους και αν αυξήσουν τις πωλήσεις τους.

Εξυπηρέτηση των πελατών

Η εξυπηρέτηση των πελατών μπορεί να βελτιωθεί με την εφαρμογή της τεχνολογίας του RFID στα καταστήματα.

Έχει ήδη αναφερθεί η εφαρμογή του RFID στα περίπτερα εντός του καταστήματος αλλά και κατά την διαδικασία πληρωμής. Επομένως, οι πελάτες γνωρίζοντας την όλη πορεία ενός προϊόντος μέσω των περιπτέρων, απλουστεύεται κατά πολύ για αυτούς η διαδικασία αγοράς αυξάνοντας ενδεχομένως και τις πωλήσεις για το κατάστημα.

Με την εφαρμογή της τεχνολογίας στη διαδικασία πληρωμής, οι πελάτες κερδίζουν χρόνο και διευκολύνονται στην πληρωμή των λογαριασμών των αγορών τους, ενώ με την επιλογή πληρωμής μέσω RFID chips, η διαδικασία πληρωμής γίνεται ακόμη πιο απλή με αποτέλεσμα την ακόμη καλύτερη εξυπηρέτηση των πελατών.

Συνοψίζοντας, ο συνδυασμός των ετικετών RFID με την τηλεματική και τις ασύρματες επικοινωνίες θα παρέχει μια πληθώρα πληροφοριών, που θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί με οποιοδήποτε τρόπο ανάλογα με τις ανάγκες της εκάστοτε επιχείρησης. Τα αντικείμενα θα είναι σε θέση να δώσουν πληροφορίες για τα ίδια, τα ράφια των καταστημάτων θα είναι σε θέση να ενημερώνουν τους υπαλλήλους σε περιπτώσεις αναπλήρωσης, μεμονωμένα εξαρτήματα θα είναι σε θέση να ενημερώσουν όταν χρειάζονται συντήρηση ή αντικατάσταση ενώ η συσκευασία θα προειδοποιεί τους καταναλωτές αναφορικά με το επίπεδο ποιότητας του προϊόντος. Ήδη η τεχνολογία θεωρείται ως το barcode του 21ου αιώνα καθώς παρέχει σημαντικά πλεονεκτήματα όπως την δυνατότητα ανάγνωσης πολλαπλών ετικετών και από απόσταση χωρίς να απαιτείται οπτική επαφή του αναγνώστη με την ετικέτα, λειτουργία σε ιδιαίτερα δυσμενείς συνθήκες, δυνατότητα μοναδικής αναγνώρισης κάθε μεμονωμένου προϊόντος, καθώς επίσης και δυναμική τροποποίηση των στοιχείων που είναι αποθηκευμένα σε κάθε ετικέτα.

Με λίγα λόγια, οι επιχειρήσεις που εφαρμόζουν συστήματα RFID:

- ✚ Επωφελούνται καθώς μειώνεται το κόστος τους λόγω της αποτελεσματικής διαχείρισης των αποθεμάτων τους και τη μείωση του ανθρώπινου δυναμικού που απασχολείται για τον έλεγχο των εμπορευμάτων.
- ✚ Μπορούν να κάνουν καλύτερο προγραμματισμό, εξασφαλίζοντας υψηλή διαθεσιμότητα των προϊόντων, ενώ μειώνονται οι κλοπές, οι πλαστογραφίες και τα λάθη.
- ✚ Αυτοματοποιούνται οι διαδικασίες και επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ακρίβεια και ταχύτητα κατά την παραλαβή και αποθήκευση των προϊόντων.
- ✚ Επιτυγχάνεται ιχνηλασιμότητα των προϊόντων, ενώ οι ετικέτες τους περιέχουν περισσότερες πληροφορίες.
- ✚ Παρέχεται πλήρη ορατότητα όλων των λειτουργιών που λαμβάνουν χώρα και συνεχή ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο.

Βέβαια, μια επιχείρηση θα καρπωθεί μακροπρόθεσμα πολλά από τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση RFID, ενώ βασική προϋπόθεση είναι ότι πρέπει τα μέρη

που αποτελούν την εφοδιαστική αλυσίδα να συνεργαστούν εξ'ολοκλήρου, που σημαίνει να εφαρμόσουν από κοινού συστήματα RFID και να μοιράζονται τα δεδομένα που συλλέγονται. Τα οφέλη μειώνονται εάν είναι αποκομμένη η εφοδιαστική αλυσίδα, δηλαδή εάν δεν εφαρμόζουν όλα τα μέρη συστήματα RFID.

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται συνοπτικά τα οφέλη και βελτιώσεις που αναμένεται να επιφέρει η τεχνολογία RFID σε συγκεκριμένα προβλήματα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Σημαντικά Οφέλη

Λάθη κατά τον έλεγχο και υπολογισμό του επιπέδου αποθέματος στο κατάστημα ή την κεντρική αποθήκη	96,3%
Λάθη κατά τον υπολογισμό των επιστροφών	77,8%
Έλλειψη διαφάνειας στην εφοδιαστική αλυσίδα με αποτέλεσμα την αδυναμία παρακολούθησης του πραγματικού κύκλου ζωής ενός προϊόντος	77,8%
Κλοπές προϊόντων	74,1%
Αχρήστευση / απαρχαίωση ενός προϊόντος (product obsolescence)	70,4%
Λάθη παράδοσης χωρίς πρόθεση	66,7%
Υπέρβαση της ημερομηνίας λήξης ενός προϊόντος	66,7%
Διατήρηση μεγαλύτερου επιπέδου αποθέματος από αυτό που είναι απαραίτητο (excessive inventory)	63%
Αδυναμία υπολογισμού του ακριβούς επιπέδου της ζήτησης για ένα προϊόν	63%
Δέσμευση ανθρωπίνων πόρων για την ανεύρεση, ταξινόμηση και επεξεργασία της πληροφορίας που διακινείται στην εφοδιαστική αλυσίδα	59,3%
Μη ύπαρξη προϊόντων στην αποθήκη ή το ράφι (out-of-stock) με αποτέλεσμα χαμένες πωλήσεις	55,6%
Μη αποτελεσματική αξιοποίηση των εξοπλισμών και των μέσων διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας λόγω έλλειψης πληροφοριών	55,6%
Αδυναμία εναρμόνισης των παραγγελιών για αναπλήρωση ενός προϊόντος με το ακριβές επίπεδο ποσότητας που πραγματικά απαιτείται	44,4%

Αναποτελεσματικότητα των προωθητικών ενεργειών οδηγώντας σε μείωση του επιπέδου των πωλήσεων 22,2%

Αναμενόμενα οφέλη που θα επέφερε η τεχνολογία RFID για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων προβλημάτων της εφοδιαστικής αλυσίδας.

2.5. Εφαρμογή του RFID στην πράξη

Σε μια προσπάθεια για να αξιολογηθούν και να αναδειχθούν καλύτερα τα οφέλη της τεχνολογίας του RFID, θεωρήσαμε καταλληλότερο να αναφέρουμε παραδείγματα εταιρειών που δραστηριοποιούνται σε διάφορα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας, τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό. Μέσω της παρουσίασης των εφαρμογών της τεχνολογίας από τις συγκεκριμένες επιχειρήσεις αλλά και των αποτελεσμάτων που απορρέουν από αυτές τις εφαρμογές, μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα και να βγάλουμε πολύ περισσότερα συμπεράσματα για την εν λόγω τεχνολογία καθώς, πέρα από το θεωρητικό κομμάτι εφαρμογής της στα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας και στις επιχειρήσεις που τα απαρτίζουν, αναφέρονται και αναλύονται εφαρμογές της στην πράξη.

2.5.1. Η περίπτωση της ΔΙΑΚΙΝΗΣΙΣ Α.Ε.

Η Διακίνησης ΑΕ, μία από τις σημαντικότερες εταιρίες 3PL (third-party logistics), εγκαινίασε και λειτούργησε την πρώτη εκτεταμένη εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Αποθηκών (WMS) στην Ελλάδα 15 χρόνια πριν. Σήμερα κάνει πάλι ένα βήμα μπροστά εγκαθιστώντας και λειτουργώντας ένα ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Αποθηκών με RFID. Η συγκεκριμένη εφαρμογή αφορά το νεότερο κέντρο logistics της εταιρίας 25000 τ.μ., που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και τη διανομή των προϊόντων της μεγαλύτερης πολυεθνικής εταιρίας τροφίμων παγκοσμίως. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του έργου έγινε από τη Business Effectiveness ΑΕ με στόχο τη μεγιστοποίηση της ποιότητας λειτουργίας του συγκεκριμένου κέντρου logistics.

Αξίζει να αναφερθεί ότι πρόκειται για την τρίτη εφαρμογή RFID που πραγματοποιεί η Business Effectiveness στην ίδια εταιρεία. Η επιτυχημένη εφαρμογή των δύο προηγούμενων ενθάρρυνε ένα τόσο φιλόδοξο εγχείρημα, που συνιστά πρωτοπορία όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και στην Ευρώπη.

Λογική Σχεδιασμού: Το προσωπικό ενός κέντρου logistics χρησιμοποιεί και διαχειρίζεται, ως γνωστόν περονοφόρα, παλέτες, ράφια, πόρτες και φορητά διανομής. Αν καθένα από αυτά μπορεί να αναγνωρίσει το άλλο, χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση, το προσωπικό θα επικεντρωθεί μόνο σε χρήσιμες λειτουργίες (μεταφορά, αποθήκευση, φόρτωση εμπορευμάτων κλπ), θα αποφευχθούν λάθη, καθυστερήσεις, ενέργειες που δεν παράγουν αξία, η διεργασία των logistics θα αποκτήσει συνέχεια, ενώ οι επιμέρους διαδικασίες θα εκτελούνται με ακρίβεια και ταχύτητα.

Η αλληλοαναγνώριση των περιουσιακών στοιχείων ενός κέντρου logistics μπορεί να επιτευχθεί αν παλέτες, ράφια και φορητά χαρακτηρισθούν μονοσήμαντα με ετικέτες RFID, ενώ περονοφόρα και πόρτες εξοπλισθούν με αναγνώστες RFID.

Τα σημεία που χρήζουν προσοχής: Τα μέταλλα δημιουργούν πολλά προβλήματα στο RFID (τα ραδιοκύματα ανακλώνται και πρακτικά αχρηστεύονται) και μία αποθήκη είναι γεμάτη μέταλλα. Το πάτωμα έχει ρινίσματα μετάλλου, τα ράφια είναι μεταλλικά, ενώ υπάρχουν επίσης πολλά προϊόντα σε μεταλλικά κουτιά. Επιπλέον, τα προϊόντα αποθηκεύονται το ένα κοντά στο άλλο και ένας αναγνώστης RFID μπορεί να διαβάσει μαζί με το στοχευμένο εμπόρευμα και πολλά άλλα. Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι δεν υπάρχουν αξιόπιστοι αναγνώστες RFID για περονοφόρα, ούτε έτοιμες λύσεις για τα προαναφερθέντα προβλήματα.

Το έργο πιο αναλυτικά:

- ✚ Σε όλες τις παλετοθέσεις επικολλήθηκαν ειδικά κατασκευασμένες ετικέτες RFID, που λειτουργούν ανεμπόδιστα σε μεταλλικό περιβάλλον. Η κάθε παλετοθέση έχει ταυτοποιηθεί με μία ετικέτα RFID, που περιλαμβάνει τις συντεταγμένες της.
- ✚ Τα περονοφόρα έχουν εξοπλιστεί με αντένες και αναγνώστες RFID, που επικοινωνούν ασύρματα με τον κεντρικό server και το WMS.
- ✚ Οι ράμπες φόρτωσης έχουν εξοπλιστεί με RFID hotspot που περιέχουν αντένες και αναγνώστες RFID της Alien Technology. Τα RFID portals είναι αδιάβροχα και έχουν ειδική προστασία για να αντέχουν στις τυχαίες προσκρούσεις των περονοφόρων.
- ✚ Σε κάθε εισαγόμενη παλέτα επικολλάται μία ετικέτα με ενσωματωμένο RFID και εκτυπωμένο barcode. Η συγκεκριμένη ετικέτα συσχετίζεται με το περιεχόμενο της παλέτας, έτσι ώστε να περιέχει πληροφορίες που αφορούν το είδος, την ποσότητα, την παρτίδα προϊόντος κλπ.
- ✚ Τα περονοφόρα αναγνωρίζουν αμέσως τις προς αποθήκευση παλέτες μέσω των αναγνωστών RFID που φέρουν. Με την αναγνώριση κάθε παλέτας, ο αναγνώστης RFID του περονοφόρου επικοινωνεί αυτόματα με το WMS, που δίνει οδηγίες αποθήκευσης στο τερματικό του χειριστή.



Εικόνα 29: Τοποθέτηση RFID Εξοπλισμού στο Περονοφόρο

Με την εναπόθεση της παλέτας στα ράφια, ο αναγνώστης του περονοφόρου διαβάζει τα RFID της παλετοθέσης και της παλέτας. Εάν η εναπόθεση δε γίνει στη σωστή παλετοθέση ή αν η παλέτα δεν είναι σωστή, ενημερώνεται ο οδηγός του

περονοφόρου. Εάν δε γίνει άμεση διόρθωση, το σύστημα απαγορεύει περαιτέρω χρήση του περονοφόρου.

Οι παλέτες μεταφέρονται στις θέσεις ετοιμασίας παραγγελιών (picking), όπου και συλλέγονται τα προϊόντα. Εδώ, η διαδικασία περιλαμβάνει συνδυασμένη χρήση των barcodes των κιβωτίων και του RFID της παραγγελίας.

Οι έτοιμες παραγγελίες περνάνε από RFID portals, τα οποία διαβάζουν την ετικέτα RFID της παραγγελίας καθώς επίσης και την ετικέτα RFID του φορτηγού. Το γεγονός ότι η σωστή παραγγελία φορτώνεται στο σωστό φορτηγό επιβεβαιώνεται ηχητικά και οπτικά με πράσινο σήμα. Εάν κάτι είναι λάθος, υπάρχει διαφορετική ηχητική και φωτεινή ένδειξη και η διαδικασία διακόπτεται.



Εικόνα 30: Ειδική φωτεινή ένδειξη σε περίπτωση λάθους

- Τέλος, η απογραφή πραγματοποιείται πολύ γρήγορα και αξιόπιστα, με απλό πέρασμα εξοπλισμένου περονοφόρου από τους διαδρόμους, σε αντίθεση με τη γνωστή χρονοβόρα διαδικασία απογραφής.

Σημερινή κατάσταση : Το έργο έχει ολοκληρωθεί και σε όλες τις εισαγόμενες παλέτες επικολλώνται RFID labels, δηλαδή ετικέτες με εκτυπωμένο barcode και ενσωματωμένο RFID. Επίσης, όλες οι παλετοθέσεις έχουν ταυτοποιηθεί με ειδικές ετικέτες RFID. Παράλληλα οκτώ (8) περονοφόρα έχουν ήδη εξοπλιστεί με αναγνώστες RFID, ενώ έχουν επίσης εγκατασταθεί οκτώ RFID portals στις ράμπες φόρτωσης.

Η Διακίνησης ΑΕ και η Business Effectiveness αναμένουν:

- Αυτοματοποίηση διαδικασιών, ως άμεση συνέπεια της αυτόματης αλληλοαναγνώρισης των περιουσιακών στοιχείων της αποθήκης.
- Ελαχιστοποίηση λαθών, ως αποτέλεσμα της δραστικής μείωσης της ανθρώπινης παρέμβασης.

- Μείωση ελλείψεων, ως συνέπεια λιγότερων λαθών και της μεταφοράς πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο.
- Γρήγορες και συχνότερες απογραφές, αφού η διαδικασία θα είναι απλούστερη και ταχύτερη.
- Μείωση επαναληπτικών παραγγελιών, αφού θα υπάρχουν λιγότερες ελλείψεις και ακριβέστερη γνώση του αποθέματος.
- Επιτάχυνση φορτώσεων, αφού ο έλεγχος στις πόρτες φόρτωσης θα γίνεται αυτόματα.
- Μείωση κόστους λειτουργίας και σημαντικό ROI, ως αποτέλεσμα όλων των ανωτέρω.

2.5.2. Η περίπτωση της Wal Mart

Όταν ο κόσμος καταπιανόταν ακόμα με την ιδέα των barcodes, η Wal-Mart προχώρησε και την εφάρμοσε. στη δεκαετία του '80. Όλοι οι προμηθευτές αντιμετώπισαν τον φόβο ότι θα μείνουν πίσω. Στον κόσμο της λιανικής πώλησης, όταν η Wal-Mart απαιτεί, οι προμηθευτές απλά πρέπει να συμμορφωθούν!

Τον Ιούνιο του 2003 η Wal-Mart ανήγγειλε αρχικά το σχέδιό της να εφαρμόσει την τεχνολογία RFID στην αλυσίδα εφοδιασμού της μέχρι τον Ιανουάριο του 2005. Αυτό αιφνιδίασε πολλούς από τους προμηθευτές. Αν και τα σχέδια οραματίζονταν την συμμόρφωση των κορυφαίων 100 προμηθευτών, τελικά 129 μπήκαν σε αυτή την διαδικασία, φοβούμενοι να “μείνουν πίσω”.

Τον Νοέμβριο του 2003, η Wal-Mart για άλλη μια φορά δήλωσε τις απαιτήσεις της. Τα εξής εξηγήθηκαν ρητά:

- Τι θα ήταν το EPC (ηλεκτρονικός κώδικας προϊόντων),
- Ποια κατηγορία chip θα δέχονταν, και
- Ποια κέντρα διανομής θα άρχιζαν τις παραδόσεις RFID.

Πολλά συνέβησαν από τότε.

Στους προμηθευτές της, η Wal-Mart έχει διατυπώσει την απαίτηση των 96-bit EPC με έναν Global Trade Identification (Αναγνώριση Παγκόσμιου Εμπορίου) αριθμό, ο οποίος είναι ένα διεθνές πρότυπο. Οι ετικέτες αναμένονται να λειτουργήσουν στο UHF φάσμα (868 MHz έως 956 MHz) και θα είναι επί τόπου προγραμματιζόμενες. Το σχέδιο είναι να τυποποιηθεί η Κατηγορία 1 Έκδοση 2 της προδιαγραφής EPC.

Αυτή τη στιγμή η Wal-Mart ανιχνεύει ήδη παρτίδες και κιβώτια από τους προμηθευτές που έρχονται σε ένα κέντρο διανομής. Το σχέδιο είναι να επεκταθεί σε άλλους προμηθευτές σύντομα και να ξεδιπλωθεί η τεχνολογία περιφερειακά στις ΗΠΑ. Ο τελικός σκοπός είναι να παρακολουθούνται όλες οι παρτίδες, και τα κιβώτια όλων των προϊόντων από όλους τους Αμερικανούς προμηθευτές.

Η Wal-Mart θα επεκτείνει έπειτα την τεχνολογία διεθνώς. Η αυξανόμενη ζήτηση έκανε ήδη τους Manhattan Associates να εργαστούν πάνω στο νέο λογισμικό που θα επιτρέψει στις επιχειρήσεις να συνδέουν την τεχνολογία RFID με το σύστημα διαχείρισης αποθηκών, σε όλες τις πλατφόρμες. Η Wal-Mart ονειρεύεται την επίτευξη μιας ανόθευτης, χωρίς λάθη, διαφανούς αλυσίδας εφοδιασμού που θα χρησιμοποιεί

RFID. Για αυτό τον λόγο, οι RFID αναγνώστες εγκαθίσταται στα κέντρα διανομής και τα καταστήματα.

Από την αρχική εμπειρία της εφαρμογής του EPC σε επίλεκτες αποθήκες και καταστήματα διανομής, υπάρχει εμπιστοσύνη ότι η ιδέα θα είναι μακροπρόθεσμα επιτυχημένη. Πειράματα με διάφορους τύπους και τοποθετήσεις ετικετών είναι εν εξελίξει για να δούμε πως επιδρούν στην αναγνωσιμότητα των διάφορων προϊόντων σε ένα μη-εργαστηριακό περιβάλλον.

Η επιχείρηση έχει εγκαταστήσει RFID αναγνώστες στις αποβάθρες λήψης των εμπορευμάτων, στο πίσω μέρος του κτιρίου, κοντά στους συμπιεστές απορριμμάτων, και μεταξύ του πίσω δωματίου και του χώρου πωλήσεων. Τα αγαθά που στέλνονται στα καταστήματα με τις ετικέτες RFID καταγράφονται μια φορά στην άφιξή τους. Με την απλή σάρωση των κιβωτίων είναι σε θέση να ξέρουν τι είναι μέσα χωρίς να πρέπει να ανοιχτεί τίποτα. Ακόμη και πριν από την άφιξη είναι δυνατό να είναι γνωστό που βρίσκονται τα πάντα, το οποίο βοηθά στη μείωση των απωλειών κατά τη διάρκεια της αποστολής. Οι ετικέτες διαβάζονται πάλι προτού να παρουσιαστούν στο χώρο πωλήσεων, εν τούτοις κανένας αναγνώστης δεν εγκαθίσταται στο σημείο πωλήσεων. Διαβάζονται τελικά σε έναν χώρο συγκέντρωσης κιβωτίων αφότου όλα τα αντικείμενα του κιβωτίου έχουν τοποθετηθεί στα ράφια του καταστήματος.

Το λογισμικό ελέγχει τα διαφορετικά αντικείμενα που πουλήθηκαν στους πελάτες και τον αριθμό των κιβωτίων που τοποθετήθηκαν στο χώρο πωλήσεων. Αυτό παράγει τις πληροφορίες για τα ποια αντικείμενα θα εξαντληθούν σύντομα από τα ράφια. Αυτόματα, σχεδόν αμέσως, παράγεται μια λίστα των στοιχείων που πρέπει να επιλεχθούν από το πίσω δωμάτιο για να ξαναγεμιστούν τα ράφια του καταστήματος.

Για να μειώσει το χρονικό διάστημα που ξοδεύεται στο πίσω δωμάτιο η Wal-Mart έχει αναπτύξει έναν φορητό RFID αναγνώστη. Αυτός ενεργεί ως ένα είδος μετρητή Geiger που ηχεί όταν ένας εργαζόμενος πλησιάζει στο αντικείμενο που πρέπει να συλλέξει.

Η Wal-Mart έχει καθιερώσει επίσης ένα επιπλέον δίκτυο συνδέσεων με όλους τους προμηθευτές της. Αυτό επιτρέπει σε αυτούς να μοιραστούν δεδομένα από όλα τα σημεία ανάγνωσης των RFID με τους προμηθευτές τους. Όταν ένα κιβώτιο μεταφέρεται στο χώρο πωλήσεων, η κατάσταση διαβάζει “Q τίθεται στα ράφια”, όταν τοποθετείται στο συμπιεστή απορριμμάτων η κατάσταση αλλάζει σε “Q στο ράφι”. Κατά συνέπεια μέσα σε 30 λεπτά οι προμηθευτές ενημερώνονται για τη μετακίνηση και τη θέση των αγαθών τους. Οι προμηθευτές μαθαίνουν επίσης πώς να ταιριάξουν τις ετικέτες με τα προϊόντα και που να τοποθετήσουν τις ετικέτες για βέλτιστη αναγνωσιμότητα. Αυτή η αρχική εμπειρία θα τους κρατήσει μπροστά από τους ανταγωνιστές τους.

2.5.3. Η περίπτωση της Metro Group

Η επιχείρηση εν συντομία

Με πωλήσεις 56,5 δισεκατομμυρίων ευρώ το 2004, η Metro Group είναι ο τρίτος μεγαλύτερος λιανοπωλητής παγκοσμίως που απασχολεί περισσότερο από 540.000 προσωπικό σε 30 χώρες. Η λειτουργούσα επιχείρηση της Metro Group διαιρείται σε έξι τμήματα πωλήσεων που ενεργούν ανεξάρτητα στην αγορά με ανεξάρτητες εμπορικές μάρκες και συγκεκριμένες ιδέες πωλήσεων: (1) ‘Metro/Makro Cash &

Carry', η παγκοσμίως πρωτοπόρος στην αγορά στην αυτοεξυπηρέτηση επί της χονδρικής πώλησης, (2) 'Real hypermarkets', (3) 'Extra supermarkets', (4) 'Media Market' and 'Saturn', τα κύρια ηλεκτρονικά κέντρα καταναλωτών στην Ευρώπη, (5) 'Praktiker', στη βελτίωση σπιτιών και τα DIY (Do It Yourself) κέντρα, και (6) τα πολυκαταστήματα 'Galeria Kaufhof'. Οι αποκαλούμενες διατμηματικές εταιρίες υπηρεσιών παρέχουν υπηρεσίες σε όλα τα τμήματα πωλήσεων σε ολόκληρη την εταιρία, όπως την προμήθεια, τις διοικητικές μέριμνες, τις IT (Information Technologies), τη διαφήμιση, τη χρηματοδότηση, την ασφάλεια, την τροφοδοσία, και την ακίνητη περιουσία. Συνολικά, η Metro Group πραγματοποιεί το μισό από τον κύκλο εργασιών της στη λιανική πώληση τροφίμων.

Έναρξη προγράμματος

Το 2002 η Metro Group μαζί με διάφορους σημαντικούς συνεργάτες της βιομηχανίας προώθησε την πρωτοβουλία του Future Store (FS). Από την αρχή, το FSI είχε το όραμα να εισάγει και να ενσωματώσει ένα σύνολο υπερσύγχρονων τεχνολογιών σε ένα πραγματικό supermarket, το 'Future Store', το οποίο βασίζεται σε ένα από τα θεμελιώδη supermarkets που ανήκουν στο δίαυλο διανομής της Metro Group. Το Future Store βρίσκεται στη μικρή πόλη Rheinberg στη Γερμανία. Από τον Απρίλιο του 2003, στο Future Store, η Metro Group εξετάζει την πρώτη εφαρμογή της τεχνολογίας RFID παγκοσμίως, υπό πραγματικές συνθήκες, συμπεριλαμβανομένων ακόμη και δοκιμών στο επίπεδο τεμαχίων. Για να αυξήσουν την επιτευξιμότητα και για να μοιράσουν το κόστος μεταξύ των συνεργατών στην αλυσίδα αξιών, οι ετικέτες προετοιμάζονται από τους κατασκευαστές εμπορικών μαρκών (π.χ. Kraft, P&G, και η Gillette) και έπειτα τοποθετούνται στα αντικείμενα από την Metro Group στο Future Store.

Εφαρμογές βασισμένες στα RFID

Η ανάμιξη πολυάριθμων κατασκευαστικών συνεργατών που συνδυάζονται με διαφορετικές κατηγορίες προϊόντων και εφαρμογών στο εργοστάσιο, την αποθήκη εμπορευμάτων, το κέντρο διανομής, τον χώρο αποθεμάτων, και τα ράφια παρέχει ίσως την περιεκτικότερη εικόνα για το πώς η χρήση RFID σε παρτίδες και κιβώτια θα επιδράσει στην υποδομή, τις διαδικασίες, και τις σχέσεις σε μια λιανική διαδικασία, ακόμα κι αν τα RFID στις συσκευασίες μεταφορών είναι περιορισμένα στο περιβάλλον του Future Store.

Περαιτέρω, η τοποθέτηση RFID ετικετών στο επίπεδο τεμαχίου εξετάζεται για πρώτη φορά υπό πραγματικές συνθήκες για επιλεγμένα προϊόντα στο Future Store: το τυρί κρέμας 'Philadelphia' (Kraft Food), το σαμπουάν 'Pantene' (Procter & Gamble), και οι λεπίδες ξυραφιών 'Mach 3 Turbo' (Gillette). Τα αντίστοιχα έξυπνα ράφια είναι εξοπλισμένα με αναγνώστες που ενημερώνουν το προσωπικό του Future Store πότε πρέπει να ξαναγεμιστούν τα ράφια.

Ερευνώντας μια πρόσθετη εφαρμογή των RFID στο επίπεδο τεμαχίων, η Gillette πειραματίζεται με τις ετικέτες RFID για αντικλεπτική προστασία. Η Kraft Food θέλει να αποκτήσει εμπειρία με τη διαχείριση των ημερομηνιών λήξης και των ζητημάτων έλλειψης αποθεμάτων, και η Procter & Gamble κάνει δοκιμές σε καινοτόμες ιδέες marketing. Όλες τους στόχευσαν στην επανάκτηση περισσότερου ελέγχου κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού. Οι πρόσθετες ετικέτες στα CD, DVD, και τα βίντεο

όχι μόνο επιτρέπουν στους πελάτες να δουν τα trailer ορισμένων ταινιών και να ακούσουν δείγματα από CD μουσικής, αλλά εξυπηρετούν και για την πρόληψη κλοπής και έχουν μια λειτουργία παρόμοια με αυτήν των συμβατικών συσκευών 'Ηλεκτρονικής Επιτήρησης Αντικειμένων' (EAS).

Ακόμα κι αν, η γενική επέκταση και προώθηση της τοποθέτησης ετικετών σε επίπεδο τεμαχίων δεν αναμένεται να πραγματοποιηθεί πριν από το 2009, επιλεγμένες εφαρμογές στην περιοχή ελέγχου των τελικών καταναλωτών, που θα αυξήσουν τη ζήτηση των πελατών και θα δημιουργήσουν έτσι μια επίδραση έλξης, μπορούν να απεικονιστούν:

Ένα "ευφύες ψυγείο" θα μπορούσε να ενημερώσει τον ιδιοκτήτη του πότε ένα κουτί γάλα με RFID ετικέτα είναι έτοιμο να αδειάσει ή πλησιάζει την ημερομηνία λήξης του. Ένα τέτοιο ψυγείο θα μπορούσε πιθανώς να στείλει τέτοια μηνύματα άμεσα στο πωλητή, ζητώντας με αυτόν τον τρόπο ανεφοδιασμό.

Ένα "ευφύες πλυντήριο" θα μπορούσε ενδεχομένως να διαβάσει τις ετικέτες στα ρούχα και να αρχίσει αυτόματα το σωστό πρόγραμμα πλύσης. Θα μπορούσε ακόμη και να ειδοποιήσει τον ιδιοκτήτη όταν κανένα κατάλληλο πρόγραμμα πλύσης δεν είναι δυνατό, όπως όταν δεν πρέπει να πλυθούν από κοινού κάποια ρούχα.

2.5.4. Το Ιταλικό πείραμα 13 εμπορικών επιχειρήσεων

Το συγκεκριμένο πείραμα έλαβε χώρα στην Ιταλία και συγκεκριμένα στην Πάρμα που κατάφερε να πετύχει ένα πιλοτικό πρόγραμμα, συντονισμού δικτύων και εφαρμογής της τεχνολογίας RFID για ένα σύνολο επιχειρήσεων που έχουν διαφορετικό χαρακτήρα (1) βιομηχανικός κατασκευαστής, 2 3PL providers, 10 εμπορικές επιχειρήσεις). Μιλώντας σε ένα πολυπληθές ακροατήριο, για τα επίπεδα μιας μικρής ιταλικής πόλης όπως η Πάρμα, ο καθηγητής κ. Antonio Rizzi, εξήγησε την φιλοσοφία του πειράματος, που αποτελεί το πρώτο ολοκληρωμένο πιλοτικό πρόγραμμα για εταιρικές εφαρμογές RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Σε γενικές γραμμές το πρόγραμμα έχει ως στόχο να αξιοποιήσει στο μέγιστο βαθμό τις δυνατότητες του RFID και του καινοτόμου EPC (Electronic Product Code) Network, στην διαδικασία της αλυσίδας εφοδιασμού από το αρχικό στάδιο της παραγωγής έως τον τελικό καταναλωτή, ιδιαιτέρως σε ευαίσθητα προϊόντα με "δύσκολες" εφοδιαστικές αλυσίδες, όπως τα τρόφιμα, πετυχαίνοντας πλήρη διαφάνεια και ιχνηλασιμότητα. Στο πρόγραμμα συμμετέχουν η βιομηχανία παραγωγής αλλαντικών και τυροκομικών προϊόντων Parmacotto, οι εταιρείες logistics, Cecchi Logistica Integrata και Number1, η εταιρεία τυποποίησης Goglio και αρκετοί retailers, όπως οι Danone, Parmalat, Lavazza, Nestle, Carapelli, Chiesi, Grandi Salumifici Italiani, Auchan και Conad (οι δύο τελευταίες αποτελούν τις δύο μεγαλύτερες αλυσίδες σούπερ μάρκετ στην βόρεια Ιταλία). Η δομή του προγράμματος έχει αρκετά απλοποιημένα- ως εξής: Τα προϊόντα της Parmacotto, με την βοήθεια των ειδικών συσκευασιών της Goglio, ετικετοποιούνται (με ειδικά RFID tags), σκανάρονται ηλεκτρονικά, και φεύγουν από τα loading dock(LD) της βιομηχανίας με τα φορτηγά των δύο 3PL providers, τα οποία είναι επίσης εφοδιασμένα με RFID readers, ώστε να παρακολουθείται καθ' όλη την διάρκεια της μεταφοράς και μεταφόρτωσης η κατάσταση των αγαθών (θερμοκρασία, επίπεδα υγρασίας, ειδικές συνθήκες παράλληλης φόρτωσης). Κατόπιν, φθάνουν στις

αποθήκες των retailers -κυρίως της Auchan-, όπου διατηρούνται για μικρό χρονικό διάστημα, προτού μεταφορτωθούν προς τον τελικό προορισμό τους, τα καταστήματα λιανικής. Και εκεί, στους αποθηκευτικούς χώρους των retailers δηλαδή, υπάρχουν εγκατεστημένοι RFID readers, που πιστοποιούν τα στοιχεία των tags, για την καλύτερη σήμανση των προϊόντων.

Τα οφέλη

Κατά την διάρκεια του event στο πανεπιστήμιο της Πάρμα, οι επικεφαλής των δύο Κέντρων Ερευνών (της Πάρμα και του Αρκάνσας), διευκρίνισαν πως το σημαντικό στοιχείο σε όλη αυτή τη διαδικασία δεν είναι η λειτουργία του συστήματος RFID απλώς και μόνο για να κατανοήσουν οι εμπλεκόμενες εταιρείες τα οφέλη του trace and track, αλλά η προστιθέμενη αξία που αποκομίζουν οι εταιρείες από την διάχυση των πληροφοριών μέσω των RFID tags, στο δίκτυο network που τις συνδέει και από το οποίο έχουν όλες κοινή πληροφόρηση σε real time. Το ζήτημα, όπως τέθηκε και αργότερα κατά την διάρκεια της στρογγυλής τράπεζας που πραγματοποιήθηκε στην Πάρμα με τις συμμετοχές εκπροσώπων και από τις 13 εταιρείες που έχουν υιοθετήσει το πιλοτικό σύστημα, είναι η διαχείριση των πληροφοριών που πηγάζουν από τα RFID tags και διαχέονται στο EPC Network, με το οποίο, όλες οι εμπλεκόμενες εταιρείες συνδέονται. Όπως χαρακτηριστικά είπε ο εκπρόσωπος μιας εκ' των logistics providers, κ. Marco Daggeti, «το σύστημα όπως έχει εφαρμοστεί δεν έχει μόνο χρηστική αξία για τα στοιχεία της μεταφοράς και τις συνθήκες του μεταφερόμενου φορτίου, αλλά αποτελεί στοιχείο επιχειρησιακής αξίας για όλη την αλυσίδα εφοδιασμού, καθώς με όλους τους εμπλεκόμενους μοιραζόμαστε πληροφορίες που αφενός μας απλοποιούν τις διαδικασίες της καθημερινής δουλειάς, αφετέρου μειώνουν τα προβλήματα, άρα αυξάνουν τα τελικά περιθώρια κέρδους».

RFID σε πραγματικές συνθήκες

Όσον αφορά στην υλοποίηση του project, όπως εξήγησε ο κ. Rizzi, και οι 13 συμμετέχουσες εταιρείες πέρασαν τρεις διαφορετικές φάσεις know-how που αφορούσαν:

α) φάση σχεδιασμού, β) φάση πειραματισμού, γ) φάση εφαρμογής.

Όλες οι εμπλεκόμενες εταιρείες, συνδέθηκαν τεχνολογικά με το τεχνολογικό πακέτο Oracle SOA suite, το Oracle Fusion Middleware και αξιοποίησαν πλήρως τις δυνατότητες που δίνει η συγκεκριμένη τεχνολογική πλατφόρμα, ούτως ώστε να μοιράζονται από κοινού τις πληροφορίες που ο RFID reader “διάβαζε” από κάθε ξεχωριστό tag, κάθε ιδιαίτερης παλέτας, ή κάθε ξεχωριστού πακέτου συσκευασμένου προϊόντος που βρισκόταν μέσα σε συγκεκριμένο κιβώτιο και σε καθορισμένη παλέτα. Τα στοιχεία αυτά, από την παραγωγή, την ετικετοποίηση, την αποθήκευση, το picking, την μεταφόρτωση, την διανομή έως την παράδοση στο ράφι, τα συνδιαχειρίζονταν (ή τουλάχιστον είχαν πρόσβαση σε αυτά) όλες οι εμπλεκόμενες εταιρείες. Μάλιστα, προκειμένου να ελέγχεται η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής, δημιουργήθηκε ένα ειδικό ηλεκτρονικό αρχείο dashboard, στο οποίο είχαν πρόσβαση όλοι οι συμμετέχοντες και το οποίο εξυπηρετούσε τον ρόλο “εργαλείου” benchmarking, μέτρησης δηλαδή, της απόδοσης της εφαρμογής. Οι πληροφορίες, λοιπόν, αναμεταδίδονταν σε όλους και μάλιστα σε πραγματικό χρόνο, κάτι που σύμφωνα με τους ίδιους τους retailers βοήθησε, ούτως ώστε πιθανά προβλήματα

που παρουσιάστηκαν να λυθούν γρήγορα και μάλιστα σε real time. Όπως εξήγησε ο κ. M. Lucetti, εξ' ονόματος όλων των retailers που συμμετέχουν στο πιλοτικό πρόγραμμα, όλη αυτή η διαδικασία είχε πρακτικά αποτελέσματα για όλους τους εμπλεκόμενους καθώς:

α) η κατασκευάστρια βιομηχανία Parmacotto είχε “σημάνει” (tagged) όλα της τα προσυσκευασμένα προϊόντα, δεσμευόμενη προς τους τελικούς καταναλωτές της για την ποιότητα του αρχικά παραγόμενου προϊόντος, β) η συσκευάστρια εταιρεία, προσθέτει νέα στοιχεία στο tag και την βάση δεδομένων και πιστοποιεί προς τους πελάτες της την ποιότητα των υπηρεσιών της, γ) οι εταιρείες Logistics λόγω του πλήθους των πληροφοριών που διαθέτουν έχουν την δυνατότητα, αφενός για ελαχιστοποίηση χαμένων παραγγελιών και δρομολογίων, αφετέρου για διατήρηση των συνθηκών μεταφοράς των αγαθών σε άριστα επίπεδα και δ) οι retailers που παραλαμβάνουν το προϊόν και το τοποθετούν από τις δικές τους αποθήκες στο ράφι, μπορούν να γνωρίζουν με βάση τις πληροφορίες του tag, σε τι κατάσταση βρίσκεται το προϊόν από το πρώτο στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας έως την παράδοση σε αυτούς και εν τέλει, ε) ο τελικός καταναλωτής μπορεί να λάβει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για όλο το φάσμα της “ζωής” του συσκευασμένου τροφίμου που καλείται να αγοράσει.

Τα αποτελέσματα της μελέτης σκοπιμότητας

Το πιλοτικό αυτό πρόγραμμα, καθ' όλη την διάρκεια εφαρμογής του από το 2007 που ξεκίνησε έως και σήμερα που έγινε η επίσημη παρουσίασή του, με τους επικεφαλής του RFID Lab Universita di Parma να δηλώνουν ότι το project είναι έτοιμο να περάσει στη β' φάση ωρίμανσής του, υπήρξε αντικείμενο ποσοτικής και ποιοτικής μέτρησης. Συγκεκριμένα, η μελέτη σκοπιμότητας που διενεργήθηκε, απέδειξε πως παρά το γεγονός ότι ουσιαστικά τα στοιχεία που διαχέονταν στο EPC Network θα μπορούσαν να αφορούν μόνο την κατασκευάστρια εταιρεία (σ.σ. Parmacotto) και τον τελικό αποδέκτη σούπερ-μάρκετ (π.χ. Auchan), στην πραγματικότητα η διάχυση των πληροφοριών και η από κοινού διαχείρισή τους με όλους τους εμπλεκόμενους κρίκους της αλυσίδας εφοδιασμού, έφερε θετικά, και μετρήσιμα, αποτελέσματα για όλους.

Για παράδειγμα, αυξήθηκε θεαματικά το ποσοστό των προϊόντων που ελέγχονταν κατά την έξοδό τους από τις κεντρικές αποθήκες της Parmacotto, φτάνοντας το 99%. Η πληροφορία για την ιχνηλασιμότητα του προϊόντος ανά κιβώτιο, ανά συσκευασία κ.λπ. άγγιξε το 85%. Κατά την διάρκεια του picking και της μεταφόρτωσης, κερδήθηκαν 9,5 λεπτά χρόνου χειρονακτικής εργασίας ανά ώρα, αριθμός που μεταφράζεται σε 13,5% βελτίωση της συνολικής αποδοτικότητας των εργαζομένων. Μηδενίστηκαν οι χαμένες παραγγελίες και δρομολόγια από τους 3PLs. Το ποσοστό του συνολικού cost saving υπολογίστηκε σε 33% για τον παραγωγό (σε ένα χρόνο λειτουργίας) και σε 50%-55% για

τους retailers. Λόγω του ότι το κόστος της εγκατάστασης (RFID tags για κάθε ένα ξεχωριστό συσκευασμένο προϊόν, RFID Readers, εγκατάσταση λειτουργικού συστήματος κ.λπ.) είναι σχετικά μεγάλο, η πρώτη ερώτηση που θα έκανε ο οποιοσδήποτε επιχειρηματίας, είναι «υπάρχει επιστροφή της επένδυσης;». Σύμφωνα λοιπόν με την μελέτη σκοπιμότητας που διενήργησε το Lab Universita di Parma, το ROI για τον κατασκευαστή σε ένα χρονικό διάστημα 1,7 ετών (σχεδόν δύο ετών

δηλαδή), κυμαίνεται μεταξύ 65,20% - 75,23%. Το ROI για τον 3PL μετρήθηκε σε μια κλίμακα μεταξύ 45,17% -155,37%, ενώ για τους retailers τα νούμερα είναι ενδεικτικά: 59,87% - 195,53%.

Οφέλη του Project στην Εφοδιαστική Αλυσίδα

- Ελαχιστοποίηση χειρονακτικής εργασίας με barcode scanners.
- Περιορισμός του χρόνου που απαιτείται για την διόρθωση λαθών προτού τα αγαθά φύγουν από τις κεντρικές αποθήκες του κατασκευαστή.
- Βελτίωση της επιχειρησιακής ορατότητας από την στιγμή της παραγγελίας έως την στιγμή παράδοσης.
- Έλεγχος των παραγγελιοληψιών.
- Ηλεκτρονική ειδοποίηση σε περίπτωση απώλειας αγαθών, ελλείψεων στο stock, άδειας αποθήκης.
- Αυτόματη επιβεβαίωση παραλαβής με δυνατότητα υπηρεσιών φωνής (invoicing systems).
- Αυτόματες ηλεκτρονικές ειδοποιήσεις όταν το προϊόν ελαχιστοποιείται ποσοτικά στο ράφι του retailer.
- Έλεγχος της διαδικασίας και του χρόνου της εφοδιαστικής αλυσίδας για βελτίωση του συγχρονισμού μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών.

2.6. RFID ή barcode στην εφοδιαστική αλυσίδα;

Η σημερινή τεχνολογία RFID μπορεί άμεσα να επιφέρει με σχετικά οικονομικό τρόπο μεγάλες μειώσεις κόστους στα περισσότερα κομβικά σημεία της εφοδιαστικής αλυσίδας και έχει ήδη καταστήσει τα barcodes συγκριτικά ασύμφορα σε επίπεδο απόσβεσης της επένδυσης (Return on Investment - ROI) για πολλές πλατιά διαδεδομένες εφαρμογές.

Σαν κατακλείδα λοιπόν αυτού του κεφαλαίου, θελήσαμε να παρουσιάσουμε με την μορφή ενός πίνακα, την σύγκριση μεταξύ RFID και barcode με φόντο την εφοδιαστική αλυσίδα.

Ιδιότητα	Barcodes	RFID	Παρατηρήσεις
Απαίτηση οπτικής επαφής	Ναι	Όχι	Τα αντικείμενα αναγνωρίζονται όπως και εάν μετακινούνται, χωρίς ιδιαίτερο προσανατολισμό
Αριθμός αντικειμένων	Ένα κάθε φορά	Πολλά ταυτόχρονα	Αναγνώριση και καταγραφή του περιεχομένου μιας ολόκληρης αποθήκης σε δευτερόλεπτα
Αυτοματισμός & ακρίβεια διαδικασίας	Απαιτείται ορθός ανθρώπινος χειρισμός	Πλήρως αυτόματα και ακριβής αναγνώριση	Γρήγορος και αλάνθαστος εντοπισμός και μέτρηση αντικειμένων, χωρίς περιθώρια τυχαίου ή μη λάθους
Ανθεκτικότητα & στιβαρότητα	Μέτρια	Μεγάλη	Μεγάλη αντοχή, σωστή και αξιόπιστη λειτουργία κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες
Χωρητικότητα δεδομένων	Μικρή	Μεγάλη	Μία ετικέτα μπορεί να χωρέσει π.χ. όλη την απογραφή ενός container
Μεταφορά δεδομένων	Μόνο ανάγνωση	Ανάγνωση, διόρθωση, γραφή	Προσθήκη, μεταβολή στοιχείων σε κάθε στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας – πλήρης τήρηση ιχνηλασιμότητας

Εικόνα 31: Σύγκριση τεχνολογίας RFID με τα barcodes

3. Μέρος III-Εφαρμογή: Ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος συνεχούς παρακολούθησης των σταδίων της εφοδιαστικής αλυσίδας με τη χρήση RFID

3.1. Σκοπός της εφαρμογής

Στόχος της εφαρμογής είναι η αναπαράσταση ενός πληροφοριακού συστήματος το οποίο αφού διαβάσει τα στοιχεία μιας παραγγελίας μας ενημερώνει ανά πάσα ώρα και στιγμή σε ποιο στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας βρίσκεται. Μπορούμε, στο μέτρο που καταστεί δυνατόν , να αναπαραστήσουμε τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας τα οποία περνάει ένα είδος πριν φτάσει στο κατάστημα λιανικής. Τα tags και το πρόγραμμα διαχείρισης αυτών παρασχεθήκαν από το EAITY –Ερευνητική Ομάδα 3. Παρόμοια συστήματα έχουν πολλές μεταφορικές εταιρίες τα οποία πληροφορούν τους πελάτες για την τοποθεσία της παραγγελίας τους. Βεβαία για να υλοποιηθεί η εφαρμογή έπρεπε να προηγηθεί η μελέτη άλλων εφαρμογών RFID και των φυσικών νόμων που εκμεταλλεύεται η συγκεκριμένη τεχνολογία. Μόνο έτσι μπορεί καταστεί δυνατή η υλοποίηση της εφαρμογής από μας.

3.2. Τεχνολογίες-πλατφόρμες που επιλέχθηκαν

Σε αυτή την εργασία επιλέχθηκαν μόνο προγράμματα ελεύθερου λογισμικού . Ο λόγος είναι ότι αυτή η προσπάθεια υλοποίησης έχει ως σκοπό την ανάδειξη των πλεονεκτημάτων της χρήσης ελεύθερου λογισμικού. Το λειτουργικό σύστημα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το ubuntu , μια διανομή linux, το οποίο έχει στο repository όλες τις εφαρμογές που χρειάστηκαν για την δημιουργία αυτής της εφαρμογής. Το περιβάλλον ανάπτυξης που επιλέχθηκε έχει σαν βάση του έναν “web-server” (εξυπηρετητής-διακομιστής δικτύου) που θα μας παρέχει το πρόγραμμα Apache web server με PHP και μια βάση δεδομένων SQL.

Πολλές εταιρίες χρεώνουν τη χρήση των προγραμμάτων τους και δεν επιτρέπουν την πρόσβαση στον πηγαίο κώδικα, το κείμενο δηλαδή που χρησιμοποίησαν με την ακολουθία εντολών και οδηγιών. Υπάρχει και η περίπτωση, η χρήση διαφόρων προγραμμάτων να είναι δωρεάν, αλλά δεν επιτρέπεται η πρόσβαση στον πηγαίο κώδικα. Συνήθως υπάρχουν κατοχυρωμένες πατέντες και άδειες χρήσης με περιοριστικούς όρους για τον χρήστη. Η πολιτική αυτή βέβαια είναι αναφαίρετο δικαίωμά τους, εμποδίζει όμως τη διάδοση της γνώσης και του ψηφιακού περιεχομένου που παράγεται κυρίως στο διαδίκτυο.

Στον αντίποδα, ομάδες προγραμματιστών μοιράζονται τον πηγαίο κώδικα και επιτρέπουν έτσι την ταχύτερη διόρθωση σφαλμάτων, την παραμετροποίηση και περαιτέρω βελτίωση του λογισμικού που παράγεται. Στις ομάδες αυτές κύριο λόγο διαδραματίζουν οι απλοί χρήστες, οι οποίοι καθορίζουν και την εξέλιξη ενός προγράμματος ως την τελική του μορφή. Η εξάπλωση του διαδικτύου εκτίναξε και τη συγκεκριμένη μεθοδολογία ανάπτυξης λογισμικού με την εθελοντική προσφορά προγραμματιστών, μεταφραστών και χρηστών που δοκιμάζουν τα προγράμματα, εντοπίζουν σφάλματα, προτείνουν νέες δυνατότητες και υποστηρίζουν νέους

χρήστες. Η συνεργατική αυτή συμπεριφορά προσφέρεται κυρίως εθελοντικά ή με τη χορηγία και υποστήριξη μεγάλων εταιρειών/ιδρυμάτων του χώρου στο διαδίκτυο.

Το λειτουργικό σύστημα LINUX, η σουίτα γραφείου OpenOffice, Ο περιηγητής δικτύου Firefox, η εφαρμογή αναπαραγωγής και ροής πολυμέσων VLC (VideoLAN) είναι μερικά παραδείγματα μεταξύ χιλιάδων εφαρμογών και λύσεων.

Η εξοικείωση ενός νέου χρήστη με τον κόσμο της πληροφορικής είναι πολύ ευκολότερη. Δεν χρειάζεται στα πρώτα του βήματα να μάθει τι είναι ασφάλεια στο διαδίκτυο, τείχος προστασίας, ιοί υπολογιστών, πως "σπάμε" ένα πρόγραμμα για να το μάθουμε. Το λειτουργικό σύστημα LINUX είναι ασφαλέστατο, ταχύτατο, σταθερότατο και συνοδεύεται από χιλιάδες διαθέσιμες ελεύθερες εφαρμογές για κάθε χρήση, διαθέσιμες με ένα "κλικ" για εγκατάσταση από το διαδίκτυο. Απαιτεί επίσης λιγότερους πόρους συστήματος για να λειτουργήσει και είναι φιλικότερο στο περιβάλλον με έξυπνη διαχείριση ενέργειας, συγκρινόμενο με αντίστοιχες εμπορικές λύσεις. Πολλοί επαγγελματίες του χώρου το εμπιστεύονται σε συστήματα υψηλής διαθεσιμότητας. Η μηχανή αναζήτησης google διαθέτει 70.000 Η/Υ με LINUX για την αναζήτηση πληροφοριών σε τεράστιο όγκο δεδομένων. Επίσης η πλειοψηφία των εξυπηρετητών στο διαδίκτυο (web, mail, stream servers) "τρέχει" ανοιχτό λογισμικό. Όμως, ορισμένοι επαγγελματικοί κλάδοι στη χώρα μας (γραφίστες, παραγωγοί μουσικής), gamers των τελευταίων τίτλων, λογιστικά γραφεία ή επιχειρήσεις με εμπορικές εφαρμογές ή/και συστήματα ERP, δυστυχώς δεν θα βρουν ολοκληρωμένες αντίστοιχες λύσεις ανοιχτού λογισμικού, προς το παρόν.

3.3. Linux

Το Linux (Λίνουξ) είναι ένας πυρήνας λειτουργικού συστήματος που μοιάζει με τον πυρήνα του AT&T UNIX. Είναι μία πρωτότυπη υλοποίηση πυρήνα λειτουργικού συστήματος και δεν χρησιμοποιεί κώδικα του UNIX. Μπορεί να θεωρηθεί κλώνος του UNIX, αφού διαθέτει τις περισσότερες εντολές του, ενώ η φιλοσοφία της σχεδίασής του πλησιάζει περισσότερο το UNIX από οποιοδήποτε άλλο λειτουργικό σύστημα. Το Linux αναπτύσσεται με βάση το POSIX πρότυπο, το οποίο είναι μία προσπάθεια τυποποίησης όλων των κλώνων του UNIX.

Παρ' όλο που το Linux είναι ο πυρήνας του λειτουργικού συστήματος, πολλές φορές αναφερόμαστε σε αυτό εννοώντας όλο το λειτουργικό σύστημα, που περιλαμβάνει και το περιβάλλον εργασίας, και το συνοδευτικό λογισμικό (κάτι το οποίο συνήθως οδηγεί σε παρανοήσεις).

Η ανάπτυξη του πυρήνα Linux ξεκίνησε περίπου το 1991 από τον Φινλανδό Linus Torvalds (τότε φοιτητή ακόμη), ο οποίος με βοήθεια πολλών εθελοντών προγραμματιστών (από χόμπι ή επαγγελματίες) μέσω του Internet, κατάφερε να δημιουργήσει έναν πυρήνα που ανταγωνίζεται πυρήνες λογισμικού μεγάλων εταιριών. Αρχικά είχε σαν πρότυπο το Minix, ένα άλλο λειτουργικό τύπου Unix, το οποίο είχε αναπτύξει ο Άντριου Τάνενμπουμ για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Ο τελευταίος δεν επέτρεψε την τροποποίηση και επέκταση του Minix και για το λόγο αυτό, ο Τόρβαλντς δημιούργησε εξ αρχής έναν πυρήνα για το αντικαταστήσει. Αρχικά ο πυρήνας αυτός ονομάστηκε Freax (από τους όρους free και freak, με την κατάληξη X να υποδηλώνει ένα σύστημα τύπου Unix) αλλά αργότερα έλαβε την ονομασία Linux, ένα όρο που επινόησε ο Άρι Λέμκε (Ari Lemmke).

Σήμερα το Linux παρέχει όλα όσα θεωρούνται αναγκαία για ένα σύγχρονο πυρήνα λειτουργικού, όπως:

- υποστήριξη πολυεπεξεργαστικών συστημάτων (SMP)
- πραγματική πολυδιεργασία
- εικονική μνήμη
- διαμοιραζόμενες βιβλιοθήκες
- σωστή διαχείριση μνήμης
- δικτύωση μέσω TCP/IP κ.α.

Ο πυρήνας Linux αρχικά σχεδιάστηκε για επεξεργαστές της οικογένειας x86 (386/486/Pentium), αλλά σήμερα τρέχει σε πολύ μεγάλη ποικιλία επεξεργαστών, όπως οι Alpha (64 bit), οι Motorola 68000 (Amiga), PowerPC, MIPS κ.α.

Αν και η προσπάθεια δημιουργίας του Linux πυρήνα άρχισε το 1990, η δημιουργία ενός ελεύθερου λειτουργικού συστήματος χωρίς περιορισμούς στον τελικό χρήστη, είχε ξεκινήσει παλαιότερα από τον Ρίτσαρντ Στώλλμαν, ιδρυτή του Free Software Foundation και του GNU project. Έτσι, το Linux είχε στο ξεκίνημά του ένα ολόκληρο σύστημα να βασιστεί. Το GNU σχέδιο είχε ήδη δημιουργήσει ένα C μεταγλωττιστή (τον gcc) και μια πλειάδα υψηλής ποιότητας προγραμματιστικών εργαλείων, ενώ είχε έτοιμα προγράμματα που αντικαθιστούσαν όλα τα βασικά προγράμματα σε ένα *NIX σύστημα. Το μόνο που έλειπε ήταν ένας σταθερός πυρήνας. Έτσι το GNU βρήκε έναν πυρήνα για να λειτουργήσει, και το Linux βρήκε έτοιμη μια μεγάλη ποικιλία προγραμμάτων. (Το GNU σχέδιο συνεχίζει σήμερα και με το υπό κατασκευή λειτουργικό σύστημα, Hurd, το οποίο βασίζεται στον μικροπυρήνα Mach)(Wikipedia)

3.4. Το ubuntu

Το ubuntu linux είναι ένα λειτουργικό σύστημα με περιβάλλον εργασίας gnome. Είναι πλήρες, τεχνολογικά προηγμένο, και εύκολο στην χρήση από οποιονδήποτε. Στα αποθετήρια του ubuntu υπάρχουν διαθέσιμες κυριολεκτικά χιλιάδες εφαρμογές σχεδόν για οτιδήποτε, για επαγγελματική, επιστημονική, εκπαιδευτική, και οικιακή χρήση. Τόσο το ubuntu όσο και οι εφαρμογές του είναι Ελεύθερο Λογισμικό / Λογισμικό Ανοιχτού Κώδικα (ΕΛ/ΛΑΚ), δηλαδή διατίθενται ελεύθερα και στην Ελλάδα υποστηρίζονται από την άτυπη αλλά πολύ δραστήρια κοινότητα ubuntu-gr. Περισσότερα στο <http://www.ubuntu-gr.org>.

3.5. Java Net beans

Η Java είναι μία αντικειμενοστρεφής γλώσσα προγραμματισμού που σχεδιάστηκε από την εταιρεία πληροφορικής Sun Microsystems. Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της Java έναντι των περισσότερων άλλων γλωσσών είναι η ανεξαρτησία της από το σύστημα και την πλατφόρμα επεξεργασίας. Τα προγράμματα που είναι γραμμένα σε Java τρέχουν ακριβώς το ίδιο σε Windows, Linux, Unix και Macintosh (σύντομα θα τρέχουν και σε Playstation καθώς και σε άλλες κονσόλες παιχνιδιών) χωρίς να χρειαστεί να ξαναγίνει μεταγλώττιση (compiling) ή να αλλάξει ο πηγαίος κώδικας για κάθε διαφορετικό λειτουργικό σύστημα. Για να επιτευχθεί όμως αυτό χρειαζόταν κάποιος τρόπος έτσι ώστε τα προγράμματα γραμμένα σε Java να μπορούν να είναι «κατανοητά» από

κάθε υπολογιστή ανεξάρτητα του είδους επεξεργαστή (Intel x86, IBM, Sun SPARC, Motorola) αλλά και λειτουργικού συστήματος (Windows, Unix, Linux, BSD, MacOS). Ο λόγος είναι ότι κάθε κεντρική μονάδα επεξεργασίας κατανοεί διαφορετικό κώδικα μηχανής. Ο συμβολικός (assembly) κώδικας που εκτελείται σε Windows είναι διαφορετικός από αυτόν που εκτελείται σε έναν υπολογιστή Macintosh. Η λύση δόθηκε με την ανάπτυξη της Εικονικής Μηχανής (Virtual Machine ή VM ή EM στα ελληνικά) Στην συγκεκριμένη εργασία το πρόγραμμα δόθηκε από το EAITY.

3.6. Phidgets

Τα phidgets είναι μια από τις βιβλιοθήκες λογισμικού που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση αυτής της εφαρμογής. Χρησιμοποιούνται από την Java και αναλαμβάνουν να κάνουν την σύνδεση με το συγκεκριμένο hardware λόγω του χαμηλό επίπεδο επικοινωνίας. Αλλιώς θα μπορούσαμε να τους αποκαλέσουμε <<drivers>> της συσκευής. Γενικότερα τα Phidgets είναι ένα σύστημα διαχείρισης χαμηλού κόστους ηλεκτρονικών εξαρτημάτων και αισθητήρων, οι οποίοι ελέγχονται από έναν προσωπικό υπολογιστή. Χρησιμοποιώντας το Universal Serial Bus (USB), ως βάση για όλες τις phidgets συνδέσεις και ένα Application Programming Interface (API) το οποίο αναλαμβάνει να κάνει την πολύπλοκη σύνδεση. Με αυτόν τον τρόπο το πρόγραμμα δεν χρησιμοποιεί πληροφορίες που έρχονται από το λειτουργικό (το οποίο είναι υπεύθυνο αυτή την δουλειά) αλλά ουσιαστικά τις κατασκευάζει μόνο ώστε οι αιτήσεις να μπορούν να αναπτυχθούν στο Mac OS X, Linux, Windows CE και τα λειτουργικά συστήματα Windows.

Η χρήση τους επικεντρώνεται κυρίως στο να επιτρέψει την διερεύνηση των εναλλακτικών φυσικής αλληλεπίδρασης συστημάτων ηλεκτρονικών υπολογιστών, αλλά κυρίως έχει τεράστιες εφαρμογές στην ρομποτική, δεδομένου ότι απλοποιεί σημαντικά την PC-ρομπότ αλληλεπίδραση. Τα Phidgets είναι μια προσπάθεια που επιτρέπει την κατασκευή σύνθετων φυσικών συστημάτων από απλούστερα συστατικά. Τα Phidgets σχεδιάζονται και κατασκευάζονται από την εταιρεία phidgets.

3.7. Apache

Ο Apache HTTP γνωστός και απλά σαν Apache είναι ένας εξυπηρετητής του παγκόσμιου ιστού (web). Όποτε επισκέπτεστε ένας ιστότοπο ο πλοηγός σας επικοινωνεί με έναν διακομιστή HTTP. Ο Apache είναι ένας από τους δημοφιλέστερους, εν μέρει γιατί λειτουργεί σε διάφορες πλατφόρμες σαν τα Windows, το Linux, το Unix, και το Mac OS X. Διατηρείται τώρα από μια κοινότητα ανοιχτού κώδικα με επιτήρηση από το Ίδρυμα Λογισμικού Apache (Apache Software Foundation).

Η πρώτη του έκδοση, γνωστή ως NCSA HTTPd, δημιουργήθηκε από τον Robert McCool και κυκλοφόρησε το 1993. Θεωρείται ότι έπαιξε σημαντικό ρόλο στην αρχική επέκταση του ιστού. Ήταν η πρώτη βιώσιμη εναλλακτική επιλογή που παρουσιάστηκε απέναντι στον εξυπηρετητή http της εταιρείας Netscape και από τότε έχει εξελιχθεί στο σημείο να ανταγωνίζεται άλλους εξυπηρετητές βασισμένους στο Unix σε λειτουργικότητα και απόδοση. Από το 1996 ήταν από τους πιο δημοφιλείς όμως από τον Μάρτιο του 2006 έχει μειωθεί το ποσοστό της εγκατάστασής του κυρίως από τον Microsoft Internet Information Services και τη

πλατφόρμα .NET . Τον Οκτώβριο του 2007 το μερίδιο του ήταν 47.73% από όλους τους ιστοτόπους.(Wikipedia)

3.8. PHP

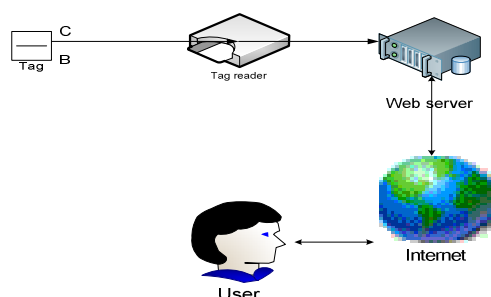
Η PHP είναι μια γλώσσα προγραμματισμού για τη δημιουργία σελίδων web με δυναμικό περιεχόμενο. Μια σελίδα PHP περνά από επεξεργασία από ένα συμβατό διακομιστή του Παγκόσμιου Ιστού (π.χ. Apache), ώστε να παραχθεί σε πραγματικό χρόνο το τελικό περιεχόμενο, που θα σταλεί στο πρόγραμμα περιήγησης των επισκεπτών σε μορφή κώδικα HTML. Η ιστορία της PHP ξεκινά από το 1995, όταν ένας φοιτητής, ο Rasmus Lerdorf δημιούργησε χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού Perl ένα απλό script με όνομα php.cgi, για προσωπική χρήση. Το script αυτό είχε σαν σκοπό να διατηρεί μια λίστα στατιστικών για τα άτομα που έβλεπαν το online βιογραφικό του σημείωμα. Αργότερα αυτό το script το διέθεσε και σε φίλους του, οι οποίοι άρχισαν να του ζητούν να προσθέσει περισσότερες δυνατότητες. Η γλώσσα τότε ονομαζόταν PHP/FI από τα αρχικά Personal Home Page/Form Interpreter. Το 1997 η PHP/FI έφθασε στην έκδοση 2.0, βασιζόμενη αυτή τη φορά στη γλώσσα C και αριθμώντας περισσότερους από 50.000 ιστότοπους που τη χρησιμοποιούσαν, ενώ αργότερα την ίδια χρονιά οι Andi Gutmans και Zeev Suraski ξαναέγραψαν τη γλώσσα από την αρχή, βασιζόμενοι όμως αρκετά στην PHP/FI 2.0. Έτσι η PHP έφθασε στην έκδοση 3.0 η οποία θύμιζε περισσότερο τη σημερινή μορφή της. Στη συνέχεια, οι Zeev και Andi δημιούργησαν την εταιρεία Zend (από τα αρχικά των ονομάτων τους), η οποία συνεχίζει μέχρι και σήμερα την ανάπτυξη και εξέλιξη της γλώσσας PHP. Ακολούθησε το 1998 η έκδοση 4 της PHP, τον Ιούλιο του 2004 διατέθηκε η έκδοση 5, ενώ αυτή τη στιγμή έχουν ήδη διατεθεί και οι πρώτες δοκιμαστικές εκδόσεις της επερχόμενης PHP 6, για οποιονδήποτε προγραμματιστή θέλει να τη χρησιμοποιήσει. Οι περισσότεροι ιστότοποι επί του παρόντος χρησιμοποιούν κυρίως τις εκδόσεις 4 και 5 της PHP.(Wikipedia).

3.9. MySQL

Το όνομα SQL προέρχεται από το Structured Query Language (Δομημένη Γλώσσα Ερωτήσεων). Αρχικά η SQL ονομαζόταν SEQUEL (από το Structured English Query Language, Γλώσσα Ερωτήσεων Δομημένων Αγγλικών) και σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε στο ερευνητικό τμήμα της IBM ως διεπαφή για ένα πειραματικό σχεσιακό σύστημα βάσεων δεδομένων που ονομαζόταν System R. Σήμερα η SQL είναι η γλώσσα πρότυπο για τα εμπορικά σχεσιακά ΣΔΒΔ. Είναι μια πλήρης γλώσσα βάσεων δεδομένων. Διαθέτει εντολές για ορισμό δεδομένων, ερωτήσεις και ενημερώσεις. Επομένως είναι ταυτόχρονα Γλώσσα Ορισμού Δεδομένων αλλά και Γλώσσα Χειρισμού Δεδομένων. (Θεμελιώδεις Αρχές Συστημάτων Βάσεων Δεδομένων) .

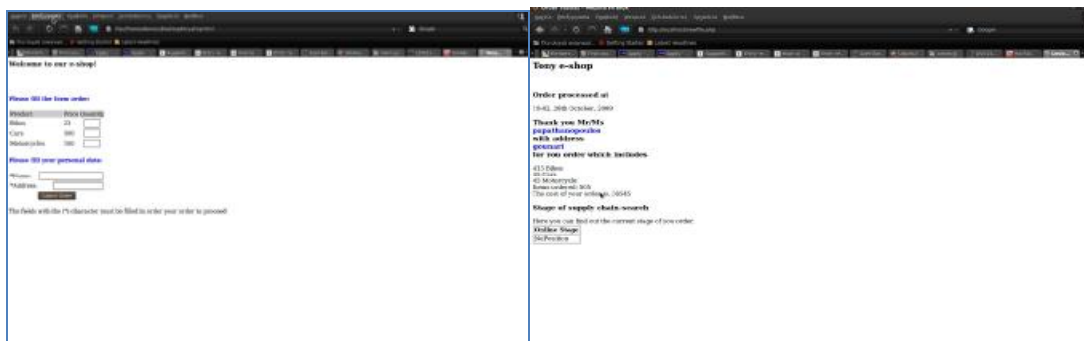
3.10. Περιγραφή συστήματος:

Ακολουθεί το πληροφοριακό διάγραμμα της εφαρμογής.



Εικόνα 32: Διάγραμμα πληροφοριακού συστήματος

Στην εφαρμογή μας χρησιμοποιήθηκαν RFID tags παρόμοια με αυτά που έχουν επιλέξει πολυάριθμες εταιρίες στον κόσμο. Λόγω περιορισμένων πόρων το σύστημα δεν δουλεύει όπως τα υπόλοιπα συστήματα που έχουν υλοποιηθεί ανά τον κόσμο. Οι υπόλοιπες εταιρίες δουλεύουν ως εξής: υπάρχει ένα tag πάνω σε κάθε προϊόν και αναλόγως από όποιο reader περάσει αυτό το reader δίνει ένα συγκεκριμένο μήνυμα στο σύστημα. Αν λοιπόν είχαμε μια μεταφορική εταιρία τα μηνύματα που θα μετέδιδαν τα reader θα ήταν το μοναδικό ID του tag και στη συνέχεια το σύστημα, αναλόγως από ποιον reader πήρε το μήνυμα θα το αντιστοιχούσε με συγκεκριμένη τοποθεσία. Η δική μας εφαρμογή- λόγω έλλειψης πόρων- δουλεύει κάπως αντίστροφα. Το ρόλο των reader έχουν αναλάβει τα tags. Δηλαδή τα tags μεταδίδουν τα ID τους το οποίο έχει αντιστοιχηθεί με συγκεκριμένο στάδιο εφοδιαστικής αλυσίδας από το λογισμικό. Το έργο αυτό αναλαμβάνει να πραγματοποιήσει το πρόγραμμα που έχει υλοποιηθεί σε Java. Δηλαδή στην αρχή εισάγουμε τα πακέτα τα οποία πραγματοποιούν την σύνδεση με το hardware στην συγκεκριμένη περίπτωση το API των rhidgets, κάνουμε ένα έλεγχο να δούμε αν πραγματοποιήθηκε η σύνδεση και προχωράμε. Στη συνέχεια το πρόγραμμα αναλαμβάνει να κάνει την διασύνδεση με την βάση χρησιμοποιώντας συγκεκριμένο πρωτόκολλο. Η βάση αποτελείται από ένα πίνακα του οποίου τα πεδία είναι το id tag (το οποίο είναι και το κλειδί της βάσης), το Stage το οποίο αντιστοιχεί στο όνομα του σταδίου παραγωγής και το Status(μια μεταβλητή binary η οποία ελέγχει για σφάλματα στο σύστημα-δηλαδή αν κάθε στιγμή το προϊόν βρίσκεται μόνο σε ένα στάδιο παραγωγής και όχι σε περισσότερα. Όλες αυτές οι διεργασίες γίνονται και αποθηκεύονται σε real time χρονική περίοδο, αυτό επιτυγχάνεται με το να τρέχει το πρόγραμμα στον server ο οποίος είναι αφιερωμένος στην παρακολούθηση της παραγωγικής αλυσίδας. Από εκεί τα δεδομένα διαβάζονται από το site, αυτό το αναλαμβάνει η rhp που μας δίνει αυτήν την δυνατότητα. Συνδέεται με την βάση και διαβάζει συνεχώς τα δεδομένα για τα tags. Με αυτόν τον τρόπο εκτυπώνει συνεχώς το στάδιο που βρίσκεται η παραγγελία μας. Το rhp script βρίσκεται και αυτό στον server μας και τρέχει συνεχώς ώστε να ενημερώνει το web site. Έτσι ο χρήστης αφού δώσει την παραγγελία του και τα στοιχεία του μπορεί να έχει πρόσβαση στα δεδομένα που αφορούν την παραγγελία του.



Εικόνα 33: Thumbnails από το web interface της προσομοίωσης

4. Μέρος IV: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Προβληματισμοί

Πολλές από τις αρχικές πιλοτικές εφαρμογές σχεδιάστηκαν με βάση υπερεκτιμημένες δυνατότητες των συστημάτων RFID. Για παράδειγμα, είχε προβλεφθεί ότι η συσκευασία της παλέτας και η καταγραφή των περιεχομένων προϊόντων από ένα σύστημα RFID θα αρκούσε για την διαδικασία της προετοιμασίας και αποστολής μιας παραγγελίας. Στην πράξη όμως, αυτό δεν είναι εφικτό: ένα σύστημα RFID δεν μπορεί ακόμα να καταγράψει αξιόπιστα τα περιεχόμενα μιας παλέτας. Στις τρέχουσες εφαρμογές, τα συστήματα RFID χρησιμοποιούνται μόνο για την επιβεβαίωση του περιεχομένου των παλετών. Η μη εκπλήρωση των υψηλών προσδοκιών οφείλεται κυρίως σε προβλήματα τεχνικής φύσεως που αναδείχθηκαν κατά την εφαρμογή της τεχνολογίας. Παρακάτω προσπαθούμε να καταγράψουμε τους προβληματισμούς-δυσκολίες σχετικά με αυτή την τεχνολογία:

Μη συμβατότητα προτύπων

Για να λειτουργήσει ένα RFID σύστημα σε μια εφοδιαστική αλυσίδα, απαιτείται όλοι οι εμπλεκόμενοι να χρησιμοποιούν κοινά πρότυπα. Όμως δεν υπάρχει ένα κοινό πρότυπο για τις ετικέτες και τους αναγνώστες και οι συχνότητες λειτουργίας διαφέρουν: υπάρχουν προϊόντα που λειτουργούν σε UHF και σε HF. Έτσι, δεν μπορεί να είναι κανείς σίγουρος ότι μια ετικέτα θα αναγνωστεί σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ακόμα και με την εισαγωγή του διεθνούς προτύπου Gen2 το 2004, η επικοινωνία μεταξύ των προϊόντων RFID παραμένει δύσκολη. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ορίσει για τις επιχειρήσεις ένα εύρος ζώνης UHF (2MHz) πολύ μικρότερο από αυτό της Αμερικής (26MHz). Από αυτή την ασυμβατότητα προκύπτουν προβλήματα ευελιξίας και κόστους: αν μια εταιρία τροφίμων που έχει επενδύσει σε τεχνολογία UHF λάβει οδηγία από κάποιον πελάτη της στο εξωτερικό να παραδίδει τις παλέτες με RFID σε HF, θα χρειαστεί να επενδύσει εκ νέου σε εξοπλισμό.

Ιδιαιτερότητες υλικών

Τα προϊόντα RFID είναι ηλεκτρομαγνητικές συσκευές. Η πληροφορία μεταφέρεται με ΗΜ κύματα, η διάδοση των οποίων εξαρτάται από παράγοντες όπως από το υλικό πάνω στο οποίο είναι προσκολλημένες οι ετικέτες, από το υλικό που παρεμβάλλεται και από την ύπαρξη ΗΜ θορύβου. Για παράδειγμα, τα μέταλλα και τα υγρά δυσχεραίνουν την επικοινωνία των ετικετών με τις κεραίες των αναγνώστων.

Δυσκολίες εγκατάστασης και λειτουργίας

Στην περίπτωση των barcodes, η προετοιμασία για μια εγκατάσταση μπορεί να περιοριστεί στην εξασφάλιση της οπτικής επαφής μεταξύ αναγνώστη και barcode και στον συνυπολογισμό της ταχύτητας με την οποία κινείται το barcode ως προς τον

αναγνώστη. Αντίθετα, στις εφαρμογές RFID απαιτείται επιτόπου επίσκεψη, δοκιμές με τα προτεινόμενα υλικά, δοκιμαστικές τοποθετήσεις εξοπλισμού (αναγνώστες, δικτύωση) και πιθανόν η διεξαγωγή μιας πιλοτικής εφαρμογής. Όσον αφορά την λειτουργία, οι ετικέτες RFID δεν είναι τόσο “ανεκτικές” στην κακομεταχείριση όσο οι ετικέτες barcodes: το τσάκισμα μιας ετικέτας RFID μπορεί να σημάνει την πλήρη καταστροφή της πληροφορίας, ενώ κάτω από τις ίδιες συνθήκες μια ετικέτα barcode παραμένει αναγνώσιμη.

Επιχειρηματικοί προβληματισμοί

Ο αρχικός σχεδιασμός της ανάπτυξης της τεχνολογίας RFID έγινε με βάση την υπόθεση ότι η ζήτηση θα μείωνε σταδιακά τα κόστη της τεχνολογίας. Όμως, οι παραπάνω τεχνικοί περιορισμοί καθυστερούν την πτώση των τιμών που απαιτείται για την ευρύτερη αποδοχή της. Ενώ η έρευνα σήμερα προσανατολίζεται στις λύσεις αυτών των τεχνικών ζητημάτων, οι Ελληνικές επιχειρήσεις που εξετάζουν το ενδεχόμενο υλοποίησης ενός συστήματος RFID προβληματίζονται κυρίως από τον παράγοντα ‘κόστος’, ο οποίος σχετίζεται με την απόκτηση και λειτουργία του απαιτούμενου εξοπλισμού.

Μη βέλτιστη σχέση κόστος/όφελος

Για εταιρίες κολοσσούς όπως η Wal-Mart, έχει αποδειχθεί ότι η διαχείριση αποθεμάτων με την χρήση RFID μπορεί να μειώσει τα κόστη διευκολύνοντας τις διαδικασίες παραλαβών και αποστολών. Για τους προμηθευτές της Wal-Mart όμως, και γενικά για όσες επιχειρήσεις τροφίμων προμηθεύουν με προϊόντα αλυσίδες λιανεμπορίου, τα οφέλη είναι λιγότερο εμφανή, ειδικά για όσες εταιρίες έχουν ήδη επενδύσει σε συστήματα barcode.

Υψηλό κόστος απόκτησης και λειτουργίας

Οι εφαρμογές RFID έχουν υψηλότερο κόστος λειτουργίας. Οι πρώτες εφαρμογές σχεδιάστηκαν με την προϋπόθεση ότι οι ετικέτες RFID θα κόστιζαν έως και 5 cents. Επτά χρόνια μετά, τα 5 cents παραμένουν ζητούμενο, ενώ το αντίστοιχο κόστος για μια ετικέτα barcode είναι 0,2 cents. Πέρα από το κόστος της ετικέτας, το RFID εμπεριέχει και το κόστος απόκτησης των πομποδεκτών. Αυτό σημαίνει ότι μια ενδεχόμενη επέκταση εφαρμογής RFID θα αυξήσει πολύ περισσότερο το συνολικό κόστος.

Κατάρτιση ανθρωπίνου δυναμικού

Η εισαγωγή ενός συστήματος RFID επιφέρει σημαντικές αλλαγές στις διαδικασίες παραλαβών, αποθήκευσης και αποστολής των προϊόντων, οι οποίες επηρεάζουν τις μέχρι τώρα καθημερινές εργασίες των εργαζομένων. Επιπλέον, είναι δυνατόν να απαιτηθεί καταρτισμένο ανθρώπινο δυναμικό. Για τη μετάβαση λοιπόν σε ένα σύστημα RFID, απαιτείται εκπαίδευση του υπάρχοντος δυναμικού και πιθανόν επένδυση σε νέο.

Απουσία οφέλους μετάβασης από barcodes σε RFID

Από την άλλη πλευρά, η ταυτοποίηση προϊόντων με χρήση barcode είναι ακριβής σε ποσοστό 99,90%. Με την χρήση RFID το ποσοστό αυτό μπορεί – υπό προϋποθέσεις – να ανέβει σε 99,99%. Αναρωτιέται κανείς εάν μία βελτίωση της τάξης του 0,09% επαρκεί για να δικαιολογήσει το κόστος της εισαγωγής μιας νέας τεχνολογίας. Πόσο μάλιστα που στην πράξη αποδεικνύεται ότι το RFID δεν είναι όσο αξιόπιστο είναι το barcode.

Υγεία

Στο πλαίσιο ερωτημάτων που τέθηκαν στο ευρωκοινοβούλιο, αναφορικά με τον τρόπο με τον οποίο θα πρέπει να χρησιμοποιούν οι εταιρείες την τεχνολογία RFID και τα πιθανώς προτεινόμενα μέτρα για την ανάπτυξη τρόπων προστασίας του απορρήτου του καταναλωτή, η Επίτροπος, αρμόδια για θέματα Κοινωνίας της Πληροφορίας και MME, κ. Viviane Reding στην απάντησή της θεωρεί "ζήτημα προτεραιότητας" την προστασία της ιδιωτικής ζωής των τελικών χρηστών και στη βάση της επιτυχούς ανάπτυξης πρωτοβουλιών που σχετίζονται με την ταυτοποίηση μέσω RFID οργάνωσε "δημόσια διαβούλευση μέσω του Διαδικτύου σχετικά με σχέδιο σύστασης για την εφαρμογή των αρχών της προστασίας της ιδιωτικής ζωής, της προστασίας των δεδομένων και της ασφάλειας των πληροφοριών στις εφαρμογές που υποστηρίζονται από την τεχνολογία RFID. Η ΕΕ δηλαδή θεωρεί ως «ζήτημα προτεραιότητας» την προστασία των προσωπικών δεδομένων των πολιτών της.

Σχετικά με τις **συνέπειες της τεχνολογίας RFID στην ανθρώπινη υγεία**, η κ. κ. Reding διευκρινίζει ότι "ορισμένοι από τους αναγνώστες RFID που είναι εγκατεστημένοι σε δοκιμαστήρια καταστημάτων εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ανάλογη με εκείνη που συνεπάγεται η χρήση ενός κινητού τηλεφώνου της τεχνολογίας GSM " .

Όσον αφορά δε την **ατρωσία των ιατροτεχνολογικών προϊόντων**, όπως βηματοδότες, μηχανήματα ακοής, από ηλεκτρομαγνητικά πεδία, αυτή διέπεται από τις τρεις βασικές οδηγίες , οι οποίες καλύπτουν την ασφάλεια των ιατροτεχνολογικών προϊόντων, μέσω μιας σειράς «βασικών απαιτήσεων» ασφάλειας και επιδόσεων, οι οποίες καλύπτουν όλες τις πτυχές της ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας (ατρωσία και ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές) των ιατροτεχνολογικών προϊόντων.

Συμπεράσματα

Αρχικά η τεχνολογία RFID προωθήθηκε ως πανάκεια για τα προβλήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Όμως, μέσα από την εμπειρία των πιλοτικών εφαρμογών στην Ελλάδα και παγκοσμίως, οι επιχειρήσεις αρχίζουν να αντιλαμβάνονται τις δυνατότητες του RFID στις πραγματικές τους διαστάσεις: η τεχνολογία, αν και διαθέτει χαρακτηριστικά που μπορούν να διευκολύνουν σε μεγάλο βαθμό τις διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας και της παραγωγής, βρίσκεται σε αρχικά στάδια ανάπτυξης και δεν έχει ξεπεράσει ακόμα βασικά τεχνικά ζητήματα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μη μαζική αποδοχή της και την διατήρηση των τιμών σε υψηλά επίπεδα. Καθώς όμως η τεχνολογία εξελίσσεται και ωριμάζει, θα διαμορφώνονται οι συνθήκες για μεγαλύτερη ζήτηση, γεγονός που σταδιακά θα επιφέρει τη ζητούμενη

απόσβεση της επένδυσης από τις επιχειρήσεις. Σε κάθε περίπτωση, οι αρχικές προσδοκίες θα αργήσουν ακόμη μερικά χρόνια για να εκπληρωθούν.

Επιπλέον η δυνατότητα να παρακολουθούνται όχι μόνο κάποια αντικείμενα, αλλά και άτομα, μέσω των RFID tags, δεν θα μπορούσε παρά να δημιουργήσει σχόλια. Πολλοί είναι αυτοί που έχουν προβληματιστεί, για παράδειγμα εξαιτίας του γεγονότος ότι η τεχνολογία RFID θα μπορούσε να γίνει εκμεταλλεύσιμη προκειμένου να εντοπιστεί η θέση ανθρώπων μέσα σε κάποιο κτήριο ή και μεγαλύτερους χώρους. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι ένα RFID tag έχει τη δυνατότητα οριστικής απενεργοποίησης, όταν πλέον δεν χρειάζεται. Αυτό για παράδειγμα συμβαίνει όταν αγοράζουμε κάποιο προϊόν από ένα κατάστημα. Ως εκ τούτου, δεν είναι εφικτό να παρακολουθήσει κάποιος τη θέση του αντικειμένου αυτού και συνεπώς και τη δική μας. Εξάλλου η απόσταση επικοινωνίας ενός RFID tag, με τον δέκτη δεν θα επέτρεπε την παρακολούθηση ενός ατόμου σε μεγάλη απόσταση. Πάντως αξίζει να θυμηθούμε ότι ανάλογες αντιδράσεις είχαν σημειωθεί και κατά την έλευση της τεχνολογίας των bar codes, ωστόσο αυτή επικράτησε παντού.

Τα συμπεράσματα μας μετά την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας ήταν ποικίλα. Με την ολοκλήρωση της εφαρμογής επιβεβαιώσαμε την ιδέα ότι ο προγραμματισμός είναι ένα ικανότατο εργαλείο για την υλοποίηση λύσεων σε πολλά προβλήματα. Η αλήθεια είναι ότι εμείς οι ίδιοι αφιερώσαμε αρκετό χρόνο να κατανοήσουμε τις βασικές έννοιες και τον τρόπο λειτουργίας του RFID καθώς όταν έγινε η ανάθεση της πτυχιακής αυτές οι έννοιες μας ήταν σχεδόν άγνωστες. Είδαμε αυτήν την πτυχιακή σαν αφορμή ώστε να ασχοληθούμε με καινούργια πράγματα που δεν ερχόμαστε σε επαφή κατά την διάρκεια της φοίτησης στο τμήμα ΕΣΠΣ. Αφού ολοκληρώσαμε την μελέτη για τα RFID αποφασίσαμε να δούμε με τα δικά μας μάτια μια πρακτική εφαρμογή σε μια ιδεατή επιχείρηση όπως αυτές που μελετήσαμε. Αυτό λειτούργησε ως καταλύτης ώστε να αποφασίσουμε μαζί με τον καθηγητή μας την υλοποίηση μιας δικής μας εφαρμογής.

Αναλυτικότερα στο πρώτο μέρος της εργασίας γνωρίσαμε τα RFID, τις έννοιες, τον τρόπο λειτουργίας, τις κατηγορίες που χωρίζονται, τα πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα τους.

Στο δεύτερο μέρος μελετήσαμε διεξοδικά τις περιπτώσεις κορυφαίων εταιριών στο κόσμο οι οποίες αποφάσισαν να υιοθετήσουν τα RFID στην παραγωγική τους διαδικασία. Αξιοσημείωτη είναι η πρόοδος σε όλους τους τομείς με την στρατηγική αυτή τους απόφαση.

Στο τρίτο μέρος παρακολουθήσαμε βήμα-βήμα την ανάπτυξη μιας εφαρμογής που χρησιμοποιεί την τεχνολογία RFID στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Το συγκεκριμένο μέρος το αντιμετωπίσαμε σαν πρόκληση για εμάς τους ίδιους. Πρόκληση επίσης στο να καταλάβουμε πως ακριβώς μπορούμε να κάνουμε το hardware (RFID-tags) μέρος ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος. Πρόκληση για εμάς τους ίδιους ώστε να χρησιμοποιήσουμε μερικά από τα πιο σύγχρονα εργαλεία σύμφωνα με την βούλησή μας. Η εφαρμογή που υλοποιήσαμε δεν μπορεί να αναδείξει σε μεγάλο βαθμό τις δυνατότητες των εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν. Σίγουρα υπάρχουν πολλές μεγαλύτερες δυνατότητες. Το βλέπουμε και εμείς οι ίδιοι στην καθημερινή μας περιήγηση στο διαδίκτυο. Μια καλή βάση όμως για περαιτέρω μελέτη είναι η βιβλιογραφία που παρατίθεται στη συνέχεια

ώστε να καταφέρει κάποιος να γίνει μέλος μιας διαρκώς αναπτυσσόμενης κοινότητας

Βιβλιογραφία

Βιβλία

Cadenhead, Rogers, Lemay, Laura, (2003), Πλήρες εγχειρίδιο της Java 2, Γκιούρδας Μ.

Ανάπτυξη Web εφαρμογών με PHP και Mysql, Γκιούρδας

Κείμενα-εργασίες-άρθρα

Phidgets, Phidgets Programming Manual, Online, Διαθέσιμο:

http://www.phidgets.com/documentation/Programming_Manual.pdf

Phidgets, Getting started with Phidgets in Java, Online, Διαθέσιμο:

http://www.phidgets.com/documentation/Tutorials/Getting_Started_Java.pdf

Php: A simple tutorial-Manual, online, Διαθέσιμο:

<http://php.net/manual/en/tutorial.php>

η-Επιχειρείν::13 απαντήσεις αποκωδικοποιούν τον όρο RFID, Online, Διαθέσιμο:

http://www.go-online.gr/ebusiness/specials/article.html?article_id=1591

How Stuff Works “How RFID Works”, Online, Διαθέσιμο

<http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/high-tech-gadgets/rfid.htm>

RFID tag, Online

<http://www.technovelgy.com/ct/Technology-Article.asp?ArtNum=50>

RFID tags, RFID Products, RFID Readers-Radio Frequency..., Online

<http://www.ti.com/rfid/>

RFID Equipment-RFID tags, Readers, Antennas, Software, Online

<http://www.therfidshop.com/>

PHP Tutorial - Find Good PHP Tutorials, Online

<http://www.developertutorials.com/tutorials/php/>

Πτυχιακή Εργασία Τίτλος: Τεχνολογίες RFID και εφαρμογές τους, Online

Ανάπτυξη ευέλικτου υποβάθρου για ενσωμάτωση RFID τεχνολογίας σε παραγωγικά συστήματα με χρήση σύγχρονων τεχνολογιών λογισμικού middleware, Online

<http://artemis.cslab.ntua.gr/Dienst/UI/1.0/Display/artemis.ntua.ece/DT2008-0019>

Διπλωματική εργασία Θέμα: “Εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στα warehouse management systems “, Online

<http://dspace.lib.uom.gr/handle/2159/3760>

Διπλωματική εργασία Θέμα: “Συστήματα Ηλεκτρονικού Ελέγχου Πρόσβασης με αυτόματη αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων, Online

<http://vivliothmmy.ee.auth.gr/199/>

BE-RFIDTechnologyBrochureGR

<http://www.trinitysystems.gr/>

Site

<http://forum.ubuntu-gr.org/>

<http://www.wikipedia.org/>

[http://www.w3schools.com/php/default.asp\(Online web Tutorials\)\(php\)](http://www.w3schools.com/php/default.asp(Online web Tutorials)(php))

[http://www.w3schools.com/sql/default.asp \(Online web Tutorials\)\(sql\)](http://www.w3schools.com/sql/default.asp (Online web Tutorials)(sql))

Παράτημα

Κώδικας java-sql που υλοποιήθηκε για την εφαρμογή

```
/home/dionisis/Documents/ProductRoute/src/productroute/ProductProcedure.java
```

```
package productroute;

//phidgets import
import com.phidgets.*;
import com.phidgets.event.*;
//java import
import java.io.*;
import java.sql.*;
//javax import

public class ProductProcedure
{
public RFIDPhidget ph;
public ProductProcedure()
{
try
{
ph=new RFIDPhidget();
ph.addTagGainListener(new TagGainListener()
{
public void tagGained(TagGainEvent tge)
{
//try
{
System.out.println(tge.getValue());
}
//catch(PhidgetException pe){System.err.println(pe.getMessage());}
}
});
ph.openAny();
ph.waitForAttachment(1111);
ph.setAntennaOn(true);
ph.setLEDOn(false);
startSql();
System.in.read();
//System.out.println(ph.getSerialNumber());
ph.setLEDOn(false);
ph.close();
```

```
}
catch(PhidgetException pe){System.err.println(pe.getMessage()+" here");}
catch(IOException ioe){}
}

public Connection startSql(){
try
{
Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver").newInstance();
Connection conn = DriverManager.getConnection(
"jdbc:mysql://localhost:3306/tags", 'dionisis', 'dionisis');
Statement stmt=conn.createStatement();
ResultSet result=stmt.executeQuery("SELECT * FROM tag;");
result.first();
String ret=result.getString(2);
System.out.println("FROM DB: "+ret);

System.out.println("connected");
return conn;

}
catch (Exception e)
{
e.printStackTrace();
return null;
}
}

public static void main(String[] args)
{
new ProductProcedure();
}

}
```

Κώδικας php εφαρμογής

```
<html>
<title> Tony e-shop </title>
<head><h3>Welcome to our e-shop!</h3></head><br />
<form action="newfile.php" method="POST">
<?php
echo 'The currenty time and date are ' ;
echo $date= date ('H:i, jS F, Y');
?>
<br />
<h4><font color=blue>Please fill the form order:</font></h4>

<table border="0">
```

```
<tr bgcolor="#cccccc">
<td width="150">Product</td>
<td width="15">Price</td>
<td width="25">Quantity</td>
</tr>
<tr>
<td>Bikes</td><td>23</td>
<td align="center"><input type="text" name="bikeqty" size="3"
maxlength="3"></td></tr>
<tr>
<td>Cars</td><td>500</td>
<td align="center"><input type="text" name="carqty" size="3"
maxlength="2"></td></tr>
<tr>
<td>Motorcycles</td><td>100</td>
<td align="center"><input type="text" name="motorqty" size="3"
maxlength="2"></td></tr>
</table>
<h4><font color=blue>Please fill your personal data:</font></h4>
<table>
<tr>
<td>*Name: </td>
<td align="center"><input type="text" name="name" size="20" maxlength="20"></td>
</tr>
<tr>
<td>*Address: </td>
<td align="right"><input type="text" name="address" size="15" maxlength="15"></td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2" align="center"><input type="submit" value="Submit Order"></td>
</tr>
</table><br />
The fields with the (*) character must be filled in order your order to proceed<br />
<br />
</form>
</html>
```

Κώδικας παραγγελίας

```
<html>
<head>
<title>Order results</title>
</head>

<body>
<h2>Tony e-shop</h2><br />
<?php
```

```

//ΕΞΕΞΟΞΗΞΩ...Ο Ξ—Ξ± OfO ΞΟ,,ΞΩΞΟΟ%Ξ½ ΞΩΞ½ΞΩΞΟΞ-Ο,,Ο%Ξ½
ΞΟΞμΟ,,Ξ±Ξ²Ξ»Ξ·Ο,,Ο Ξ
!$date=$_POST['$date'];
$bikeqty=$_POST['bikeqty'];
$carqty=$_POST['carqty'];
$motorqty=$_POST['motorqty'];
$name=$_POST['name'];
$address=$_POST['address'];
$totalqty='0';
$totalqty=$bikeqty+$carqty+$motorqty;
if ( $name == null )
{ echo '<font color=red>';
echo 'Please go back and check again your personal data! <br />';
echo '</font>';
exit;
}
if ( $address== null )
{ echo '<font color=red>';
echo 'Please check again your personal data! <br />';
echo '</font>';
exit;
}
if( $totalqty== 0 )
{ echo '<font color=red>';
echo 'You did not order anything on the previous page! <br />';
echo '</font>';
exit;
}
echo '<h3>Order processed at </h3>'. date ('H:i, jS F, Y');
echo '<h3>Thank you Mr/Ms<br /> ';
echo '<font color=blue>.$name .</font><br />';
echo 'with address <br />';
echo '<font color=blue>.$address .</font><br /> ';
echo 'for you order which includes</h3>';
echo $bikeqty.' Bikes <br />';
echo $carqty.' Cars <br />';
echo $motorqty.' Motorcycle <br />';

echo 'Items ordered: '. $totalqty. '<br />';

$totalamount='0.00';

define('bikeprice', '23');
define('carprice', '500');
define ('motorprice', '100');

$totalamount=$bikeqty * bikeprice +$carqty * carprice +$motorqty *motorprice;

```

```
echo 'The cost of your order is: ' . $totalamount . '<br />';
?>
<h3>Stage of supply chain-search</h3>
Here you can find out the current stage of you order. <br />
<form action="newfile.php" method="post">
<table border="0">
<?php
//
$con = mysql_connect("localhost","dionisis","dionisis");
if (!$con)
{
die('Could not connect: ' . mysql_error());
}
mysql_select_db("tags", $con);

$result = mysql_query("SELECT Stage FROM tag");

echo "<table border='1'>

<tr>
<th>Online Stage</th>
</tr>";

while($row = mysql_fetch_array($result))

{
echo "<tr>";
echo "<td>" . $row['Stage']. "</td>";
echo "</tr>";
}
echo "</table>";
mysql_close($con);
?>
<tr>
<td colspan="2" align="center"></td></tr>
</form>
</body>
</html>
```