



ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΕΥΕΛΠΙΔΩΝ
Τμήμα Στρατιωτικών Επιστημών

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2016-17

ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΑ & ΑΝΑΛΥΣΗ

(ΠΔ 97 /2015/ΦΕΚ 163Α'/20.08.2014)



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
Σχολή Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Η χρησιμοποίηση της τεχνολογίας RFID στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και η αξιοποίησή της σε στρατιωτικό περιβάλλον

Διατριβή που υπεβλήθη για την μερική ικανοποίηση των απαιτήσεων για την
απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης

Υπό:

Νικόλαος Καραμπέρας

A.M.: 2014018030

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2017

ΣΕΛΙΔΑ ΣΚΟΠΙΜΑ ΚΕΝΗ

Η Μεταπτυχιακή Διατριβή του Νικόλαου Καραμπέρα εγκρίνεται:

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Καθηγητής Νικόλαος Δάρας (Επιβλέπων) ,.....

Καθηγητής Νικόλαος Παπαδάκης ,.....

Καθηγητής Χαράλαμπος Λίτος ,.....

© Copyright υπό Νικόλαο Καραμπέρα

Έτος 2017

ΣΕΛΙΔΑ ΣΚΟΠΙΜΑ ΚΕΝΗ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη.....	1
Εισαγωγή.....	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	
Επισκόπηση της τεχνολογίας RFID.....	4
1.1.Γενική ιδέα	4
1.2.Σύντομη ιστορική αναδρομή	5
1.3.Βασικά στοιχεία της τεχνολογίας RFID.....	7
1.3.1.Αρχές λειτουργίας.....	7
1.3.2.Συστατικά του συστήματος RFID	8
1.3.2.1.Ετικέτες RFID	10
1.3.2.2.Αναγνώστες RFID	17
1.3.2.3.Ενδιάμεσο λογισμικό	19
1.3.2.4.Εφαρμογές.....	19
1.3.3.Απόδοση του συστήματος RFID.....	19
1.4.Τυποποίηση.....	23
1.5.Πεδία εφαρμογής	26
1.6.Κύρια πλεονεκτήματα.....	31
1.7.Κύρια ζητήματα	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	
Η χρησιμοποίηση της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα.....	37
2.1.Ορισμός της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας.....	37
2.2.Συμβολή της τεχνολογίας RFID στη βελτίωση της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας.....	38
2.2.1.Παρακολούθηση της κίνησης των εμπορευμάτων: Από τον γραμμωτό κώδικα (bar code) στην τεχνολογία RFID.....	39
2.2.2.Η τεχνολογία RFID στις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας.....	44
2.2.3.Η τεχνολογία RFID στη διαδικασία κατασκευής.....	50
2.2.4.Η τεχνολογία RFID στο λιανικό εμπόριο.....	52
2.2.5.Δίκτυο EPCGlobal.....	53
2.3.Σχεδιασμός και εγκατάσταση συστημάτων RFID	55
2.4.Διαπιστώσεις	58

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

Η αξιοποίηση της τεχνολογίας RFID σε στρατιωτικό περιβάλλον.....	60
3.1.Γενική ιδέα	60
3.2.Ο ρόλος της τεχνολογίας RFID στο διεθνές στρατιωτικό γίγνεσθαι	61
3.2.1.ΗΠΑ.....	61
3.2.1.1.Ορατότητα περιουσιακών στοιχείων και παρακολούθηση της διαμετακόμισης των προμηθειών	63
3.2.1.2.Εντοπισμός και παρακολούθηση εκπαιδευόμενων	65
3.2.1.3.Παρακολούθηση οπλικών συστημάτων.....	66
3.2.2.Γαλλία.....	68
3.2.3.Ισπανία	68
3.3.Θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής συστημάτων RFID εντός του NATO	69
3.4.Ανάλυση παραμέτρων εφαρμογής ενός συστήματος RFID στις ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις.....	71
3.4.1.Σύστημα προμηθειών των ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων.....	71
3.4.2.Ευρωπαϊκός Στρατός.....	74
3.4.3.Πλεονεκτήματα υιοθέτησης τεχνολογίας RFID.....	75
3.4.4.Προβλήματα κατά τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας RFID.....	77
3.4.4.1.Κόστος	77
3.4.4.2.Ασφάλεια πληροφοριών.....	81
3.4.4.3.Αντι-παρεμβολή σε πολύπλοκα ηλεκτρομαγνητικά περιβάλλοντα.....	82
3.4.4.4.Εφαρμογή σε τοποθεσίες συγκεκριμένων υλικών	83
3.4.4.5.Δυσμενές φυσικό περιβάλλον.....	84
3.4.3.Συμπεράσματα-Προτάσεις.....	84

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

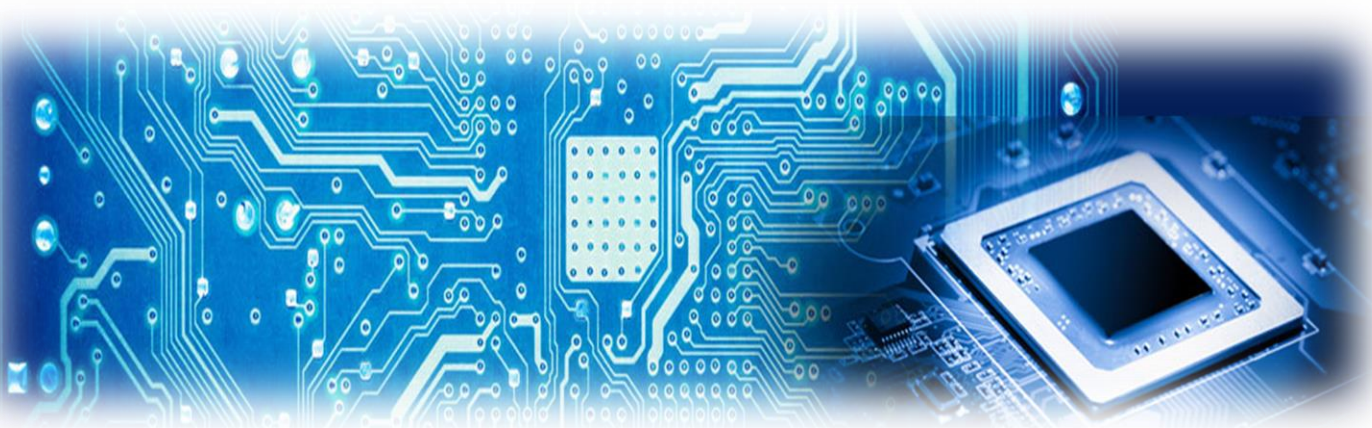
Σχεδιασμός και κατασκευή μοντέλου προσομοίωσης λειτουργίας συστήματος RFID.....	86
4.1.Πλαίσιο σχεδίασης.....	86
4.2.Αναλυτική περιγραφή χρησιμοποιούμενων υλικών.....	86
4.3. Παραμετροποίηση υλικού – λογισμικού	90
4.4. Υλοποίηση συστήματος.....	90
4.5. Διαδικασία αυτόματης ανάγνωσης ετικέτας.....	91
4.6. Κώδικας του προγράμματος.....	91
4.7. Μελλοντική επέκταση	95
Βιβλιογραφία.....	97

ΣΕΛΙΔΑ ΣΚΟΠΙΜΑ ΚΕΝΗ

Περίληψη

Η τεχνολογία RFID (Radio Frequency Identification- ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων) είναι μια βασική δυνατότητα των λειτουργιών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αποτελεί μιας από τις σημαντικότερες εξελίξεις της εποχής μας και χρησιμοποιείται ευρύτατα στον εμπορικό κόσμο. Είναι μια τεχνολογία που προορίζεται για την παρακολούθηση των μετακινούμενων υλικών. Συνήθως υλοποιείται με τη μορφή ενός ηλεκτρονικού αναμεταδότη που είναι συνδεδεμένος στα μετακινούμενα εμπορεύματα. Με την ανάλυση των ραδιοσυχνοτήτων που εκπέμπονται από το τσιπ, μπορεί κανείς να προσδιορίσει την τοποθεσία καθώς και τη φύση των προϊόντων άμεσα. Η δυνατότητα ανίχνευσης σε μεγάλες αποστάσεις που εξασφαλίζεται με τη χρησιμοποίηση αυτής της τεχνολογίας είναι κατάλληλη για την παρακολούθηση της υλικοτεχνικής ροής σε συστήματα διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας παρέχοντας μεγάλες δυνατότητες για τον εξορθολογισμό αυτών μέσω της βελτίωσης της αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητάς τους.

Οι στρατιωτικοί που είναι υπεύθυνοι για υλικοτεχνικά ζητήματα και υποστηρίζουν με υλικά σε επίπεδο διοικητικής μέριμνας τις στρατιωτικές μονάδες, έχουν περιορισμένες πληροφορίες σχετικά με τα διακινούμενα υλικά. Αυτή η έλλειψη πληροφοριών οδηγεί σε αναποτελεσματική διαχείριση των αποθεμάτων, μειωμένη αποδοτικότητα και καθυστερήσεις σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού. Αυτές οι αδυναμίες επηρεάζουν συνολικά την επιχειρησιακή ετοιμότητα των μονάδων και ετεροχρονίζουν την επιθυμητή διαθεσιμότητα των αναγκαιούντων υλικών και μέσων στο σωστό χώρο και χρόνο. Η έλλειψη σύνθετων πληροφοριών σχετικά με τα διακινούμενα υλικά κατά τη διάρκεια της κίνησης αυτών σε πραγματικό χρόνο μπορεί να αποφευχθεί με τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας RFID προκειμένου να επιτύχουμε τη βελτιστοποίηση του ρεύματος εφοδιασμού.



Εισαγωγή

RFID σημαίνει αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων και αποτελεί μια από τις πιο πολυσυζητημένες και πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες στην αγορά σήμερα. Τα μέσα μαζικής ενημέρωσης έχουν κάνει ουκ ολίγες φορές ιδιαίτερη μνεία στα πιθανά οφέλη που μπορούν να αποκομίσουν οι χρήστες της τεχνολογίας RFID. Η υιοθέτηση της τεχνολογίας αυτής από τις επιχειρήσεις αναθερμάνθηκε πρόσφατα από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων της μείωσης του κόστους υλοποίησης, την θέσπιση και καθιέρωση βασικών εμπορικών τυποποιήσεων, τις εντολές της κυβέρνησης ή των εμπόρων λιανικής πώλησης καθώς και την βελτιωμένη απόδοση της τεχνολογίας. Πράγματι, όλο και περισσότερες επιχειρήσεις προτίθενται να επενδύσουν ή έχουν επενδύσει ήδη σε αυτήν την ταχέως αναπτυσσόμενη τεχνολογία αυτόματης συλλογής δεδομένων με απώτερο σκοπό τη βελτίωση της ευκολίας, την ακρίβεια και την ασφάλεια. Αυτό το σύστημα εντοπισμού και ταυτοποίησης αποτελείται από την τοποθέτηση ενός αναμεταδότη ραδιοσυχνοτήτων που περιέχει ένα μικροτσίπ σε ένα αντικείμενο που πρέπει να παρακολουθείται. Στη συνέχεια, κάθε φορά που το αντικείμενο αυτό διέρχεται κάτω από έναν αναγνώστη που τα «σκανάρει» μέσω ραδιοκυμάτων, θα εκπέμπει ή θα ανακλά ένα σήμα για την ανταλλαγή δεδομένων και την ταυτότητά του χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση.

Έχοντας ως βάση τον τρόπο λειτουργίας αυτής της τεχνολογίας διαπιστώνουμε πως δύναται να καλύψει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, όχι μόνο στο εμπόριο και τις λιανικές πωλήσεις, αλλά και στις δημόσιες υπηρεσίες, τη διοίκηση, την έρευνα και την ανάπτυξη. Παρ' όλες αυτές τις εφαρμογές, η εφοδιαστική αλυσίδα αντιπροσωπεύει το πεδίο που η χρησιμοποίηση αυτής της τεχνολογίας μπορεί επιτύχει σημαντική εξέλιξη, σύμφωνα με τις επιχειρήσεις. Στην πραγματικότητα, αυτό είναι απολύτως φυσιολογικό μιας και η τεχνολογία RFID παρέχει τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις και τους οργανισμούς να βελτιώσουν τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Με τη χορήγηση σε αντικείμενα καθημερινής χρήσης, την ικανότητα να επικοινωνούν χωρίς φυσική επαφή, η τεχνολογία RFID παρέχει στις επιχειρήσεις και τους οργανισμούς τη δυνατότητα εντοπισμού, διασφάλιση και διαχείριση των στοιχείων των διακινούμενων υλικών καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, βελτιώνοντας έτσι σημαντικά την αποτελεσματικότητα των εσωτερικών επιχειρηματικών διαδικασιών καθώς και την των υλικών στην αλυσίδα εφοδιασμού. Οι επιχειρήσεις αξιοποιώντας την τεχνολογία αυτή μπορούν να παρακολουθούν τις θέσεις των διακινούμενων υλικών, τις αποστολές καθώς και τα στοιχεία απογραφής.

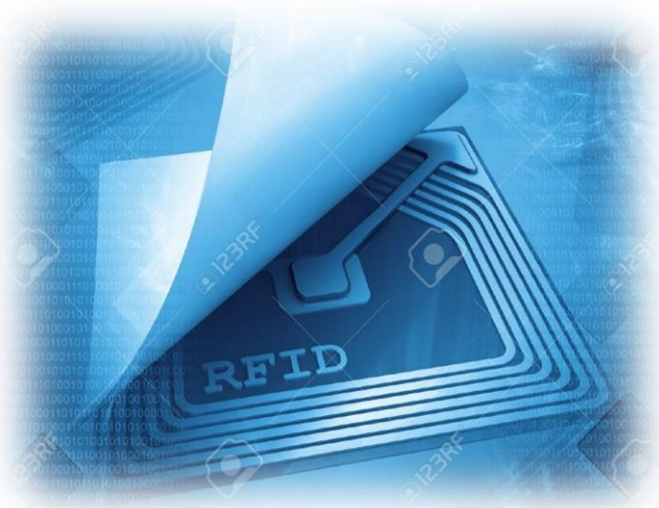
Ωστόσο, η ενσωμάτωση μιας υποδομής RFID στο σύστημα πληροφοριών μιας επιχείρησης απαιτεί λεπτομερή σχεδιασμό και αρκετές δοκιμές, όχι μόνο επειδή αντιπροσωπεύει μια τεράστια οικονομική επένδυση, αλλά και επειδή συνεπάγεται και ανασχεδιασμό των επιχειρησιακών διαδικασιών, εκτός από το γεγονός ότι η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία της επιχείρησης υπόκειται σε αλλαγές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Επισκόπηση της τεχνολογίας RFID

1.1.Γενική ιδέα

Η τεχνολογία RFID ανήκει στην κατηγορία των τεχνολογιών που ανταλλάσσουν δεδομένα ασύρματα. Θεωρείται μια τεχνολογία ευρείας διάδοσης, διότι από μόνη της δεν παρέχει μεγάλη αξία, αλλά δίνει τη δυνατότητα στις εταιρείες να αναπτύξουν εφαρμογές που δημιουργούν αξία. Ακόμα και αν υπάρχουν διαφορετικά συστήματα RFID ή διαφορετικές κατηγορίες εφαρμογών RFID, όλα υπόκεινται στην ίδια αρχή: η απόδοση μιας μοναδικής ταυτότητας σε φυσικά αντικείμενα μπορεί εύκολα να μεταφερθεί στον εικονικό κόσμο των συστημάτων πληροφορικής. Η επικοινωνία, ο εντοπισμός και η ανίχνευση πραγμάτων είναι τετριμμένες δραστηριότητες για τον άνθρωπο, αλλά όταν πρόκειται για συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών, αυτές αποδεικνύονται μάλλον πολύπλοκες. Η τεχνολογία RFID έχει τη δύναμη να απομονώσει και να περιορίσει αυτές τις δυσκολίες με το να είναι σε θέση να δώσει σε αντικείμενα καθημερινής χρήσης τη δυνατότητα να μεταδίδουν την παρουσία τους, την ταυτότητά τους και το περιεχόμενο αυτών. Με άλλα λόγια, δίνεται η δυνατότητα στα αντικείμενα να είναι συνδεδεμένα στο διαδίκτυο και έτσι οι εταιρείες μπορούν να παρακολουθούν και να μοιράζονται δεδομένα για αυτά, γεγονός που προωθεί τη νέα έννοια του διαδικτύου των πραγμάτων.



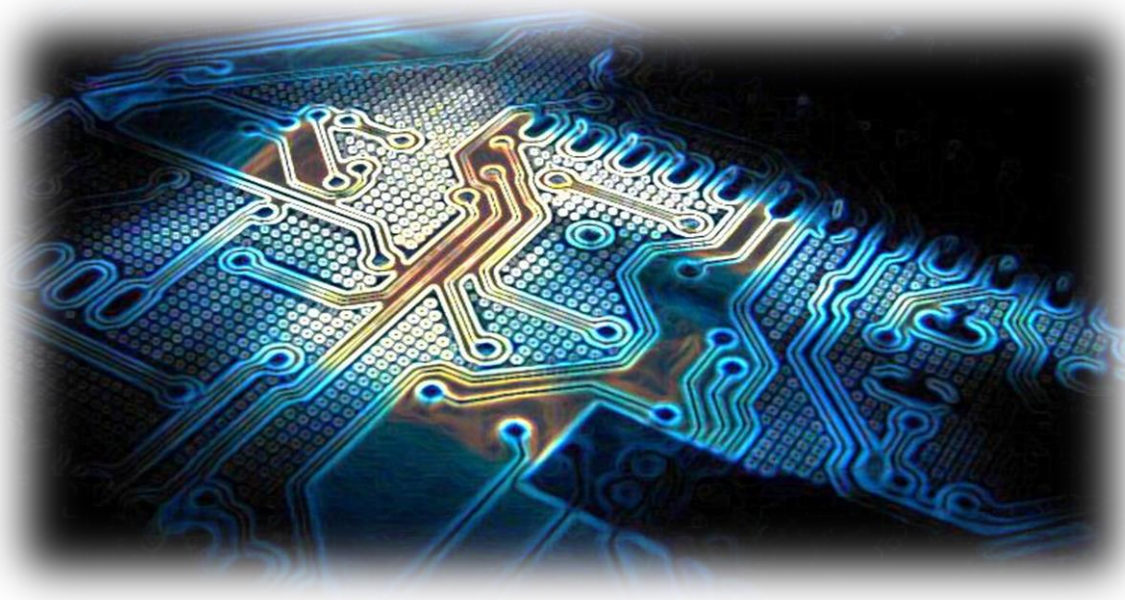
1.2.Σύντομη ιστορική αναδρομή

Σε αντίθεση με αυτό που αρκετοί άνθρωποι πιστεύουν, η τεχνολογία RFID υπάρχει εδώ και δεκαετίες. Υποστηρίζεται γενικά ότι η προέλευση των RFID μπορεί να αναχθεί στο Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, όπου χρησιμοποιήθηκε ένα σύστημα βασισμένο στο ραδιοσήμα, έτσι ώστε οι πιλότοι και τα αεροσκάφη αυτών να μπορούν να αναγνωριστούν ως φίλιες δυνάμεις από τους σταθμούς ραντάρ.



Το πρώτο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας RFID στις Η.Π.Α. δόθηκε στον Mario Cardullo για μια ενεργή ετικέτα RFID με επανεγγράψιμη μνήμη το 1973. Με την πάροδο του χρόνου, οι εταιρείες χρησιμοποίησαν συστήματα που λειτουργούσαν σε διαφορετικές συχνότητες. Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του '90, οι ετικέτες λειτουργούσαν ως κινητή βάση δεδομένων που μετέφεραν πληροφορίες σχετικά με τα αντικείμενα στα οποία τοποθετούνταν. Αλλά οι Sarma και Brock μετέτρεψαν το RFID σε μια τεχνολογία δικτύωσης, συνδέοντας αντικείμενα στο ίντερνετ μέσω της ετικέτας. Για τις επιχειρήσεις αυτό ήταν μια σημαντική αλλαγή, δεδομένου ότι οι προμηθευτές και οι επιχειρηματικοί εταίροι αυτών κατά μήκος της

αλυσίδας εφοδιασμού θα μπορούσαν να μοιράζονται αυτόματα δεδομένα και πληροφορίες σχετικά με τις πραγματοποιούμενες μεταφορές και τα διακινούμενα προϊόντα.



Μια ενδιαφέρουσα ερώτηση θα μπορούσε να είναι γιατί η τεχνολογία RFID ανθεί τώρα, δεδομένου ότι έχει αναπτυχθεί η ιδέα αυτή εδώ και δεκαετίες. Στις περισσότερες περιπτώσεις, μια τεχνολογία καθιερώνεται όταν εμφανίζεται η κατάλληλη στιγμή για να αναπτυχθεί ή όταν η οικονομία είναι προετοιμασμένη και έτοιμη να την αποδεχτεί και να την υιοθετήσει, κάτι το οποίο εξαρτάται από την έκταση του προβλήματος που επιλύει, την ωριμότητα της τεχνολογίας καθώς και το κόστος ανάπτυξης και εγκατάστασης αυτής. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, ο εμπορικός κόσμος έχει αλλάξει κατεύθυνση, εστιάζοντας ακριβώς στα σημεία αυτά προκειμένου να βελτιστοποιήσει την απόδοση του παραγόμενου έργου δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στην τεχνολογία να αναπτυχθεί. Η παρακολούθηση των αποθεμάτων αποτελεί μια αναγκαιότητα στις μέρες μας, προκειμένου να διατηρούνται ανταγωνιστικές οι τιμές, παρότι το σχετικά υψηλό κόστος εργασίας στις αναπτυγμένες χώρες. Επιπλέον, τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των ετικετών και των αναγνωστών ετικέτας έχουν γίνει περισσότερο εξελιγμένα και οι τιμές αγοράς των εξαρτημάτων του συστήματος RFID αρχίζουν να μειώνονται με τις ολοένα και αυξανόμενες απαιτήσεις για αυτήν την τεχνολογία. Τέλος, η μεγαλύτερη λειτουργικότητα, η

εμβέλεια ανάγνωσης και η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων που παρέχονται από τα συστήματα αυτά έχουν συμβάλει στη βελτίωση των επιδόσεων της εν λόγω τεχνολογίας.

1.3.Βασικά στοιχεία της τεχνολογίας RFID

1.3.1.Αρχές λειτουργίας

Η τεχνολογία RFID είναι ουσιαστικά μια αυτοματοποιημένη μέθοδος αναγνώρισης ετικετών για την αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων από απόσταση με τη χρήση ετικετών RFID, οι οποίες τοποθετούνται πάνω στα αντικείμενα και αποτελούνται από ένα μικροτσίπ και μια κεραία. Χρησιμοποιώντας μια συσκευή ανάγνωσης RFID, δηλαδή μια απομακρυσμένη συσκευή με μία ή περισσότερες κεραίες, τα δεδομένα του μικροτσίπ μπορούν να διαβαστούν με μια αυτοματοποιημένη διαδικασία μέσω ραδιοκυμάτων, επιτρέποντας στο αντικείμενο στο οποίο έχει τοποθετηθεί η εν λόγω ετικέτα να αναγνωριστεί αυτόματα χωρίς να απαιτείται η άμεση οπτική επαφή με αυτό. Οι πληροφορίες που παίρνει ο αναγνώστης μεταβιβάζονται σε ένα ενδιάμεσο λογισμικό και εν συνεχεία σε μια εφαρμογή λογισμικού που επικυρώνει και επεξεργάζεται τα δεδομένα, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν και να αξιοποιηθούν κατάλληλα για τη δημιουργία επιχειρηματικής αξίας.

Πιο συγκεκριμένα, προκειμένου να υλοποιηθεί αυτή η επικοινωνία, ο αναγνώστης στέλνει ένα ραδιοσήμα προκειμένου να πάρει τις πληροφορίες που περιέχονται στο τσιπ των ετικετών. Το σήμα λαμβάνεται από κάθε ετικέτα που υπάρχει στο πεδίο ραδιοσυχνοτήτων και είναι συντονισμένη σε αυτή τη συχνότητα. Το παραγόμενο σήμα εξυπηρετεί δύο σκοπούς, ενεργοποιεί τις ετικέτες και λαμβάνει τα δεδομένα αυτών. Μόλις οι ετικέτες λάβουν το σήμα μέσω των κεραιών τους, εκτελούν τις εντολές που αποστέλλονται από τον αναγνώστη και ανταποκρίνονται με τη μετάδοση ενός σήματος που ο αναγνώστης λαμβάνει μέσω την κεραιών του και το ερμηνεύει σε ουσιαστικά δεδομένα χρησιμοποιώντας έναν ευαίσθητο δέκτη. Ο αναγνώστης συνήθως ζητά τη μοναδική ψηφιακή ταυτότητα (ID) που

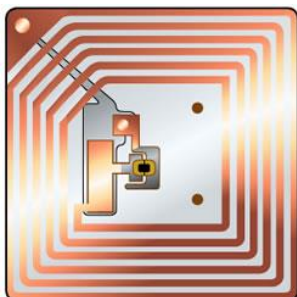
μπορεί στη συνέχεια να ανευρεθεί σε μια βάση δεδομένων προσβάσιμη από το χρήστη προκειμένου αυτός να προσδιορίσει την ταυτότητα του αντικειμένου στο οποίο έχει τοποθετηθεί η ετικέτα και να συγκεντρώσει άλλες πληροφορίες σχετικά με αυτό (π.χ. τον κατασκευαστή, την ημερομηνία αποστολής, την τιμή καθώς και την ημερομηνία λήξης). Μετά την αποκωδικοποίηση του σήματος, ο αναγνώστης μεταφέρει τα δεδομένα στο σύστημα του υπολογιστή είτε μέσω ενός καλωδίου είτε μιας ασύρματης σύνδεσης, καθώς η τεχνολογία RFID μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με δίκτυα Wi-Fi χωρίς να προκαλούνται παρεμβολές. Εάν εντός της εμβέλειας του αναγνώστη υπάρχουν πολλές ετικέτες υπάρχει η πιθανότητα να υπάρξει σύγκρουση δεδομένων. Προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα δύο ψηφιακές ταυτότητες να μεταδοθούν ταυτόχρονα, πιο εξελιγμένες εφαρμογές RFID διαθέτουν αλγόριθμους αντισύγκρουσης, οι οποίοι καθορίζουν τη σειρά ανταπόκρισης έτσι ώστε κάθε ετικέτα να διαβάζεται ξεχωριστά.

Το αξιοσημείωτο στην ανάγνωση RFID είναι ότι δεν απαιτείται η παρέμβαση του χρήστη και τα δεδομένα ανταλλάσσονται αυτόματα. Επιπλέον, προκειμένου να λειτουργήσει το σύστημα, κάθε ετικέτα θα πρέπει οπωσδήποτε να διαθέτει ένα μοναδικό σειριακό αριθμό.

1.3.2.Συστατικά του συστήματος RFID

Η προηγούμενη βασική τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας RFID αναφέρει τα κύρια συστατικά που περιλαμβάνει τυπικά ένα σύστημα RFID. Αυτά αναλύονται όπως παρακάτω:

- Μία ή περισσότερες ετικέτες (εναλλακτικά ονομάζονται και αναμεταδότες)



- Μία ή περισσότερες συσκευές ανάγνωσης/εγγραφής (εναλλακτικά ονομάζονται και πομποδέκτες ή αναγνώστες)

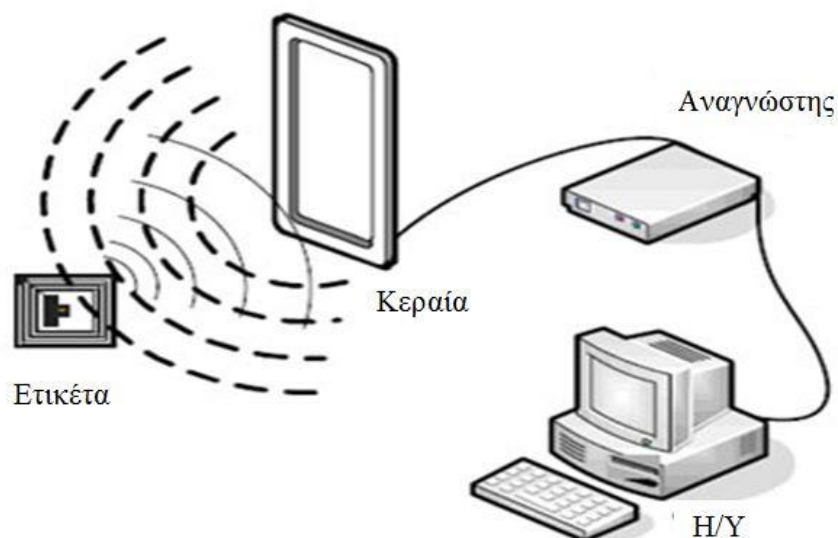


- Δύο ή περισσότερες κεραίες, μία ή δύο επί της ετικέτας και τουλάχιστον μία σε κάθε αναγνώστη



- Λογισμικό εφαρμογής και ένα σύστημα κεντρικού υπολογιστή

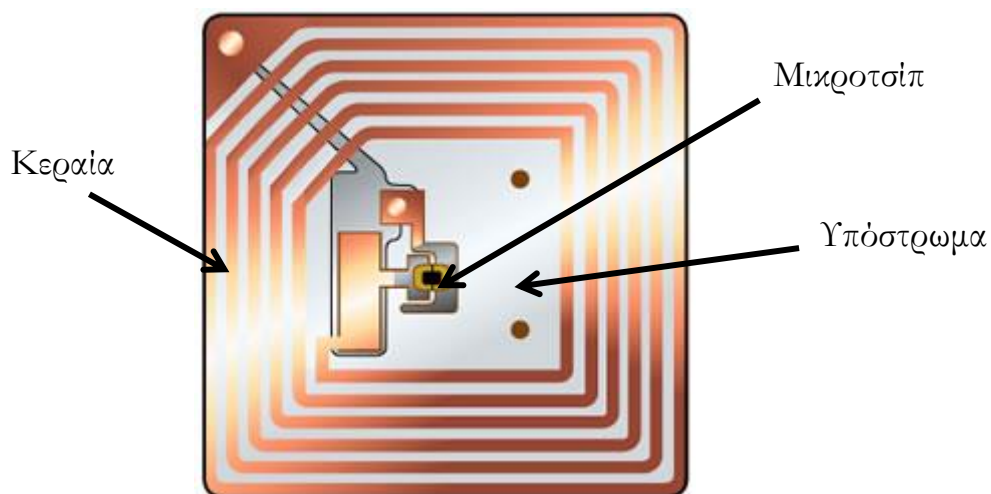
Στη συνέχεια θα προβούμε σε μια πιο εστιασμένη προσέγγιση αυτών των συστατικών καθώς και στην παράθεση και ανάλυση των βασικών χαρακτηριστικών τους.



1.3.2.1.Ετικέτες RFID

Μία ετικέτα RFID αποτελείται από τουλάχιστον δύο μέρη:

- Ένα μικροσκοπικό ολοκληρωμένο κύκλωμα πυριτίου για την αποθήκευση και επεξεργασία πληροφοριών και άλλων εξειδικευμένων λειτουργιών.
- Μία (ή περισσότερες) κεραία για να λαμβάνει και να μεταδίδει σήματα ραδιοσυχνοτήτων προκειμένου να αποστείλει τα δεδομένα που ζητά ο αναγνώστης.



Τις περισσότερες φορές, η ετικέτα περιέχει επίσης ένα υπόστρωμα ή ένα υλικό ενθυλάκωσης. Το μικροτσίπ και η κεραία είναι τοποθετημένα ώστε να σχηματίζουν μία σύνθεση η οποία στη συνέχεια ενθυλακώνεται σε ένα άλλο υλικό για το σχηματισμό της τελικής ετικέτας.

Το μικροτσίπ μπορεί να κατέχει μια ποικιλία στοιχείων δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων ενός μοναδικού σειριακού αριθμού, το ιστορικό δραστηριότητας όπως είναι η ημερομηνία της τελευταίας συντήρησης ή το πότε η ετικέτα πέρασε μια συγκεκριμένη τοποθεσία ή ακόμα και τα στοιχεία που παρέχονται από αισθητήρες όπως είναι η θερμοκρασία. Στις περισσότερες περιπτώσεις, περιέχει τουλάχιστον το μοναδικό κωδικό αναγνώρισης για το αντικείμενο που έχει επισημανθεί με την εν λόγω ετικέτα.

Υπάρχουν πολλά είδη ετικετών, που ποικίλουν σε διαφορετικά επίπεδα. Έχοντας επίγνωση αυτών των ποικιλιών μπορεί κάποιος να βοηθήσει τα στελέχη μιας εταιρείας να κατανοήσουν τι ετικέτες πρέπει να αναζητήσουν, κατά την εφαρμογή μιας υποδομής RFID, και να επιλέξουν τις πιο βολικές και οικονομικές ετικέτες που είναι σύμφωνες στις δικές τους ανάγκες.

Αποκτώντας ολοένα και περισσότερο μικρότερο μέγεθος, οι ετικέτες κατασκευάζονται σε διάφορα σχήματα και μεγέθη προκειμένου να εξυπηρετούν διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Για παράδειγμα, οι ετικέτες μπορεί να είναι αριετὰ λεπτές για να είναι ενσωματωμένες μέσα σε μια αυτοκόλλητη πινακίδα, που οδηγεί σε αυτό που είναι γνωστό ως «έξυπνη πινακίδα». Μπορούν να παραχθούν από έναν εκτυπωτή/κωδικοποιητή και είναι κατάλληλες για τοποθέτηση πάνω σε αντικείμενα καθώς και παλέτες. Ετικέτες μπορούν επίσης να ενσωματωθούν σε μια ταυτότητα, ένα βραχιολάκι ή ακόμα και μια ειδική συσκευασία προκειμένου να αντέχουν τη ζέστη, το κρύο καθώς και δραστικές χημικές ουσίες καθαρισμού.

Οι ετικέτες ποικίλουν σε μεγάλο βαθμό στην ικανότητα ανάγνωσης/εγγραφής, τη μνήμη, την απαίτηση ισχύος και επίσης κυμαίνονται σε ανθεκτικότητα και διάρκεια, ανάλογα με την εφαρμογή και το περιβάλλον. Η πολυπλοκότητα της ετικέτας εξαρτάται από τη

λειτουργικότητα αυτής, τη διαδρομή της επικοινωνίας της με τους αναγνώστες και από την παρουσία μιας πηγής ενέργειας. Η αύξηση της πολυπλοκότητας των ετικετών έχει ως αποτέλεσμα αυξημένο κόστος. Ετικέτες με προηγμένες λειτουργίες απαιτούν πιο ακριβά μικροτσίπ και ετικέτες με μια πηγή ενέργειας απαιτούν μια μπαταρία.

Οι ετικέτες μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τουλάχιστον τρία διαφορετικά κριτήρια:

➤ Ικανότητα ανάγνωσης/εγγραφής

❖ Ετικέτες μόνο για ανάγνωση

Οι ετικέτες αυτές είναι μόνο για ανάγνωση και έχουν προγραμματιστεί στο εργοστάσιο με αναλλοίωτα δεδομένα. Είναι οι λιγότερο ακριβές ετικέτες.

❖ Ετικέτες μίας εγγραφής

Τα δεδομένα μπορούν να εγγραφούν στην ετικέτα μόνο μια φορά είτε κατά την παραγωγή είτε κατά τη διανομή.

❖ Ετικέτες ανάγνωσης/εγγραφής

Οι ετικέτες αυτές μπορούν να επαναπρογραμματιστούν ελεύθερα από τους χρήστες, έτσι ώστε νέα δεδομένα να εγγράφονται και να σβήνονται όταν αυτό απαιτείται. Είναι επαναχρησιμοποιήσιμες ετικέτες και αποτελούν την πιο συνήθη επιλογή. Συνήθως, η μνήμη περιέχει και μια περιοχή μόνο για ανάγνωση προκειμένου να αποθηκευθεί ο μοναδικός αριθμός ταυτότητας. Ο βαθμός του προγραμματισμού εξαρτάται από το πόση δύναμη μπορούν να έχουν ή να λαμβάνουν οι ετικέτες. Προσθέτοντας σε μια ετικέτα μνήμη προγραμματισμένη από το χρήστη ανοίγονται νέες δυνατότητες για τη χρήση αυτής. Εταιρείες σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού μπορούν να επωφεληθούν από το εγγράψιμο μέρος της μνήμης της ετικέτας, προκειμένου να υποστηρίξουν τις δικές τους επιχειρηματικές δραστηριότητες. Με τον τρόπο αυτό, οι συνεργάτες σε ολόκληρη την

αλυσίδα εφοδιασμού μπορούν να αποφύγουν να χρειάζεται να μοιράζονται μια κοινή βάση δεδομένων για να βρίσκουν πληροφορίες για το ιστορικό του επισημασμένου αντικειμένου, καθώς τα δεδομένα είναι απευθείας αποθηκευμένα μέσα στην ετικέτα και εξακολουθούν να συνδέονται με το εν λόγω αντικείμενο. Ωστόσο, εξακολουθούν να μην υπάρχουν κανόνες που να καθορίζουν πώς να χρησιμοποιείται αυτή η μνήμη.

➤ Πηγή ισχύος

❖ Παθητικές ετικέτες

Οι ετικέτες αυτές είναι με διαφορά οι πιο κοινές και δεν απαιτούν εσωτερική ισχύ. Λαμβάνουν ισχύ μετάδοσης από το εισερχόμενο σήμα ραδιοσυχνότητας που αποστέλλεται από τον αναγνώστη. Δεν απαιτούν κάποια συντήρηση και είναι φθηνότερες από τις ενεργές ετικέτες. Λόγω της έλλειψης επί αυτών συστήματος τροφοδοσίας ισχύος μπορεί να είναι πολύ μικρές σε μέγεθος. Όλες οι «έξυπνες» πινακίδες RFID είναι παθητικές. Οι παθητικές ετικέτες μπορούν να λειτουργούν σε χαμηλή συχνότητα (περίπου 125 kHz), υψηλή συχνότητα (13,56 MHz) και υπερ-υψηλή συχνότητα (UHF, 860-960 MHz). Στην πράξη, η απόσταση ανάγνωσης αυτών μπορεί να κυμαίνεται από περίπου 10 εκ. μέχρι και λίγα μέτρα, ανάλογα με το μέγεθος και το σχεδιασμό της κεραίας καθώς και την επιλεγμένη ραδιοσυχνότητα. Ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που καθορίζουν το φάσμα ανάγνωσης είναι η μέθοδος που οι παθητικές ετικέτες χρησιμοποιούν για τη μετάδοση δεδομένων στον αναγνώστη, η οποία και σχετίζεται με τη συχνότητα. Οι ετικέτες χαμηλής και υψηλής συχνότητας συνήθως τροφοδοτούνται με μαγνητική επαγωγή (επαγωγική ζεύξη), όπου ο αναγνώστης και η ετικέτα σχηματίζουν ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο για να αλληλεπιδρούν, περιορίζοντας έτσι την εμβέλεια ανάγνωσης του

συστήματος. Τα παθητικά συστήματα UHF χρησιμοποιούν ηλεκτρομαγνητική σύλληψη (σύζευξη διάδοσης) για να παρακάμψουν το πρόβλημα της εμβέλειας σε υψηλότερες συχνότητες. Η τεχνική αυτή περιλαμβάνει τη χρήση ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας (ραδιοκύματα) που διαδίδεται από την κεραία του αναγνώστη και τα δεδομένα στέλνονται σε αυτόν χρησιμοποιώντας ραδιοσυχνότητα οπισθοσκέδασης. Αυτό εξηγεί και το γεγονός ότι οι εταιρείες ενδιαφέρονται περισσότερο για τη χρήση παθητικών συστημάτων UHF στην αλυσίδα εφοδιασμού, καθώς χρειάζονται να διαβάσουν τις ετικέτες από τουλάχιστον λίγα μέτρα απόσταση προκειμένου να είναι χρήσιμο και αποδοτικό ένα σύστημα RFID.

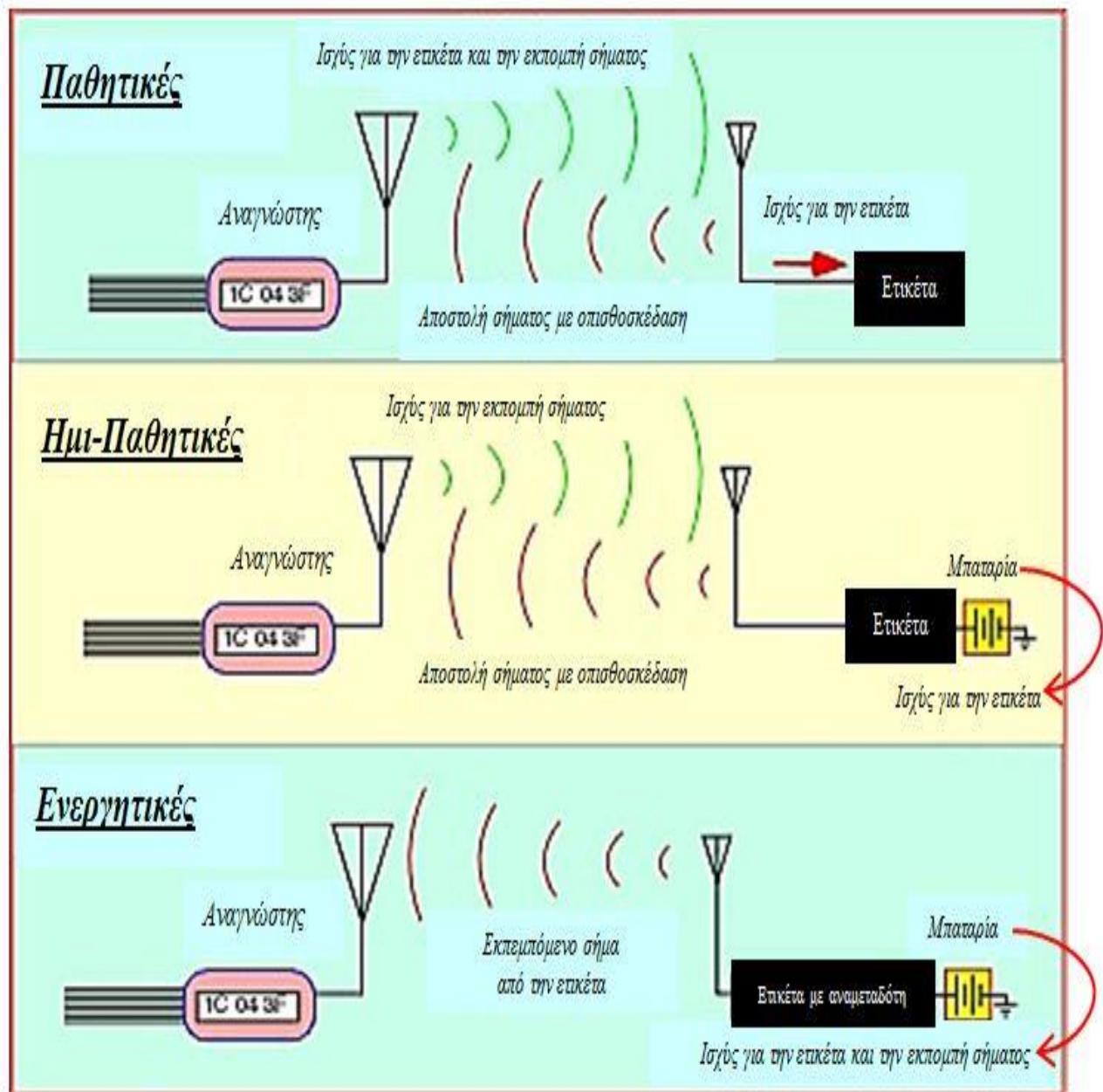
❖ Ενεργητικές/Ενεργές ετικέτες

Οι ενεργές ετικέτες περιλαμβάνουν μια μπαταρία για τη μετάδοση ισχύος, η οποία τις καθιστά μεγαλύτερες σε μέγεθος και πιο ακριβές από τις παθητικές ετικέτες. Από την άλλη πλευρά, έχουν πολύ ταχύτερο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων και μεγαλύτερη χωρητικότητα αποθήκευσης, επιτρέποντας έτσι περισσότερες επιλογές προγραμματισμού. Λόγω του ενσωματωμένου συστήματος τροφοδοσίας ισχύος που διαθέτουν είναι κατάλληλες για μεγαλύτερες αποστάσεις και μπορούν να μεταδώσουν σε υψηλότερα επίπεδα ισχύος από τις παθητικές ετικέτες, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να λειτουργούν καλύτερα όταν παρεμβάλλεται κάποιο υλικό όπως ένα μέταλλο ή κάποιο υγρό. Η απόσταση ανάγνωσης αυτών κυμαίνεται από δεκάδες μέχρι και εκατοντάδες μέτρα. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι παθητικές ετικέτες είναι καταλληλότερες για μικρότερα αντικείμενα, οι ενεργές ετικέτες RFID στοχεύουν σε μεγαλύτερα αντικείμενα, όπως είναι τα κοντέινερ ή οι παλέτες. Παρά το υψηλό κόστος των ενεργών ετικετών, η δυνητική τους αξία μπορεί να δικαιολογήσει τη χρήση τους, ιδιαίτερα όταν συνδυάζονται με έναν αισθητήρα θερμοκρασίας

ή οποιοδήποτε άλλο είδος αισθητήρα, μιας και οι εφαρμογές αισθητήρων πρέπει να χρησιμοποιούν ετικέτες που υποστηρίζονται από μπαταρία και ενέργεια για τον αισθητήρα. Τέτοιες ετικέτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σύλληψη και καταγραφή των εισόδων από τους αισθητήρες για την ανίχνευση δραστικών αλλαγών στη μεταβλητή που παρακολουθείται. Για παράδειγμα, η διασύνδεση μια ετικέτας με έναν αισθητήρα θερμοκρασίας μπορεί να είναι σε θέση να στείλει μια ειδοποίηση κάθε φορά που η θερμοκρασία φτάνει σε ένα προκαθορισμένο ανώτατο ή κατώτατο όριο. Αυτή η λύση θα μπορούσε να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τους εμπόρους κατεψυγμένων τροφίμων, διότι τους επιτρέπει να παρακολουθούν τις θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια τις μεταφοράς ή της αποθήκευσης των προϊόντων αυτών.

❖ Ημι-παθητικές/Ημι-ενεργές ετικέτες

Οι ετικέτες αυτές επικοινωνούν σαν τις παθητικές ετικέτες με την έννοια ότι χρησιμοποιούν την ενέργεια από τον αναγνώστη προκειμένου να εκπέμπουν ένα σήμα. Ωστόσο, έχουν τη δική τους πηγή ισχύος, η οποία χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του μικροτσίπ και για να εκτελέσει ενεργές λειτουργίες, όπως είναι η καταγραφή της θερμοκρασίας. Τα πλεονεκτήματα αυτών είναι η μεγαλύτερη ευαισθησία σε σχέση με τις παθητικές ετικέτες και η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της μπαταρίας τους σε σχέση με τις ενεργές ετικέτες.



- Ραδιοσυχνότητα
 - ❖ Ετικέτες χαμηλής συχνότητας (περίπου 125-134 kHz)
 - ❖ Ετικέτες υψηλής συχνότητας (13,56 MHz)
 - ❖ Ετικέτες υπερ-υψηλής συχνότητας (UHF) (860-960 MHz)
 - ❖ Ετικέτες μικροκυμάτων (2,45 GHz)

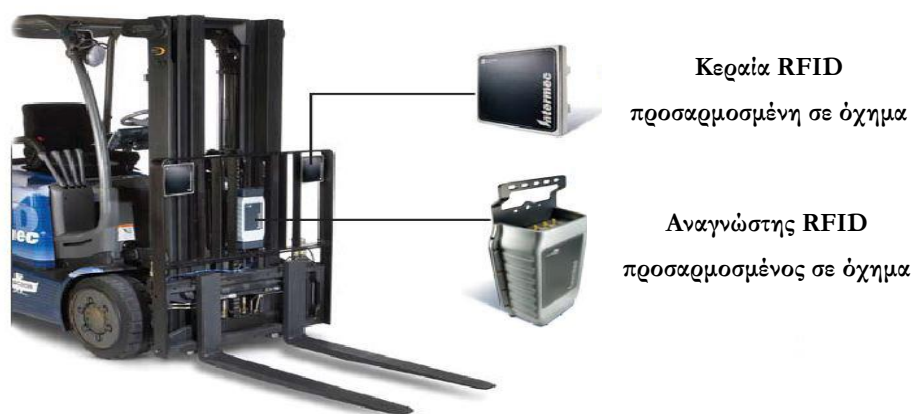
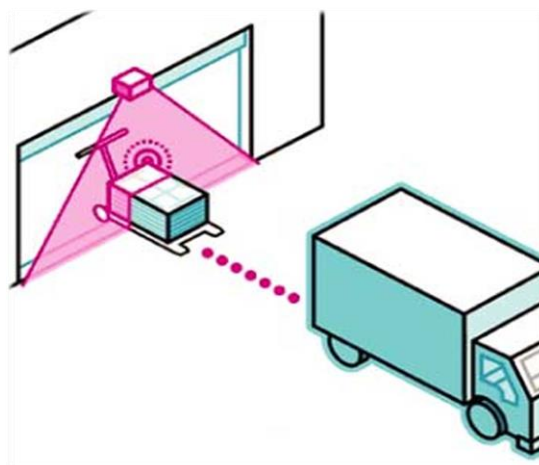


Οι σύγχρονες ετικέτες RFID είναι σε θέση να λειτουργούν σε συχνότητες άνω των 900 MHz στη ζώνη των UHF, κάτι το οποίο βελτιώνει την ικανότητα του αναγνώστη ετικετών να διαβάζει την ταυτότητα πολλών ετικετών που βρίσκονται στον ίδιο χώρο, επειδή η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων είναι υψηλότερη και τα δεδομένα από κάθε ετικέτα μεταφέρονται σε συντομότερο χρονικό διάστημα.

1.3.2.2. Αναγνώστες RFID

Οι αναγνώστες RFID είναι πομποδέκτες που έχουν σχεδιαστεί για ασύρματη επικοινωνία με ετικέτες ενός συμβατού τύπου. Τα ραδιοκύματα που εκπέμπονται από τους αναγνώστες περιέχουν αρκετή ισχύ για να ενεργοποιήσουν τις ετικέτες ώστε να μπορούν αυτές στη συνέχεια να μεταδώσουν τα δεδομένα τους. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι όλα αυτά συμβαίνουν σε ένα μικρό κλάσμα του δευτερολέπτου. Οι αναγνώστες έχουν μία ή περισσότερες εξωτερικές κεραιές που εκπέμπουν ραδιοκύματα και συνδέονται συνήθως αυτές με ομοαξονικά καλώδια. Λόγω του γεγονότος ότι η άμεση οπτική επαφή δεν είναι απαραίτητη και ότι η εμβέλεια ανάγνωσης μπορεί να είναι εκτεταμένη, οι αναγνώστες παρέχουν μεγάλη ευελιξία στο χρήστη κατά την τοποθέτηση. Υπάρχουν αναγνώστες

σταθερής θέσης που μπορούν να τοποθετηθούν σε μια αποβάθρα, στη γραμμή μεταφοράς, σε πόρτες και πύλες καθώς και σε άλλες περιοχές, προκειμένου να καταγράφουν τα στοιχεία των υλικών που διέρχονται διαμέσου αυτών των σημείων. Υπάρχουν επίσης και φορητές συσκευές ανάγνωσης ενσωματωμένες σε φορητούς υπολογιστές ή που συνδέονται σε περνοφόρα ή άλλα οχήματα προκειμένου να εντοπίσουν αυτόματα τις παλέτες και άλλα αντικείμενα που μετακινούνται.



1.3.2.3.Ενδιάμεσο λογισμικό

Η διαχείριση των πολυάριθμων αναγνωστών RFID καθώς και η διαχείριση των δεδομένων που παράγουν συνήθως απαιτούν ένα ενδιάμεσο λογισμικό. Το λογισμικό αυτό επιτρέπει το συντονισμό του αναγνώστη, την παρακολούθηση του συστήματος και την αναγνώριση των πολλαπλών αναγνώσεων ενός αντικειμένου. Είναι επίσης υπεύθυνο για τη δρομολόγηση και το φιλτράρισμα της ροής των δεδομένων ανάγνωσης που δημιουργείται έτσι ώστε τα διπλότυπα να εξαλείφονται και μόνο οι σχετικές επιχειρησιακές πληροφορίες να μετακινούνται στο υψηλότερο επίπεδο λογισμικό διαχείρισης επιχειρήσεων του οργανισμού. Στην πραγματικότητα, λειτουργεί σαν μια διασύνδεση του αναγνώστη στο λογισμικό εφαρμογής.

1.3.2.4.Εφαρμογές

Μόλις φιλτράρονται από το ενδιάμεσο λογισμικό, οι πληροφορίες που παράγονται από τους αναγνώστες RFID είναι έτοιμες να υποβληθούν σε επεξεργασία από τις εφαρμογές διαχείρισης της επιχείρησης. Όλοι οι κύριοι εκδότες λογισμικού ERP (Enterprise Resource Planning-προγραμματισμός επιχειρηματικών πόρων) όπως είναι η SAP ή η Oracle προσφέρουν επιλογές συνδεσιμότητας RFID.

1.3.3.Απόδοση του συστήματος RFID

Πολλοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση των συστημάτων RFID, οι οποίοι ποικίλουν ανάλογα με την εμβέλεια και τη συχνότητα που χρησιμοποιείται, το μικροτσίπ της μνήμης, την ασφάλεια, το είδος των δεδομένων που συλλέγονται καθώς και

άλλα χαρακτηριστικά. Αυτή η ενότητα περιγράφει εν συντομία μερικά από τα βασικά στοιχεία που μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την απόδοση των συστημάτων RFID.

➤ Συχνότητα

Η συχνότητα είναι ο κύριος παράγοντας που καθορίζει την εμβέλεια ανάγνωσης, την αντίσταση σε παρεμβολές και άλλα χαρακτηριστικά απόδοσης. Ο λόγος είναι ότι τα ραδιοκύματα συμπεριφέρονται διαφορετικά σε διαφορετικές συχνότητες, δημιουργώντας έτσι διαφορετικές ιδιότητες όπως είναι τα οι διαφορετικές εμβέλειες ανάγνωσης. Επιπλέον, είναι γνωστό ότι είναι δύσκολο να μεταδίδονται ραδιοσήματα μέσω μετάλλων ή υγρών. Προϊόντα με πολύ νερό και μέταλλο είναι επομένως ιδιαίτερα δύσκολο να επισημανθούν και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη εμβέλεια ανάγνωσης και αξιοπιστία ανάγνωσης λόγω των παρεμβολών και του αποσυντονισμού της κεραίας. Αυτή η δυσχέρεια συναντάται κυρίως κατά τη χρησιμοποίηση συστημάτων UHF, καθώς τα συστήματα χαμηλής και υψηλής συχνότητας λειτουργούν καλύτερα από τα συστήματα UHF γύρω από μέταλλα και νερό. Τα ραδιοκύματα υψηλής και χαμηλής συχνότητας δεν αναπηδούν στο μέταλλο προκαλώντας ψευδείς αναγνώσεις και έχουν μεγαλύτερες ικανότητες διείσδυσης στο νερό μιας και τα UHF ραδιοκύματα απορροφώνται από το νερό. Ένας τρόπος αντιμετώπισης αυτού του προβλήματος είναι ο σχεδιασμός κεραιών που μπορούν να παραμένουν συντονισμένες όταν βρίσκονται κοντά σε υλικά που δεν είναι «φιλικά» στις ραδιοσυχνότητες. Ένας άλλος τρόπος είναι να δημιουργηθεί ένα διάκενο αέρα ανάμεσα στην ετικέτα και το αντικείμενο. Στην πραγματικότητα, το ποια συχνότητα είναι κατάλληλη εξαρτάται από το είδος της εφαρμογής, καθώς ορισμένες συχνότητες δεν είναι αναγνώσιμες από μικρή ή μεγάλη απόσταση. Στον παρακάτω πίνακα παραθέτουμε το είδος των εφαρμογών RFID που χρησιμοποιούνται συνήθως στις διάφορες περιοχές συχνοτήτων.

Ζώνη Συχνοτήτων	Περιγραφή	Τυπική εμβέλεια	Συνήθεις Εφαρμογές
125 – 134 kHz	Χαμηλή συχνότητα	Μέχρι και 30 εκατοστά	Αναγνώριση οχημάτων
			Αυτοματοποίηση ελέγχου της παραγωγής
13.56 MHz	Υψηλή συχνότητα (HF)	Μέχρι 1-1.5 μέτρο	Εισιτήρια (δημόσιες συγκοινωνίες, εκδηλώσεις)
			Έλεγχος πρόσβασης
			Παρακολούθηση ενδυμάτων
			Εμπορεύματα (μεμονωμένα προϊόντα)
			Ανέπαφες αυτόματες συναλλαγές
860 - 960 MHz	Υπερ-υψηλή συχνότητα (UHF)	Από 2-12 μέτρα	Ταυτοποίηση παλετών και κιβωτίων
			Παρακολούθηση επιστρεφόμενων κιβωτίων
			Παρακολούθηση των εργασιών που βρίσκονται σε εξέλιξη
			Διαχείριση περιουσιακών στοιχείων
			Εντοπισμός αποσκευών
2.45 GHz	Μικροκύματα	Μέχρι και 200 μέτρα	Αναγνωρίσεις μεγάλου βεληνειούς με ενεργές ετικέτες (αναγνώριση κοντίνερ)

➤ Εμβέλεια

Εκτός από τη συχνότητα, η ισχύς εξόδου και η κατευθυντήρια ευαισθησία της κεραίας μπορεί επίσης να επηρεάσει την εμβέλεια ανάγνωσης του

συστήματος καθώς και το άμεσο φυσικό περιβάλλον. Όπως προαναφέραμε παραπάνω, η παρουσία μετάλλων και υγρών μπορεί να προκαλέσει παρεμβολές που θα επηρεάσουν όχι μόνο την εμβέλεια αλλά και την απόδοση της ανάγνωσης και εγγραφής δεδομένων.

➤ **Κεραία**

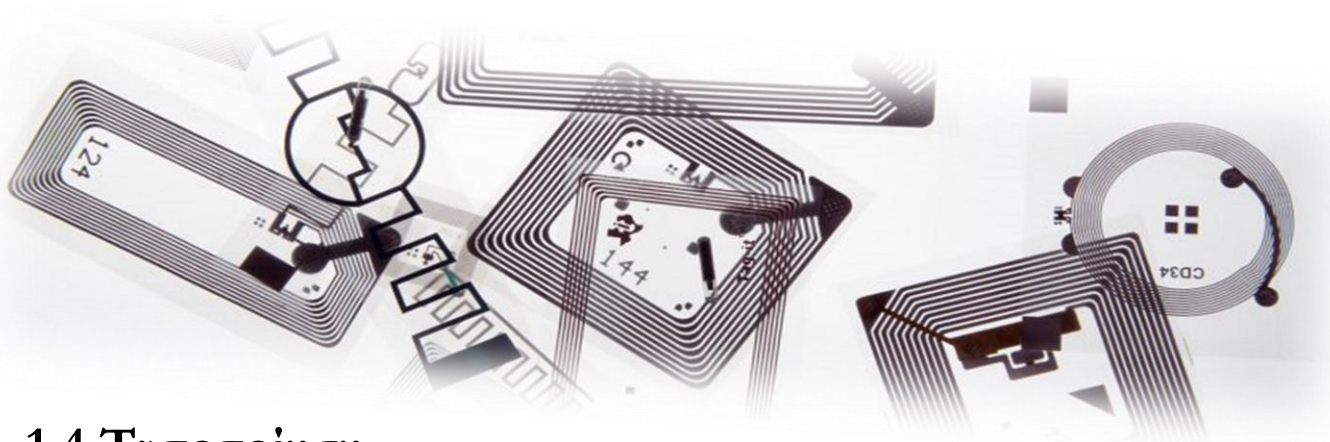
Ο προσανατολισμός, η θέση, η εγγύτητα και η περιοχής ανάγνωσης της κεραίας της ετικέτας είναι ζωτικής σημασίας προκειμένου να εξασφαλιστεί η βέλτιστη αναγνώριση. Ο προσανατολισμός της κεραίας ορισμένων ετικετών μπορεί να επηρεάσει τον προσανατολισμό σε άλλες ετικέτες, ειδικά όταν τα προϊόντα είναι διατεταγμένα κοντά και με μια οποιαδήποτε σειρά. Προσθέτοντας ωστόσο περισσότερες κεραίες στον αναγνώστη δίνεται η δυνατότητα στην ετικέτα να διαβαστεί σε περισσότερες θέσεις ή ακόμα και ανεξάρτητα από τη θέση της. Ένα άλλο σημείο στο οποίο πρέπει να εστιάσουμε την προσοχή μας είναι ότι ο αναγνώστης δεν μπορεί να επικοινωνήσει με μια ενεργή ετικέτα που είναι προσανατολισμένη κάθετα προς την κεραία του αναγνώστη.

➤ **Εξασθένηση του σήματος**

Η εξασθένηση του σήματος δεν οφείλεται μόνο στο γεγονός ότι το εκπεμπόμενο σήμα εξασθενεί φυσιολογικά με την απόσταση και ότι ένα ανακλώμενο σήμα εξασθενεί κατά πολύ ταχύτερο ρυθμό. Ο τρόπος που ένα σύστημα έχει εγκατασταθεί ή εξωτερικοί παράγοντες, όπως είναι για παράδειγμα το υλικό του προϊόντος στο οποίο έχει τοποθετηθεί η ετικέτα μπορεί να εξασθενήσει το σήμα προκαλώντας μειωμένη απόδοση.

➤ **Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές**

Μια μεγάλη ποικιλία μηχανών όπως οι ιμάντες μεταφοράς ή τα μηχανήματα παραγωγής και κατασκευής μπορεί να παρεμβαίνουν στα συστήματα RFID.



1.4.Τυποποίηση

Η τυποποίηση είναι ένα κείμενο που έχει συνταχθεί με ομοφωνία από ένα αναγνωρισμένο οργανισμό και που παρέχει για κοινή και επαναλαμβανόμενη χρήση κανόνες, οδηγίες ή χαρακτηριστικά για δραστηριότητες ή τα αποτελέσματά τους, στοχεύοντας στην επίτευξη σε βέλτιστο βαθμό της τυποποίησης στα πλαίσια ενός δεδομένου περιεχομένου. Όταν δηλαδή αναφερόμαστε στον όρο τυποποίηση, ουσιαστικά εννοούμε κάποιους συμφωνημένους τρόπους για να υλοποιούνται κάποιες διεργασίες. Είναι ζωτικής σημασίας για πολλές εφαρμογές RFID, όπως το σύστημα πληρωμών και τα αγαθά ή τα επαναχρησιμοποιούμενα κοντέινερ που παρακολουθούνται στην αλυσίδα εφοδιασμού. Χωρίς τυποποίηση, τέτοιες εφαρμογές θα ήταν απλά χωρίς νόημα. Αν και συνήθως λέγεται ότι δεν υπάρχει τυποποίηση στην τεχνολογία RFID, υπάρχουν πολλές καλώς καθιερωμένες τυποποιήσεις και μερικές αναδυόμενες τυποποιήσεις που εξασφαλίζουν ποικίλες συχνότητες και εφαρμογές, έτσι ώστε οι ετικέτες και ο εξοπλισμός από πολλαπλές πηγές να μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζί στα συστήματα εφοδιαστικής αλυσίδας. Για παράδειγμα, τυποποιήσεις RFID υπάρχουν ήδη σε ισχύ για τη διαχείριση αντικειμένων, την αναγνώριση των κοντέινερ, των καρτών εισιτηρίων, την ταυτοποίηση των τροχών και των ελαστικών, την παρακολούθηση των εμπορευμάτων στην αλυσίδα εφοδιασμού καθώς και πολλές άλλες χρήσεις.

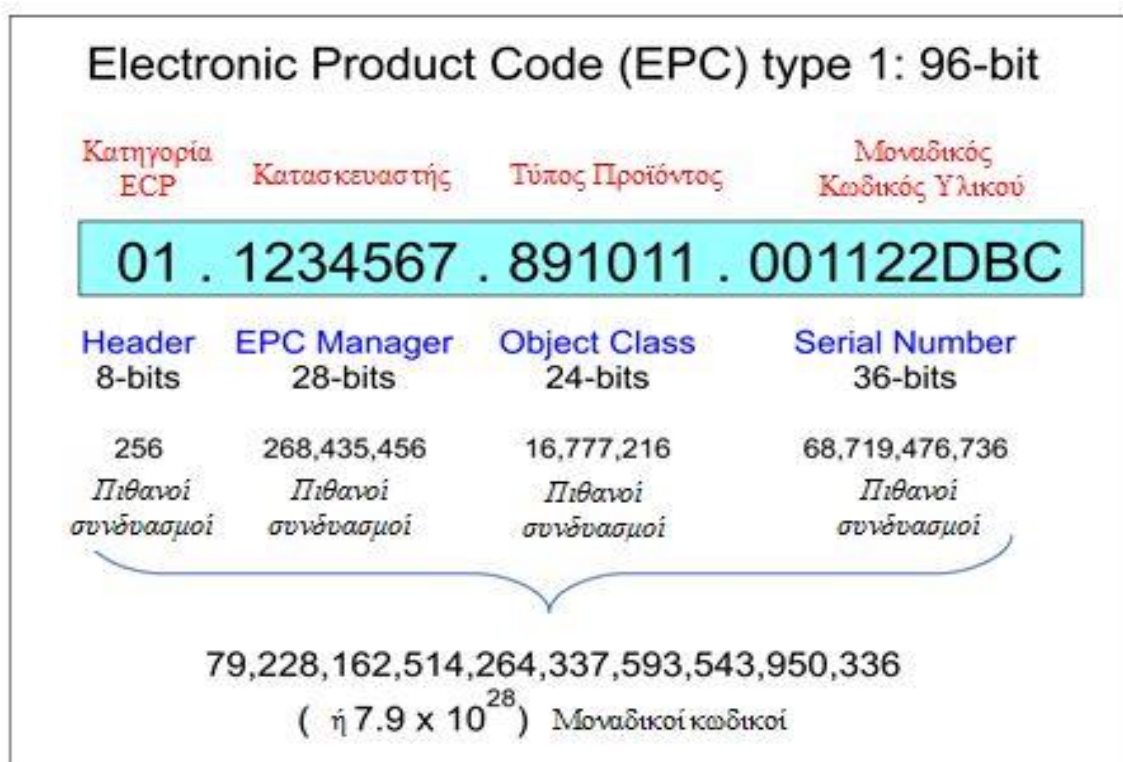
Οι τυποποιήσεις πρέπει να ασχοληθούν με το πρωτόκολλο διεπαφής αέρα (ο τρόπος με τον οποίο επικοινωνούν οι ετικέτες και οι αναγνώστες), το περιεχόμενο των δεδομένων (ο τρόπος που τα δεδομένα είναι διαμορφωμένα και οργανωμένα), τη συμμόρφωση (τρόποι για να ελεγχθεί ότι τα προϊόντα πληρούν τις τυποποιήσεις) και τις εφαρμογές (πώς οι τυποποιήσεις χρησιμοποιούνται στις ετικέτες αποστολής για παράδειγμα).

Δύο οργανισμοί τυποποίησης ιδιαίτερα σημαντικοί για την αλυσίδα εφοδιασμού είναι ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) και η EPCGlobal Inc.. Πολλές εθνικές και βιομηχανικές τυποποιήσεις βασίζονται σε τυποποιήσεις ISO και EPCGlobal. Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης έχει ήδη δημιουργήσει πολλές τυποποιήσεις που καλύπτουν πολλούς τομείς, όπως το πρωτόκολλο διεπαφής αέρα, τον αυτόματο εντοπισμό και τη διαχείριση των αντικειμένων. Η EPCGlobal Inc. έχει ως στόχο να πετύχει ένα παγκόσμιο πρότυπο τυποποίησης για να ενεργοποιήσει την καθολική ιχνηλασιμότητα και εργάζεται σε ένα μια πρόταση διεθνών τυποποιήσεων προκειμένου να εξομαλύνει τις τεχνικές χρήσεις της τεχνολογίας RFID.

Η EPCGlobal σε συνεργασία με το Κέντρο Auto-ID είναι υπεύθυνοι για τη δημιουργία του ηλεκτρονικού κωδικού προϊόντος (Electronic Product Code-EPC), ενός παγκόσμιου συστήματος αναγνώρισης αντικειμένων βασισμένο στην τεχνολογία RFID. Το Κέντρο Auto-ID αρχικά ιδρύθηκε το 1999 για να αναπτύξει ένα ανοιχτό πρότυπο αρχιτεκτονικής για τη δημιουργία ενός παγκόσμιου δικτύου για τα φυσικά αντικείμενα με τη χρήση της τεχνολογίας RFID και στη συνέχεια εξελίχθηκε στα εργαστήρια Auto-ID που αποτελούν σήμερα μια ομοσπονδία ερευνητικών πανεπιστημίων που δραστηριοποιείται στον τομέα της δικτυωμένης ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνοτήτων και τις αναδυόμενες τεχνολογίες ανίχνευσης.

Ο ηλεκτρονικός κωδικός προϊόντος (EPC) είναι ένας τυποποιημένος κωδικός αριθμός ο οποίος χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει μοναδικά αντικείμενα, έτσι ώστε το καθένα από αυτά να μπορεί να παρακολουθείται ξεχωριστά χρησιμοποιώντας την τεχνολογία RFID. Θεωρείται ότι είναι ο ενδεχόμενος διάδοχος του γραμμικού κώδικα. Σε αντίθεση με την

τεχνολογία του γραμμικού κώδικα, ο ηλεκτρονικός κωδικός προϊόντος επιτρέπει την ταυτοποίηση κάθε αντικείμενου που κατασκευάζεται και όχι τον κατασκευαστή και την κατηγορία των προϊόντων. Ο κωδικός αυτός αποτελείται από μια κεφαλίδα και τρία διαχωρισμένα σύνολα δεδομένων, προκειμένου να προσδιορίσει τον κατασκευαστή, την κατηγορία προϊόντος και το ίδιο το αντικείμενο με το μοναδικό σειριακό αριθμό. Στην παρακάτω εικόνα παραθέτουμε μια τυπική κωδικοποίηση ενός EPC των 96 bits. Αυτό το είδος EPC είναι αρκετά μεγάλο για να καλύψει όλα τα προϊόντα που κατασκευάζονται σε όλο τον κόσμο για τα επόμενα χρόνια.



Ο στόχος της EPCGlobal είναι να παρέχει ένα σύστημα διανομής ομογενών ετικετών, έτσι ώστε κάθε αντικείμενο να μπορεί να έχει ένα EPC στην αλυσίδα εφοδιασμού κάθε εταιρείας στον κόσμο, κάτι το οποίο θα μπορούσε να επιτρέψει στους εμπορικούς εταίρους να παρακολουθούν εύκολα τα εμπορεύματα σε ολόκληρο τον κόσμο. Η EPCGlobal αγωνίζεται για την αύξηση της ορατότητας των προϊόντων και της αποδοτικότητας των διεργασιών σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού και για την υψηλότερης ποιότητας ροή πληροφοριών μεταξύ των επιχειρήσεων και των βασικών

εμπορικών τους εταιρών. Με την προοπτική αυτή έχει ξεκινήσει την ανάπτυξη μιας αρχιτεκτονικής δικτύου που θα επιτρέπει σε κάθε εξουσιοδοτημένο πρόσωπο να αναζητήσει οποιαδήποτε πληροφορία σχετίζεται με το σειριακό αριθμό που είναι αποθηκευμένος στις ετικέτες.

Προκειμένου να διακρίνει το ένα είδος ετικέτας από το άλλο, η EPCGlobal έχει καθορίσει πέντε κατηγορίες ετικετών για να δείξει τις δυνατότητες που μια ετικέτα δύναται να εκτελέσει και έχει αναπτύξει ή προσπαθεί να αναπτύξει πρωτόκολλα για αυτές τις διαφορετικές κατηγορίες.

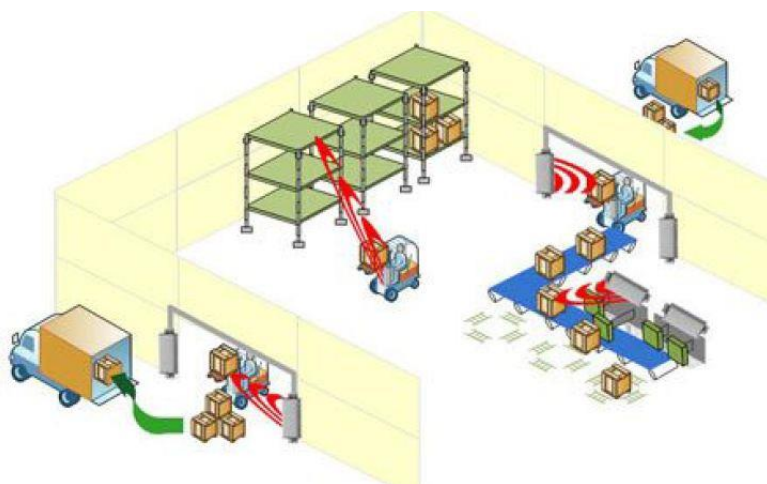
Το μεγαλύτερο μειονέκτημα που συνδέεται με αυτή τη διαδικασία τυποποίησης είναι ότι η EPCGlobal έχει δημιουργήσει τη δική της υπερ-υψηλή συχνότητα (UHF) και τα δικά της πρωτόκολλα διεπαφής αέρα για την παρακολούθηση των προϊόντων στη διεθνή αλυσίδα εφοδιασμού, τα οποία δεν είναι συμβατά με τις τυποποιήσεις ISO εκτός των άλλων θεμάτων διαλειτουργικότητας που δημιουργούνται. Ωστόσο, σε μια προσπάθεια να εναρμονιστούν με τις τυποποιήσεις ISO και να υιοθετηθούν περισσότερο διεθνώς, η EPCGlobal σχεδίασε το πρότυπο τυποποίησης EPC Gen 2. Με άλλα λόγια, ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) και η EPCGlobal εργάζονται μαζί για την επίλυση αυτού του ζητήματος, προκειμένου να ικανοποιήσουν την επιθυμία των τελικών χρηστών να έχουν μια διεθνή τυποποίηση για την παρακολούθηση των αγαθών στην αλυσίδα εφοδιασμού χρησιμοποιώντας RFID ετικέτες υπερ-υψηλής συχνότητας (UHF).

1.5.Πεδία εφαρμογής

Προτού εξετάσουμε τη χρήση της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα, κρίνεται αναγκαίο πρώτα να προβούμε σε μια επισκόπηση των χαρακτηριστικότερων πεδίων εφαρμογής της. Αυτό θα μας βοηθήσει να συνειδητοποιήσουμε τις δυνατότητες της τεχνολογίας αυτής καθώς και τις πιθανές χρήσεις της. Τα χαρακτηριστικότερα πεδία εφαρμογής αναλύονται όπως παρακάτω:

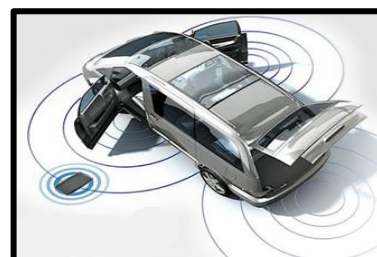
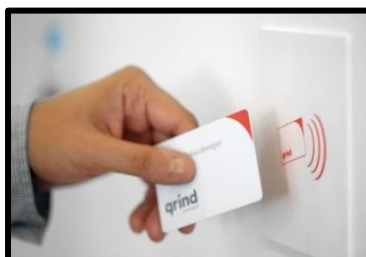
➤ Εφοδιαστική αλυσίδα, logistics

Η τεχνολογία RFID μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων, την παρακολούθηση των προϊόντων, τον έλεγχο των αποθεμάτων, την παρακολούθηση των αποστολών και παραλαβών εμπορευμάτων, των επιστροφών ή ακόμα και των αποσύρσεων προϊόντων. Στο επόμενο κεφάλαιο θα εξετάσουμε πληρέστερα τη χρήση της τεχνολογίας RFID στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.



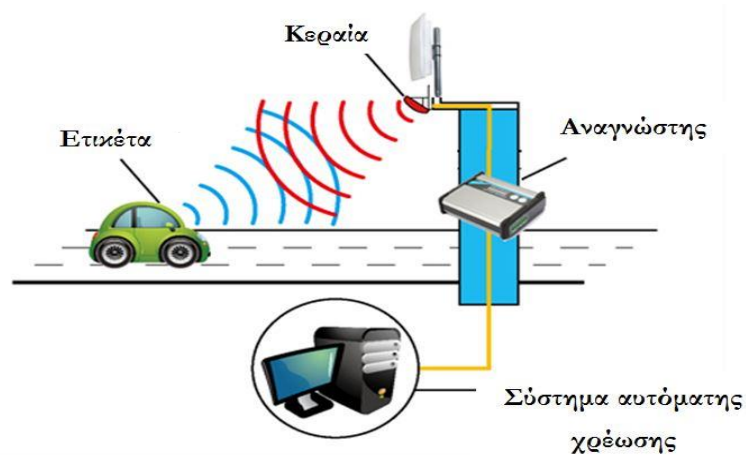
➤ Έλεγχος πρόσβασης και ασφάλεια

Οι κάρτες και τα διακριτικά πρόσβασης που περιέχουν μια ετικέτα RFID μπορούν να αντικαταστήσουν τα κλειδιά ή τις μαγνητικές κάρτες για να ξεκλειδωθούν οι πόρτες μιας ασφαλούς εγκατάστασης, ανάλογα με τα προκαθορισμένα δικαιώματα πρόσβασης του κατόχου της κάρτας. Ένα άλλο παράδειγμα είναι τα κλειδιά ασφαλείας αυτοκινήτου που δίνουν τη δυνατότητα να ξεκλειδωθεί το αυτοκίνητο εξ αποστάσεως.



➤ Δημόσιες υπηρεσίες

Η τεχνολογία RFID μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εισπράττονται αυτόματα τα τέλη των διοδίων.



➤ Αεροδρόμιο

Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση και τον εντοπισμό των αποσκευών.



➤ Ηλεκτρονικά μετρητά

Οι «έξυπνες» κάρτες με ενσωματωμένο τσιπ RFID χρησιμοποιούνται ευρέως ως ηλεκτρονικά μετρητά.



➤ Έκδοση εισιτηρίων

Η τεχνολογία RFID μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την έκδοση και πληρωμή εισιτηρίων στα συστήματα δημόσιων μεταφορών.



➤ Διαβατήρια

Υπόστρωμα με
ενσωματωμένη ετικέτα RFID



Εξώφυλλο
διαβατηρίου

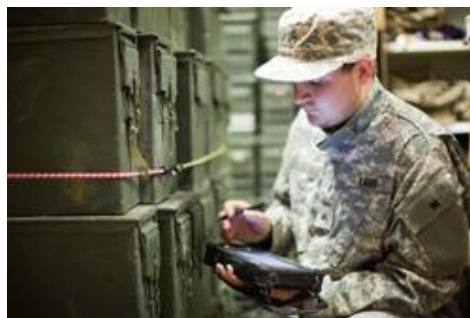
➤ Βιβλιοθήκες

Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιείται για να ελέγχει γρήγορα τα βιβλία που βρίσκονται εντός και εκτός των βιβλιοθηκών.



➤ Στρατός

Η τεχνολογία RFID μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση της ροής του ρεύματος εφοδιασμού. Σε επόμενο κεφάλαιο θα αναλύσουμε εκτενέστερα τις δυνατότητες αξιοποίησης της εν λόγω τεχνολογίας στον κλάδο των Ενόπλων Δυνάμεων.



➤ Υγεία

Η τεχνολογία RFID μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της φροντίδας των ασθενών και να παρέχει τη δυνατότητα για εύκολη ανάκτηση του ιατρικού ιστορικού του κάθε ασθενή.

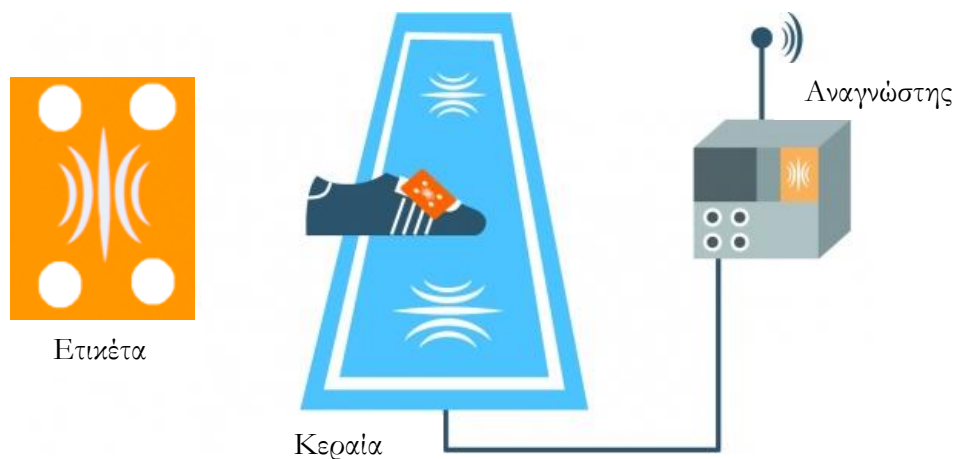


➤ Ταυτοποίηση ανθρώπων



➤ Αθλητισμός

Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιείται σε αγώνες δρόμου μεγάλων αποστάσεων.



➤ Έρευνα και ανάπτυξη

Η τεχνολογία RFID μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση της προόδου μιας μελέτης.

1.6.Κύρια πλεονεκτήματα

Εάν η τεχνολογία RFID χρησιμοποιηθεί και διαχειριστεί σωστά, έχει αρκετά πλεονεκτήματα να προσφέρει τα οποία σίγουρα αξίζει να αναφερθούν. Τα οφέλη αναφορικά με τη χρήση αυτής στην εφοδιαστική αλυσίδα και τα πλεονεκτήματά της έναντι του γραμμικού κώδικα παρατίθενται εκτενώς στο επόμενο κεφάλαιο. Αυτή η ενότητα εστιάζει

στα κύρια και πιο σημαντικά οφέλη της τεχνολογίας RFID καθώς και στους κυριότερους λόγους για την επιλογή της εν λόγω τεχνολογίας.

Η τεχνολογία RFID βοηθά στο να βελτιωθεί η ευκολία, η ακρίβεια, η διαθεσιμότητα των πληροφοριών, η αποτελεσματικότητα, η αποδοτικότητα, η ασφάλεια και η προστασία. Είναι μια τεχνολογία εύκολη στη χρήση, κατάλληλη για αυτόματες λειτουργίες, η οποία παρέχει επιπρόσθετη αντοχή, ευελιξία, δυνατότητα επανεγγραψιμότητας, υψηλή πυκνότητα δεδομένων, εξασφαλίζοντας παράλληλα την ταχεία μεταβίβαση αυτών καθώς και την ακεραιότητά τους. Επιτρέπει πολλαπλές ετικέτες να διαβάζονται ταυτόχρονα. Επιπρόσθετα, αυτή η τεχνολογία συλλογής δεδομένων ενσωματώνεται εύκολα στα ήδη υπάρχοντα συστήματα συλλογής δεδομένων και απαιτείται ελάχιστος χρόνος για την εγκατάστασή της.

Ένας από τους πιο ευεργετικούς παράγοντες που ενθαρρύνουν τη χρήση της τεχνολογίας RFID είναι πιθανώς η ικανότητα αυτής να συλλέγει δεδομένα όταν δεν είναι πρακτική ή είναι ανέφικτη η χρήση άλλων τεχνολογιών ή η χειρωνακτική εργασία, ιδιαίτερα επειδή δεν απαιτείται η οπτική επαφή με τα επισημασμένα αντικείμενα. Η τεχνολογία RFID μπορεί να λειτουργήσει σε περιβάλλοντα που εκτίθενται σε ακραίες θερμοκρασίες, αέρια ή χημικές ουσίες, όπου αυτές οι δύσκολες συνθήκες τυπικά αποτρέπουν τη χρήση άλλων μεθόδων συλλογής δεδομένων.

Συνήθως επιτρέπει στις εταιρείες να δημιουργήσουν αξία, να αυξήσουν την παραγωγικότητά τους, να βελτιώσουν τις διαδικασίες τους και να μειώσουν το κόστος και τα λάθη. Βοηθάει επίσης στην καταπολέμηση της αλλοίωσης, της απώλειας, της κλοπής και της παραποίησης των προϊόντων επειδή βελτιώνει την ιχνηλασιμότητα αυτών, τη διαχείρισή τους καθώς και τον έλεγχο των αποθεμάτων. Επιπλέον, η παρακολούθηση αντικειμένων μέσω της τεχνολογίας RFID απαιτεί λιγότερη ανθρώπινη παρέμβαση. Διαπιστώνουμε λοιπόν πως η εν λόγω τεχνολογία έχει τη δυνατότητα να προσφέρει απόδοση επενδύσεων που ξεπερνά τις όποιες προσδοκίες.

1.7.Κύρια ζητήματα

Παρόλα αυτά τα οφέλη, η τεχνολογία RFID εξακολουθεί να παρουσιάζει μια σειρά από ζητήματα, τα οποία είναι είτε τεχνικά, είτε οργανωτικά ή ακόμα και ηθικά. Τα στελέχη των εταιρειών θα πρέπει να γνωρίζουν για αυτά προτού επιλέξουν τα συστήματα RFID.

Το κύριο πρόβλημα που συνήθως έρχεται πρώτο στο μυαλό είναι η μεγάλη αρχική επένδυση που απαιτείται για να εγκατασταθεί ένα τέτοιο σύστημα και κυρίως το υψηλό κόστος των ετικετών, το οποίο αποτελεί έναν από τους κύριους λόγους που κρατούν πίσω την επέκταση και ευρύτερη χρήση της τεχνολογίας αυτής. Επειδή οι ετικέτες προορίζονται εν τέλει να προσαρτηθούν σε μεγάλα αποθέματα από σχετικά φθηνά προϊόντα, πρέπει και αυτές να είναι εξίσου φθηνές. Σε αντίθετη περίπτωση, τα οφέλη και η εξοικονόμηση κόστους που επιφέρει η τεχνολογία αυτή δεν θα είναι μεγαλύτερα από το κόστος εγκατάστασης και χρήσης της, κάτι που σημαίνει για την εταιρεία πως δεν έχει έρθει ακόμα η κατάλληλη στιγμή για την εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας. Πράγματι, προκειμένου η τεχνολογία αυτή να είναι ανταγωνιστική, λέγεται ότι η ετικέτα θα πρέπει να κοστίζει λιγότερο από τρία σεντς ή ακόμα και ένα σεντ, ενώ σήμερα οι παθητικές ετικέτες κυμαίνονται από πέντε σεντς μέχρι και μερικά ευρώ για τις πιο εξελιγμένες.

Η επόμενη μεγάλη πρόκληση είναι η διαχείριση των δεδομένων. Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία RFID δημιουργούνται μεγάλες μάζες δεδομένων καθώς η σάρωση είναι πάντα ενεργή, σε αντίθεση με την τεχνολογία γραμμικού κώδικα. Κατά συνέπεια, το σύστημα RFID απαιτεί μια αρχιτεκτονική που να μπορεί να διαχειριστεί κατάλληλα, να φιλτράρει, να αναλύσει και να ανταποκριθεί σε αυτή τη σημαντική ποσότητα δεδομένων που λαμβάνονται, προκειμένου η τεχνολογία αυτή να είναι πραγματικά κερδοφόρα και να αποφευχθεί η δημιουργία σημείων συμφόρησης στα πληροφοριακά συστήματα λόγω των ανεπιθύμητων δεδομένων. Ενδεχόμενη αποτυχία σωστής διαχείρισης των δεδομένων αυτών πρόκειται να προκαλέσει μεγαλύτερη σύγχυση στο χρήστη παρά αυξημένη ορατότητα.

Ορισμένα τεχνικά ζητήματα αναφέρθηκαν παραπάνω, αλλά εδώ παραθέτουμε μια πληρέστερη λίστα αυτών:

➤ Προσανατολισμός των ετικετών

Οι ετικέτες που είναι προσανατολισμένες κάθετα προς την κεραία του αναγνώστη εμποδίζουν την αποτελεσματική επικοινωνία. Η μεταβολή της θέσης του αναγνώστη ή η δημιουργία προηγμένων κεραιών λιγότερο ευαίσθητων στον προσανατολισμό των ετικετών αποτελεί μια λύση σε αυτό το πρόβλημα.

➤ Συντονισμός αναγνώστη

Αρκετοί αναγνώστες όταν βρίσκονται σε κοντινή απόσταση ο ένας από τον άλλον αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

➤ Ελευθερία στη συσκευασία προϊόντων

Ορισμένα είδη συσκευασίας, όπως οι μεταλλικές συσκευασίες επηρεάζουν δυσμενώς την αναγνωσιμότητα των ετικετών.

➤ Πολλαπλές τυποποιήσεις

Διάφορες συχνότητες και τυποποιήσεις έχουν αναπτυχθεί για την χρησιμοποίηση των ετικετών RFID λόγω των περιορισμών χρήσης των εθνικών συχνοτήτων και του κόστους επένδυσης. Μία από τις πιθανές επιλογές για να επιλυθεί αυτό το ζήτημα τυποποίησης είναι να δημιουργηθούν αναγνώστες που μπορούν να λειτουργήσουν χρησιμοποιώντας πολλαπλές τυποποιήσεις. Παρ'όλα αυτά, η ανάπτυξη μιας παγκόσμιας τυποποίησης είναι αναγκαία για την επίτευξη της καθολικής ιχνηλασιμότητας.

➤ Μορφές δεδομένων

Ο τρόπος που τα δεδομένα εκπροσωπούνται στη μνήμη των επανεγγράφιμων ετικετών δεν έχει τυποποιηθεί ακόμα, γεγονός που καθιστά πιο δύσκολο για τις εταιρείες να μοιράζονται και να ερμηνεύουν τα δεδομένα, καθώς αυτά κινούνται στην αλυσίδα εφοδιασμού. Όταν η δυνητική χωρητικότητα της μνήμης των ετικετών RFID αυξηθεί αρκετά θα μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί και η

XML, μια γλώσσα σήμανσης που ορίζει ένα σύνολο κανόνων για τα έγγραφα κωδικοποίησης και είναι σε τέτοια μορφή που είναι αναγνώσιμη τόσο από τον άνθρωπο όσο και από τα μηχανήματα.

➤ Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές

Οι παρεμβολές αυτές μπορούν να οφείλονται σε φυσικούς εξωτερικούς παράγοντες, όπως είναι τα μηχανήματα και οι ηλεκτρικοί κινητήρες. Επιπλέον, τα υγρά ή τα μέταλλα μπορούν να απορροφήσουν ή να αντανακλάσουν τα σήματα ραδιοσυχνότητας.

➤ Θέματα ασφαλείας

Ο μεγάλος κίνδυνος με τα συστήματα RFID έγκειται στη χαμηλή συχνότητα επεξεργασίας και τη μικρή μνήμη των ετικετών, ιδιαίτερα των παθητικών ετικετών, γεγονός που τις καθιστά υπολογιστικά αδύναμες προκειμένου να τους ενσωματωθούν οι βασικές λειτουργίες κρυπτογράφησης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι πληροφορίες εντός των παθητικών ετικετών να είναι ευάλωτες σε αλλοίωση, διαγραφή και υποκλοπή. Η επίλυση αυτού του προβλήματος, χωρίς τη σημαντική αύξηση των απαιτήσεων σε κόστος και δύναμης της ετικέτας είναι πολύ δύσκολη. Οι τρεις κύριες επιθέσεις στις οποίες η τεχνολογία RFID είναι εκτεθειμένη είναι:

➤ Παραχάραξη

Η οποία ωστόσο απαιτεί μεγάλες ικανότητες

➤ Αδυναμία ανταπόκρισης συστήματος

Τα ραδιοσήματα είναι σχετικά εύκολο να μπλοκαριστούν

➤ Παραβίαση του συστήματος RFID

Επιτυγχάνεται με τη χρήση μιας συσκευής που επιτρέπει την υποκλοπή πληροφοριών από ανασφάλιστες ετικέτες. Επιπλέον, υπάρχει και η πλαστογράφηση κατά την οποία αντικαθιστούν τις ετικέτες που είναι προσαρτημένες πάνω στα προϊόντα με παραποιημένες ετικέτες που περιέχουν τα αρχικά δεδομένα αλλά δεν μπορούν να εντοπιστούν.

Σε κάθε περίπτωση, οι εταιρείες θα πρέπει να θέσουν σε εφαρμογή ένα πρόγραμμα ασφαλείας που να περιλαμβάνει μεταξύ άλλων πολιτικές ασφαλείας, διαδικασίες, τυποποιήσεις καθώς και τις κατευθυντήριες γραμμές δράσης προτού εφαρμόσουν την τεχνολογία RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα.

➤ **Θέματα απορρήτου**

Η τεχνολογία RFID καθιστά δυνατή τη συγκέντρωση ευαίσθητων δεδομένων για ένα άτομο χωρίς αυτό να το γνωρίζει, μιας και οι ετικέτες RFID μπορούν να διαβαστούν από απόσταση και πιθανότατα ο ιδιοκτήτης του αντικειμένου δεν θα είναι ενήμερος για την ύπαρξη της ετικέτας επάνω σε αυτό. Κατά συνέπεια, η παράνομη παρακολούθηση των ετικετών RFID μπορεί να θέσει σε κίνδυνο το απόρρητο της ιδιωτικής ιδιοκτησίας. Για να επιλυθεί αυτό το πρόβλημα οι ετικέτες θα πρέπει να απενεργοποιούνται μετά την αγορά του προϊόντος. Μπορεί να ενσωματωθεί στην ετικέτα, είτε μια εντολή απενεργοποίησης της ετικέτας που θα ενεργοποιείται κατά την αγορά του αντικειμένου, είτε ένας μηχανισμός που θα μειώνει την εμβέλεια ανάγνωσης αυτής σε λίγα εκατοστά.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°

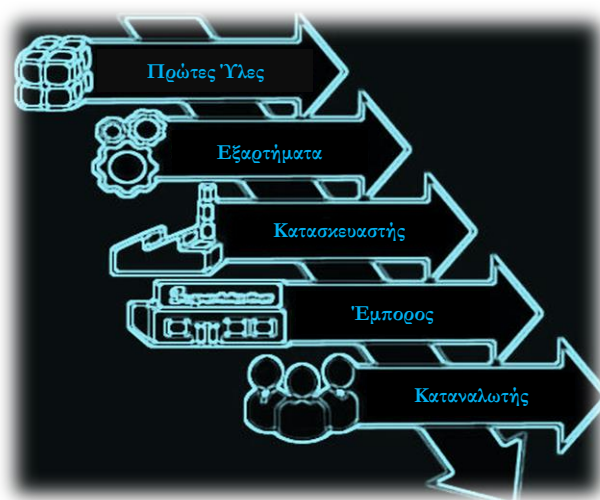
Η χρησιμοποίηση της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα

2.1.Ορισμός της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας

Παρακάτω παραθέτουμε τους βασικούς ορισμούς της εφοδιαστικής αλυσίδας καθώς και της διαχείρισης αυτής για την πληρέστερη κατανόηση των εννοιών αυτών.

➤ Εφοδιαστική αλυσίδα

Αντιπροσωπεύει την αλληλουχία των οργανισμών, δηλαδή τις εγκαταστάσεις, τις λειτουργίες και τις δραστηριότητες αυτών που συμμετέχουν στις διάφορες διεργασίες και διαδικασίες που παράγουν αξία με τη μορφή προϊόντων και υπηρεσιών με τελικό



αποδέκτη τον τελικό καταναλωτή. Μια τυπική αλυσίδα εφοδιασμού περιλαμβάνει την κατασκευή, την αποθήκευση, τη μεταφορά, τη διανομή καθώς και τη λιανική πώληση.

➤ Διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας

Είναι το έργο της ενσωμάτωσης των οργανισμών κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας και του συντονισμού των υλικών, των πληροφοριών και των χρηματοδοτικών ροών, προκειμένου να επωφελούνται από ταχύτερους χρόνους στην αγορά, ταχύτερη ικανοποίηση των παραγγελιών και χαμηλότερο κόστος. Με άλλα λόγια, αποτελείται από τον όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερο σχεδιασμό, υλοποίηση και έλεγχο των λειτουργιών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Στην πραγματικότητα, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας επιτρέπει σε μια οργάνωση να παρέχει τα σωστά προϊόντα και υπηρεσίες στο σημείο που απαιτούνται στο σωστό χρόνο, στη σωστή ποσότητα και με αποδεκτό κόστος. Στοχεύει στη βελτίωση της συνεργασίας μεταξύ των εταιρών της εφοδιαστικής αλυσίδας, έτσι ώστε η ορατότητα των αποθεμάτων και η ταχύτητα διανομής αυτών να μπορεί να βελτιωθεί. Η αποτελεσματική διαχείριση αυτής της διαδικασίας απαιτεί τη διατήρηση των σχέσεων με τους προμηθευτές και τους πελάτες, καθώς και τον έλεγχο των αποθεμάτων, την πρόβλεψη της ζήτησης και τη λήψη συνεχούς ανατροφοδότησης σχετικά με το τι συμβαίνει σε κάθε κρίκο της αλυσίδας.

2.2. Συμβολή της τεχνολογίας RFID στη βελτίωση της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας

Προκειμένου η χρησιμοποίηση της τεχνολογίας RFID να πετύχει το σκοπό της, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας χρειάζεται ακριβή ταυτοποίηση και παρακολούθηση των προϊόντων καθώς και γνώση για το τι αποθέματα έχει μια εταιρεία, που βρίσκονται αυτά, σε τι ποσότητα και σε ποια κατάσταση. Οι πληροφορίες αυτές είναι ζωτικής σημασίας

προκειμένου οι επιχειρήσεις να επιβιώσουν και να ευημερήσουν. Επιπλέον, υπάρχει, ίσως περισσότερο από κάθε άλλη φορά, μεγάλη πίεση στους κατασκευαστές, στους διανομείς και στους εμπόρους λιανικής πώλησης ώστε να μεγιστοποιηθεί η αποτελεσματικότητα των διαδικασιών, να ελαχιστοποιηθεί το κόστος και να εξασφαλιστεί η παροχή της καλύτερης δυνατής αξίας στους τελικούς καταναλωτές, τα οποία συνοψίζονται σε ανάγκη για περαιτέρω βελτίωση της αποδοτικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας. Δεδομένων των συνθηκών που επικρατούν στη σύγχρονη αγορά, η τεχνολογία RFID φαίνεται να αποτελεί την ιδανική λύση για να ικανοποιήσει τις ολοένα και αυξανόμενες και παράλληλα πιεστικές απαιτήσεις. Πράγματι, η τεχνολογία RFID εξασφαλίζει την καλύτερη ιχνηλασιμότητα και την καλύτερη αναγνώριση των προϊόντων. Αποτελεί τη λύση στα προβλήματα της παρακολούθησης και της ταυτοποίησης προϊόντων που έχει να αντιμετωπίσει η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, προκειμένου να ελέγχει την κίνηση των υλικών κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού. Η τεχνολογία RFID συμβάλλει στη βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας, την ορατότητα και την ανταπόκριση των υλικών όχι με ένα μόνο τρόπο, αλλά με πολλούς διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με το επίπεδο και τη λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας στην οποία θα εφαρμοστεί. Αυτό που εξασφαλίζει η χρησιμοποίηση αυτής της τεχνολογίας είναι η παροχή του σωστού προϊόντος, στο σωστό μέρος, τη σωστή στιγμή, μεγιστοποιώντας έτσι τις πωλήσεις και τα εξαγόμενα κέρδη.

2.2.1.Παρακολούθηση της κίνησης των εμπορευμάτων: Από τον γραμμωτό κώδικα (bar code) στην τεχνολογία RFID

Τα προβλήματα παρακολούθησης των υλικών μπορούν εύκολα να προκύψουν καθώς αυτά κινούνται από το ένα σημείο στο άλλο στην εφοδιαστική αλυσίδα και μπορεί να χαθούν, να κλαπούν, να τοποθετηθούν σε λάθος σημείο, να καταστραφούν ή ακόμα και να φθαρούν κατά τη μεταφορά τους. Οι εταιρείες επίσης αντιμετωπίζουν προβλήματα εντοπισμού των υλικών κατά την φόρτωση και εκφόρτωση αυτών καθώς και των υλικών που εμφάνισαν

προβλήματα ή επεστράφησαν, μιας και τα δεδομένα αυτά μπορεί να μην έχουν καταγραφεί σωστά στο σύστημα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να συσσωρεύονται στις αποθήκες πλεονάζοντα, αδρανή ή διπλότυπα υλικά.

Η επίλυση των προβλημάτων αυτών χωρίς τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας RFID απαιτεί τη συνδρομή αυξημένου ανθρώπινου δυναμικού, μιας και το προσωπικό θα πρέπει να σκανάρει μεμονωμένα κάθε ένα από τα εναποθηκευμένα υλικά προκειμένου να υπάρχει πλήρη εικόνα των διαθέσιμων αποθεμάτων, ενώ παράλληλα θα πρέπει να παρακολουθεί με μη αυτόματο τρόπο τις πληροφορίες που δεν μπορούν να προστεθούν στις ετικέτες γραμμωτού κώδικα.

Αντίθετα, με τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας RFID λιγότερο ανθρώπινο δυναμικό είναι απαραίτητο, διότι δεν απαιτείται πλέον μεμονωμένο σκανάρισμα των υλικών και επιπρόσθετα στις ετικέτες RFID μπορούν να αποθηκευθούν και οι όποιες πρόσθετες πληροφορίες αναγκαιούν. Οι ετικέτες αυτές μπορούν αυτόματα να αναγνωσθούν και να εγγραφούν πολλές φορές προκειμένου να παρακολουθήσουν κάθε κίνηση των υλικών, όπως είναι οι παραλαβές και αποστολές, οι φορτώσεις και εκφορτώσεις καθώς και οι χρόνοι άφιξης σε στρατηγικές τοποθεσίες. Η επικοινωνία μεταξύ των προϊόντων και των συστημάτων απογραφής είναι άμεση και αυτόματη. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η πληκτρολόγηση στοιχείων και πληροφοριών σε μια βάση δεδομένων ή το σκανάρισμα μιας ετικέτας γραμμωτού κώδικα, μειώνοντας έτσι σημαντικά την πιθανότητα λάθους καθώς και το κόστος εργασίας. Για να επιτευχθεί αυτή η αυτόματη καταγραφή της κυκλοφορίας των εμπορευμάτων σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα εγκαθίστανται αναγνώστες στα εργοστάσια, στα κέντρα διανομής, στις αποθήκες καθώς και στα ράφια των καταστημάτων. Όταν ένας αναγνώστης διαβάζει μια ετικέτα, προωθεί σε ένα σύστημα υπολογιστή την ψηφιακή ταυτότητα της ετικέτας, τη δική του ψηφιακή ταυτότητα και το χρόνο που διαβάστηκε η



ετικέτα. Δεδομένου ότι οι εταιρείες γνωρίζουν σε ποια τοποθεσία είναι ο κάθε αναγνώστης, μπορούν να πληροφορηθούν για το που είναι ένα προϊόν, τι ακριβώς είναι αυτό το προϊόν και λόγω και του χρονικού προσδιορισμού της ανάγνωσης μπορούν να ξέρουν από που διήλθε και πότε το εν λόγω προϊόν. Παρατηρούμε λοιπόν πως με την τεχνολογία RFID η παρακολούθηση της φυσικής κυκλοφορίας των υλικών πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο, κάτι το οποίο αποτελεί μια μοναδική ιδιότητα της τεχνολογίας αυτής. Οι ετικέτες μπορούν να ελέγχουν με βάσεις δεδομένων σε πραγματικό χρόνο εάν τα εμπορεύματα έχουν παραδοθεί σωστά όσον αφορά το μέγεθος, το βάρος, το είδος, τον τύπο του προϊόντος καθώς και άλλα χαρακτηριστικά, ενώ παράλληλα μπορούν να στέλνουν απευθείας ειδοποιήσεις στα στελέχη της εταιρείας για πιθανές παραγγελίες ή ασυμφωνίες στις αποστολές.

Συνοψίζοντας, η τεχνολογία RFID έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει σημαντικά την ορατότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας χάρη στην ικανότητά της να παρακολουθεί κάθε αντικείμενο οπουδήποτε και αν βρίσκεται αυτό κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας αυτόματα, με ασφάλεια και σε πραγματικό χρόνο και επιπλέον δύναται να προσδιορίζει επακριβώς κάθε κοντέινερ, παλέτα, κιβώτιο και αντικείμενο που έχει κατασκευαστεί, φορτωθεί και πωληθεί. Αυτό εξηγεί κατά κύριο λόγο γιατί πολλές εταιρείες επενδύουν στην τεχνολογία RFID επιλέγοντας να αντικαταστήσουν ή να επεκτείνουν τις παραδοσιακές διαδικασίες γραμμωτής κωδικοποίησης. Στην πραγματικότητα, η τεχνολογία RFID δεν πρέπει να θεωρείται απλά σαν αντικαταστάτης της τεχνολογίας γραμμωτού κώδικα, δεδομένου ότι διαφοροποιείται από αυτήν τόσο στην απόδοση όσο και στην ποικιλία των εφαρμογών που παρέχει και των δυνατοτήτων που εξασφαλίζει. Τα κύρια πλεονεκτήματα της τεχνολογίας RFID που προτρέπουν τις επιχειρήσεις να μεταβούν από το γραμμωτό κώδικα σε αυτή είναι τα ακόλουθα:

➤ Μεγαλύτερη χωρητικότητα αποθήκευσης

Σε αντίθεση με τις ετικέτες γραμμωτού κώδικα, οι οποίες μπορούν να διατηρήσουν πληροφορίες μόνο σχετικά με τον κατασκευαστή και την κατηγορία

προϊόντος, οι ετικέτες RFID μπορούν να συμπεριλάβουν λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με το προϊόν, πληροφορίες εντοπισμού (όπως είναι η ώρα άφιξης, αποστολής και αναχώρησης από ορισμένες περιοχές και σε συγκεκριμένες ημερομηνίες) καθώς και πληροφορίες σχετικά με τις αλλαγές στις περιβαλλοντικές συνθήκες, ανάλογα με το υφιστάμενο κύκλωμα ετικετών.

➤ Δυνατότητα προγραμματισμού

Δεδομένα μπορούν να προστεθούν, να αφαιρεθούν ή και να επικαιροποιηθούν στις ετικέτες RFID, κάτι το οποίο δεν είναι δυνατό στις ετικέτες γραμμωτού κώδικα, καθώς αυτές εκτυπώνονται μόνο μία φορά. Μερικές ετικέτες με ακόμα πιο προηγμένες δυνατότητες μπορούν ακόμη και να προγραμματιστούν ώστε να παρέχουν συγκεκριμένα δικαιώματα ανάγνωσης και εγγραφής.

➤ Μεγαλύτερη απόσταση ανάγνωσης

➤ Ευρύτερη περιοχή σάρωσης

➤ Δεν απαιτείται η ανεμπόδιστη οπτική επαφή της ετικέτας με τον αναγνώστη για τη μεταφορά πληροφοριών, μιας και αυτές στέλνονται μέσω ραδιοκυμάτων.

➤ Δυνατότητα ανάγνωσης πολλαπλών αντικειμένων ταυτόχρονα, σχεδόν ανεξάρτητα από τον προσανατολισμό αυτών. Με τη χρήση αυτής της τεχνολογίας η διαδικασία αυτή οδεύει προς την πλήρη αυτοματοποίησή της. Αυτό μειώνει την ανάγκη για μεμονωμένο σκανάρισμα των εμπορευμάτων, επιταχύνοντας έτσι τη συλλογή μεγάλου όγκου δεδομένων. Για παράδειγμα, τα αντικείμενα σε μια παλέτα μπορούν να αναγνωσθούν όλα με τη μία.

➤ Ταχύτερος ρυθμός ανάγνωσης (από 100 έως και 1000 ετικέτες ανά δευτερόλεπτο)

➤ Δεν απαιτείται η ανθρώπινη παρέμβαση

➤ Η τεχνολογία διατηρεί την αξιοπιστία της σε περιβάλλοντα με έντονη υγρασία ή υψηλές θερμοκρασίες, συνθήκες που δυσχεραίνουν τη λειτουργικότητα του γραμμωτού κώδικα.

➤ Οι ετικέτες μπορούν να ενσωματωθούν σχεδόν σε οτιδήποτε.

Όλα αυτά τα πλεονεκτήματα οδηγούν αναμφισβήτητα σε έναν αποτελεσματικότερο και ταχύτερο τρόπο επίλυσης των προβλημάτων εντοπισμού των υλικών, εξαφανίζοντας τα τυφλά σημεία αναφορικά με τα τηρούμενα αποθέματα και τις διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας. Δεν είναι λίγες οι εταιρείες που χρησιμοποιώντας την τεχνολογία RFID σημείωσαν μεγάλη αύξηση της παραγωγικότητας. Επιπλέον, η δρομολόγηση των αποσκευών αεροδρομίου αρχίζει να επωφελείται από την σημαντικά μεγαλύτερη αξιοπιστία που εξασφαλίζει η τεχνολογία RFID σε σχέση με τα συστήματα γραμμωτού κώδικα.



Ωστόσο, η τεχνολογία γραμμωτού κώδικα εξακολουθεί να παραμένει η πιο εύκολη και λιγότερο δαπανηρή μέθοδος για την αναγνώριση μεμονωμένων καταναλωτικών αγαθών και πιθανότατα δεν θα εξαφανιστεί παρά το γεγονός ότι η χρήση της τεχνολογίας RFID ολοένα και μεγαλώνει. Κάτι ανάλογο ισχύει και στην περίπτωση της έντυπης αλληλογραφίας που εξακολουθεί να υφίσταται παρά την εμφάνιση των μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και των κινητών τηλεφώνων. Επιπλέον, ο συνδυασμός των δύο αυτών τεχνολογιών μπορεί μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις να αποτελεί την καλύτερη δυνατή προσέγγιση.

2.2.2. Η τεχνολογία RFID στις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας

Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιείται ήδη ευρέως στις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας, κυρίως για να βελτιώσει τη ροή των εμπορευμάτων και να ενισχύσει την ορατότητα κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, χάρη στη βελτιωμένη παρακολούθηση των αποθεμάτων που εξασφαλίζει, προκειμένου να επιτευχθεί η αποτελεσματική διαχείριση του διατιθέμενων οχημάτων και να αυτοματοποιηθούν ορισμένα τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αποτελεί την ιδανική τεχνολογία για την αυτοματοποίηση των διαδικασιών συλλογής των δεδομένων που εξάγονται από την παραγωγή και διανομή των υλικών. Μεγάλες ποσότητες πληροφοριών μπορούν να αναλύονται και να αποστέλλονται σε εσωτερικά και εξωτερικά συστήματα σχεδόν σε πραγματικό χρόνο, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων. Το πλεονέκτημα κατά την υλοποίηση αυτών των διαδικασιών είναι ότι η μετάδοση των πληροφοριών στις βάσεις δεδομένων πραγματοποιείται χωρίς να απαιτείται φυσική ή οπτική επαφή με τα υλικά. Αυτές οι βάσεις δεδομένων που διατηρούν στη μνήμη τους τα δεδομένα των υλικών μπορούν να παρέχουν στο χρήστη ακριβείς πληροφορίες για τις διαδρομές που αυτά έχουν ακολουθήσει κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας καθώς και ενδεχόμενες προσαρμογές ή αναβαθμίσεις στα στοιχεία των υλικών. Με αυτό το είδος πληροφοριών να συλλέγεται αυτόματα και να καταγράφεται, οι εταιρείες μπορούν να μειώσουν το κόστος διαχείρισης της διακίνησης εμπορευμάτων, να βελτιώσουν τον προγραμματισμό τους, να επιταχύνουν το χειρισμό ορισμένων διαδικασιών και κατά συνέπεια να αξιοποιήσουν καλύτερα τις δυνατότητες των αποθηκών, το προσωπικό και το διαθέσιμο ωράριο εργασίας. Επιπλέον, η επισύναψη με τη χρήση ετικετών RFID πάνω σε κάθε υλικό ολόκληρου του ιστορικού δραστηριότητας αυτών μπορεί να βοηθήσει τις εταιρείες να βελτιώσουν την παρακολούθηση των προϊόντων, τον έλεγχο των αποθεμάτων, την παρακολούθηση των αποστολών και παραλαβών εμπορευμάτων, των επιστροφών ή ακόμα και των αποσύρσεων προϊόντων.

Τα κυριότερα οφέλη από τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα προκύπτουν από την καλύτερη ιχνηλασιμότητα και ταυτοποίηση των εμπορευμάτων καθώς και την αυτοματοποίηση ορισμένων διαδικασιών που αυτή η εξασφαλίζει. Η δυνατότητα της τεχνολογίας αυτής να διευκολύνει και να αυτοματοποιεί την παρακολούθηση των κινήσεων των υλικών στα διάφορα επίπεδα της εφοδιαστικής αλυσίδας και με χαμηλό κόστος καθιστά δυνατό τον εντοπισμό του προϊόντος στα διάφορα στάδια του μετασχηματισμού του, την άμεση πρόσβαση στις απαραίτητες πληροφορίες, τη διευκόλυνση των διαδικασιών επιστροφής ή απόσυρσης των προϊόντων, τον καλύτερο έλεγχο των παραλαβών και των αποστολών, τη βελτιστοποίηση της ροής των υλικών και τον άμεσο εντοπισμό της θέσης οποιουδήποτε επισημασμένου υλικού. Καλύτερη ταυτοποίηση σημαίνει και μεγαλύτερη ακρίβεια, γεγονός που επιτρέπει στους κατασκευαστές και τους εμπόρους λιανικής πώλησης να λειτουργούν και να συνεργάζονται πιο αποτελεσματικά, έτσι ώστε και οι δύο να μπορούν να ανταποκριθούν καλύτερα στις ανάγκες των καταναλωτών, μειώνοντας με τον τρόπο αυτό τις ελλείψεις προϊόντων στα καταστήματα.

Ωστόσο, το κλειδί για να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση της επένδυσης και να αποκομίσουν οι εταιρείες ουσιαστικά οφέλη κρίνεται αναγκαία η στρατηγική ενσωμάτωση της τεχνολογίας RFID στην πληροφοριακή αρχιτεκτονική και τις επιχειρηματικές δραστηριότητες των εν λόγω εταιρειών. Για παράδειγμα, τα συστήματα RFID και τα συστήματα ασύρματου δικτύου θα μπορούσαν να ενοποιηθούν προκειμένου να παρέχουν αδιάκοπη και ευρείας κλίμακας παρακολούθηση. Η επιτυχία της τεχνολογίας RFID εξαρτάται επιπλέον και από την κατάλληλη χρησιμοποίησή της, μιας και ελλοχεύει ο κίνδυνος της υπερβολικής προσθήκης ετικετών.

Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας RFID στις κύριες δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να οδηγήσει στην ακόλουθη παγκόσμια και ιδανική κατάσταση. Στις εγκαταστάσεις παραγωγής, η τεχνολογία RFID μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυρίως για την αυτοματοποίηση της δρομολόγησης, του ελέγχου και της παρακολούθησης των πρώτων υλών, των εργασιών που απαιτούνται ανά διεργασία καθώς και της ενημέρωσης των

αποθεμάτων σε έτοιμα προϊόντα. Σε αυτό το στάδιο, τα έτοιμα προϊόντα λαμβάνουν μία ετικέτα RFID που περιέχει ένα μοναδικό σειριακό αριθμό (όπως το EPC), έτσι ώστε το προϊόν να μπορεί να προσδιοριστεί μονοσήμαντα κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Στη συνέχεια τα προϊόντα συσκευάζονται είτε μεμονωμένα είτε σε παρτίδες και στη συνέχεια τοποθετούνται σε μία παλέτα. Τα κιβώτια και οι παλέτες διαθέτουν επίσης ετικέτες RFID. Φεύγοντας από το εργοστάσιο, οι παλέτες διέρχονται από μία «πύλη ελέγχου» προκειμένου οι αναγνώστες να διαβάσουν τις ετικέτες που βρίσκονται στις παλέτες και τα κιβώτια, γεγονός που επιτρέπει την ταυτοποίηση των προϊόντων και την αυτόματη έκδοση του σχετικού δικαιολογητικού δοσοληψιών. Στα κέντρα διανομής ή τις αποθήκες, οι ετικέτες διαβάζονται ξανά από αναγνώστες που είναι ενσωματωμένοι στις πύλες αυτών, προκειμένου να καταγραφούν τα εισερχόμενα και εξερχόμενα υλικά. Η άφιξη ενός υλικού επιβεβαιώνεται και η πληροφορία στέλνεται στο σύστημα απογραφής. Κάθε φορά που μια επισημασμένη παλέτα διέρχεται μία από αυτές τις πύλες το σύστημα διαχείρισης της αποθήκης συγχρονίζεται. Η αντίστοιχη καταχώρηση ενημερώνεται από την ημερομηνία και την τοποθεσία της εγγραφής. Οι αναγνώστες RFID παρέχουν επίσης έλεγχο αποθεμάτων και ημερομηνιών λήξης. Αυτό το επίπεδο της συνεχούς ορατότητας των αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο επιτρέπει στις εταιρείες να αποφεύγουν την κατασπατάληση χρόνου και χρήματος για τη διαχείριση αυτών και να επικεντρωθούν περισσότερο στις βασικές τους δραστηριότητες.

Όπως αναφέραμε παραπάνω, οι ετικέτες μπορούν να ενσωματωθούν πάνω σε παλέτες, κιβώτια και μεμονωμένα αντικείμενα. Ωστόσο, κυρίως λόγω του κόστους των ετικετών, η ανάπτυξη προγραμμάτων σχετικά με την ιχνηλασιμότητα των μεμονωμένων αντικειμένων δεν είναι πραγματικά εφικτή μέχρι στιγμής. Αναμένεται πάντως στο εγγύς μέλλον καθώς η ολοένα και αυξανόμενη ζήτηση για συστήματα RFID θα ρίχνει σιγά σιγά προς τα κάτω τις τιμές. Αντίθετα, η ενσωμάτωση ετικετών σε παλέτες και κοντέινερ είναι κάτι που εμφανίζεται αρκετά συχνά. Στη συνέχεια θα εξετάσουμε πιο συγκεκριμένα πως η τεχνολογία RFID

μπορεί να διευκολύνει και να αυξήσει την αποτελεσματικότητα ορισμένων τυπικών λειτουργιών της εφοδιαστικής αλυσίδας.

➤ Διαχείριση περιουσιακών στοιχείων

Οι ετικέτες RFID μπορούν να ενσωματωθούν μόνιμα σε κεφαλαιουχικό εξοπλισμό καθώς και σε επαναχρησιμοποιήσιμα υλικά όπως είναι τα κιβώτια, οι παλέτες, τα κοντέινερ, τα ανυψωτικά οχήματα, τα εργαλεία και τα οχήματα, προκειμένου η εταιρεία να τα εντοπίζει πιο αποτελεσματικά. Με την τοποθέτηση αναγνώστων σε σταθερές θέσεις εντός των εγκαταστάσεων και σε στρατηγικά σημεία, μια εταιρεία μπορεί να παρακολουθεί αυτόματα την κίνηση και την θέση των περιουσιακών της στοιχείων, αποφεύγοντας έτσι την σπατάλη χρόνου εργασίας για την αναζήτηση αυτών. Κάνοντας τον έλεγχο των αποθεμάτων των επαναχρησιμοποιήσιμων περιουσιακών στοιχείων πολύ πιο ακριβή και αποτελεσματικό δίνεται η δυνατότητα στους κατασκευαστές να μειώσουν το κόστος και να βελτιώσουν την απόδοση της επένδυσης για αυτά τα επισημασμένα περιουσιακά στοιχεία. Οι αναγνώστες μπορούν επίσης να ειδοποιούν τις εποπτικές αρχές των εταιρειών εάν ανιχνεύσουν οποιαδήποτε προσπάθεια απομάκρυνσης ενός επισημασμένου περιουσιακού στοιχείου από μια εγκεκριμένη περιοχή, γεγονός που παρέχει μεγαλύτερη ασφάλεια. Εάν το περιεχόμενο των κοντέινερ ή των παλετών είναι επίσης καταγεγραμμένο, οι χρήστες μπορούν να έχουν πλήρη ορατότητα στα επίπεδα των αποθεμάτων και τις τοποθεσίες εναποθήκευσης και διέλευσης των υλικών, επιτρέποντάς τους έτσι να εντοπίζουν γρήγορα ένα προϊόν που πρέπει να βρεθεί επείγοντως για οποιοδήποτε λόγο. Αυτές οι ετικέτες μπορούν επίσης να διαβαστούν και από τους αναγνώστες που βρίσκονται ενσωματωμένοι στις πύλες των κέντρων διανομής προκειμένου να καταγράφονται ποιες παλέτες ή ποια κοντέινερ αποστέλλονται σε ποιον καταναλωτή. Αυτή η πληροφορία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την καταγραφή του χρόνου

ολοκλήρωσης της διακίνησης ενός υλικού καθώς και για τη βελτίωση της διαδικασίας επιστροφής και ανάκτησης υλικών.

➤ Έλεγχος των αποθεμάτων

Η βελτιωμένη παρακολούθηση των αποθεμάτων αποτελεί σίγουρα το κύριο όφελος της χρησιμοποίησης της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα. Κάθε εταίρος της εφοδιαστικής αλυσίδας, συμπεριλαμβανομένων των κατασκευαστών, των διανομέων, των παρόχων υπηρεσιών εφοδιαστικής αλυσίδας καθώς και των λιανοπωλητών μπορεί να αξιοποιήσει την εξαιρετικά ακριβή, σε πραγματικό χρόνο και χωρίς επιτήρηση παρακολούθηση των συστημάτων RFID στις εφαρμογές αποθεμάτων προκειμένου να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα της διαχείρισης των αποθεμάτων, να μειωθεί η πιθανότητα εξάντλησης και μη διαθεσιμότητας ενός υλικού, το κόστος εργασίας, τα αποθέματα ασφαλείας καθώς και οι ανακρίβειες για τις διαθέσιμες στο απόθεμα ποσότητες. Εάν, επιπλέον, αξιοποιήσουν τις δυνατότητες αυτής της τεχνολογίας στη συλλογή πληροφοριών και την παροχή ορατότητας σε χώρους και περιβάλλοντα όπου η παρακολούθηση δεν ήταν προηγούμενα εφικτή, μπορούν να αποκομίσουν σημαντικά οφέλη βελτιώνοντας την ορατότητα των αποθεμάτων, την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα.

Οι αναγνώστες στην περιοχή αποθήκευσης μπορούν αυτόματα να καταγράφουν την απομάκρυνση ενός υλικού και να ενημερώνουν άμεσα τα αρχεία των αποθεμάτων. Μπορούν επίσης εύκολα να αναζητήσουν ένα συγκεκριμένο υλικό που δεν είναι τοποθετημένο εκεί που θα έπρεπε ή απαιτείται άμεσα προκειμένου να ολοκληρωθεί μια παραγγελία, απλά αναζητώντας στην εμβέλεια αυτών το συγκεκριμένο αριθμό ταυτότητας του εν λόγω υλικού. Με την τεχνολογία RFID η καταμέτρηση των αποθεμάτων γίνεται πολύ πιο γρήγορα, μιας και η ταυτοποίηση των υλικών μπορεί να πραγματοποιηθεί μαζικά, γρήγορα

και με ακρίβεια από αναγνώστες που είναι ενσωματωμένοι σε φορητούς υπολογιστές.

Οι κινήσεις των αποθεμάτων από περιοχές που παρακολουθούνται θα μπορούσαν αυτόματα να ενεργοποιήσουν ένα αίτημα αναπλήρωσης. Για να αποτραπεί η κλοπή αποθεμάτων ή η εκτροπή από τα προγραμματισμένα δρομολόγια, οι αναγνώστες θα μπορούσαν να ρυθμιστούν ώστε να στέλνουν μια ειδοποίηση όταν ένα υλικό μετακινείται από μη εξουσιοδοτημένο προσωπικό, τοποθετείται σε μη εγκεκριμένη περιοχή ή απομακρύνεται από το χώρο αποθήκευσης χωρίς τη σχετική εξουσιοδότηση.

➤ Αποστολές και παραλαβές

Όταν τα υλικά συγκεντρώνονται για μια αποστολή, οι ίδιες ετικέτες που χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση των τελικών προϊόντων μπορούν να διαβαστούν για να παράγουν αυτόματα ένα δελτίο αποστολής, το οποίο θα καταγράφεται επίσης αυτόματα από το σύστημα αποστολής. Αυτό το δελτίο αναφέρει συνήθως την ταυτότητα, την αξία, την προέλευση, τον προορισμό, τον αποστολέα και τον παραλήπτη του κάθε υλικού και θα μπορούσε να εκτυπωθεί σε ένα έγγραφο, να κωδικοποιηθεί σε μια ετικέτα RFID ή να τυπωθεί σε μια ετικέτα γραμμωτού κώδικα πάνω στην πινακίδα αποστολής. Μόλις η παλέτα εκφορτωθεί από το φορτηγό, μια πύλη με ενσωματωμένους αναγνώστες ή ένας φορητός αναγνώστης μπορεί να διαβάσει την ετικέτα της παλέτας, το οποίο επιτρέπει την άμεση επαλήθευση του περιεχομένου της αποστολής και παρέχει σε πραγματικό χρόνο ορατότητα στο σύστημα ERP. Αυτό εξαλείφει χρονοβόρα και δαπανηρά στάδια, επιτρέπει την ταχύτερη διευθέτηση του τιμολογίου, ελαχιστοποιεί το ανθρώπινο λάθος και αυξάνει την ακρίβεια των αποθεμάτων. Με άλλα λόγια, η ανάγνωση μιας ετικέτας που περιέχει τις πληροφορίες αποστολής απλοποιεί τη διαδικασία παραλαβών.

2.2.3. Η τεχνολογία RFID στη διαδικασία κατασκευής

Οι κατασκευαστές μπορούν να ωφεληθούν ιδιαίτερα από την τεχνολογία RFID δεδομένου ότι αυτή μπορεί να κάνει τις εσωτερικές διαδικασίες πιο αποτελεσματικές. Υπάρχουν πολλές πιθανές εφαρμογές που επιτρέπουν στους κατασκευαστές να αποκομίσουν πραγματικά οφέλη όπως είναι η αύξηση της παραγωγικότητας, η βελτίωση των διεργασιών, η μείωση των λαθών και του κόστους. Για παράδειγμα, σύμφωνα με μελέτες, έχει διαπιστωθεί πως η έγκαιρη υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID στον κλάδο των καταναλωτικών αγαθών μπορεί να μειώσει το κόστος της εφοδιαστικής αλυσίδας μεταξύ 3 και 5 τοις εκατό και να αυξήσει τα έσοδα μεταξύ 2 και 7 τοις εκατό, λόγω της αυξημένης ορατότητας των υλικών που παρέχει η εν λόγω τεχνολογία. Οι εφαρμογές της τεχνολογίας RFID στη διαδικασία κατασκευής περιλαμβάνουν:

- Παραλαβές
- Αποστολές

Εάν η ετικέτα φέρει τις πληροφορίες σχετικά με το περιεχόμενο της παλέτας, την προέλευση, τον προορισμό και τον αριθμό παραγγελίας του πελάτη, ένας υπολογιστής μπορεί να δώσει εντολή στα συστήματα παράδοσης και αποθεμάτων που και πως να δρομολογήσουν την αποστολή, γεγονός που εξασφαλίζει την ορθή προώθηση της αποστολής και εξαλείφει την πιθανότητα η αποστολή να τοποθετηθεί σε λάθος φορτηγό.

- Διαλογή

Εάν η ετικέτα περιέχει τις πληροφορίες για τον προορισμό του χαρτοκιβωτίου, ένας υπολογιστής μπορεί να δώσει εντολή στο σύστημα διαλογής προς τα που να δρομολογήσει το χαρτοκιβώτιο για την προετοιμασία της αποστολής τους και εν τέλει την υλοποίηση αυτής. Αυτό εξασφαλίζει ότι γίνεται σωστή τοποθέτηση των υλικών σε κάθε αποστολή, εξαλείφονται οι λανθασμένες αποστολές και μειώνονται οι καθυστερήσεις αυτών.

➤ Ιστορικό δραστηριότητας

Τοποθετώντας κατασκευαστικά δεδομένα σε μια ετικέτα, μπορεί να δημιουργηθεί ένα πλήρες ιστορικό του υλικού, το οποίο αυξάνει την αποτελεσματικότητα της επιστροφής υλικών και εξαλείφει τη σπατάλη χρόνου.

➤ Διαχείριση αποθεμάτων

Χρησιμοποιώντας τη δυνατότητα της τεχνολογίας RFID να παρακολουθεί τις πρώτες ύλες, τις διαδικασίες που βρίσκονται σε εξέλιξη καθώς και τα τελικά προϊόντα, οι κατασκευαστές μπορούν να βελτιώσουν την ορατότητα και την εμπιστοσύνη στα αποθέματά τους, ώστε τα επίπεδα αυτών, το κόστος εργασίας και το κόστος ασφάλειας να μειωθούν.

➤ Παρακολούθηση των διαδικασιών που βρίσκονται σε εξέλιξη

Εφαρμόζοντας μια ετικέτα στα υποσυστήματα της παραγωγικής διαδικασίας, είναι δυνατόν να ενσωματωθούν οι αναγνώστες στα συστήματα χειρισμού των υλικών και του βιομηχανικού ελέγχου, προκειμένου να εντοπίζουν τα υλικά που κινούνται πάνω στη γραμμή παραγωγής και αυτόματα να τα δρομολογούν στον κατάλληλο επόμενο σταθμό.

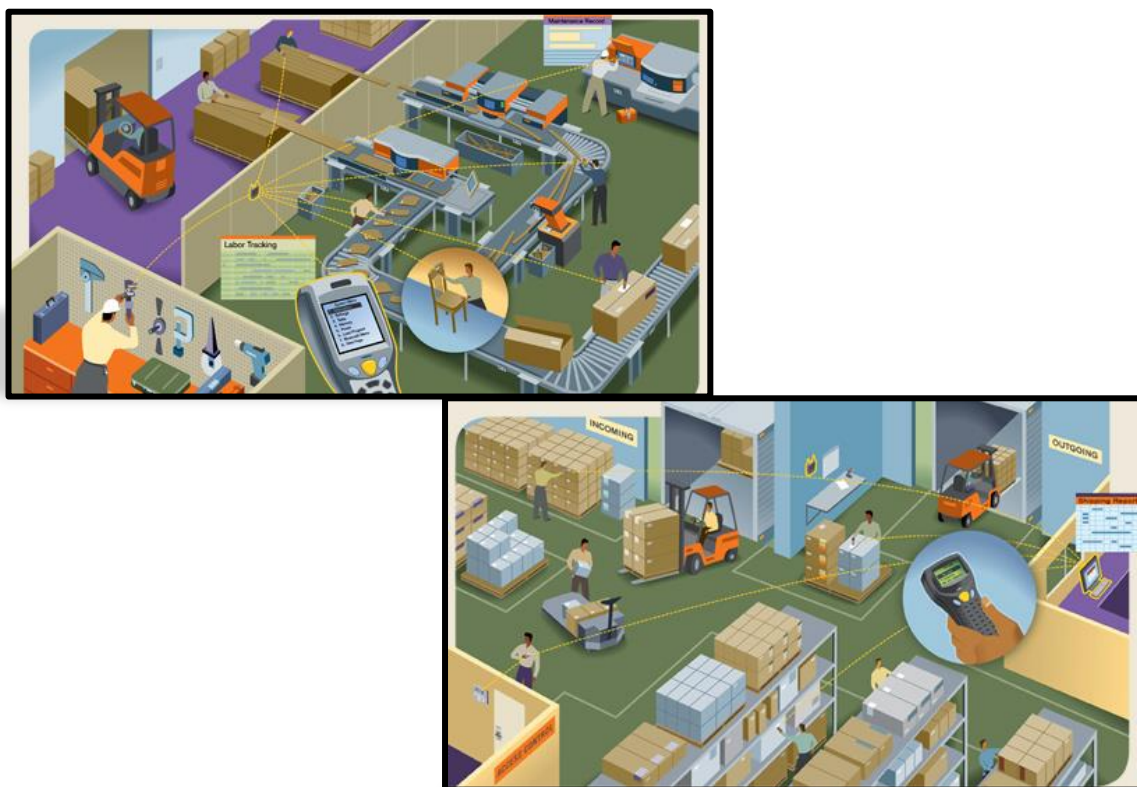
➤ Διαχείριση εγκαταστάσεων

Στον εξοπλισμό των εγκαταστάσεων μπορεί να προσαρτηθεί μια ετικέτα RFID που να περιέχει μεταξύ άλλων και στοιχεία συντήρησης, προκειμένου να διευκολύνεται η συντήρηση και να εξασφαλίζεται η σωστή θέση και χρησιμοποίηση αυτού.

➤ Παρακολούθηση εργασίας και ασφάλεια

Μια ετικέτα RFID που περιέχει την ταυτοποίηση και το επίπεδο εξουσιοδότησης των εργαζομένων μπορεί να ενσωματωθεί στις κάρτες ή τις κονιάρδες αυτών προκειμένου να αυξηθεί η ασφάλεια εγκαταστάσεων και περιουσιακών στοιχείων και να καταγράφεται αποτελεσματικότερα το κόστος εργασίας.

Επιπλέον, η χρήση των ετικετών RFID επιτρέπει την ευκολότερη ταυτοποίηση των προϊόντων, το οποίο βοηθά στην καταπολέμηση της παραχάραξης και της πλαστογραφίας προϊόντων καθώς και του παραεμπορίου. Αυτό ανταποκρίνεται στην ανάγκη των ιδιοκτητών εμπορικών σημάτων να επικυρώνουν ότι τα προϊόντα που πωλούνται με το εμπορικό τους σήμα είναι γνήσια και ασφαλή για τους καταναλωτές.



2.2.4. Η τεχνολογία RFID στο λιανικό εμπόριο

Οι έμποροι λιανικής πώλησης ενδιαφέρονται για τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας RFID κυρίως για την παραλαβή, αναπλήρωση και ιχνηλασιμότητα των υλικών, τη διαχείριση των κατηγοριών αυτών, την καταπολέμηση της πλαστογραφίας καθώς και τη διαχείριση αποθεμάτων. Επιπλέον, μπορούν να επωφεληθούν από την μείωση των αποθεμάτων για το λόγο ότι η βελτιωμένη ορατότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας επιτρέπει την καλύτερη πρόβλεψη της ζήτησης, τη μείωση των αποθεμάτων ασφαλείας καθώς και μικρότερους

χρόνους στην ικανοποίηση των παραγγελιών. Καθώς η τεχνολογία RFID επιτρέπει την αυτοματοποιημένη συλλογή δεδομένων, οι λιανοπωλητές μπορούν επίσης να αξιοποιήσουν την τεχνολογία αυτή για να περιορίσουν τα κόστη μέσω της μείωσης του αριθμού των εργαζομένων στο κατάστημα και την αποθήκη και να ελαχιστοποιήσουν την απώλεια πωλήσεων λόγω έλλειψης διαθέσιμων αποθεμάτων.

Ωστόσο, όπως ήδη έχουμε προαναφέρει και παραπάνω, το τρέχον κόστος των ετικετών στερεί τα οφέλη που θα είχε η χρησιμοποίηση της τεχνολογίας RFID στο λιανικό εμπόριο, τουλάχιστον μέχρι σήμερα, αν και καθώς η τεχνολογία αυτή βελτιώνεται και υιοθετείται ευρύτερα, το κόστος σταδιακά θα μειωθεί.



2.2.5.Δίκτυο EPCGlobal

Μέχρι σήμερα οι περισσότερες εφαρμογές για την παρακολούθηση υλικών έχουν περιοριστεί στις λειτουργίες στα πλαίσια μιας μεμονωμένης εταιρείας, με αποτέλεσμα την έλλειψη μιας παγκόσμιας τυποποίησης. Πράγματι, η παρακολούθηση των προϊόντων πέρα από τα όρια μιας μεμονωμένης εταιρείας μεταξύ των εμπορικών εταιρών απαιτεί την ανάπτυξη μιας παγκόσμιας τυποποίησης, η οποία πρέπει να ορίζει έναν προκαθορισμένο τρόπο μοναδικής ταυτοποίησης υλικών στα πλαίσια της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς και τον τρόπο αναζήτησης και ανταλλαγής δεδομένων που περιγράφουν κάθε αναγνωρισμένο αντικείμενο. Σήμερα η EPCGlobal έχει αναπτύξει ένα πρότυπο τυποποίησης που πληρεί

αυτές τις απαιτήσεις, επιτρέποντας έτσι στην τεχνολογία RFID να αξιοποιείται πέρα από τα όρια μιας εταιρείας και κατά μήκος ολόκληρης της αλυσίδας εφοδιασμού.

Η πρώτη απαίτηση αντιμετωπίζεται μέσω των EPC, τα οποία είναι σε θέση να ταυτοποιούν μοναδικά όλα τα αντικείμενα. Το δίκτυο EPCGlobal πληροί τη δεύτερη προϋπόθεση εφαρμόζοντας μια μέθοδο βασισμένη σε συγκεκριμένη τυποποίηση που συνδέεται με κάθε EPC, για την αναζήτηση και ανταλλαγή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο. Αποτελείται από τρία κύρια στοιχεία:

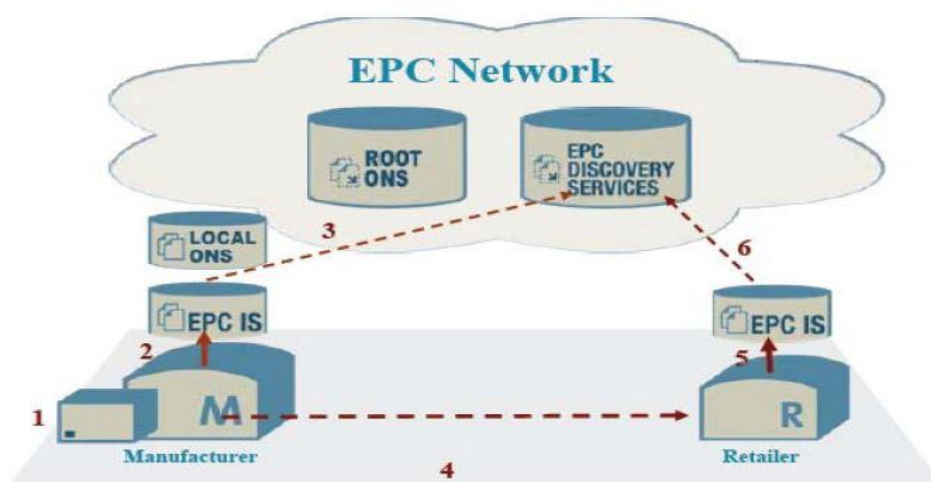
- Την υπηρεσία ονοματοδοσίας αντικειμένων (Object Naming Service-ONS)
- Τις υπηρεσίες πληροφοριών EPC (Information System-IS)
- Την υπηρεσία αναζήτησης EPC (Discovery Services)

Η ONS είναι παρόμοια με την υπηρεσία ονοματοδοσίας τομέα (Domain Name Service-DNS), αλλά αντί να οδηγεί τους υπολογιστές στην ιστοσελίδα, τους οδηγεί σε μια διαδικτυακή βάση δεδομένων όπου αποθηκεύονται τα δεδομένα που σχετίζονται με κάθε ένα EPC. Η ONS έχει μια κατανεμημένη αρχιτεκτονική. Οι υπηρεσίες πληροφοριών EPC είναι οι πραγματικές αποθήκες δεδομένων που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση πληροφοριών που σχετίζονται με τα EPCs. Η υπηρεσία αναζήτησης EPC είναι ουσιαστικά μια υπηρεσία εγγραφής. Στην πραγματικότητα, για κάθε κατασκευαστή, η υπηρεσία αναζήτησης EPC παρέχει έναν κατάλογο όλων των υπηρεσιών πληροφοριών EPC που περιέχουν πληροφορίες σχετικά με τα προϊόντα ενός συγκεκριμένου κατασκευαστή.

Η διαδικασία αρχίζει με την προσάρτηση μιας ετικέτας RFID σε ένα στοιχείο. Η ετικέτα αυτή περιλαμβάνει ένα EPC, το οποίο είναι εγγεγραμμένο στην ONS κατά το στάδιο κατασκευής και τα δεδομένα που σχετίζονται με το αντικείμενο προστίθενται στην υπηρεσία πληροφοριών EPC του κατασκευαστή. Η υπηρεσία αναζήτησης καταχωρεί την πληροφορία ότι τα δεδομένα αυτά υπάρχουν μέσα στην υπηρεσία πληροφοριών EPC του κατασκευαστή. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται σε κάθε σημείο σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα. Κάθε φορά που ένα προϊόν φτάνει στο επόμενο σημείο, η άφιξή του καταχωρείται μαζί με τις υπηρεσίες πληροφοριών EPC της εταιρείας και η υπηρεσία

αναζήτησης EPC ενημερώνεται για την προσθήκη των νέων πληροφοριών. Η καταχώρηση των πληροφοριών για τα προϊόντα από την υπηρεσία πληροφοριών στην υπηρεσία αναζήτησης επιτρέπει την πλήρη και σε πραγματικό χρόνο ορατότητα της αλυσίδας εφοδιασμού. Αν ένας εταίρος χρειάζεται να πάρει πληροφορίες για ένα προϊόν που έχει παραλάβει, ζητά από την ONS τη θέση της υπηρεσίας πληροφοριών EPC του κατασκευαστή.

Το δίκτυο EPCGlobal μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση προβλημάτων που σχετίζονται με τις αποστολές και παραλαβές προϊόντων, κλοπές, παραχαράξεις ακόμη και αποσύρσεις προϊόντων.



2.3. Σχεδιασμός και εγκατάσταση συστημάτων RFID

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να ενθαρρύνουν μια εταιρεία να επιλέξει την τεχνολογία RFID, όπως είναι η ανάγκη για βελτίωση της αποδοτικότητας πέρα από τα σημερινά επίπεδα, το περιορισμένο πληροφοριακό περιεχόμενο του γραμμωτού κώδικα καθώς και η ιχνηλασιμότητα των υλικών.

Καθώς η τεχνολογία RFID αποτελεί μια σημαντική αρχική επένδυση και αλλάζει τις επιχειρηματικές διαδικασίες, είναι σημαντικό μια εταιρεία αρχικά να διενεργήσει μια

ανάλυση κόστους/οφέλους. Αυτή η ανάλυση θα πρέπει να εξετάσει, μεταξύ άλλων, τα ζητήματα προστασίας της ιδιωτικής ζωής των πελατών, τα θέματα ασφαλείας, την κατάρτιση και εκπαίδευση του προσωπικού, καθώς και τις ανάγκες που θα προκύψουν σε λειτουργικό, υλικοτεχνικό και πληροφοριακό επίπεδο. Οι εταιρείες θα πρέπει να γνωρίζουν ότι η ανάπτυξη ενός συστήματος RFID περιλαμβάνει πολύ περισσότερα από το να αγοράσουν οι σωστές ετικέτες και να εγκατασταθούν σωστά οι κατάλληλοι αναγνώστες. Άλλες δαπάνες που προκύπτουν είναι η απόκτηση ενδιάμεσου λογισμικού για να φιλτράρει τα δεδομένα, η αναβάθμιση ή επένδυση σε εταιρικές εφαρμογές που μπορούν να κάνουν χρήση των δεδομένων RFID, η πρόσληψη εξειδικευμένου προσωπικού για την εγκατάσταση των αναγνωστών και την εξασφάλιση της αλληλεπίδρασης αυτών με το ενδιάμεσο λογισμικό καθώς και της κατάρτισης του προσωπικού.

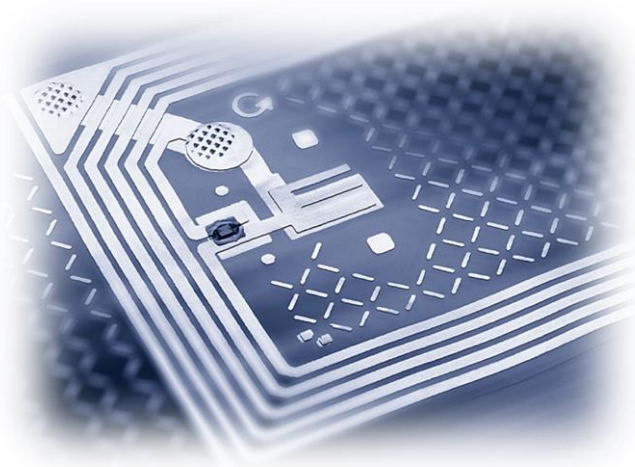
Όσο για την εγκατάσταση του συστήματος, το κλειδί για την επιτυχή υλοποίησή της είναι ο προσεκτικός σχεδιασμός, προκειμένου να αποκομίσει η εταιρεία το επιθυμητό αποτέλεσμα και να μεγιστοποιήσει την απόδοση της επένδυσης. Ένα προσεκτικά σχεδιασμένο σύστημα θα παρέχει άμεσα οφέλη και μακροπρόθεσμα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα. Παρακάτω παραθέτουμε μερικά σημεία στα οποία θα πρέπει μια εταιρεία να εστιάσει την προσοχή της κατά τον σχεδιασμό ενός συστήματος RFID, ώστε αυτό να παρέχει την απαραίτητη λειτουργικότητα και ευελιξία για να καλύψει τις τρέχουσες και μελλοντικές ανάγκες. Κατά συνέπεια, οι εταιρείες θα πρέπει:

- Να κατανοήσουν τις δυνατότητες της τεχνολογίας RFID και να εξαλείψουν τις λανθασμένες εντυπώσεις περί αυτής.
- Να εξετάσουν να ξεκινήσουν με περιοχές όπου παρατηρείται συχνά συμφόρηση ή που απαιτείται υψηλής έντασης χειρωνακτική εργασία από το προσωπικό ή εκεί όπου η βελτιωμένη ακρίβεια θα μπορούσε να βελτιώσει σημαντικά τις λειτουργίες της εταιρείας.

- Να επανεξετάσουν τις επιχειρηματικές διαδικασίες και να αναλύσουν τις αλλαγές που απαιτούνται στη τρέχουσα αρχιτεκτονική τους προκειμένου να εγκατασταθεί ένα τέτοιο σύστημα.
- Να χρησιμοποιήσουν την κατάλληλη τυποποίηση για να υποστηρίξουν την εφαρμογή τους, καθώς η τήρηση μιας τυποποίησης είναι ένας τρόπος να διατηρηθεί η ευελιξία και η ομαλή πορεία μετάβασης και επιπλέον διασφαλίζεται η συμβατότητα με άλλους εταίρους της εφοδιαστικής αλυσίδας.
- Να επιλέξουν ετικέτες προσαρμοσμένες στο δικό τους επαγγελματικό περιβάλλον και τις δικές τους ανάγκες και χρήσεις.
- Να ρωτήσουν τους προμηθευτές RFID σχετικά με τις συχνότητες, τα πρωτόκολλα, και τις τυποποιήσεις που υποστηρίζονται από το υλικό τους, τη διαλειτουργικότητα του υλικού τους με τα συστήματα RFID άλλων προμηθευτών, το κόστος αναβάθμισης και συντήρησης του εξοπλισμού καθώς και την ικανότητα αυτών να προσαρμόζουν τις ετικέτες σύμφωνα με τις ανάγκες της εταιρείας. Για να δημιουργηθεί μια ευέλικτη αρχιτεκτονική, οι εταιρείες θα πρέπει να επιλέξουν ευέλικτο εξοπλισμό όπως είναι οι αναγνώστες που είναι ικανοί να επεξεργάζονται ετικέτες με διαφορετικές συχνότητες.
- Να σχεδιάσουν μια πιλοτική εφαρμογή, να την εφαρμόσουν για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, να μετρήσουν τα αποτελέσματα και έπειτα να αξιολογήσουν τη σκοπιμότητα της επέκτασης του συστήματος.
- Να γνωρίζουν τι επιθυμούν να κάνουν με τη συλλογή δεδομένων, πού θέλουν να τοποθετηθούν οι αναγνώστες, τι θέλουν να επισημάνουν με τις ετικέτες και να επισημάνουν μόνο ότι είναι απαραίτητο.

2.4.Διαπιστώσεις

Η τεχνολογία RFID αποτελεί μια πολύ σημαντική πρόοδο στην επισήμανση προϊόντων, την παρακολούθηση και τη διάδοση πληροφοριών. Εξοπλίζοντας τα αντικείμενα με ετικέτες που περιέχουν ένα μοναδικό σειριακό αριθμό και χρησιμοποιώντας τους αναγνώστες για να αλληλεπιδρούν μαζί τους μέσω



ραδιοκυμάτων, η τεχνολογία RFID προσφέρει αυτόματη αναγνώριση των υλικών και συλλογή δεδομένων περί αυτών, εξασφαλίζοντας έτσι τη δυνατότητα επικοινωνίας με το χρησιμοποιούμενο λογισμικό. Τα δεδομένα που συλλέγονται διαβιβάζονται στο ενδιάμεσο λογισμικό και στη συνέχεια ενσωματώνονται στις εφαρμογές των εταιρειών για να δημιουργήσουν επιχειρηματική αξία.

Σήμερα, η τεχνολογική πρόοδος αναφορικά με τη σμίκρυνση των ηλεκτρονικών συστημάτων και η εμφάνιση της διεθνούς τυποποίησης συμβάλλουν στην ταχεία επέκταση της τεχνολογίας RFID.

Η τεχνολογία αυτή παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες τεχνικές αυτοματοποιημένης συλλογής δεδομένων, όπως είναι το σύστημα γραμμωτού κώδικα. Οι περισσότεροι λόγοι που ωθούν τις εταιρείες να υιοθετήσουν την εν λόγω τεχνολογία περιλαμβάνουν τη μη απαίτηση για οπτική επαφή με το υλικό, την υψηλότερη χωρητικότητα αποθήκευσης, την εγγραφισιμότητα, το γρήγορο ρυθμό ανάγνωσης, την ακρίβεια, την αντοχή και την αξιοπιστία σε δυσχερή περιβάλλοντα. Ωστόσο, μια σειρά από ζητήματα εξακολουθούν να υπάρχουν, όπως είναι το προσωπικό απόρρητο των πελατών, το υψηλό κόστος, η ασφάλεια, ο προσανατολισμός των ετικετών και οι παρεμβολές. Αλλά μόλις η τεχνολογία RFID καθιερωθεί ευρύτερα και εδραιωθεί, οι ανάγκες μεγάλης κλίμακας όπως

στην περίπτωση της μαζικής παραγωγής θα βοηθήσουν στο να μειωθούν οι τιμές. Αυτό θα επιτρέψει την παρακολούθηση και τον εντοπισμό και μεμονωμένων αντικείμενων κυρίως στην περίπτωση των αγαθών υψηλής αξίας και ίσως κάποια στιγμή και αντικειμένων μικρής αξίας.

Η τεχνολογία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολλά είδη εφαρμογών και οι πιθανές χρήσεις της υπόσχονται την ανάπτυξη εκπληκτικών μελλοντικών εφαρμογών. Δεδομένου του σκοπού της, η τεχνολογία αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, όπου η ακριβής ταυτοποίηση και ο εντοπισμός των προϊόντων αποτελούν πρωταρχικό μέλημα. Η τεχνολογία RFID μπορεί να προσφέρει άμεσα και απτά οφέλη σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού. Οι επιχειρήσεις μπορούν να ωφεληθούν ουσιαστικά από αυτήν την τεχνολογία για να αυξήσουν δραματικά την αποτελεσματικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας, την ταχύτητα απόκρισης, την παραγωγικότητα, την ορατότητα των αποθεμάτων, την ακρίβεια και να μειώσουν την ποσότητα των τηρούμενων αποθεμάτων, την απαιτούμενη εργασία και τα πιθανά λάθη. Η τεχνολογία RFID μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας όπως είναι ο έλεγχος των αποθεμάτων, οι αποστολές και παραλαβές υλικών, η διαχείριση περιουσιακών στοιχείων, κατασκευή και η λιανική πώληση. Καθώς δημιουργούνται παγκόσμια πρότυπα τυποποίησης όπως είναι το δίκτυο EPCGlobal, οι εταιρείες στρέφονται ολοένα και περισσότερο προς την τεχνολογία RFID προκειμένου να παρακολουθήσουν τα προϊόντα και τις μεταφορές στην αλυσίδα εφοδιασμού.

Η εφαρμογή ενός συστήματος RFID απαιτεί μεγάλη αρχική επένδυση και ως εκ τούτου απαιτεί και προσεκτικό σχεδιασμό, έτσι ώστε να εξεταστούν όλα τα ζητήματα που ενδέχεται να αντιμετωπίσουν οι εταιρείες κατά την υλοποίηση και λειτουργία του συστήματος αυτού.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Η αξιοποίηση της τεχνολογίας RFID σε στρατιωτικό περιβάλλον

3.1.Γενική ιδέα

Στο σύγχρονο θέατρο επιχειρήσεων, εξαιτίας της υψηλής κατανάλωσης σε στρατιωτικά υλικά, οι απαιτήσεις από τη διοικητική μέριμνα καθίστανται ολοένα και μεγαλύτερες. Η στρατιωτική διοικητική μέριμνα απαιτείται να είναι ακριβής στο χρόνο, το χώρο και την ποιότητα των παρεχομένων στρατιωτικών προμηθειών. Με την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID επιτυγχάνεται η οπτικοποίηση της υλικοτεχνικής υποστήριξης και η πληροφόρηση. Η χρησιμοποίηση της εν λόγω τεχνολογίας μπορεί να εξασφαλίσει τη μείωση του χρόνου ροής των υλικών κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, την πλήρη ιχνηλασιμότητα της ροής των υλικών αυτών και επιπλέον να παρέχει άμεση ενημέρωση και πληροφόρηση για την πρόοδο και την εξέλιξη των πραγματοποιούμενων διαδικασιών. Επιπρόσθετα, εξασφαλίζει την άμεση αναγνώριση των υλικών, την επιτάχυνση των διαδικασιών παραλαβής, αποστολής και απογραφής των υλικών, μειώνοντας παράλληλα την πιθανότητα λάθους.

3.2.Ο ρόλος της τεχνολογίας RFID στο διεθνές στρατιωτικό γίγνεσθαι

Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιείται εκτενώς στο χώρο των ενόπλων δυνάμεων από πολυάριθμες χώρες εστιάζοντας κυρίως στο σύστημα στρατιωτικής υλικοτεχνικής υποστήριξης (Military Logistics System-MLS) και διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας καθώς και σε άλλες στρατιωτικές εφαρμογές. Οι εν λόγω χώρες παρατίθενται παρακάτω:

- ΗΠΑ
- Αυστραλία
- Φιλιππίνες
- Ισπανία
- Γαλλία
- Μεξικό
- Κίνα
- Δανία
- Ν. Κορέα
- Πολωνία
- Σιγκαπούρη
- Σουηδία
- Τουρκία
- Ισραήλ
- Ηνωμένο Βασίλειο
- Νέα Ζηλανδία

Οι κυριότερες εφαρμογές της τεχνολογίας RFID σε στρατιωτικό περιβάλλον καθώς και οι χώρες στις οποίες έκαναν την πρώτη τους εμφάνιση παρατίθενται στη συνέχεια.

3.2.1.ΗΠΑ

Ο στρατός των ΗΠΑ χρησιμοποιεί την τεχνολογία RFID ήδη από το 1993. Αυτές οι πρώιμες προσπάθειες ήταν το άμεσο αποτέλεσμα των υλικοτεχνικών προβλημάτων που

προέκυψαν κατά τις επιχειρήσεις «Ασπίδα της ερήμου» και «Καταιγίδα της ερήμου» στη Μέση Ανατολή, μεταξύ 1990 και 1991. Οι πρώτες προσπάθειες περιελάμβαναν επισημάνση φορτίων για επιχειρήσεις του NATO στην Αϊτή και την ΠΓΔΜ όπου περίπου το 35% των φορτίων είχε επισημανθεί. Μέσα στα επόμενα χρόνια, ο στρατός των ΗΠΑ αύξησε το ποσοστό των επισημασμένων φορτίων έως ότου το 2001 στην επιχείρηση «Διαρκής ελευθερία» στο Αφγανιστάν το 85% των φορτίων είχε επισημανθεί. Το επόμενο πιο σημαντικό γεγονός ήταν το 2004 όταν το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας των ΗΠΑ εξέδωσε τις τελικές κατευθυντήριες οδηγίες της πολιτικής χρήσης των ετικετών RFID στο πλαίσιο της αλυσίδας εφοδιασμού. Σύμφωνα με αυτές, οποιοδήποτε κοντέινερ αποστέλλεται από την ηπειρωτική χώρα (CONUS-Continental US) σε περιοχή εκτός της ηπειρωτικής χώρας (OCONUS-Outside Continental US) ή αντίστροφα καθώς και μεταξύ περιοχών εμπλεκόμενων στο θέατρο επιχειρήσεων πρέπει να είναι εξοπλισμένο με ενεργή ετικέτα RFID, προκειμένου να υποστηρίξουν το σύστημα παρακολούθησης της διαμετακόμισης των προμηθειών. (RF-ITV/Radio Frequency-In Transit Visibility). Το σύστημα αυτό ανιχνεύει την ταυτότητα, την κατάσταση και τη θέση του φορτίου από το σημείο προέλευσης αυτού μέχρι τον προορισμό του, μέσω του παγκόσμιου δικτύου ενεργών ετικετών του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας των ΗΠΑ, το οποίο είναι το μεγαλύτερο ενεργό δίκτυο RFID στον κόσμο και δραστηριοποιείται σε περισσότερες από 40 χώρες συμπεριλαμβάνοντας πάνω από 4000 κόμβους συλλογής πληροφοριών κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας.



3.2.1.1.Ορατότητα περιουσιακών στοιχείων και παρακολούθηση της διαμετακόμισης των προμηθειών

Το 1990 και 1991, κατά διάρκεια των επιχειρήσεων «Ασπίδα της ερήμου» και «Καταιγίδα της ερήμου» εντοπίστηκαν σημαντικές αδυναμίες στο τότε ισχύον σύστημα υλικοτεχνικής υποστήριξης. Το πιο κρίσιμο από αυτά ήταν το γεγονός ότι όλα τα κοντέινερ που προέρχονταν εκτός της ηπειρωτικής χώρας (OCONUS) έπρεπε να ανοιχτούν, να ελεγχθούν, να καταγραφούν τα παραληφθέντα υλικά και να ασφαλιστούν ξανά κατάλληλα προτού συνεχίσουν τη διαδρομή τους μέσω της αλυσίδας εφοδιασμού. Αυτό έπρεπε να πραγματοποιείται επειδή το ισχύον έως τότε σύστημα δεν παρείχε τη δυνατότητα να καθοριστεί επακριβώς το περιεχόμενο των κοντέινερ καθώς και ποιος ήταν ο τελικός αποδέκτης των υλικών που αυτά περιείχαν. Ορισμένες φορές μάλιστα, ένας αξιοσημείωτος αριθμός κοντέινερ ανέμενε να ελεγχθεί, ενώ την ίδια στιγμή, τα τμήματα μάχης είχαν άμεση ανάγκη το περιεχόμενο αυτών. Το αποτέλεσμα αυτής της διαχειριστικής ανεπάρκειας ήταν ο στρατός να αρχίσει να δοκιμάζει τις ενεργές ετικέτες RFID. Η προσπάθεια αυτή έχει πλέον εξελιχθεί στο παγκόσμιο σύστημα RF-ITV που προαναφέραμε παραπάνω. Μέχρι και σήμερα, το σύστημα αυτό αποτελεί την πιο επιτυχημένη εφαρμογή των ενεργών ετικετών RFID στις Ένοπλες Δυνάμεις των ΗΠΑ.

Το σύστημα RF-ITV αποτελείται από τέσσερις περιφερειακούς υπολογιστές-servers που συλλέγουν, επεξεργάζονται και αναφέρουν τη θέση των επισημασμένων περιουσιακών στοιχείων σε τουλάχιστον 40 χώρες σε όλο τον κόσμο. Αυτό υλοποιείται με μια σειρά από αναγνώστες που έχουν



τοποθετηθεί σε περισσότερους από 4000 κόμβους κατά μήκος του παγκόσμιου δικτύου της

εφοδιαστικής αλυσίδας στην οποία συμπεριλαμβάνονται εκτός των άλλων στρατιωτικά και εμπορικά λιμάνια, αεροδρόμια και αποθήκες εφοδιασμού. Καθώς τα πλοία, τα αεροπλάνα και τα φορτηγά διέρχονται διαμέσου αυτών των κόμβων, οι αναγνώστες διαβάζουν τις ετικέτες RFID που είναι ενσωματωμένες σε κάθε κοντέινερ. Οι ετικέτες επιστρέφουν την ταυτότητά τους καθώς και οποιαδήποτε άλλα στοιχεία μπορεί να έχουν καταχωρηθεί στην ετικέτα. Στη συνέχεια το τοπικό δίκτυο υπολογιστών ανεβάζει την ταυτότητα της ετικέτας του κοντέινερ καθώς και τη θέση του αναγνώστη σε έναν από τους τέσσερις περιφερειακούς servers. Αυτό επιτρέπει στους servers του συστήματος να διατηρούν μια συνεχή καταγραφή της τελευταίας γνωστής θέσης του κάθε κοντέινερ κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Έτσι, οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν το σύστημα αυτό για να μάθουν την τρέχουσα κατάσταση των προμηθειών τους. Εξίσου σημαντικό είναι το γεγονός ότι το σύστημα αυτό μπορεί να εμφανίσει σχετική ειδοποίηση στην περίπτωση που ένα κοντέινερ σταλεί σε λάθος παραλήπτη ή κλαπεί.



Επιπρόσθετα, εκτός από τον καθορισμό της θέσης των κοντέινερ, το σύστημα αυτό μπορεί να χρησιμοποιήσει και τις ετικέτες με αισθητήρες. Αυτές οι ετικέτες μπορούν να προσδιορίσουν πότε ένα κοντέινερ έχει αποσφραγιστεί, εκτεθεί στο φως ή υποστεί κάποια φθορά. Αυτή η πρόσθετη ικανότητα αποδεικνύεται ιδιαίτερα χρήσιμη σε αποθήκες όπου ένα κοντέινερ μπορεί να παραμείνει για αρκετό χρονικό διάστημα μέχρι να κανονιστεί η μεταφορά του και έτσι να συνεχίσει τη διαδρομή του κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού. Όταν γίνεται αισθητή μια παραβίαση ή ζημιά, η ετικέτα μπορεί να στείλει μια ειδοποίηση προς τον πλησιέστερο αναγνώστη. Αυτό θα επιτρέψει στους υπευθύνους της εγκατάστασης αποθήκευσης να ερευνήσουν το περιστατικό. Επιπλέον, η δυνατότητα ενσωμάτωσης αισθητήρων θερμοκρασίας στις εν λόγω ετικέτες χρησιμοποιήθηκε αρκετά κατά την αποστολή ιατρικών προμηθειών στο Ιράκ. Στην περίπτωση αυτή, οι εν λόγω προμήθειες

έχουν συγκεκριμένη θερμοκρασία συντήρησης και διάρκεια ζωής. Εάν παραβιαστούν αυτές οι προκαθορισμένες παράμετροι, οι ετικέτες μπορούν να στείλουν μια ειδοποίηση παρόμοια με την ειδοποίηση παραβίασης. Με τον τρόπο αυτό το σύστημα ενημερώνεται ότι έχει προκύψει μια μη αποδεκτή κατάσταση που χρήζει άμεσης αντιμετώπισης.

3.2.1.2. Εντοπισμός και παρακολούθηση εκπαιδευομένων

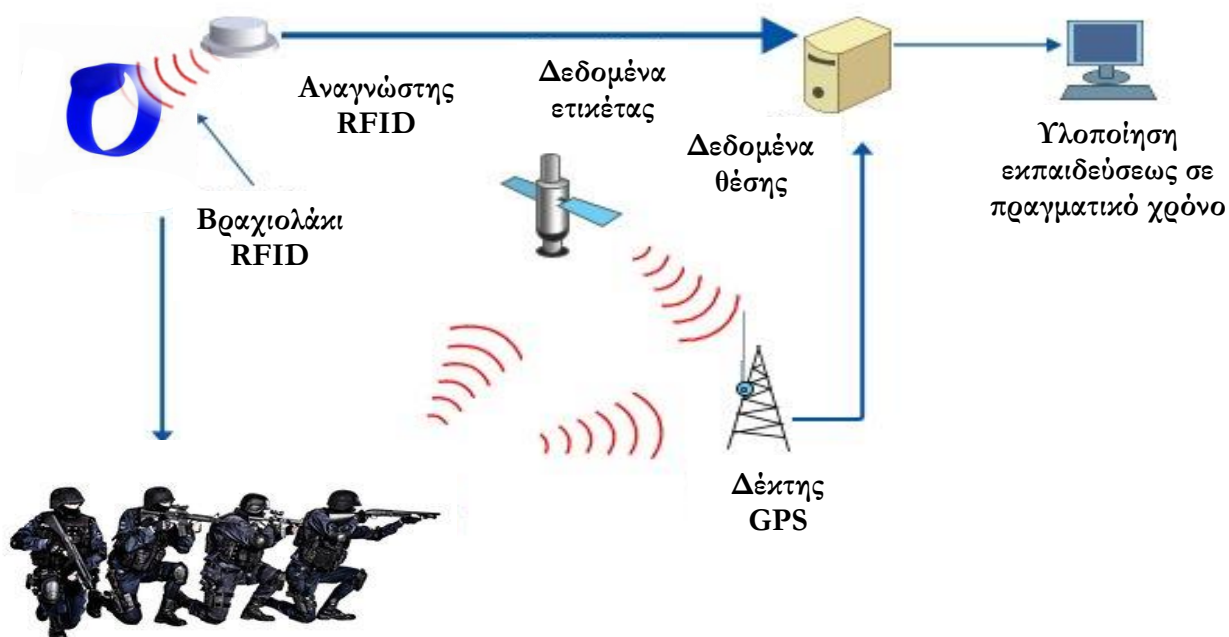
Η τεχνολογία RFID έχει επίσης χρησιμοποιηθεί από τον στρατό των ΗΠΑ για να παρακολουθεί τους στρατιώτες κατά τη διάρκεια εκπαιδευτικών ασκήσεων και δραστηριοτήτων. Από το 2005, ο στρατός των ΗΠΑ συνδυάζει τις τεχνολογίες RFID και GPS για τον προσδιορισμό της φυσικής θέσης των εκπαιδευόμενων στρατιωτών κατά την εκπαίδευση αυτών σε επιχειρήσεις σε κατοικημένους τόπους. Έχοντας διαμορφώσει έναν ειδικό χώρο εκπαίδευσης που διαθέτει όλα τα χαρακτηριστικά ενός μικρού χωριού με πολυώροφα κτίρια οι στρατιώτες εκπαιδεύονται στις επιπλοκές που μπορεί να εμφανίσει η μάχη σε κατοικημένες αστικές



περιοχές. Το σύστημα που χρησιμοποιείται αποτελείται από αναγνώστες RFID και έναν εντοπιστή GPS. Το σύστημα παρέχει συνεχώς δεδομένα αναφορικά με τη θέση του εκπαιδευομένου όσο αυτός είναι έξω από το κτίριο εντοπίζοντάς τον μέσω του δέκτη GPS που διαθέτει ο κάθε μαχητής. Μόλις όμως ο μαχητής μπει στο εσωτερικό ενός κτιρίου, το GPS δεν μπορεί να αποκτήσει σήμα θέσης. Προκειμένου να ξεπεραστεί αυτό το εμπόδιο, χρησιμοποιείται το δεύτερο σκέλος του συστήματος, η τεχνολογία RFID. Έχοντας

εφοδιάσει τους εκπαιδευόμενους με ένα βραχιολάκι RFID καθώς αυτοί μπαίνουν σε ένα κτίριο και χάνεται το σήμα GPS, το βραχιολάκι διαβάζεται από τους αναγνώστες RFID που είναι τοποθετημένοι σε σταθερές θέσεις. Η ισχύς των σημάτων RFID επιτρέπει στο σύστημα να προσδιορίσει τη θέση του στρατιώτη με πολύ μικρή απόκλιση. Στη συνέχεια, το σύστημα τροφοδοτείται με τα δεδομένα θέσης καθώς και την ταυτότητα του στρατιώτη.

Με το να είναι σε θέση να παρακολουθούν συνεχώς τις θέσεις των εκπαιδευομένων σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους, οι εκπαιδευτές μπορούν να αναδημιουργήσουν επιχειρησιακά σενάρια σε πραγματικό χρόνο. Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει στους εκπαιδευτές να αξιολογήσουν την ταχύτητα λήψης αποφάσεων και την αποτελεσματικότητα των εκπαιδευομένων κάτω από αυτές τις συνθήκες.



3.2.1.3. Παρακολούθηση οπλικών συστημάτων

Ένας άλλος τομέας στον οποίο ο στρατός των ΗΠΑ χρησιμοποιεί την τεχνολογία RFID είναι η παρακολούθηση των οπλικών συστημάτων. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση του είδους και της ποσότητας των φυσιγγίων/βλημάτων που έχουν χρησιμοποιηθεί, κατά τις διάφορες βολές που το εκάστοτε

οπλικό σύστημα έχει εκτελέσει, για λόγους συντήρησης. Προτού υιοθετηθεί η εν λόγω τεχνολογία για τη διεκπεραίωση της σχετικής διαδικασίας ο εκάστοτε χειριστής ενός οπλικού συστήματος έπρεπε χειροκίνητα να καταγράφει το είδος και τον αριθμό των φυσιγγίων/βλημάτων που χρησιμοποιήθηκαν. Στη συνέχεια, οι πληροφορίες αυτές προωθούνταν στο αρμόδιο κλιμάκιο συντηρήσεως προκειμένου αυτό να καθορίσει τις προβλεπόμενες απαιτήσεις της συντήρησης κάθε οπλικού συστήματος. Ωστόσο, αυτή η διαδικασία εμφάνιζε ορισμένες δυσχέρειες, μιας και καθίσταται ιδιαίτερα δύσκολο αυτές οι



πληροφορίες να καταγράφονται με ακρίβεια κάτω από συνθήκες μάχης. Αντίθετα, με το σύστημα RFID που τοποθέτησε ο στρατός των ΗΠΑ, όταν ένα οπλικό σύστημα εκτελεί βολή ένας μικροηλεκτρομηχανικός αισθητήρας (microelectromechanical/MEM sensor) ενεργοποιείται και καταχωρεί την πληροφορία ότι μόλις πραγματοποιήθηκε μία βολή και στη συνέχεια κρατά το τρέχον σύνολο σε ένα φορητό υπολογιστή. Στη συνέχεια, αναβαθμίστηκε το ήδη υπάρχον σύστημα αντικαθιστώντας τους MEM αισθητήρες με



πιεζοηλεκτρικούς αισθητήρες. Αυτοί παράγουν μια ηλεκτρική ώθηση η οποία στη συνέχεια χρησιμοποιείται για την καταγραφή των βολών. Ο χειριστής μπορεί στη συνέχεια να παρακολουθήσει το ιστορικό των πραγματοποιούμενων βολών σε ένα φορητό υπολογιστή. Η τελευταία εξέλιξη είναι η εξάλειψη της χρήσης του φορητού υπολογιστή και η

αντικατάσταση αυτού από μια ετικέτα RFID που περιέχει τις ίδιες πληροφορίες με αυτόν. Ωστόσο, παρουσιάστηκαν κάποια προβλήματα τα οποία εστιάζονται στο γεγονός ότι στις εν λόγω πληροφορίες δεν έχει πρόσβαση ο χειριστής του εκάστοτε οπλικού συστήματος σε πραγματικό χρόνο παρά μόνο το αρμόδιο κλιμάκιο συντήρησης, μιας και μόνο όταν το οπλικό σύστημα επιστρέφει στις εγκαταστάσεις συντήρησης διαβάζεται η ετικέτα RFID από έναν σταθερό αναγνώστη και στη συνέχεια λαμβάνονται οι σχετικές πληροφορίες. Αυτό που επιδιώκουν να επιτύχουν σε βραχυπρόθεσμο ορίζοντα οι Ένοπλες Δυνάμεις των ΗΠΑ είναι η δυνατότητα αντικατάστασης του σταθερού αναγνώστη με έναν φορητό προκειμένου να βελτιωθεί η ευελιξία του συστήματος.

3.2.2.Γαλλία

Ο γαλλικός στρατός έχει υιοθετήσει την τεχνολογία RFID προκειμένου να εντοπίζει τον εξοπλισμό έκτακτης ανάγκης, όπως είναι οι σωσίβιες λέμβοι και τα σωσίβια. Για την ιδιαίτερη αυτή εφαρμογή επιλέχθηκε μια ετικέτα RFID που να είναι ανθεκτική στην έκθεση σε νερό, λάσπη και υψηλές θερμοκρασίες. Η διατιθέμενη μνήμη της ετικέτας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καταγράψει την ημερομηνία κατασκευής καθώς και άλλες σημαντικές πληροφορίες, όπως είναι η εκτέλεση προγραμματισμένων εργασιών συντήρησης. Αυτή η εφαρμογή βελτιώνει σημαντικά την ικανότητα του γαλλικού στρατού να παρέχει τον αναγκαίο εξοπλισμό έκτακτης ανάγκης, όπου χρειάζεται, όταν χρειάζεται και σε λειτουργική κατάσταση. Οι συγκεκριμένες ετικέτες έχουν εγκριθεί από το NATO για χρήση και από άλλες χώρες εκτός από τη Γαλλία.

3.2.3.Ισπανία

Ξεκινώντας το 2006, οι ισπανικές Ένοπλες Δυνάμεις άρχισαν την εγκατάσταση συστήματος RFID στις στρατιωτικές βάσεις, στις εγκαταστάσεις υλικοτεχνικής υποστήριξης καθώς και σε κάποιες καίριες θέσεις. Τέτοιο σύστημα τοποθέτησαν και σε επιχειρησιακές βάσεις στο Αφγανιστάν, στην Αϊτή, στα Βαλκάνια, στο Κόσσοβο και στη Βοσνία-

Ερζεγοβίνη. Επιπρόσθετα, οι ισπανικές Ένοπλες Δυνάμεις προσδοκούν στο άμεσο μέλλον να διευρύνουν το δίκτυο παρακολούθησης της ροής των υλικών σε ολόκληρη την επικράτεια, καλύπτοντας έτσι όλες τις εγκαταστάσεις διοικητικής μέριμνας. Σκοπός του εν λόγω συστήματος είναι ο εντοπισμός των κοντέινερ που εμπεριέχουν υλικά, τρόφιμα και είδη ένδυσης, αλλά όχι πυρομαχικά.

Το πρόγραμμα εγκατάστασης του συστήματος RFID πραγματοποιήθηκε σε τρεις φάσεις. Η πρώτη φάση περιελάμβανε την απόκτηση των ετικετών RFID που προορίζονταν για να επισυναφθούν στα κοντέινερ που ήταν προς παρακολούθηση, καθώς και την τοποθέτηση σταθερών αναγνώστών RFID σε συγκεκριμένες θέσεις και εγκαταστάσεις προκειμένου να ανιχνεύουν την παρουσία των διερχόμενων φορτίων. Στις επόμενες φάσεις, οι ισπανικές Ένοπλες Δυνάμεις προέβαιναν σε ολοένα και μεγαλύτερη επέκταση του υπάρχοντος δικτύου παρακολούθησης, όπου επιπλέον αναγνώστες τοποθετούνταν στις υπόλοιπες εγκαταστάσεις καθώς και σε πιο απομακρυσμένα σημεία. Όλοι αυτοί οι αναγνώστες έχουν συνδεσιμότητα μέσω ενός ενδιάμεσου λογισμικού με μια εφαρμογή, η οποία δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να παρακολουθεί τη ροή των επισημασμένων υλικών κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας σε ολόκληρο τον κόσμο.

3.3.Θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής συστημάτων RFID εντός του NATO

Το NATO έχει καθορίσει ένα θεσμικό πλαίσιο, το οποίο έχει εκδοθεί με τη μορφή μιας συγκεκριμένης συμφωνίας τυποποίησης (STANAG-2233) σύμφωνα με την οποία επιδιώκεται η διαλειτουργικότητα των συστημάτων RFID που χρησιμοποιούνται για την ιχνηλασιμότητα των διακινουμένων



εμπορευμάτων στο πλαίσιο του NATO. Ως συμφωνία τυποποίησης (STANAG) ορίζεται ο καθορισμός των διαδικασιών, των όρων και των προϋποθέσεων για κοινές στρατιωτικές ή τεχνικές διαδικασίες καθώς και εξοπλισμούς μεταξύ των χωρών-μελών του NATO. Στην περίπτωση, λοιπόν, που ένα κράτος-μέλος του NATO αποφασίσει να εφαρμόσει ένα σύστημα RFID για την ιχνηλασιμότητα των εμπορευμάτων που διαχειρίζεται, αυτό οφείλει να πληρεί τις προδιαγραφές και να εναρμονίζεται με τις κείμενες διατάξεις της εν λόγω συμφωνίας.

Η εταιρεία Savi Technology δημιούργησε ένα σύστημα RFID το οποίο ανταποκρίνεται στη σχετική συμφωνία τυποποίησης πληρώντας τις απαιτούμενες προϋποθέσεις και από το 2005 αποτελεί μέχρι και σήμερα τον αποκλειστικό πάροχο εξοπλισμού και λογισμικού τεχνολογίας RFID του NATO.

Ο οργανισμός συντηρήσεως και εφοδιασμού του NATO (NATO Support and Procurement Agency-NSPA) συνεργάστηκε με την εν λόγω εταιρεία προκειμένου να δημιουργήσουν δικτυακούς κόμβους έτσι ώστε το NATO και οι συμμαχικές δυνάμεις να μπορούν να μοιραστούν πληροφορίες σχετικά με τα διακινούμενα υλικά πιο αποδοτικά και πιο αποτελεσματικά. Αυτοί οι κόμβοι δρομολόγησης, μέσω της παρακολούθησης των διακινουμένων υλικών στην στρατιωτική αλυσίδα εφοδιασμού και της ανταλλαγής πληροφοριών που εξασφαλίζουν με τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας RFID, επιτρέπουν την μεγαλύτερη πολυεθνική συνεργασία. Τα συστήματα RFID που διαθέτει η κάθε χώρα-μέλος είναι διασυνδεδεμένα στους κόμβους αυτούς που είναι ικανοί να «γεφυρώσουν» τις όποιες τεχνικές διαφορές παρουσιάζονται μεταξύ αυτών των συστημάτων και να παρακολουθήσουν τη δρομολόγηση των υλικών μεταξύ των συμμετεχόντων χωρών. Αυτοί οι κόμβοι λειτουργούν και συντηρούνται με μέριμνα της NSPA. Με βάση τα επίσημα στοιχεία του οργανισμού οι εν λόγω κόμβοι εδρεύουν στις πόλεις που απεικονίζονται στον παρακάτω χάρτη.



3.4.Ανάλυση παραμέτρων εφαρμογής ενός συστήματος RFID στις ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις

3.4.1.Σύστημα προμηθειών των ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων

Οι ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις προμηθεύονται υλικά από διάφορες πηγές προμήθειας, οι οποίες διακρίνονται στις παρακάτω:

- Πηγές εσωτερικού, για υλικά που κατασκευάζονται ολικώς ή μερικώς στην Ελλάδα καθώς και για υλικά αλλοδαπής προέλευσης τα οποία όμως εμπορεύονται Έλληνες προμηθευτές.



➤ Πηγές εξωτερικού, για υλικά τα οποία δεν διατίθενται στην ελληνική αγορά.

Αυτές οι πηγές αναλύονται όπως παρακάτω:

- ❖ Διεθνείς κατασκευαστικές και εμπορικές εταιρείες
- ❖ Διεθνείς οργανισμοί
 - FMS/ΗΠΑ (Foreign Military Sales)



Αποτελεί μία υπηρεσία του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας των ΗΠΑ που ασχολείται με προγράμματα πωλήσεων υλικών και παροχής υπηρεσιών. Από την εν λόγω υπηρεσία οι ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις προμηθεύονται πάσης φύσεως στρατιωτικά υλικά που υφίστανται και συντηρούνται στο σύστημα διοικητικής μέριμνας του στρατού των ΗΠΑ.

- NSPA/NATO (NATO Support and Procurement Agency-NSPA)



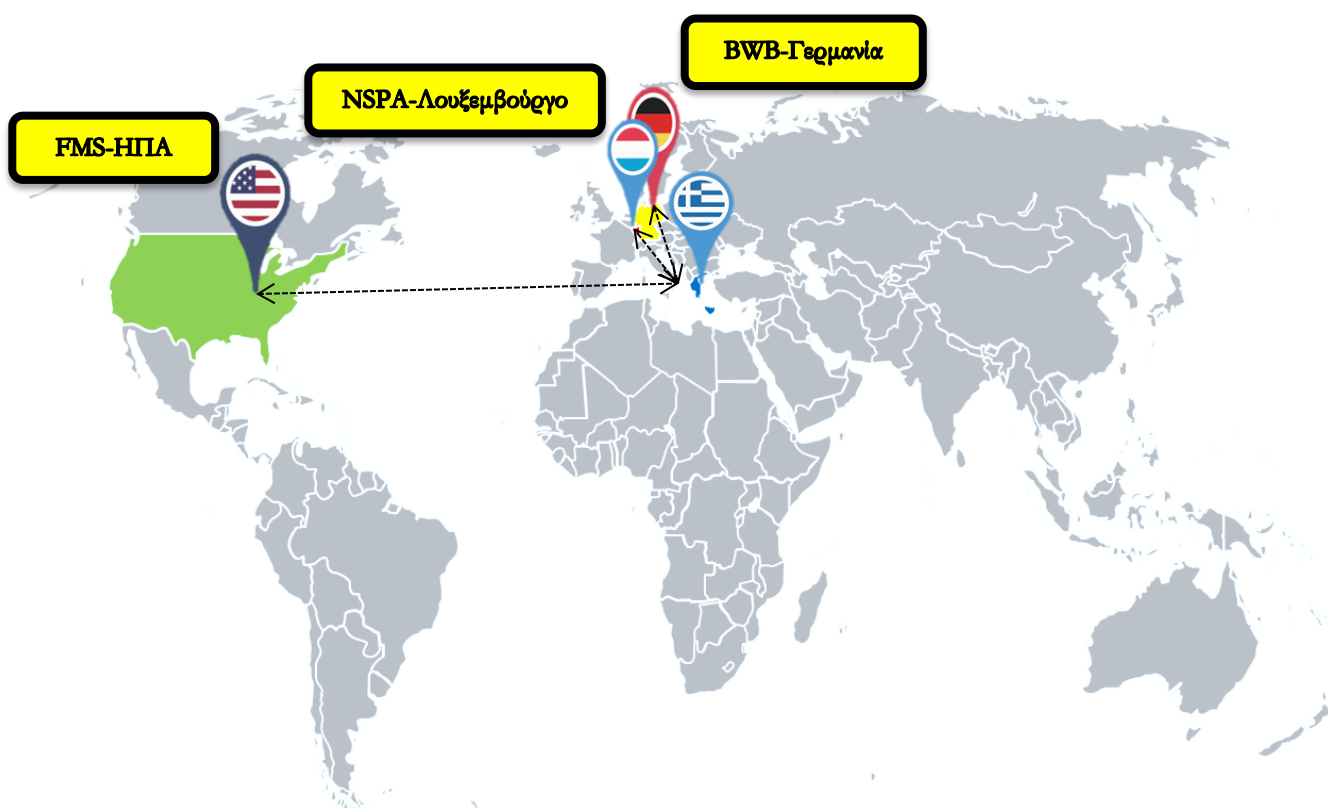
Είναι ο οργανισμός συντηρήσεως και εφοδιασμού του NATO. Από τον οργανισμό αυτό οι ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις δύνανται να προμηθευθούν πάσης φύσεως στρατιωτικά υλικά, αν και στην πραγματικότητα περιορίζονται στα ανταλλακτικά τα οποία και δεν συντηρούνται από άλλες πηγές.

- BWB/ΓΕΡΜΑΝΙΑ (Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung)



Αποτελεί τον κρατικό οργανισμό ανάπτυξης, δοκιμών, προμηθειών και συντήρησης όλων των υλικών των Ενόπλων Δυνάμεων της Γερμανίας, γνωστό και ως Λέσχη LEOPARD. Από τον εν λόγω οργανισμό οι ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις προμηθεύονται πάσης φύσεως στρατιωτικά υλικά που υφίστανται και συντηρούνται στο σύστημα διοικητικής μέριμνας του στρατού της Γερμανίας.

Και οι τρεις αυτοί οργανισμοί χρησιμοποιούν συστήματα RFID και κατά συνέπεια διαχειρίζονται και διακινούν υλικά τα οποία είναι επισημασμένα με ετικέτες RFID προκειμένου να μπορούν να παρακολουθούν τη ροή των διακινουμένων υλικών κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτό σημαίνει πως στην περίπτωση που η Ελλάδα υιοθετούσε ένα σύστημα RFID, αυτό θα έπρεπε να είναι συμβατό με τους αντίστοιχους κανόνες τυποποίησης και επικοινωνίας του εκάστοτε οργανισμού, όπως αυτοί καθορίζονται στις σχετικές κείμενες διατάξεις (στην περίπτωση της NSPA υπάρχουν οι συμφωνίες τυποποίησης-STANAG του NATO) και έπειτα θα ήταν σε θέση να παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο, τη θέση κάθε υλικού, είτε αυτό προορίζεται για παραλαβή και ακολουθεί το ρεύμα εφοδιασμού, είτε πρόκειται για προώθηση προς επισκευή ή επιστροφή και ακολουθεί το ρεύμα εκκενώσεων. Με τον τρόπο αυτό δίνεται στις ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις η δυνατότητα να έχουν πλήρη ενημέρωση κάθε στιγμή για την πρόοδο και την εξέλιξη οποιασδήποτε διαδικασίας πραγματοποιείται σε επίπεδο στρατιωτικής διοικητικής μέριμνας με τους συνεργαζόμενους διεθνείς φορείς.



3.4.2.Ευρωπαϊκός Στρατός

Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα η ιδέα της δημιουργίας ενός ενιαίου ευρωπαϊκού στρατού, ο οποίος θα αποτελεί ουσιαστικά ένα συμπλήρωμα των εθνικών στρατών των κρατών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης



και θα έχει ως αποστολή να επιχειρεί εναντίον των απειλών που αντιμετωπίζουν τα κράτη-μέλη και να υπερασπίζεται τις ευρωπαϊκές αξίες. Η ύπαρξη μόνο του NATO δεν επαρκεί για το σκοπό αυτό, διότι μερικά από τα μέλη της ΕΕ δεν είναι παράλληλα και μέλη της Ατλαντικής Συμμαχίας. Ιδίως μετά την επικείμενη αποχώρηση της Μ. Βρετανίας από την ΕΕ ολοένα και περισσότεροι αξιωματούχοι του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου συγκλίνουν στην άποψη ότι κρίνεται αναγκαία η σύσταση μιας κοινής στρατιωτικής διοίκησης η οποία, όπως υποστηρίζουν, θα μπορέσει να ενισχύσει το ρόλο της ΕΕ όσον αφορά την πολιτική ασφάλειας και άμυνας καθώς και την ικανότητά της να αναλάβει μεγαλύτερες ευθύνες σε παγκόσμιο επίπεδο. Η συγκρότηση αυτής της ενιαίας ευρωπαϊκής στρατιωτικής δομής θα πρέπει να στηρίζεται στην εμπειρία του NATO και να επιδιώκει τη διαμόρφωση οργάνων και διαδικασιών που να είναι συμβατά με εκείνα της Συμμαχίας έτσι ώστε να είναι ευκολότερη και η μεταξύ τους συνεργασία. Με τον τρόπο αυτό θα δοθεί στην ΕΕ η δυνατότητα να σχεδιάζει και να εκτελεί επιχειρήσεις υπό τη δική της διοίκηση και εποπτεία, με την αρωγή του NATO.

Στην περίπτωση που ένα τέτοιο εγχείρημα μετουσιωθεί σε πράξη, η ΕΕ σε πρώτο χρόνο θα επιδοτήσει τα κράτη-μέλη προκειμένου να τοποθετήσουν συστήματα RFID στο δικό τους σύστημα στρατιωτικής διοικητικής μέριμνας. Στη συνέχεια θα δημιουργηθούν δικτυακοί κόμβοι, σε κάθε ένα από τα κράτη-μέλη, στους οποίους θα είναι διασυνδεδεμένα τα συστήματα RFID. Από εκεί θα καθίσταται εφικτός ο έλεγχος της ροής των υλικών κατά

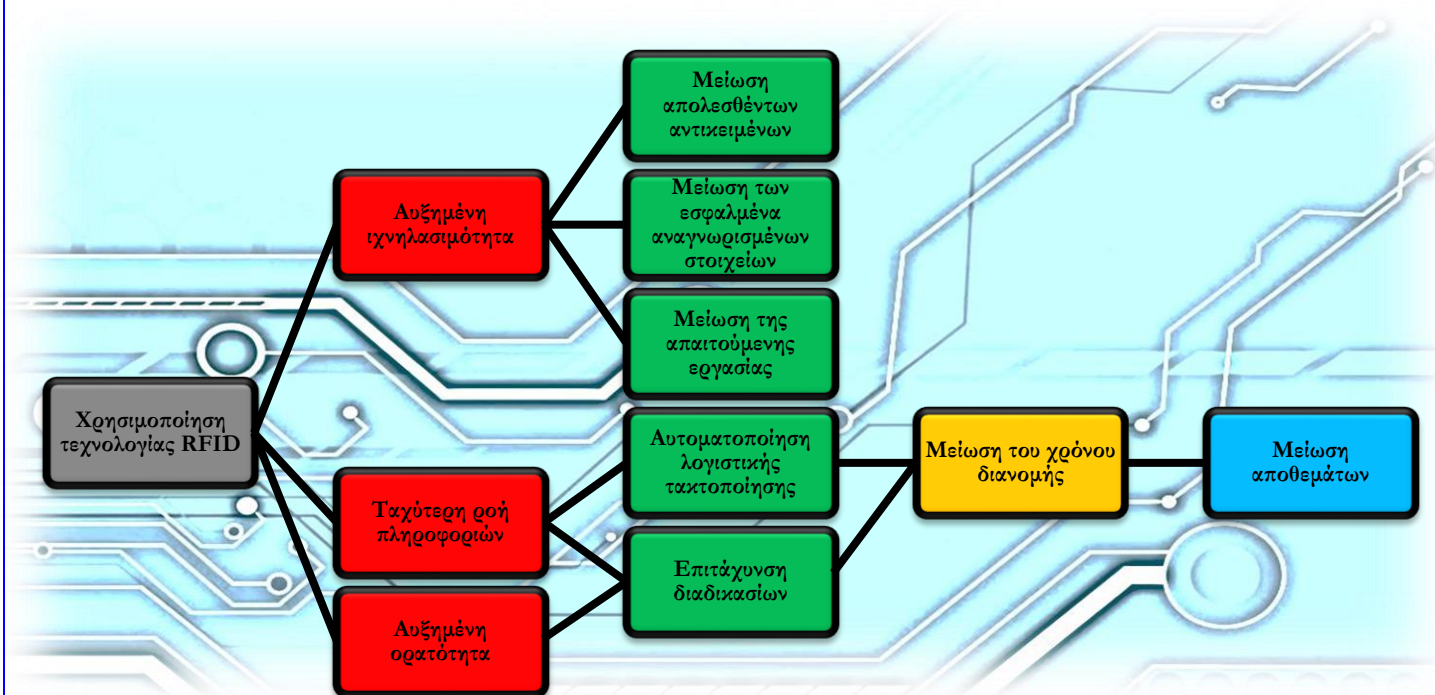
μήκος της στρατιωτικής εφοδιαστικής αλυσίδας των μελών της ΕΕ και παράλληλα θα υπάρχει συνεχής πληροφόρηση για τη θέση κάθε υλικού σε πραγματικό χρόνο.



3.4.3.Πλεονεκτήματα υιοθέτησης τεχνολογίας RFID

Η καθιέρωση συστημάτων RFID στην στρατιωτική εφοδιαστική αλυσίδα της Ελλάδας θα επιτρέψει εκτός από τη διασυνδεσιμότητα με τα άλλα κράτη-μέλη και την διεύρυνση των δυνατοτήτων της στρατιωτικής επιμελητείας των ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων επιτυγχάνοντας την πλήρη ορατότητα της δομής του συστήματος της στρατιωτικής διοικητικής μέριμνας. Τα αρχικά οφέλη που αποκτώνται από την ενσωμάτωση της τεχνολογίας RFID σε μια αποθήκη ή ένα κέντρο διανομής είναι η αυτοματοποίηση των χειρωνακτικών εργασιών και η αποτελεσματικότερη χρησιμοποίηση μεγαλύτερων ποσοτήτων δεδομένων. Η εν λόγω τεχνολογία εξασφαλίζει την επίλυση διαφόρων προβλημάτων. Για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας ετικέτες RFID όχι μόνο αυτοματοποιείται η διαδικασία παραλαβής υλικών, αλλά μειώνεται και η απαιτούμενη εργασία για την εν λόγω

λειτουργία, ενισχύεται η ακρίβεια και παράλληλα μειώνεται ο χρόνος παραμονής ενός υλικού στο κέντρο διανομής. Παρά το γεγονός ότι τα οφέλη που αποκομίζονται από την υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID ποικίλουν ανάλογα με την έκταση της επισήμανσης των υλικών (από κοντέινερ μέχρι και μεμονωμένα υλικά), υπάρχουν κάποια γενικά οφέλη τα οποία μπορούν να περιγραφούν ως μια αλυσίδα απορρέουσων δυνατοτήτων, η οποία και παρατίθεται παρακάτω:



Αρχικά, η τεχνολογία RFID υποστηρίζει τις πληροφορίες της αλυσίδας εφοδιασμού, αυξάνοντας την ορατότητα κατά μήκος αυτής. Με τον όρο ορατότητα αναφερόμαστε στη δυνατότητα που δίνεται στον κάθε χρήστη να έχει πρόσβαση στα αποθέματα, τις παραγγελίες, τις πρώτες ύλες, τα σημεία παραλαβής και αποστολής υλικών ανά πάσα στιγμή. Η παροχή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο που εξασφαλίζει η τεχνολογία RFID υποβοηθά τη λήψη αποφάσεων σε επίπεδο διοικητικής μέριμνας. Επιπρόσθετα, εκτός από την ορατότητα, η εν λόγω τεχνολογία επιτρέπει στην πληροφορία να ρέει ταχύτερα σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι το γεγονός ότι αυξάνεται η ιχνηλασιμότητα. Με τον όρο αυτό αναφερόμαστε ως την ικανότητα να εντοπίζονται και να

καταμετρώνται τα υλικά, να ακολουθούνται και να παρακολουθούνται οι κινήσεις τους, βοηθώντας κατ' αυτόν τον τρόπο το αρμόδιο προσωπικό να προσδιορίσει τη θέση ενός υλικού σε μία αποθήκη ή ένα κέντρο διανομής. Η ιχνηλασιμότητα σχετίζεται με μία από τις θεμελιώδεις ιδιότητες της τεχνολογίας RFID σύμφωνα με την οποία δεν απαιτείται η άμεση οπτική επαφή κατά την ανάγνωση των ετικετών καθώς και την ικανότητα αυτής να επικοινωνεί με όλες τις ετικέτες που βρίσκονται εντός της εμβέλειας του ραδιοσήματος σε χίλιοστά του δευτερολέπτου.

Η ταχύτερη ροή των πληροφοριών συνεπάγεται μείωση του αναγκαίου χρόνου και της καταβαλλόμενης προσπάθειας που απαιτείται για τη λογιστική τακτοποίηση των δοσοληψιών. Επιπλέον, η καλύτερη ορατότητα και η ταχύτερη ροή πληροφοριών θα οδηγήσει στην επιτάχυνση των διαδικασιών κατά μήκος ολόκληρης της αλυσίδας εφοδιασμού, βοηθώντας έτσι τις διοικήσεις κατά τη λήψη αποφάσεων και εξασφαλίζοντας στους χειριστές του συστήματος ταχύτερη και ευκολότερη πρόσβαση στην πληροφόρηση. Όσον αφορά την αύξηση της ιχνηλασιμότητας, αυτή θα μειώσει την απαιτούμενη εργασία, τόσο στα σημεία παραλαβής όσο και στα σημεία αποστολής, που απαιτείται για τον εντοπισμό, την αναγνώριση, την καταμέτρηση, τη λογιστική τακτοποίηση καθώς και τη διαχείριση των κινήσεων των υλικών.

Η αυτοματοποίηση της λογιστικής τακτοποίησης καθώς και οι ταχύτερες διαδικασίες θα επιτρέψουν τη μείωση του χρόνου παράδοσης των υλικών στον τελικό αποδέκτη της εφοδιαστικής αλυσίδας κάτι που θα οδηγήσει στη μείωση του επιπέδου των αποθεμάτων ασφαλείας, του σημείου αναπαραγγελίας καθώς και στη γενικότερη μείωση των αποθεμάτων.

3.4.4.Προβλήματα κατά τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας RFID

3.4.4.1.Κόστος

Ακόμα και αν η τεχνολογία RFID ολοένα και ωριμάζει με το πέρασμα του χρόνου, εξακολουθεί να θεωρείται μια δαπανηρή λύση για την παρακολούθηση της ροής των υλικών.

Δεδομένου ότι μια επένδυση σε αυτήν την τεχνολογία χαρακτηρίζεται από υψηλό αρχικό κόστος και τα οφέλη αυτής γίνονται αντιληπτά σε μεσο-μακροπρόθεσμο ορίζοντα κρίνεται αναγκαία η ύπαρξη επενδυτικού πλάνου και προγράμματος. Η εγκατάσταση της εν λόγω τεχνολογίας διαθέτει μεταβλητές συστήματος οι οποίες και διαφοροποιούνται από την μία εφαρμογή στην άλλη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να καθίσταται ιδιαίτερα δύσκολος ο καθορισμός της κατανομής κόστους που απαιτείται για την τοποθέτηση και λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος. Σε κάθε περίπτωση, ανεξαρτήτως πεδίου εφαρμογής υπάρχουν κάποιοι γενικοί παράγοντες κόστους που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι οποίοι αναλύονται όπως παρακάτω:

➤ Κόστος υλικού

Αποτελείται από τις ετικέτες, τους αναγνώστες, τους κεντρικούς υπολογιστές, τον εξοπλισμό δικτύου και τις κεραιές.

Ο τύπος των χρησιμοποιούμενων ετικετών είναι αυτός που κατά κύριο λόγο καθορίζει τις τιμές αυτών. Εκτός αυτού, το σχήμα και το μέγεθος των ετικετών, που ποικίλει ανάλογα με την εφαρμογή RFID για την οποία προορίζονται, έχει επίσης αντίκτυπο στην τιμή τους. Εκτός από τους δύο αυτούς παράγοντες, υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος των ετικετών όπως είναι η επανεγγραψιμότητά τους, η απόσταση ανάγνωσης αυτών καθώς και η διαθέσιμη μνήμη επί της ετικέτας. Το κόστος μιας παθητικής ετικέτας είναι σχετικά μικρότερο από αυτό μιας ενεργής ετικέτας. Ακόμα και αν οι παθητικές ετικέτες έχουν χαμηλότερη τιμή, το συνολικό κόστος των ετικετών γίνεται κρίσιμο, ανάλογα με το πού προορίζεται να εφαρμοστεί η τεχνολογία RFID. Ειδικά στην περίπτωση επισήμανσης μεμονωμένων ειδών απαιτούνται υπερβολικά μεγάλες ποσότητες από παθητικές ετικέτες. Το κόστος μιας παθητικής ετικέτας εξαρτάται από τη χρησιμοποιούμενη συχνότητα, το σχεδιασμό της κεραιάς, το μέγεθος της

διατιθέμενης μνήμης καθώς και την ποιότητα κατασκευής και είναι σχετικά μικρό. Από την άλλη, το κόστος μια ενεργής ετικέτας εξαρτάται από το μέγεθος της μπαταρίας που περιλαμβάνει, το μέγεθος της μνήμης του μικροεπεξεργαστή καθώς και την ποιότητα κατασκευής και κυμαίνεται σε υψηλότερα επίπεδα. Όταν απαιτείται μεγάλος αριθμός ετικετών, το ζήτημα που προκύπτει είναι ποιος από τους εταίρους θα πληρώσει την προσάρτηση των ετικετών RFID στα διακινούμενα, κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού, υλικά. Όποιος οργανισμός αναλάβει την προσάρτηση θα πρέπει να συνυπολογίσει και το κόστος των εκτυπωτών ετικετών καθώς και τους κωδικοποιητές ως παράγοντες κόστους.

Ένας σταθερός αναγνώστης RFID κυμαίνεται σε διάφορες τιμές. Αυτή η διακύμανση οφείλεται στο διατιθέμενο φάσμα ανάγνωσης, τη ροή πολλαπλών συχνοτήτων καθώς και την ισχύ της κεραίας. Από την άλλη πλευρά, μια φορητή συσκευή ανάγνωσης RFID συνδυάζει κεραία και αναγνώστη στην ίδια συσκευή και η τιμή της είναι πολύ πιο οικονομική. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα της ικανότητας ανάγνωσης μπορεί να διαφέρει από αυτή των σταθερών αναγνωστών.

Όσον αφορά τις κεραίες υπάρχουν δύο εφαρμογές. Η μία κεραία είναι συνδεδεμένη με το μικροτσίπ της ετικέτας και η άλλη είναι συνδεδεμένη με τον αναγνώστη. Το κόστος αυτής που είναι συνδεδεμένη με το μικροτσίπ μπορεί να θεωρηθεί ότι συμπεριλαμβάνεται στο κόστος της ετικέτας. Αντίθετα, το κόστος της κεραίας που συνδέεται με τον αναγνώστη ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος, το εύρος και την κατεύθυνση εξόδου. Επιπλέον χαρακτηριστικά, όπως η ειδική σχεδίαση των κεραιών, μπορεί να προσauξήσει το αρχικό κόστος.

Τέλος, οι εφαρμογές RFID χρειάζονται τοπικούς servers για να «τρέξουν», των οποίων το κόστος θα πρέπει και αυτό να ληφθεί υπόψιν.

➤ Κόστος ενδιάμεσου λογισμικού

Το ενδιάμεσο λογισμικό αποτελεί έναν εξίσου σημαντικό παράγοντα κόστους. Συνδέει το λογισμικό με τις υπηρεσίες, διαχειρίζεται το υλικό και επεξεργάζεται τα δεδομένα των ετικετών. Καθορίζει τη δυνατότητα χρησιμοποίησης των δεδομένων, εξασφαλίζοντας τη συνδεσιμότητα με τον αναγνώστη, δρομολογώντας, φιλτράροντας και συγκεντρώνοντας δεδομένα. Το κόστος του ενδιάμεσου λογισμικού εξαρτάται από την πολυπλοκότητα των εφαρμογών, τη μορφή των αποθηκευμένων δεδομένων και το επίπεδο ωριμότητας της τεχνολογίας στο συγκεκριμένο σύστημα στο οποίο και χρησιμοποιείται.

➤ Κόστος υπηρεσιών

Αποτελείται από το κόστος σχεδιασμού, διαμόρφωσης, παραμετροποίησης, εγκατάστασης και συντήρησης του συστήματος. Η εγκατάσταση των αναγνωστών και των κεραιών, η σύνδεση με τον κεντρικό υπολογιστή και η δημιουργία των βασικών στοιχείων της υποδομής θα πρέπει να γίνει με προσοχή, διότι μπορεί να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την απόδοση του συστήματος. Το περιβάλλον όπου ο αναγνώστης RFID και η κεραία είναι να τοποθετηθούν ποικίλει από τη μία εφαρμογή στην άλλη. Η επίτευξη υψηλής απόδοσης από μια εφαρμογή RFID εξαρτάται από την σωστή εγκατάσταση και τον κατάλληλο συντονισμό του υλικού. Ο αρμόδιος μηχανικός για τεχνολογίες RFID θα πρέπει να συντονίσει την κεραία και τον αναγνώστη ώστε να επιτύχει την υψηλότερη δυνατή απόδοση των ραδιοσυχνοτήτων. Το κόστος συντήρησης και τεχνικής υποστήριξης ποικίλει ανάλογα με την αποδοτικότητα του χρησιμοποιούμενου συστήματος στις τρέχουσες διαδικασίες.

Αδιαμφισβήτητα, το κόστος αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για την καθιέρωση της τεχνολογίας RFID. Ωστόσο, παρατηρούμε πως σε επίπεδο επιχειρήσεων λιανεμπορίου η

ΕΕ ενθαρρύνει τη χρησιμοποίηση και αξιοποίηση της τεχνολογίας RFID επιδοτώντας ιδιωτικές επιχειρήσεις με σκοπό αυτές να υλοποιήσουν ψηφιακές επενδύσεις, και πιο συγκεκριμένα να αναπτύξουν συστήματα RFID για την παρακολούθηση και διαχείριση προϊόντων. Κάτι παρεμφερές μπορεί να πραγματοποιηθεί και στα πλαίσια της επικείμενης δημιουργίας του ευρωπαϊκού στρατού. Αυτό σημαίνει ότι οι ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις θα πρέπει να προβούν στις απαραίτητες εκείνες ενέργειες προκειμένου να διαμορφώσουν πρόσφορο έδαφος για τη σταδιακή ενσωμάτωση και προσαρμογή της τεχνολογίας αυτής στα δεδομένα της δικής τους στρατιωτικής επιμελητείας.

3.4.4.2. Ασφάλεια πληροφοριών

Στο σύγχρονο πόλεμο, ο οποίος είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με την πληροφόρηση, αποτελεί μία μεγάλη πρόκληση για το στρατό να εγγυηθεί την ασφάλεια των πληροφοριών. Όσον αφορά τα συστήματα RFID, εάν δεν υπάρχει αξιόπιστος μηχανισμός ασφαλείας ουσιαστικά δεν θα υπάρχει και ασφάλεια πληροφοριών. Το ραδιοσήμα του συστήματος RFID αποστέλλεται και λαμβάνεται σε ένα ανοιχτό περιβάλλον, όπου το εν λόγω σήμα δεν μπορεί να αναγνωρίσει τον εχθρό. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την τεχνολογία RFID για να στείλουμε τις απαραίτητες πληροφορίες. Ωστόσο, ο εχθρός μπορεί και αυτός με τη σειρά του να χρησιμοποιήσει την τεχνολογία αυτή και να αποκτήσει τα διακινούμενα δεδομένα ή ακόμα και να μάθει τη συγκεκριμένη θέση και τον προορισμό των μετακινούμενων υλικών, κάτι το οποίο αποτελεί σοβαρό κίνδυνο ασφαλείας για τις Ένοπλες Δυνάμεις. Οι απειλές για την ασφάλεια του συστήματος RFID εστιάζονται στα τρία παρακάτω σημεία:

- Στην επικοινωνία μεταξύ της ετικέτας και του αναγνώστη ραδιοσυχνοτήτων
- Στην επικοινωνία μεταξύ του αναγνώστη ραδιοσυχνοτήτων και του ενδιάμεσου λογισμικού
- Στη μετάδοση πληροφοριών από το ενδιάμεσο λογισμικό στη βάση δεδομένων

Η αδυναμία του συστήματος RFID είναι η επικοινωνία μεταξύ της ετικέτας και του αναγνώστη, λόγω της ανοιχτής επικοινωνίας του ραδιοσήματος. Παρ' όλα αυτά, η ισχύς της ακτινοβολίας, η κατεύθυνση και η ζώνη φάσματος των εκπεμπόμενων συχνοτήτων μπορεί να ελεγχθεί και οι πληροφορίες μπορούν επίσης να κρυπτογραφηθούν προκειμένου να εξασφαλιστεί η ασφάλεια του συστήματος. Η τεχνική κρυπτογράφησης των ετικετών μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ασφάλεια των συστημάτων RFID. Ωστόσο, μόνο λίγες ετικέτες έχουν ενσωματωμένη μια τέτοια λειτουργία προς το παρόν. Τέτοιες ετικέτες δεν χρησιμοποιούνται ευρέως στην στρατιωτική επιμελητεία λόγω του υψηλού κόστους. Επομένως, αυτό που μπορεί να γίνει είναι να υπάρξει κρυπτογράφηση των πληροφοριών της ετικέτας με τις παραδοσιακές μεθόδους κωδικοποίησης. Να δημιουργηθεί δηλαδή ένας κώδικας ο οποίος θα χρησιμοποιείται για την κρυπτογράφηση των εναποθηκευμένων στην ετικέτα πληροφοριών.

3.4.4.3. Αντι-παρεμβολή σε πολύπλοκα ηλεκτρομαγνητικά περιβάλλοντα

Ο πόλεμος των πληροφοριών χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη πολύπλοκων ηλεκτρομαγνητικών περιβαλλόντων, σε σύγκριση με τους παραδοσιακούς παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη στο πεδίο της μάχης. Στο σχετικά περιορισμένο χώρο διεξαγωγής της μάχης, διάφορα πληροφοριακά συστήματα και ηλεκτρονικός εξοπλισμός συγκεντρώνονται, παράγουν παρεμβολές και αυτο-παρεμβολή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Όλα αυτά τα περίπλοκα ηλεκτρομαγνητικά περιβάλλοντα επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό το σύστημα RFID. Στο πραγματικό ηλεκτρομαγνητικό περιβάλλον του πεδίου της μάχης, υπάρχουν πολλές πηγές παρεμβολών που είναι πολύ δύσκολο να προβλεφθούν, συμπεριλαμβανομένων των διάφορων εξοπλισμών επικοινωνίας, των ηλεκτρονικών παρεμβολών και επιθέσεων από τον εχθρό, των απρόβλεπτων ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών από τις αστικές ηλεκτρικές συσκευές καθώς και της φυσικής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία διασχίζει και επικαλύπτεται στο χώρο, το χρόνο και το φάσμα συχνοτήτων και

κατά συνέπεια είναι δύσκολο να ελεγχθεί λόγω της συνεχούς αλλαγής που υφίσταται. Δεν είναι ιδιαίτερα εύκολο να συνειδητοποιήσουμε την επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην κανονική λειτουργία του εξοπλισμού εάν αυτή δεν επιδρά τη συγκεκριμένη στιγμή. Προκειμένου η λειτουργία του συστήματος RFID να είναι αξιόπιστη θα πρέπει να ανταπεξέλθει με την ακτινοβολία μικρής ισχύος που διαθέτει, της τάξεως των miniwatt/watt , έναντι του επικοινωνιακού εξοπλισμού με τη μεγάλη ισχύ, της τάξεως των δεκάδων ή εκατοντάδων watt . Η αντι-παρεμβολή του περίπλοκου ηλεκτρομαγνητικού περιβάλλοντος είναι ένα πρόβλημα που πρέπει να επιλυθεί κατά την εφαρμογή του συστήματος RFID στην στρατιωτική επιμελητεία. Είναι εφικτό να λυθεί αυτό το πρόβλημα με τη χρήση ετικετών πολλαπλής συχνότητας αντί των ετικετών μονής συχνότητας. Συνδυάζοντας λοιπόν, την ικανότητα διείσδυσης που εξασφαλίζει η χρήση της χαμηλής συχνότητας σε συνδυασμό με τη μεγάλη απόσταση ταυτοποίησης και τις λειτουργίες αντι-παρεμβολής που εξασφαλίζει η χρήσης της υψηλής συχνότητας, μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά η ικανότητα αντι-παρεμβολής του συστήματος RFID.

3.4.4.4. Εφαρμογή σε τοποθεσίες συγκεκριμένων υλικών

Τα στρατιωτικά υλικά περιλαμβάνουν πολλά εύφλεκτα, χημικά και εκρηκτικά υλικά, διάφορα έλαια αλλά και πυρομαχικά. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι απαγορεύεται η χρησιμοποίηση εξοπλισμού ραδιοεπικοινωνίας σε ένα βενζινάδικο. Για το λόγο αυτό, αποτελεί μια σημαντική πρόκληση για τους ειδικούς η επίτευξη της δυνατότητας χρήσης της τεχνολογίας RFID σε χώρους εναποθήκευσης και αποθήκες εύφλεκτων και εκρηκτικών υλικών. Μέχρι σήμερα δεν έχουν πραγματοποιηθεί πολλές μελέτες για το ζήτημα αυτό, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν εγκεκριμένα και αξιόπιστα αποτελέσματα ερευνών. Κατά συνέπεια, δεν μπορούμε να καταλήξουμε σε συμπέρασμα τουλάχιστον μέχρι σήμερα, για τον αν η τεχνολογία RFID μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επισήμανση και παρακολούθηση επικίνδυνων υλικών.

3.4.4.5. Δυσμενές φυσικό περιβάλλον

Η διακίνηση του στρατιωτικού υλικού και εξοπλισμού κατά μήκος της στρατιωτικής εφοδιαστικής αλυσίδας, δεν μπορεί να συγκριθεί με αυτήν της γενικής αστικής εφοδιαστικής αλυσίδας, μιας και καλείται να αντιμετωπίσει ένα πολύ πιο δυσμενές φυσικό περιβάλλον. Φυσικοί παράγοντες όπως είναι η θερμοκρασία, η υγρασία, η ηλιοφάνεια και η βροχή αποτελούν μία πρόκληση για τα συστήματα RFID που διαθέτουν κατά κύριο λόγο ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Η πολύ χαμηλή ή υψηλή θερμοκρασία μπορεί να οδηγήσει σε μη ομαλή λειτουργία του εξοπλισμού ανάγνωσης και των ετικετών. Επιπλέον, η πολύ χαμηλή θερμοκρασία μπορεί να προκαλέσει την ταχύτερη κατανάλωση της μπαταρίας των ενεργών ετικετών, με αποτέλεσμα το σύστημα να αποτυγχάνει σε μεγάλο βαθμό να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις του ονομαστικού χρόνου λειτουργίας του και έτσι να καθίσταται δύσκολη η χρήση και διαχείριση των ετικετών. Προκειμένου να χρησιμοποιηθούν στην στρατιωτική εφοδιαστική αλυσίδα, ο εξοπλισμός ανάγνωσης και οι ετικέτες RFID θα πρέπει να έχουν μεγαλύτερη ικανότητα λειτουργίας σε υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες και να είναι πιο ανθεκτικές στη διάβρωση και τη φθορά από τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

3.4.3. Συμπεράσματα-Προτάσεις

Η σύγχρονη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας τονίζει την έμφαση στην ακρίβεια της προμήθειας και για το λόγο αυτό ονομάζεται προμήθεια με βάση τις απαιτήσεις. Η στρατιωτική επιμελητεία είναι πιο ακριβής λόγω των υψηλότερων απαιτήσεων σχετικά με το χρόνο, το χώρο καθώς και την ποιότητας της υλικοτεχνικής υποστήριξης. Η εισαγωγή της τεχνολογίας RFID στις τάξεις των ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων είναι το κλειδί για την εξασφάλιση της υλικοτεχνικής υποστήριξης με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια. Οι ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις έχουν την ευκαιρία να οπτικοποιήσουν και αναβαθμίσουν την διοικητική μέριμνα εκμεταλλευόμενες τις δυνατότητες της τεχνολογίας RFID σε συνδυασμό με το ήδη

υπάρχον σύστημα μηχανοργάνωσης του ελληνικού στρατού. Παρά τα διάφορα προβλήματα και τις δυσχέρειες που εμφανίζονται προς το παρόν, η υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID, η οποία συνεχώς αναπτύσσεται, θα εξελίξει το σύστημα στρατιωτικής υλικοτεχνικής υποστήριξης και θα αποτελέσει το κυριότερο μέσο για τη βελτίωση της στρατιωτικής εφοδιαστικής αλυσίδας καθώς και την ενίσχυση της μαχητικής ισχύος της χώρας.

Κατόπιν των παραπάνω προτείνεται να πραγματοποιηθούν οι κατάλληλες προπαρασκευαστικές ενέργειες και διαδικασίες προκειμένου να καταστεί εφικτή η σταδιακή υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID από τις ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις, η οποία αναμένεται να πραγματοποιηθεί στο άμεσο μέλλον υπό την αιγίδα της ΕΕ στα πλαίσια της επικείμενης δημιουργίας του ενιαίου ευρωπαϊκού στρατού.

Λαμβάνοντας υπόψιν την περιορισμένη διαθεσιμότητα οικονομικών πόρων και συνυπολογίζοντας το ήδη υπάρχον προσωπικό στο κέντρο ευρύτερης εποπτείας και ελέγχου των υλικών της διοικητικής μέριμνας καθίσταται σαφές ότι ο σχεδιασμός και η λειτουργία ενός συστήματος RFID θα πρέπει να γίνει κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά υπό τις υπάρχουσες συνθήκες, χωρίς να απαιτείται η διάθεση περαιτέρω πόρων ή επιπρόσθετου προσωπικού. Εκεί που θα πρέπει να εστιαστεί το ενδιαφέρον των ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων είναι στο γεγονός ότι θα πρέπει το σύστημα που θα χρησιμοποιηθεί, προκειμένου να είναι λειτουργικό και αποδοτικό, να είναι σύμφωνο με τους ισχύοντες κανονισμούς καθώς και το υπάρχον σύστημα λογιστικής παρακολούθησης υλικών που ήδη διαθέτουν. Στη συνέχεια θα απαιτηθεί να τροποποιηθεί κατάλληλα η υπάρχουσα μηχανογραφημένη εφαρμογή προκειμένου να είναι συμβατή και να επικοινωνεί με την τεχνολογία RFID.

Ωστόσο, πριν την ευρύτερη χρησιμοποίηση της εν λόγω τεχνολογίας κατά μήκος ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας, αυτό που κρίνεται αναγκαίο είναι η πιλοτική εφαρμογή της σε ένα κέντρο διανομής υλικών προκειμένου να διαπιστωθούν και να διορθωθούν άμεσα τα όποια προβλήματα προκύψουν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Σχεδιασμός και κατασκευή μοντέλου προσομοίωσης λειτουργίας συστήματος RFID

4.1.Πλαίσιο σχεδίασης

Στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας, στην προσπάθειά μας να προσομοιώσουμε τη λειτουργία ενός συστήματος RFID, κατασκευάσαμε ένα πρότυπο μοντέλο προσομοίωσης χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα Arduino.

4.2.Αναλυτική περιγραφή χρησιμοποιούμενων υλικών

Το μοντέλο προσομοίωσης αποτελείται από τα παρακάτω υλικά:

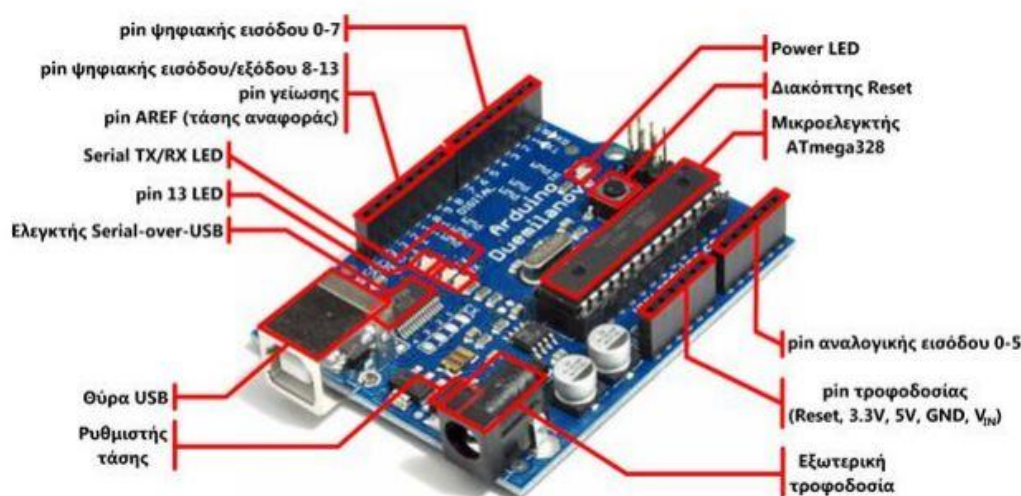
➤ Πλακέτα Arduino Uno

Το Arduino είναι μια πρωτότυπη ηλεκτρονική πλατφόρμα διαμόρφωσης ανοιχτού λογισμικού, βασισμένη στο υλικό ενός μικροεπεξεργαστή, καθώς και σε κατάλληλο για τον προγραμματισμό του λογισμικό. Όπως το περιγράφει ο δημιουργός του, το Arduino είναι



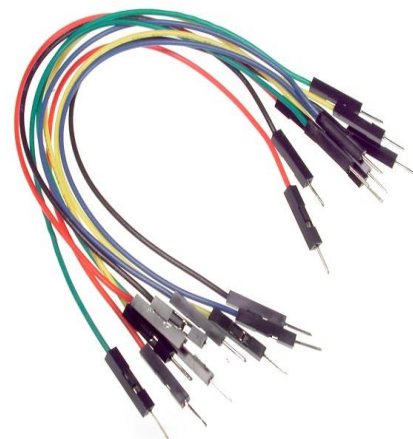
μια «ανοικτού κώδικα» πλατφόρμα «πρωτοτυποποίησης» ηλεκτρονικών βασισμένη σε ευέλικτο και εύκολο στη χρήση υλικού και λογισμικού που προορίζεται για οποιονδήποτε ενδιαφέρεται να δημιουργήσει διαδραστικά αντικείμενα ή περιβάλλοντα. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega της Atmel και του οποίου όλα τα σχέδια καθώς και το λογισμικό που χρειάζεται για την λειτουργία του, διανέμονται ελεύθερα και δωρεάν ώστε να μπορεί να κατασκευαστεί από τον καθέναν. Αφού κατασκευαστεί μπορεί να συμπεριφερθεί σαν ένας μικροσκοπικός υπολογιστής, αφού ο χρήστης μπορεί να συνδέσει επάνω του πολλαπλές μονάδες εισόδου/εξόδου και να προγραμματίσει τον μικροελεγκτή να δέχεται δεδομένα από τις μονάδες εισόδου, να τα επεξεργάζεται και να στέλνει κατάλληλες εντολές στις μονάδες εξόδου.

Το Arduino διαθέτει σειριακή διασύνδεση. Ο μικροελεγκτής ATmega υποστηρίζει σειριακή επικοινωνία, την οποία το Arduino προωθεί μέσα από έναν ελεγκτή Serial-over-USB ώστε να συνδέεται με τον υπολογιστή μέσω USB. Η σύνδεση αυτή χρησιμοποιείται για την μεταφορά των προγραμμάτων που σχεδιάζονται από τον υπολογιστή στο Arduino αλλά και για αμφίδρομη επικοινωνία του Arduino με τον υπολογιστή μέσα από το πρόγραμμα την ώρα που εκτελείται.



➤ Λωρίδες τροφοδοσίας

Οι λωρίδες τροφοδοσίας αποτελούνται μόνο από δύο παράλληλες στήλες με σημεία επαφής. Η μια στήλη σημαίνεται συνήθως με κόκκινο χρώμα και το σύμβολο “+” ή το γράμμα “V”, ενώ η άλλη στήλη σημαίνεται με μαύρο ή μπλε χρώμα και το σύμβολο “-” ή το γράμμα “G”. Η βασική ιδιότητα αυτής της λωρίδας είναι ότι όλα τα σημεία επαφής καθεμιάς από τις δύο γραμμές της είναι βραχυκυκλωμένα. Ο ρόλος μιας λωρίδας τροφοδοσίας, λοιπόν, είναι να συνδεθεί σε αυτή μια τροφοδοσία και στη συνέχεια να τροφοδοτηθούν από αυτή τα διάφορα εξαρτήματα που είναι συνδεδεμένα στη λωρίδα τερματισμού.



➤ USB Καλώδιο Πλατφόρμας Arduino

Στην χρησιμοποίηση της πλακέτας του Arduino κρίθηκε απαραίτητη η χρήση ειδικών καλωδίων USB για τον προγραμματισμό και την τροφοδοσία της πλατφόρμας Arduino. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε ένα καλώδιο τύπου A-B (αρσενικό σε αρσενικό).



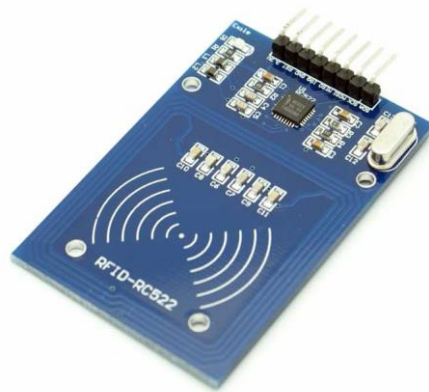
➤ Οθόνη LCD-I2C

Για την ένδειξη των μηνυμάτων όπως είναι τα στοιχεία του υλικού που διέρχεται μπροστά από τον αναγνώστη RFID καθώς και για αντίστοιχες ενδείξεις, άλλα και για την πιο ρεαλιστική απεικόνιση του συστήματος χρησιμοποιήθηκε μια οθόνη 16x2.



➤ RFID - RC522

Το κύκλωμα RFID – RC522 χρησιμοποιείται στην αναγνώριση των ετικετών – καρτών από τον πομπό. Δημιουργείται μια ηλεκτρομαγνητική περιοχή όπου οι παθητικές ετικέτες ενεργοποιούνται εφόσον πλησιάσουν το RFID πομπό. Έτσι παίρνουν ρεύμα και μεταδίδουν τα δεδομένα στον υπολογιστή και αυτός με την σειρά του τα διαβάζει.



➤ Παθητικές ετικέτες RFID

Στην εργασία χρησιμοποιήθηκαν παθητικές ετικέτες οι οποίες τροφοδοτούνται μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων όταν βρεθούν σε συγκεκριμένη απόσταση.



4.3. Παραμετροποίηση υλικού – λογισμικού

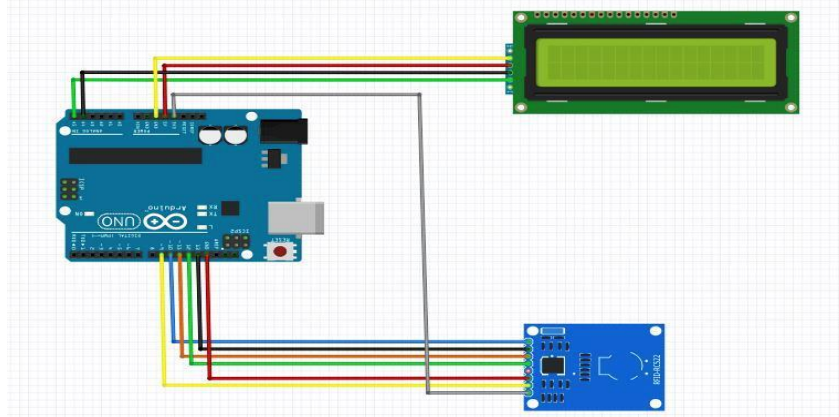
Η έκδοση του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για την συγγραφή του προγράμματος καθώς και για την εκτέλεση αυτού, είναι το πρόγραμμα Arduino version 1.7.10. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα είναι μια παραλλαγή της γνωστής C, C++ το οποίο διανέμεται δωρεάν μέσα από την επίσημη ιστοσελίδα www.arduino.org.

Αρχικά παίρνουμε το καλώδιο USB, το οποίο μεταδίδει τα δεδομένα του σειριακά και τροφοδοτεί το Arduino με ρεύμα, ρυθμίζουμε μέσα από το πρόγραμμα στο μενού «Tools->Port» την αντίστοιχη θύρα που συνδέσαμε το Arduino με τον υπολογιστή. Για να περάσουμε το πρόγραμμα στην μνήμη του Arduino, γράφουμε τον κώδικα πατάμε το κουμπί «Verify» ώστε να ελέγξουμε για τυχόν ορθογραφικά λάθη ή σφάλματα που τυχόν έχουμε στον κώδικα, και το τελικό πέραςμα στο Arduino γίνεται πατώντας το κουμπί «Upload» (ανέβασμα).

Ο πηγαίος κώδικας γράφεται μέσα στο λογισμικό, και με την τοποθέτηση πάνω στο Arduino των λωρίδων τροφοδοσίας επιτυγχάνουμε είτε την φόρτωση στην μνήμη είτε την εκτέλεση του προγράμματος. Η εμφάνιση γίνεται μέσα από το Serial Monitor , η κύρια οθόνη του προγράμματος μας όπου μέσα από αυτό γίνεται εμφανής όλη διαδικασία εκτέλεσης.

4.4. Υλοποίηση συστήματος

Στο παρακάτω σχεδιάγραμμα εμφανίζεται η συνδεσμολογία του κυκλώματος που υλοποιήθηκε.



4.5. Διαδικασία αυτόματης ανάγνωσης ετικέτας

Η ετικέτα αποτελείται από ένα πλαίσιο UARTframe που είναι το αναγνωριστικό της ετικέτας. Αυτό το πλαίσιο καθορίζει το πώς θα διαβαστεί η ετικέτα μας για να περαστούν και να αναγνωριστούν τα δεδομένα με την εισαγωγή τους στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Το συγκεκριμένο πλαίσιο παρατίθεται παρακάτω.

Header	Reserved	Length	Command	Data	CSUM
1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte	N Byte	1 Byte

Περνώντας την ετικέτα από τον αναγνώστη RFID γίνεται διάδοση μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και το αναγνωριστικό της ετικέτας με το κύκλωμα είναι το παραπάνω πλαίσιο. Κάθε φορά που περνάμε την ετικέτα από το κύκλωμα, αποστέλλονται τα δεδομένα στο παραπάνω πλαίσιο. Έχοντας αυτά τα δεδομένα τα ενσωματώνουμε στον κώδικα για να μπορεί να επικοινωνήσει το κύκλωμα με τον υπολογιστή. Έτσι, περνώντας την ετικέτα, αποκωδικοποιούμε το παραπάνω πλαίσιο που μας μεταφέρει η ετικέτα και το αντιστοιχούμε σε γλώσσα μηχανής μέσω του κώδικα. Με τον τρόπο αυτό, εμφανίζονται οι 5 συστάδες από Byte Δεδομένων που βρίσκονται σε 16δική μορφή και απεικονίζεται ο μοναδικός κωδικός της ετικέτας που διαθέτει το κάθε υλικό.

4.6. Κώδικας του προγράμματος

Η εγγραφή του κώδικα στο σύστημα γεφυρώνει την επικοινωνία μεταξύ του υπολογιστικού συστήματος (μέσω του λογισμικού, όπου στην συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία χρησιμοποιείται η έκδοση Arduino – 1.7.10), και του υλικού, που αποτελείται από την αναπτυξιακή πλακέτα του Arduino Uno και τα περιφερειακά του. Όλοι οι τύποι των μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στο πρόγραμμα υποστηρίζονται από την παραπάνω έκδοση. Η γλώσσα στην οποία προγραμματίστηκε το σύστημα RFID είναι η γλώσσα

Wiring, μια παραλλαγή της C,C++ όπως προαναφέρθηκε παραπάνω. Επιπλέον, στο πρόγραμμα χρησιμοποιούνται κάποιες βιβλιοθήκες – συναρτήσεις οι οποίες χρειάζονται για την αρχικοποίηση του κώδικα που σαν έξοδο θα έχει την σωστή λειτουργία της οθόνης και του αναγνώστη RFID.

Κυρίως Κώδικας

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);
#include <AddicoreRFID.h>
#include <SPI.h>
#define uchar unsigned char
#define uint unsigned int
uchar serNumA[5];
uchar fifobytes;
uchar fifoValue;
AddicoreRFID myRFID;
const int chipSelectPin = 100;
const int NRSTPD = 9; // RST Pin
#define MAX_LEN 30
void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    SPI.begin();
    pinMode(chipSelectPin,OUTPUT);
    digitalWrite(chipSelectPin, LOW
```

```
pinMode(NRSTPD,OUTPUT);
digitalWrite(NRSTPD, HIGH);
myRFID.AddicoreRFID_Init();
lcd.begin(16,2);
lcd.clear ();
lcd.setCursor(2,0);
lcd.print ("ANAMONH GIA");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print ("ANAGNOSH YLIKOY");
Serial.println("AMANOMH GIA ANAGNOSH YLIKOY");
}
void loop()
{
    uchar i, tmp, checksum1;
    uchar status;
    uchar str[MAX_LEN];
    uchar RC_size;
    uchar blockAddr;
    String mynum = "";
    str[1] = 0x4400;
    status = myRFID.AddicoreRFID_Request(PICC_REQIDL, str);
    if (status == MI_OK)
    {
        }

    }
    status = myRFID.AddicoreRFID_Anticoll(str);
    if (status == MI_OK)
```

```
{  
  //Serial.print(2);  
  if(str[0] == 181)  
  {  
    lcd.clear ();  
    lcd.setCursor(0,0);  
    lcd.print("AO :100523732");  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print ("KINH'THRAS");  
    Serial.println("AO :100523732 - KINH'THRAS");  
    delay (5000);  
    lcd.clear ();  
    lcd.setCursor(2,0);  
    lcd.print ("ANAMONI GIA");  
    lcd.setCursor(1,1);  
    lcd.print ("SAROSI YLIKOY");  
    Serial.println("AMANOMH GIA ANAGNOSH YLIKOY");  
  }  
  if(str[0] == 140) {  
    lcd.clear ();  
    lcd.setCursor(0,0);  
    lcd.print("AO :2565465423");  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print ("TROXOS");  
    Serial.println("AO :2565465423 - TROXOS");  
    delay (5000);  
    lcd.clear ();
```



```
    lcd.setCursor(2,0);  
    lcd.print ("ANAMONI GIA");  
    lcd.setCursor(1,1);  
    lcd.print ("SAROSI YLIKOY");  
    Serial.println("AMANOMH GIA ANAGNOSH YLIKOY");  
}  
  
    Serial.println();  
    delay(1000);  
}  
  
    myRFID.AddicoreRFID_Halt();  
  
}
```

4.7. Μελλοντική επέκταση

Το πρότυπο αυτό μοντέλο παρά το γεγονός ότι λειτουργεί αποτελεσματικά με την υπάρχουσα μορφή του, θα μπορούσε να αναβαθμιστεί περισσότερο και να καταστεί ακόμη πιο αποδοτικό με την προσθήκη ορισμένων επεκτάσεων. Μια μελλοντική επέκταση του συστήματος θα μπορούσε να είναι η ασύρματη διασυνδεσιμότητα αυτού με οποιαδήποτε συσκευή φέρει αισθητήρα Bluetooth. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη μετάδοση των δεδομένων που συλλέγονται από τον αναγνώστη RFID και αποθηκεύονται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω ενός πομποδέκτη Bluetooth. Αφού ο εν λόγω πομποδέκτης ενσωματωθεί στο υπάρχον μοντέλο, θα αναμεταδίδει τα δεδομένα που συλλέγει ο αναγνώστης RFID σε οποιαδήποτε



συσκευή διαθέτει αισθητήρα Bluetooth και βρίσκεται εντός της εμβέλειας των εκπεμπόμενων σημάτων. Με τον τρόπο αυτό, ο εκάστοτε χρήστης θα έχει τη δυνατότητα άμεσης αξιοποίησης και επεξεργασίας των ληφθέντων δεδομένων ασύρματα, χωρίς να απαιτείται η ενσύρματη επικοινωνία με τον αναγνώστη RFID για τη λήψη των εν λόγω πληροφοριών.

Βιβλιογραφία

- Shengzhao Long, B. S. Dhillon (2013), Proceedings of the 13th International Conference on Man-Machine-Environment System Engineering, Springer Publications
- Judith M. Myerson (2007), RFID in the Supply Chain, Auerbach Publications
- Marino Widmer (2007), course on Supply Chain Management & Logistics, University of Fribourg
- Pedro M. Reyes (2011), RFID in the Supply Chain, McGraw-Hill Publications
- Edmund W. Schuster, Stuart J. Allen, David L. Brock (2007), Global RFID: The Value of the EPCglobal Network for Supply Chain Management, Springer Publications
- Alp Ustundag (2012), The Value of RFID: Benefits vs. Costs, Springer Publications
- Erick C. Jones, Christopher A. Chung (2016), RFID and Auto-ID in Planning and Logistics: A Practical Guide for Military UID Applications, CRC Press
- Charles C. Poirier, Duncan McCollum (2006), RFID Strategic Implementation and ROI: A Practical Roadmap to Success, J. Ross Publishing



- V. Daniel Hunt, Albert Puglia, Mike Puglia (2007), RFID: A Guide to Radio Frequency Identification, John Wiley and Sons Publications
- T. C. Edwin Cheng, Tsan-Ming Choi (2010), Innovative Quick Response Programs in Logistics and Supply Chain Management, Springer Publications
- Hossein Bidgoli (2010), The Handbook of Technology Management, Supply Chain Management, Marketing and Advertising, and Global Management, John Wiley and Sons Publications
- John T. Yee, Seog-Chan Oh (2012), Technology Integration to Business: Focusing on RFID, Interoperability, and Sustainability for Manufacturing, Logistics, and Supply Chain Management, Springer Publications