

30/11/2011

Τμήμα Ηλεκτρονικής

Τεχνολογικό
Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Κρήτης



Παράρτημα Χανίων

ΠΤΥΧΙΑΚΗ

Θέμα

ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΡΑΔΙΟΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗΣ
(RFID)



Επιβλέπων Καθηγητής:
Βαρδιάμπασης Ιωάννης
Φοιτητής:
Λυραράκης Ανδρέας
AM 3754

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συγκεκριμένη εργασία σαν κύριο στόχο έχει την λεπτομερή περιγραφή της νέας αυτής τεχνολογίας σε επίπεδο συστημικό και εφαρμογών, εστιάζοντας ταυτόχρονα σε τέσσερα κύρια σημεία: εφαρμογές, κόστος, ιδιωτικότητα, ασφάλεια.

Συγκεκριμένα, γίνεται μία σύντομη εισαγωγή η οποία περιλαμβάνει τις βασικές έννοιες, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τον τρόπο λειτουργίας των συστημάτων RFID καθώς και τις εφαρμογές που μπορεί να υλοποιήσει η τεχνολογία.

Κατόπιν, αναλύονται τα τμήματα ενός rfid συστήματος, οι οργανισμοί και τα πρότυπα αναγνώρισης της rfid τεχνολογίας και η εφαρμογή αυτής στην εφοδιαστική αλυσίδα και στην καθημερινότητα μας.

Ακολούθως, περιγράφονται θέματα ασφάλειας και ιδιωτικότητας των συστημάτων και τα θέματα ασφάλειας και υγείας των χρηστών, καθώς και οι πιθανές μελλοντικές χρήσεις της τεχνολογίας RFID. Στο τελευταίο μέρος της εργασίας υπάρχουν παραδείγματα επιστημονικών εργασιών ώστε να μπορεί να κατευθύνει τον αναγνώστη σε κάποια αναλυτικότερη μελέτη.

ABSTRACT

This report has as main objective the detailed description of this new technology in both systemic and applications level, while focusing on four main areas: applications, cost, privacy and security. Specifically, there is a brief introduction which includes basic concepts, characteristics and operation of RFID systems and applications that can be implemented by the technology.

Then, follows the analyzing of the parts of a rfid system, the agencies and the standards for the recognition of rfid technology and its implementation in the supply chain and in our daily lives.

Next, are described subjects of security and privacy of systems, and subjects of health and the user's safety, as also the possible future uses of the RFID technology. In the latter part of the report are examples of scientific work that can direct the reader to a detailed study.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Κλείνοντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ιωάννη Βαρδιάμπαση Επίκουρο Καθηγητή και Διευθυντή του Τομέα Τηλεπικοινωνιών και του Εργαστηρίου Ευρυζωνικών Επικοινωνιών & Ηλεκτρομαγνητικών Εφαρμογών του ΤΕΙ Κρήτης και επιβλέποντα της πτυχιακής μου εργασίας, για τη βοήθεια που μου προσέφερε κατά την εκπόνηση της εργασίας αυτής. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Ευάγγελο Ζαούτη για την βοήθεια και την στήριξη που μου παρείχε.

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ απευθύνεται ξεχωριστά στην οικογένεια μου που στάθηκε δίπλα μου καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου και για την αγάπη και την συμπαράσταση που μου προσέφεραν.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ABSTRACT	2
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	2
1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1 Πρόλογος.....	6
1.2 Ιστορική ανασκόπηση.....	7
2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ R.F.I.D.	8
2.1 Περιγραφή τεχνολογίας RFID.....	8
2.2 Αρχιτεκτονική.....	9
2.3 Ανάλυση στοιχείων.....	10
2.3.1 Ετικέτες.....	10
2.3.2 Η κεραία	10
2.3.2.1 Μέγεθος και τύπος κεραίας.....	11
2.3.2.2 Μηδενισμοί κεραίας και προβλήματα προσανατολισμού.....	11
2.3.3 Ο αναγνώστης	12
2.3.3.1 Ελεγκτής RFID.....	13
2.3.3.2 Πολλαπλές RW και αποφυγή σύγκρουσης.....	13
2.3.3.3 Εξακρίβωση.....	14
2.3.3.4 Κρυπτογράφηση/Αποκρυπτογράφηση Δεδομένων.....	14
2.3.3.5 Κατηγορίες Αναγνωστών	14
2.3.4 Ενδιάμεσο λογισμικό	16
2.3.4.1 Κύριες λειτουργίες του ενδιάμεσου λογισμικού RFID.....	16
2.4 Κατηγορίες ετικετών αναλόγως την πηγή τους.....	18
2.4.1 Παθητικές ετικέτες.....	18
2.4.2 Ενεργές ετικέτες.....	18
2.4.3 Ημπαθητικές ετικέτες.....	18
2.5 Κατηγορίες ετικετών αναλόγως της δυνατότητας ανάγνωσης-εγγραφής.....	20
2.5.1 read-write	20
2.5.2 read-only	20
2.5.3 worm.....	21

2.6 Κατηγορίες ετικετών αναλόγως της κατασκευής και εφαρμογή τους.....	21
2.6.1 ΟΙ έξυπνες ετικέτες.....	22
2.6.2 Γυάλινη σωλήνες	22
2.6.3 Ετικέτα ενωτίου	22
2.6.4 Δίσκος ετικέτα.....	23
2.7 Κατηγορίες ετικετών αναλόγως την λειτουργικότητα τους.....	23
2.7.1 Κατηγορία 0.....	23
2.7.2 Κατηγορία 1.....	23
2.7.3 Κατηγορία 2.....	24
2.7.4 Κατηγορία 3.....	24
2.7.5 Κατηγορία 4.....	24
2.8 Συχνότητες εκπομπής ετικετών R.F.I.D.....	25
2.8.1 Χαμηλή συχνότητα (Low frequency).....	25
2.8.2 Υψηλή συχνότητα (High frequency).....	26
2.8.3 Πολύ υψηλή συχνότητα (Ultra high frequency).....	26
2.8.4 Μικροκυματική συχνότητα (Micro wave frequency).....	27
2.9 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάγνωση.....	28
3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID.....	29
3.1 Οργανισμοί και Πρότυπα Αναγνώρισης Ραδιοσυχνοτήτων.....	29
3.2 Πρωτόκολλα.....	31
3.3 Κατηγορίες Προτύπων.....	34
3.4 Οργανισμοί τεχνολογίας RFID.....	35
3.4.1 ISO.....	35
3.4.2 EPC global	37
3.4.3 ETSI.....	38
3.4.4 IEC	38
3.5 Κατασκευαστές στοιχείων RFID.....	40
4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	42
4.1 Πεδία εφαρμογής των συστημάτων RFID	42
4.2 Εφαρμογές R.F.I.D στην Εφοδιαστική Αλυσίδα.....	43
4.2.1 Πλεονεκτήματα RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα.....	43
4.2.2 Μειονεκτήματα του RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα.....	45
4.3 RFID για την ταυτοποίηση και αναγνώριση ζώων.....	46
4.4 Εφαρμογή τεχνολογίας RFID στον Άνθρωπο.....	46
4.4.1 Χρήση RFID σε κρατούμενους.....	48
4.5 Εφαρμογή τεχνολογίας RFID στις βιβλιοθήκες.....	49

4.6 Εφαρμογή RFID στα νοσοκομεία.....	50
4.7 Εφαρμογή RFID στην αποθήκη.....	52
5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ RFID.....	55
5.1 Ιδιωτικότητα και ασφάλεια.....	55
5.2 Κίνδυνοι συστημάτων RFID.....	55
5.3 Τεχνικές επιθέσεων.....	56
5.4 Τρόποι επίλυσης προβλημάτων.....	57
6 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ RFID.....	59
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	61
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ.....	62
ΣΧΕΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	102
WEBSITES.....	102

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Πρόλογος

Η δυνατότητα αναγνώρισης αντικειμένων με ασύρματες ή οπτικές μεθόδους, αποτελούσε ανέκαθεν μια μεγάλη πρόκληση για τη σύγχρονη τεχνολογία. Οποιοσδήποτε χώρος όπου παράγονται κάθε είδους προϊόντα, ή όπου διακινούνται αντικείμενα σε μεγάλες ποσότητες, χρειάζεται ένα αξιόπιστο σύστημα ελέγχου, χωρίς χρονοβόρες διαδικασίες.

Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούμε ένα σύστημα οπτικής αναγνώρισης γνωστό ως bar code. Η τεχνολογία αυτή, αν και έλυσε πολλά προβλήματα, διέθετε αρκετά μειονεκτήματα. Έτσι το RFID, ένα σύστημα ασύρματης αναγνώρισης αντικειμένων, ήρθε να αντικαταστήσει το bar code.

Ο όρος RFID προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων **Radio Frequency identification**, δηλαδή «ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων». Η αναγνώριση μέσω ραδιοσυχνοτήτων είναι μία μέθοδος αναγνώρισης που στηρίζεται στην αποθήκευση και εξ' αποστάσεως ανάκτηση δεδομένων από ειδικά καρτελάκια, τα οποία διαθέτουν μηχανισμούς ραδιοεντοπισμού.

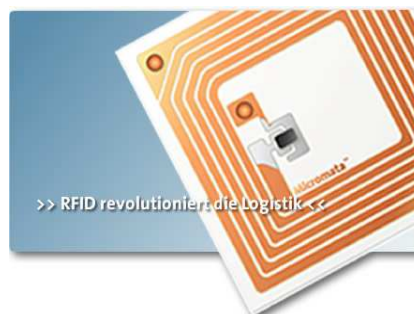
Η έννοια του RFID δεν είναι καινούργια καθώς πρωτοεμφανίστηκε στον Β παγκόσμιο πόλεμο όμως αναπτύχθηκε περισσότερο μέσα στις δύο τελευταίες δεκαετίες.

Τα τελευταία χρόνια, με την ολοένα και μεγαλύτερη εκμετάλλευση των ασύρματων δικτύων, η τεχνολογία αυτή βρίσκει εφαρμογή σε πολλά πεδία όπως η βιομηχανία, οι μεταφορές, η ασφάλεια, η ιατρική, ο αθλητισμός και μάλιστα θεωρείται ως μία από τις τεχνολογίες που θα αναπτυχθεί και χρησιμοποιηθεί περισσότερο τις επόμενες δεκαετίες.



BARCODE12345

Barcode



Rfid Tag

1.2 Ιστορική ανασκόπηση

Γενικότερα λέγεται ότι οι ρίζες της τεχνολογία RFID ξεκινάει από την εποχή του δευτέρου παγκόσμιου πόλεμου με την χρήση των radar. Η ανακάλυψη έγινε το 1935 από ένα σκοτσέζο φυσικό ονόματι **Robert Alexander Watson-Watt**, ο οποίος κατασκεύασε το πρώτο σύστημα για να μπορεί να ξεχωρίζει τα φιλικά ή τα εχθρικά αεροσκάφη, βάζοντας ένα πομπό σε κάθε βρετανικό αεροπλάνο. Όταν ο πομπός λάμβανε σήματα από σταθμούς ραντάρ στο έδαφος, άρχισε να εκπέμπει πίσω ένα σήμα από το αεροσκάφος που το προσδιόριζε ως φιλικό. Το σύστημα RFID λειτουργεί πάνω στην ίδια βασική ιδέα.

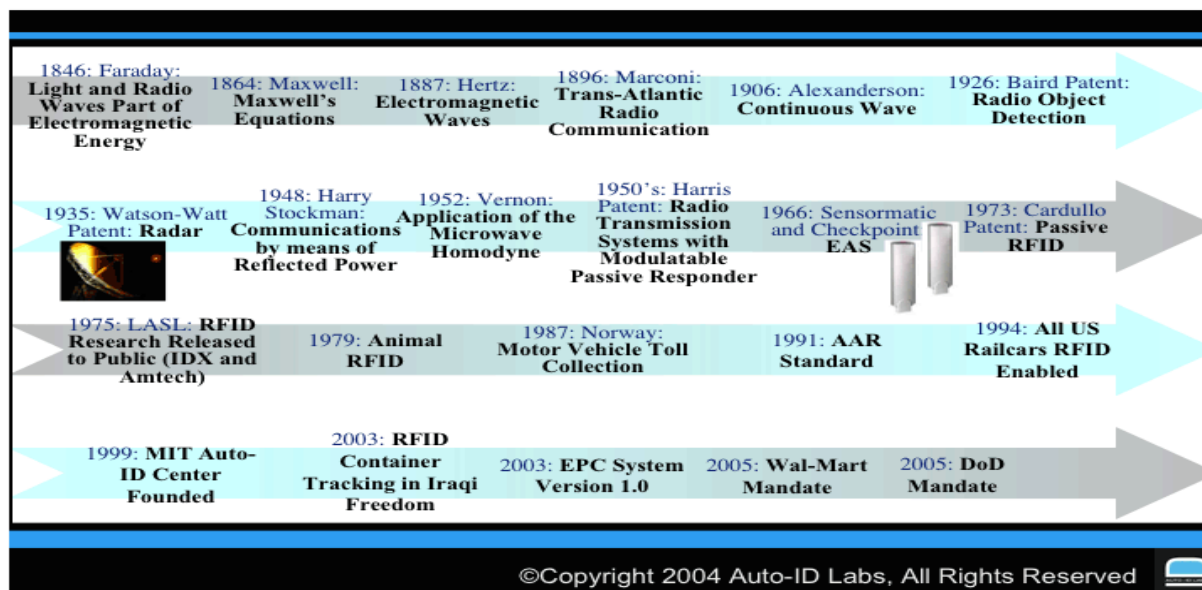


Robert Alexander Watson-Watt

Αφού προηγήθηκε η απαραίτητη τεχνολογική ανάπτυξη, η δεκαετία του 1950 ήταν η εποχή έρευνας για το RFID. Νωρίτερα είχαν γίνει έρευνες για τα ραντάρ και τα ραδιοκύματα. Παράλληλα, ερευνούνταν και πολλές τεχνολογίες που σχετίζονταν με το RFID μέχρι που το 1960 αρχίζει να χρησιμοποιείται για εμπορικούς λόγους σαν αντικλεπτικό σύστημα το οποίο χρησιμοποιούσε ραδιοκύματα για να καθορίζει εάν το προϊόν έχει πληρωθεί ή όχι. Τότε ακόμη αποτελούταν από ένα tag ενός bit, και αυτό που ανιχνευόταν ήταν η ύπαρξη ή όχι του tag.

Τη δεκαετία του 1970 η αμερικανική κυβέρνηση δημιουργεί ένα σύστημα για την ανίχνευση οχημάτων βάζοντας πομποδέκτες σε αυτά και το 1980 αρχίζει να χρησιμοποιείται για πρώτη φορά για τον εντοπισμό ζώων, ενώ το 1990 ξεκινούν οι εμπορικές εφαρμογές σε επιχειρήσεις. Εφαρμόζεται σε εργοστάσια, σε αυτοκινητοβιομηχανίες, σε λεωφόρους, σε γέφυρες, για τον εντοπισμό φορτίων, στην επιστήμη και σε πολλούς ακόμη τομείς, κάνοντας το RFID μέρος της καθημερινής μας ζωής.

Σύντομη ιστορική ανάδρομη της εξέλιξης του RFID



Κεφάλαιο 2

2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ R.F.I.D

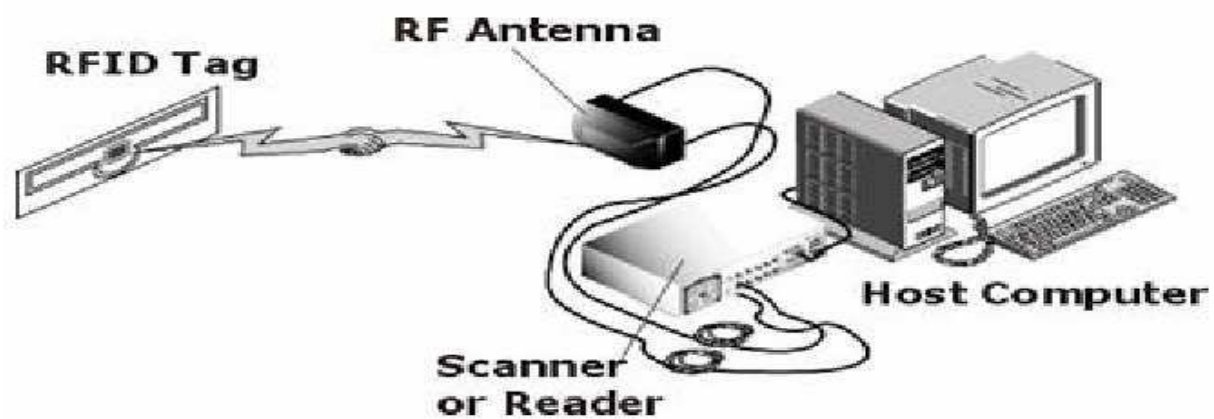
2.1 Περιγραφή τεχνολογίας RFID

Η τεχνολογία RFID (Radio Frequency IDentification), αποτελεί την πλέον σύγχρονη εφαρμογή ηλεκτρονικής ταυτοποίησης.

Στηρίζεται στη χρήση ραδιοκυμάτων και επιτρέπει την αυτόματη αναγνώριση ανθρώπων ή, κατά κύριο λόγο, αντικειμένων (προϊόντων) τα οποία φέρουν RFID tags (ετικέτες RFID).

Οι ετικέτες RFID έχουν μικροεπεξεργαστή και κεραία ώστε να μπορούν να ανιχνευθούν αυτόματα από σταθερούς ή φορητούς αναγνώστες RFID χωρίς να είναι απαραίτητη η σάρωση του κάθε μεμονωμένου αντικειμένου. Ο αναγνώστης εκπέμπει ένα σήμα στην ετικέτα RF, η οποία με την βοήθεια της κεραίας της, το διοχετεύει στη μνήμη της, όπου έχουν αποθηκευτεί κάποια δεδομένα. Η ετικέτα RF, δεχόμενη το σήμα αυτό ενεργοποιείται και αποστέλλει πίσω τα δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά μεταδίδονται μέσω ενός ενδιάμεσου λογισμικού (middleware) στο πληροφοριακό σύστημα, το οποίο αποθηκεύει και επεξεργάζεται τα δεδομένα που συλλέγονται από τις ετικέτες.

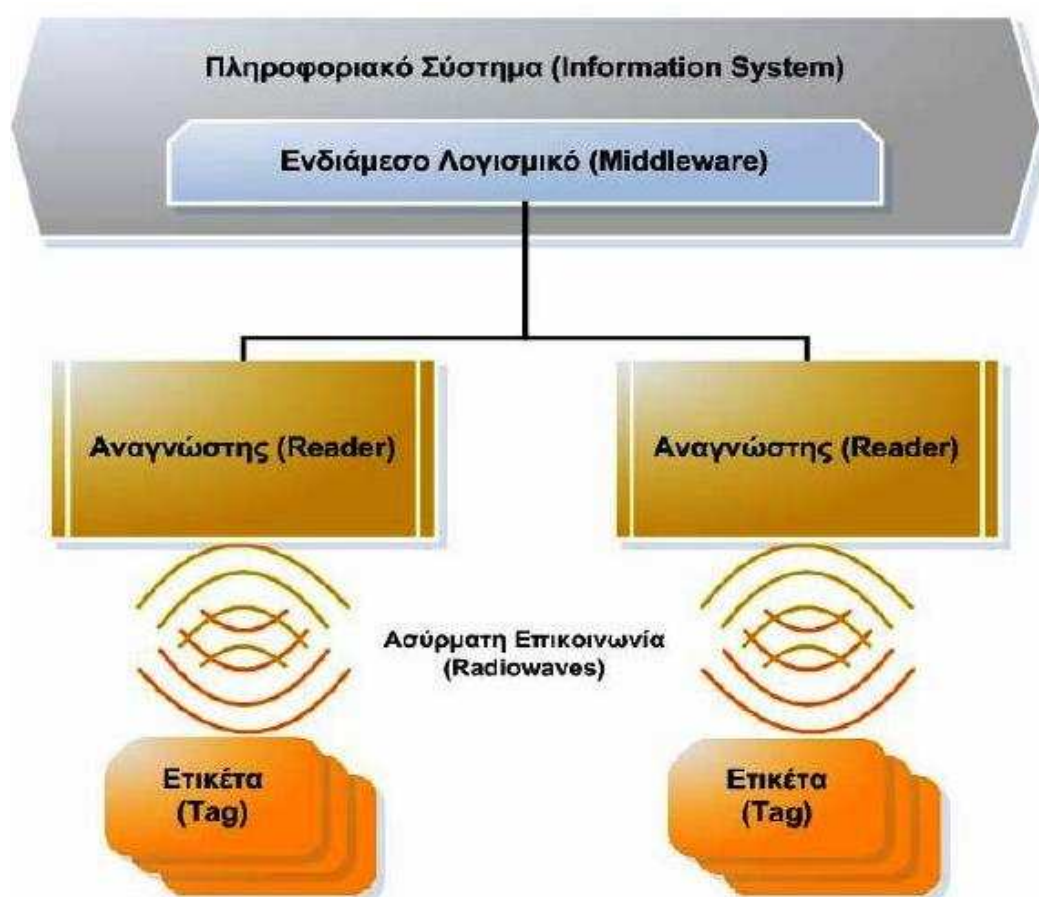
Επίσης η εμβέλεια του συστήματος RFID είναι ανάλογη με τον τύπο ετικέτας των αναμεταδοτών που χρησιμοποιείται και της λειτουργούσας συχνότητας έτσι μπορούμε να τα ταξινομήσουμε σε χαμηλής και υψηλής συχνότητας συστήματα.



Παράδειγμα λειτουργίας συστημάτων RFID

2.2 Αρχιτεκτονική τεχνολογίας RFID

Η αρχιτεκτονική του συστήματος RFID απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα και αφορά τις τρεις οντότητες: τις ετικέτες, τους αναγνώστες και το ενδιάμεσο λογισμικό. Τα υπόλοιπα μέρη του πληροφοριακού συστήματος (εξυπηρετητές, δίκτυα, τερματικά κ.α.) διασυνδέονται ώστε να δημιουργηθεί ένα πλήρες σύστημα.



Το σύστημα rfid αποτελείται από τα εξής βασικά στοιχεία:

- 1) Μία ή περισσότερες ετικέτες (tags), η οποία αναφέρεται και ως πομποδέκτης (transponder).
- 2) Έναν ή περισσότερους αναγνώστες (readers), ο οποίος αποτελείται από την κεραία (antenna) και την μονάδα ελέγχου (control unit).
- 3) Δύο ή περισσότερες κεραίες (access points).
- 4) Το Ενδιάμεσο Λογισμικό (Middleware), το οποίο λειτουργεί ως «γέφυρα» επικοινωνίας μεταξύ του αναγνώστη και του πληροφοριακού συστήματος.



Βασικά τμήματα ενός συστήματος RFID

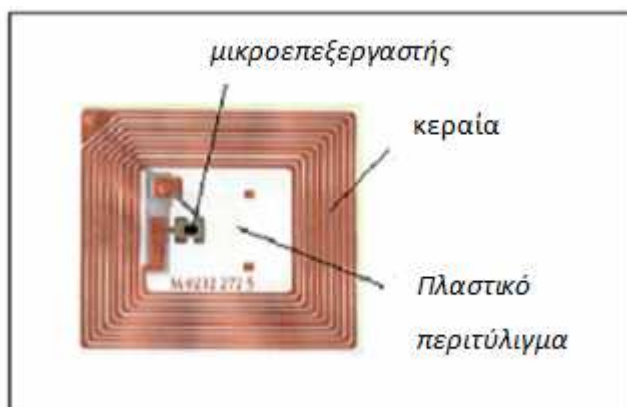
2.3 Ανάλυση στοιχείων συστήματος RFID

2.3.1 Οι ετικέτες (tags)

Είναι ένα μικρό ηλεκτρονικό κύκλωμα που η βασική του λειτουργία είναι να αποθηκεύει και να μεταδίδει δεδομένα στον αναγνώστη.

Τοποθετείται στο υπό αναγνώριση αντικείμενο όπου αποθηκεύει έναν σειριακό αριθμό αναγνώρισης καθώς και ορισμένες άλλες πληροφορίες που αφορούν το αντικείμενο στο οποίο χρησιμοποιείται.

Στην πιο βασική του μορφή αποτελείται από ένα ηλεκτρονικό τσιπάκι και μια κεραία τοποθετημένα σε ένα πακέτο ώστε να σχηματίσουν μια ετικέτα. Επίσης ορισμένες ετικέτες περιέχουν μπαταρίες και αυτό τις διαχωρίζει σε ενεργές και παθητικές ετικέτες όπως θα δούμε παρακάτω.



Ετικέτα RFID

2.3.2 Η κεραία (antenna)

Είναι η συσκευή μέσω της οποίας γίνεται η συλλογή / μετάδοση της πληροφορίας από και προς τα tags. Χρησιμοποιούνται τόσο στις ετικέτες όσο και στους αναγνώστες και κατηγοριοποιούνται

ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους .Το μέγεθος τους ποικίλει από μερικά τετραγωνικά εκατοστά, έως τετραγωνικά μετρά .

2.3.2.1 Μέγεθος και τύπος κεραίας

Λόγο του μεγάλου μήκους κύματος της χαμηλής συχνότητας ραδιοσυχνοτήτων, οι κεραίες των συστημάτων LF και HF πρέπει να κατασκευάζονται πολύ μεγαλύτερες από τις κεραίες UHF και μικροκυμάτων προκειμένου να επιτύχουν συγκρίσιμη λήψη σήματος. Αυτό παρ’ όλα αυτά έρχεται σε σύγκρουση με τον στόχο του να κατασκευάζονται οι ετικέτες RFID μικρές και φτηνές .Οι περισσότεροι σχεδιαστές συστημάτων παραβλέπουν το κέρδος της κεραίας προκειμένου να ελέγξουν το κόστος, με τελικό αποτέλεσμα την χαμηλή εμβέλεια ανάγνωσης για τα συστήματα LF και HF.

Υπάρχει ένα κατώτατο όριο στο πόσο μικρές μπορούν να κατασκευαστούν οι κεραίες LF και HF, με αποτέλεσμα οι ετικέτες LF και HF να είναι συνήθως μεγαλύτερες από τις ετικέτες UHF και μικροκυμάτων.

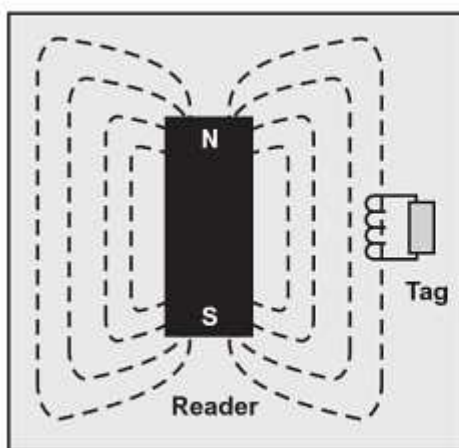
Η συχνότητα χρήσης θα καθορίσει τον τύπο της κεραίας που θα χρησιμοποιηθεί σε ένα σύστημα RF. Στα LF και HF χρησιμοποιούμε επαγωγικές κεραίες που συνήθως είναι τύπου βρόχου, ενώ στις συχνότητες UHF και μικροκυμάτων χρησιμοποιούμε χωρητική σύζευξη και οι κεραίες είναι διπολικού τύπου.

Μαγνητικό πεδίο(Κοντινό πεδίο)

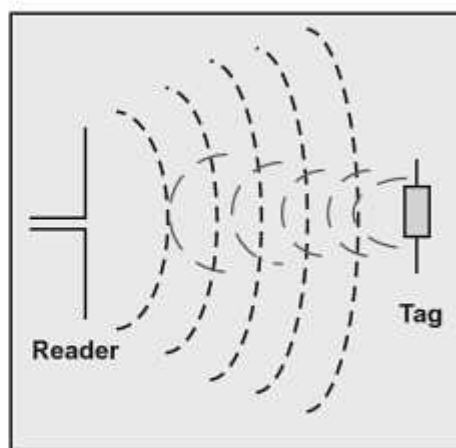
Επαγωγική σύζευξη

Ηλεκτρικό πεδίο (Μακρινό πεδίο)

Ηλεκτρομαγνητική σύζευξη επανασκέδασης



LF and HF



UHF

Σχεδιάγραμμα τύπων κεραίας/σύζευξη ετικετών

2.3.2.2 Μηδενισμοί κεραίας και προβλήματα προσανατολισμού

Οι επαγωγικές κεραίες, όπως αυτές που χρησιμοποιούνται στα LF και HF, λειτουργούν ‘πλημυρίζοντας’ μια ζώνη ανάγνωσης με ακτινοβολία RF. Πέρα από τα μεγάλα μήκη κύματος των LF και HF, αυτό λειτουργεί ώστε να κατακλύζει την ζώνη ανάγνωσης ενός αναγνώστη με ένα ομοιόμορφο σήμα το οποίο δεν θα διαφέρει σε ισχύ από το ένα άκρο στο άλλο.

Οι διπολικές κεραίες αφετέρου, όπως αυτές που χρησιμοποιούνται στις συχνότητες UHF και μικροκυμάτων, λειτουργούν εντοπίζοντας τα ακτινοβόλα σήματα από τον πομπό στον δέκτη. Αυτό πέρα από τα σχετικά μικρά μήκη κύματος της υψηλής συχνότητας UHF και τον μικροκυματικών σημάτων, δημιουργεί μικρές διακυμάνσεις στην ζώνη ανάγνωσης ενός αναγνώστη UHF ή μικροκυμάτων, έτσι η ισχύς σήματος δεν θα είναι ομοιόμορφη από το ένα άκρο της ζώνης ανάγνωσης στο άλλο και ακόμη σε κάποια σημεία θα πέσει στο μηδέν δημιουργώντας ‘μηδενισμούς’, ή αόρατα σημεία. Οι ετικέτες RFID που τοποθετούνται στα σημεία μηδενισμού καθιστούν ουσιαστικά αόρατες σε έναν αναγνώστη RF, το οποίο προφανώς μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στα συστήματα UHF και μικροκυμάτων.

Επίσης τα σημεία μηδενισμού μπορούν να προκύψουν από τον αποσυντονισμό των ετικετών, που προκύπτει όταν δύο ετικέτες τοποθετούνται η μία κοντά στην άλλη, ή κοντά σε υγρά, μέταλλα και άλλα υλικά με υψηλή διηλεκτρική διαπερατότητα.

Οι επαγωγικές κεραίες έχουν ελάχιστο κατευθυντικό κέρδος εννοώντας ότι η ισχύς σήματος σε μια δεδομένη απόσταση είναι ίδια πάνω, κάτω, μπροστά και πίσω από την κεραία. Οι διπολικές κεραίες έχουν αρκετά υψηλότερο κατευθυντικό κέρδος, και σημαντικές διαφορές στην ισχύ πεδίου θα υπάρχουν σε μια δεδομένη απόσταση ανάμεσα σε σημεία μπροστά από την κεραία και πάνω από αυτή. Για τις ετικέτες UHF και μικροκυμάτων οι οποίες βρίσκονται πάνω από τον αναγνώστη, η ισχύς σήματος μπορεί να μην είναι αρκετά ισχυρή μεταξύ τους ώστε να επιτρέψει την επικοινωνία τους.

Όλα αυτά τα φαινόμενα απαιτούν τα συστήματα UHF και RFID να χρησιμοποιούν μια πιο περίπλοκη μορφή διαμόρφωσης, αποκαλούμενη διαμόρφωση μεταπήδησης συχνοτήτων, ώστε να ξεπεράσουν τα παραπάνω προβλήματα.

2.3.3 Ο αναγνώστης (reader / interrogator)

Ο αναγνώστης λειτουργεί ως γέφυρα μεταξύ της ετικέτας RFID και του ελεγκτή και είναι μια συσκευή η οποία ελέγχεται από κάποιο υπολογιστή και η οποία μεταδίδει (μέσω της κεραίας) τα RF κύματα προς τα tags, τα οποία θα πρέπει να βρίσκονται εντός μιας προκαθορισμένης ακτίνας ώστε να εντοπιστούν και να ενεργοποιηθούν. Η ίδια συσκευή λαμβάνει (πάλι μέσω της κεραίας) και αναλύει τις πληροφορίες που περιέχει κάθε tag και στη συνέχεια τις στέλνει σε κάποιον υπολογιστή για περαιτέρω επεξεργασία και αποθήκευση.

Έτσι οι βασικές του λειτουργίες είναι:

- Να διαβάζει τα δεδομένα από τις RFID ετικέτες.
- Να γράφει δεδομένα στις RFID ετικέτες (στην περίπτωση που είναι έξυπνες ετικέτες).
- Να αναμεταδίδει δεδομένα από και προς τον ελεγκτή.
- Να τροφοδοτεί την ετικέτα (στην περίπτωση παθητικής ετικέτας)

Οι RFID αναγνώστες βασικά είναι μικροί υπολογιστές οι οποίοι αποτελούνται από 3 περίπου μέλη: Μια κεραία, ένα ηλεκτρονικό εξάρτημα RF που είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία με την RFID ετικέτα και τον ελεγκτή.

Εκτός τις τέσσερις βασικές λειτουργίες ποιο σύνθετοι RFID αναγνώστες μπορούν να εκτελέσουν τρεις ποιο σημαντικές λειτουργίες:

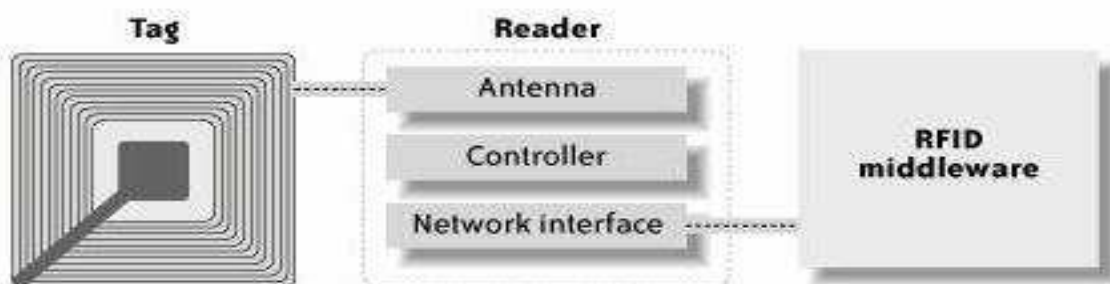
- Εφαρμογή μέτρων για την αποτροπή συγκρούσεων ώστε να εξασφαλιστεί η ταυτόχρονη επικοινωνία με πολλές ετικέτες.
- Εξακρίβωση της γνησιότητας των ετικετών για την πρόληψη απάτης ή μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης στο σύστημα.
- Κρυπτογράφηση δεδομένων για την προστασία της ακεραιότητας των δεδομένων.

2.3.3.1 Ελεγκτής RFID

Οι ελεγκτές RFID είναι το ‘μυαλό’ σε κάθε RFID σύστημα. Χρησιμοποιούνται για να δικτυώσουν πολλαπλούς αναγνώστες RFID μαζί και για την κεντρική επεξεργασία πληροφοριών. Ο ελεγκτής σε ένα τέτοιο δίκτυο είναι συνήθως ένα pc, μια βάση δεδομένων ή λογισμικό εφαρμογών, ή ένα δίκτυο αποτελούμενο από αυτά τα μηχανήματα.

Ο ελεγκτής θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει τις πληροφορίες που συλλέγονται από τους αναγνώστες για να :

- Κρατά απογραφή και να ειδοποιεί τους προμηθευτές όταν νέα αποθέματα χρειάζονται όπως εφαρμόζεται στο λιανικό εμπόριο.
- Ακολουθήσει την κίνηση αντικειμένων διαμέσου ενός συστήματος, ή και ακόμη και να τα ανακατευθύνει όπως για παράδειγμα σε έναν ιμάντα μεταφοράς μιας βιομηχανικής εφαρμογής.
- Επιβεβαιώσει την ταυτότητα και να παρέχει εξουσιοδότηση, όπως τα συστήματα εισόδου χωρίς κλειδί.
- Χρεώσει έναν λογαριασμό όπως στις εφαρμογές σημείου πώλησεως(POS).



Rfid αναγνώστης και διασύνδεσή του με το rfid σύστημα

2.3.3.2 Πολλαπλές RW και αποφυγή σύγκρουσης.

Οι αλγόριθμοι αποφυγής σύγκρουσης χρησιμοποιούνται για να επιτρέψουν σε ένα αναγνώστη να επικοινωνήσει με πολλές ετικέτες ταυτόχρονα.

Σκεφτείτε έναν αναγνώστη ο οποίος χωρίς να γνωρίζει πόσες ετικέτες RFID μπορεί να είναι μέσα στη ζώνη ανάγνωσης του ή έστω και εάν υπάρχουν ετικέτες μέσα σε αυτή, αποστέλλει μια γενική εντολή προς τις ετικέτες για να μεταδώσουν τις πληροφορίες τους. Φανταστείτε ότι μπορεί να υπάρχουν μερικές

εκατοντάδες ετικέτες μέσα στη ζώνη ανάγνωσης και μπορεί όλες να προσπαθήσουν να ανταποκριθούν μονομιάς. Προφανώς ένα σχέδιο πρέπει να έχει δημιουργηθεί για αυτή την περίπτωση. Στο RFID αυτό ονομάζεται αποφυγή σύγκρουσης.

Υπάρχουν τρεις τύποι τεχνικών αποφυγής σύγκρουσης: Η χωρικής, η συχνότητας και η χρονικού πεδίου. Και οι τρεις χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν μια μορφή ιεραρχίας, ή ένα μέτρο τυχαιότητας στο σύστημα, προκειμένου να εμποδίσουν το παραπάνω πρόβλημα να προκύψει, ή τουλάχιστον να κάνουν την περίπτωση να συμβεί στατιστικά απίθανη.

2.3.3.3 Εξακρίβωση

Τα συστήματα υψηλής ασφαλείας απαιτούν ο αναγνώστης να εξακριβώνει τους χρήστες του συστήματος. Μέρος των συστημάτων πώλησης για παράδειγμα, όπου χρήματα ανταλλάσσονται και λογαριασμοί χρεώνονται θα ήταν επιρρεπείς σε απάτες εάν κάποια μέτρα δεν λαμβανόταν. Σε αυτό το παράδειγμα υψηλής ασφαλείας η διαδικασία εξακρίβωσης πιθανόν θα ήταν δυο βαθμίδων με το ένα μέρος της διαδικασίας να λαμβάνει χώρα στον ελεγκτή και το άλλο στον αναγνώστη.

Υπάρχουν δυο βασικοί τύποι εξακρίβωσης: Τα κλειδιά αμοιβαίας συμμετρίας και τα προερχόμενα κλειδιά. Και στα δυο από αυτά τα συστήματα μια ετικέτα RFID παρέχει ένα κώδικα κλειδί στον αναγνώστη, το οποίο συνδέεται σε έναν αλγόριθμο για να καθορίσει εάν το κλειδί ταιριάζει και εάν η ετικέτα είναι εξουσιοδοτημένη ώστε να έχει πρόσβαση στο σύστημα

2.3.3.4 Κρυπτογράφηση/Αποκρυπτογράφηση Δεδομένων

Η κρυπτογράφηση δεδομένων αποτελεί άλλο ένα μέτρο ασφαλείας το οποίο πρέπει να ληφθεί ώστε να εμποδίζει εξωτερικές επιθέσεις προς το σύστημα .





Στο παραπάνω παράδειγμα του συστήματος πωλήσεων, φανταστείτε κάποιος τρίτος να υπέκλεπτε το κλειδί ενός χρήστη. Αυτή η πληροφορία τότε θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για παράνομες αγορές όπως στην περίπτωση άπατης πιστωτικών καρτών. Προκειμένου να διατηρηθεί η ακεραιότητα των δεδομένων που μεταδίδονται ασύρματα και για να παρεμποδιστεί η υποκλοπή από τρίτους, χρησιμοποιείται η κρυπτογράφηση. Ο αναγνώστης χρησιμοποιεί την κρυπτογράφηση και την αποκρυπτογράφηση για να το καταφέρει αυτό .Η κρυπτογράφηση είναι επίσης βασική για την παρεμπόδιση της βιομηχανικής κατασκοπίας , του βιομηχανικού σμποτάζ και της παραχάραξης.

2.3.3.5 Κατηγορίες Αναγνώστών

Ακόμη, ανάλογα με την εφαρμογή, τις τεχνικές ιδιότητες και τις φυσικές διαστάσεις τους, οι αναγνώστες κατηγοριοποιούνται σε:

- Σταθερούς Αναγνώστες
- Ολοκληρωμένους Αναγνώστες
- Αναγνώστες Χειρός
- Ενσωματωμένους Αναγνώστες

Στους παρακάτω πίνακες περιγράφονται οι ιδιότητες για κάθε μια από τις κατηγορίες αναγνωστών.

Αναγνώστες	Σταθεροί	Ολοκληρωμένοι
Γενικά Χαρακτηριστικά	Περιέχουν 2 – 8 κεραίες	Περιέχουν 1 κεραία
Εφαρμογές	Χρησιμοποιούνται κυρίως στην εφοδιαστική αλυσίδα (σε εισόδους αποβάθρων φόρτωσης/ εκφόρτωσης, σε ταινίες μεταφοράς προϊόντων)	Χρησιμοποιούνται κυρίως σε εφαρμογές ελέγχου πρόσβασης (σε εισόδους/ εξόδους κρίσιμων υποδομών)
Τεχνικά Χαρακτηριστικά	16-bit/ 32-bit επεξεργαστές, περιέχουν λειτουργικό σύστημα, δυνατότητα επεξεργασίας σήματος	16-bit επεξεργαστές, περιέχουν λειτουργικό σύστημα, αυξημένες δυνατότητες ανάγνωσης εγγραφής
Δικτύωση	TCP/ IP ανεξάρτητοι κόμβοι, κατέχουν δικό τους API, χρησιμοποιούν μια σειρά από πρωτόκολλα (DHCP, HTTP, Telnet or SSH, NTP, SNMP)	Σπάνια TCP/ IP ανεξάρτητοι κόμβοι, συνήθως χρησιμοποιούν σύνδεση σειριακή (RS-232) ή USB
Φωτογραφία		
Αναγνώστες	Χειρός	Ενσωματωμένοι
Γενικά Χαρακτηριστικά	Περιέχουν 1 κεραία	Περιέχουν 1 κεραία
Εφαρμογές	Χρησιμοποιούνται κυρίως στην εφοδιαστική αλυσίδα για ελέγχους αποθέματος	Χρησιμοποιούνται κυρίως για ενσωμάτωση σε συσκευές όπως οι εκτυπωτές ετικετών RFID, ταξινομητές κιβωτίων, τερματικά POS
Τεχνικά Χαρακτηριστικά	16-bit/ 32-bit επεξεργαστές, περιέχουν λειτουργικό σύστημα, δυνατότητα επεξεργασίας σήματος	Δεν περιέχουν επεξεργαστή, δεν περιέχουν λειτουργικό
Δικτύωση	Ασύρματοι TCP/ IP κόμβοι, συνδέονται απευθείας με εξυπηρετητές (συνήθως περιοδικά) χρησιμοποιώντας εφαρμογές μεταφοράς δεδομένων	Δεν έχουν ικανότητες δικτύωσης, χρησιμοποιούν σύνδεση USB, Σειριακή (RS-232) or PCMCIA
Φωτογραφία		

2.3.4 Ενδιάμεσο λογισμικό

Προκειμένου να δρέψουν τα πλήρη πλεονεκτήματα του RFID, αυτοί οι οποίοι χρησιμοποιούν την τεχνολογία RFID πρέπει να βρουν τρόπους να εισάγουν δεδομένα RFID στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων τους. Τα επιχειρησιακά συστήματα IT χρησιμοποιούνται για αυτές τις διαδικασίες. Έτσι εάν τα συστήματα RFID δεν είναι ενωμένα σε επιχειρηματικά συστήματα IT, οι εταιρίες και οι οργανισμοί που επενδύουν σε τεχνολογία RFID δεν θα μπορούν να βελτιώσουν τις επιχειρηματικές και οργανωτικές τους διαδικασίες.

Εδώ είναι που εισάγεται το ενδιάμεσο λογισμικό. Το ενδιάμεσο λογισμικό είναι το λογισμικό που συνδέει το νέο υλισμικό (hardware) RFID με τα προϋπάρχοντα συστήματα IT. Εν τέλη η αξία ενός υπολογιστή καθορίζεται από τις εφαρμογές λογισμικού που τρέχουν σε αυτόν. Παραπλήσια, το υλισμικό RFID είναι σχετικά άχρηστο χωρίς τα λογισμικά εργαλεία τα οποία οι χρήστες χρειάζονται για να το χρησιμοποιήσουν. Το ενδιάμεσο λογισμικό είναι ακριβώς αυτό: λογισμικά εργαλεία.

Το ενδιάμεσο λογισμικό χρησιμοποιείται για να δρομολογήσει δεδομένα ανάμεσα στα δίκτυα RFID και τα συστήματα IT μέσα σε ένα οργανισμό. Ενώνει τα καινούργια συστήματα RFID με τα προϋπάρχοντα συστήματα IT. Είναι υπεύθυνο για την ποιότητα και τελικά τη χρηστικότητα των πληροφοριών που παράγονται από τα συστήματα RFID. Κάποιοι έχουν παρομοιάσει το ενδιάμεσο λογισμικό με τροχονόμο, καθώς ελέγχει την ροή των δεδομένων ανάμεσα σε πολλούς αναγνώστες και επιχειρηματικές εφαρμογές, όπως τον έλεγχο της εφοδιαστικής αλυσίδας και τις επιχειρησιακές εφαρμογές σχεδιασμού πόρων, μέσα σε ένα οργανισμό.

2.3.4.1 Κύριες λειτουργίες του ενδιάμεσου λογισμικού RFID

Ο όρος ενδιάμεσο λογισμικό έχει χρησιμοποιηθεί τόσο ευρέως όχι μόνο στο RFID, αλλά σε όλα τα συστήματα IT, έχοντας ως αποτέλεσμα να έχει αρχίσει να χάνει το πραγματικό του νόημα. Το ενδιάμεσο λογισμικό RFID σχεδιάζεται συχνότερα ώστε να λειτουργεί στην άκρη ενός δικτύου IT και όχι στο κέντρο του. Για παράδειγμα, τα συστατικά του ενδιάμεσου λογισμικού ενός δικτύου RFID μπορεί να εδρεύουν σε ένα εργοστάσιο ή μια αποθήκη και όχι στο κέντρο του συστήματος IT ενός οργανισμού. Αυτό απαιτεί την χρήση κατακεντρωμένων δικτύων και μια αποκεντρωμένη υποδομή IT.

Το ενδιάμεσο λογισμικό RFID μετακινεί δεδομένα από και προς τα σημεία συναλλαγής. Για παράδειγμα σε μια διαδικασία ανάγνωσης ετικέτας, το ενδιάμεσο λογισμικό θα διακινήσει τα δεδομένα τα οποία εμπεριέχονται σε μια ετικέτα από τον αναγνώστη στο κατάλληλο επιχειρησιακό σύστημα IT. Παρομοίως σε μια διαδικασία εγγραφής ετικέτας, το ενδιάμεσο λογισμικό θα διακινήσει τα δεδομένα από το επιχειρησιακό σύστημα IT στον σωστό αναγνώστη και τελικά στην σωστή ετικέτα. Το ενδιάμεσο λογισμικό RFID έχει τέσσερις βασικές λειτουργίες:

- **Συλλογή δεδομένων:** Το ενδιάμεσο λογισμικό είναι υπεύθυνο για την εξαγωγή, την συνάθροιση, την εξομάλυνση και το φιλτράρισμα των δεδομένων από πολλαπλούς αναγνώστες RFID μέσα σε ένα δίκτυο RFID. Λειτουργεί σαν καταχωρητής ανάμεσα στις ποσότητες ακατέργαστων

δεδομένων, τα οποία συλλέγονται από αναγνώστες RFID και τις σχετικά μικρές ποσότητες δεδομένων που απαιτούνται από τα επιχειρησιακά συστήματα ΙΤ στην διαδικασία λήψης αποφάσεων. Χωρίς αυτό τον καταχωρητή ενδιάμεσου λογισμικού (ο οποίος διαχωρίζει ποια είναι σημαντική πληροφορία και ποια όχι), τα επιχειρησιακά συστήματα ΙΤ σύντομα θα υπερφορτώνονταν απ' τη ροή των δεδομένων. Για παράδειγμα εκτιμάτε ότι όταν η Wal-Mart προχωρεί σε αναρτηματοθέτηση σε επίπεδο αντικειμένων, θα παράγει δυο Terrabytes ακατέργαστων δεδομένων κάθε δευτερόλεπτο.

- **Δρομολόγηση δεδομένων:** Το ενδιάμεσο λογισμικό συντονίζει την ενοποίηση των δικτύων RFID με τα επιχειρησιακά συστήματα. Αυτό το κάνει κατευθύνοντας δεδομένα σε κατάλληλα υπηρεσιακά συστήματα σε ένα οργανισμό. Με άλλα λόγια το ενδιάμεσο λογισμικό καθορίζει ποια δεδομένα πάνε που. Για παράδειγμα κάποια από τα δεδομένα τα οποία συλλέγονται από το δίκτυο των αναγνωστών μπορεί να εισέρθουν σε ένα σύστημα διαχείρισης αποθήκης για να παρακολουθούν τον κατάλογο υλικών, ενώ ταυτόχρονα άλλα δεδομένα μπορεί να αποστέλλονται σε μια άλλη εφαρμογή για την παραγγελία περισσότερων αποθεμάτων ή την χρέωση λογαριασμών.
- **Διαχείριση διαδικασιών :** Το ενδιάμεσο λογισμικό μπορεί να θέσει σε κίνηση γεγονότα βασισμένα σε επιχειρησιακούς κανόνες. Για παράδειγμα φανταστείτε ότι μια παραγγελία γίνεται στην ιστοσελίδα μιας εταιρίας και μια παλέτα βρίσκεται σε μια θύρα εκφόρτωσης μιας μακρινής αποθήκης περιμένοντας τις οδηγίες αποστολής της. Το υπερεσιακό σύστημα ΙΤ το οποίο είναι υπεύθυνο για την εκκίνηση τις αποστολής θα πρέπει να μεταβιβάσει την εντολή αγοράς στο σύστημα ενδιάμεσου λογισμικού, το οποίο τότε θα μπορεί να εντοπίσει την συγκεκριμένη θήρα εκφόρτωσης στην οποία βρίσκεται η παλέτα και να εγγράψει τις πληροφορίες διανομής στην ετικέτα. Άλλα γεγονότα και διαδικασίες που μπορούν να διαχειριστούν από το ενδιάμεσο λογισμικό περιλαμβάνουν τις μη εξουσιοδοτημένες αποστολές και μη αναμενόμενα αντικείμενα, το χαμηλό απόθεμα και την εξάντληση αποθέματος.
- **Διαχείριση συσκευών:** Το ενδιάμεσο λογισμικό χρησιμοποιείται επίσης για να παρακολουθεί και να συντονίζει τους αναγνώστες. Ένας μεγάλος οργανισμός μπορεί να έχει εκατοντάδες ή και χιλιάδες διαφορετικούς τύπους και είδη αναγνωστών στο δίκτυο του. Οι δικτύωση και η παρακολούθηση της κατάστασης αυτών των αναγνωστών θα ήταν μια μεγάλη δουλειά από μόνη της και πραγματοποιείται ευκολότερα μέσω του ενδιάμεσου λογισμικού. Η διαχείριση ενός συστήματος RFID εξ' αποστάσεως μπορεί επίσης να γίνει εφικτή μέσω του ενδιάμεσου λογισμικού.

2.4 Κατηγορίες ετικετών RFID αναλόγως την πηγή ενεργείας τους

Οι ετικέτες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, τις παθητικές και τις ενεργητικές, ανάλογα με την κατασκευή τους. Επίσης, λόγω της κατασκευής της κατηγοριοποιείται ξεχωριστά μια ακόμα μορφή ετικέτας, η οποία είναι ενδιάμεση των δύο παραπάνω κατηγοριών, οι **Ημιπαθητικές ετικέτες**.

2.4.1 Παθητικές Ετικέτες

Οι παθητικές ετικέτες (passive tags) αποτελούνται από ένα μικροσίπ και μία κεραία. Ο αναγνώστης στέλνει ραδιοκύματα τα οποία μέσω της κεραίας μεταδίδουν ηλεκτρικό ρεύμα στο μικροκύκλωμα που περιλαμβάνει η ετικέτα. Αυτή στέλνει με τον τρόπο αυτό τα δεδομένα τα οποία έχουν αποθηκευτεί στο μικροσίπ ως απάντηση.

Οι παθητικές ετικέτες λόγω της ικανότητάς τους να λειτουργούν δίχως να τροφοδοτούνται με ηλεκτρικό ρεύμα από δική τους πηγή, είναι σημαντικά φθηνότερες και πολύ πιο μικρές σε μέγεθος, με αποτέλεσμα να βρίσκουν εφαρμογή σε πολλά προϊόντα.

Ωστόσο, η έλλειψη τροφοδοσίας περιορίζει και την εμβέλεια λειτουργίας τους που φτάνει μέχρι και τα πέντε μέτρα, αλλά και το εύρος των δεδομένων τα οποία μπορεί να αποθηκεύσουν και να αναμεταδώσουν.

2.4.2 Ενεργές ετικέτες



Οι ενεργές ετικέτες (active tags) λειτουργούν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που λειτουργούν οι παθητικές. Η διαφορά τους έγκειται στην τροφοδοσία του κυκλώματος που προκαλεί την αναμετάδοση των δεδομένων.

Οι ενεργές ετικέτες διαθέτουν μπαταρίες και μπορούν μόνες τους να τροφοδοτήσουν την αναμετάδοση. Η χρήση της μπαταρίας, όμως, προκαλεί μεγαλύτερο κόστος παραγωγής, άρα και διάθεσης, ενώ ο όγκος επίσης αυξάνεται. Από την άλλη πλευρά, αυξάνονται και το μέγεθος των αποθηκευμένων στο μικροσίπ δεδομένων αλλά και η εμβέλεια αναμετάδοσης που φθάνει τις μερικές δεκάδες μέτρα, δυνατότητες που καθιστούν τις ενεργές ετικέτες τις επικρατέστερες στο μέλλον, με μόνη προϋπόθεση την μείωση του κόστους και του όγκου.

2.4.3 Ημι-παθητικές ετικέτες

Οι ημι-παθητικές ετικέτες στην κατασκευή τους και στον τρόπο επικοινωνίας τους είναι ίδιες με τις παθητικές ετικέτες. Αυτό που τις κάνει να διαφέρουν είναι η μπαταρία που διαθέτουν, όπως και η ενεργητικές. Ωστόσο η διαφορά τους παρουσιάζεται στο ότι η πηγή ενέργειας θέτει σε λειτουργία το ολοκληρωμένο κύκλωμα και όχι τη μετάδοση του σήματος στον αναγνώστη, από όπου και απορροφούν ενέργεια. Τέλος, οι ετικέτες αχρηστεύονται όταν τελειώσει η μπαταρία που διαθέτουν.

Πίνακας με τα χαρακτηριστικά των ενεργών, παθητικών και ημι-παθητικών ετικετών

Ετικέτας	Παθητικές (Passive)	Ενεργητικές (Active)	Ημι-παθητικές (semi-passive)
Πηγή Ενέργειας	Λειτουργούν χωρίς μπαταρία. Κατά την είσοδο τους στο πεδίο εκπομπής του αναγνώστη ενεργοποιούνται λαμβάνοντας ενέργεια από τα σήματα του αναγνώστη	Απαιτούν μπαταρία για την λειτουργία τους. Όταν εισέρχονται στο πεδίο του αναγνώστη αυτοενεργοποιούνται	Απαιτούν ενέργεια από την μπαταρία και τον αναγνώστη
Χρόνος Ζωής	Απεριόριστος	Περιορισμένος (battery-dependent)	Μιας χρήσης
Μέγεθος	Μικρό (προσαρμοζόμενο)	Μεγάλο (απουσία ευελιξίας)	Μέτριο
Κόστος	Χαμηλό (20 λεπτά - 3€)	Υψηλό (20€ και άνω)	Μέτριο κόστος ετικέτας
Ισχύς Εκπομπής Αναγνώστη	Ισχυρή εκπομπή	Όχι ιδιαίτερες απαιτήσεις εκπομπής	Ισχυρή εκπομπή
Απόσταση Ανάγνωσης	Μικρή (20cm – 6m)	Μεγάλη (30m – 40m)	Μέτρια(15m-25m)
Φωτογραφία			

Στον παρακάτω πίνακα μπορούμε να δούμε συγκεντρωμένα τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των παθητικών, ενεργών και ημιπαθητικών ετικετών

	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Παρατηρήσεις
Παθητικές Ετικέτες	<ul style="list-style-type: none"> Μεγαλύτερος χρόνος ζωής Χαμηλό κόστος Χαμηλό βάρος Απεριόριστη διάρκεια λειτουργίας 	<ul style="list-style-type: none"> Περιορισμένη απόσταση 4-5 μέτρα Αυστηρά ελεγχόμενες από τοπικούς κανονισμούς Απαιτούν την ύπαρξη μιας συσκευής ανάγνωσης 	Πολυχρησιμοποιημένες σε εφαρμογές RFID
Ημι-παθητικές Ετικέτες	<ul style="list-style-type: none"> Καλύτερη απόσταση επικοινωνίας Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στη διαχείριση άλλων συσκευών όπως οι αισθητήρες (sensors) 	<ul style="list-style-type: none"> Ακριβό εξαιτίας της μπαταρίας Δυσκολία προσδιορισμού πότε μια μπαταρία είναι καλή ή όχι, ειδικά σε περιβάλλοντα που υπάρχουν πολλοί αναμεταδότες 	Χρησιμοποιούνται κυρίως σε συστήματα πραγματικού χρόνου, όπου απαιτείται ανάγνωση υλικών υψηλής αξίας
Ενεργές Ετικέτες	<ul style="list-style-type: none"> Δεν υπάρχουν αυστηροί κανονισμοί όπως στις «παθητικές» ετικέτες Έχουν μεγαλύτερο εύρος ανάγνωσης σε σχέση με τις «παθητικές» ετικέτες 	<ul style="list-style-type: none"> Η ύπαρξη πολλών «ενεργών» αναμεταδοτών παρουσιάζει περιβαλλοντικό κίνδυνο, λόγω των τοξικών που υπάρχουν στις μπαταρίες Μεγάλο μέγεθος Μεγάλο κόστος Χαμηλός μέσος όρος ζωής 	Χρησιμοποιούνται στα logistics για τον εντοπισμό τρένων, φορτηγών, κ.α.

2.5 Κατηγορίες ετικετών RFID αναλόγως της δυνατότητας ανάγνωσης-εγγραφής

Επίσης, οι ετικέτες R.F.I.D διαχωρίζονται σύμφωνα με τον τύπο των μικροεπεξεργαστών που χρησιμοποιούν σε:

2.5.1 Read-write (επανεγγραψιμες)

Όπου μπορούμε να προσθέσουμε πληροφορίες στην ετικέτα ή να γράψουμε πάνω σε υπάρχουσες πληροφορίες όταν η ετικέτα βρίσκεται σε ακτίνα ενός αναγνώστη. Συνήθως οι ετικέτες αυτές έχουν ένα σειριακό αριθμό τον οποίο μπορούμε να διαγράψουμε, ενώ μπορούμε να κλειδώσουμε και κάποια δεδομένα, έτσι ώστε να μην παραγραφούν.

2.5.2 Read-only(Αναγνώσιμες)

Όπου ενσωματώνουν πληροφορίες που έχουν αποθηκευτεί σε αυτές κατά τη διάρκεια της κατασκευής τους, οι οποίες δεν μπορούν ποτέ να τροποποιηθούν.

2.5.3 Worm (Μίας εγγραφής, πολλών αναγνώσεων)

Ενσωματώνουν πληροφορίες κατά την κατασκευή τους αλλά μπορεί και ο χρήστης τους να βάλει πληροφορίες μόνο μια φορά. Έπειτα μετατρέπονται σε αναγνώσιμες ετικέτες .

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνολικά οι διαφορές μεταξύ αναγνώσιμων και επαναγγράψιμων ετικετών

Ετικέτες	Αναγνώσιμες (Read Only)	Μίας εγγραφής – Πολλών Αναγνώσεων (WORM)	Επανεγγράψιμες (Read - Write)
Ανάγνωση	Απεριόριστα	Απεριόριστα	Απεριόριστα
Εγγραφή κατά την κατασκευή	Ναι	Ναι	Ναι
Εγγραφή κατά την χρήση	Όχι	Μία φορά μόνο	Απεριόριστα
Ευελιξία	Μικρή	↔	Μεγάλη
Ασφάλεια	Μεγάλη	↔	Μικρή
Κόστος	Μικρό	↔	Μεγάλο
Εφαρμογές	Έλεγχος πρόσβασης	Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας	Αυτόματη συλλογή διοδίων, έλεγχος βιομηχανικής παραγωγής

2.6 Κατηγορίες ετικετών RFID αναλόγως της κατασκευής και εφαρμογής τους

Ακόμα, οι ετικέτες διαχωρίζονται σε περεταίρω κατηγορίες αναλόγως τον **τρόπο κατασκευής και εφαρμογή τους**.

Καθώς οι εφαρμογές το RFID συστημάτων ποικίλουν η κατασκευή των ετικετών αλλάζει αναλόγως την εφαρμογή τους . Με τον όρο **κατασκευή** αναφερόμαστε στην ενσωμάτωση της κεραίας και του ολοκληρωμένου κυκλώματος στην ετικέτα καθώς και τον τρόπο με τον οποίο αυτή τοποθετείται πάνω στο αντικείμενο που πρέπει να αναγνωριστεί.

Μερικά από αυτά τα είδη είναι:

2.6.1 Οι έξυπνες ετικέτες (smart labels):

Οι ετικέτες αυτές είναι φτιαγμένες από χαρτί ή πλαστικό και επάνω σε αυτές εκτυπώνετε ο γραμμωτός κώδικας και ενσωματώνετε μια ετικέτα τύπου επιφανειακής τοποθέτησης. Η ετικέτα επιφανειακής τοποθέτησης έχει την μορφή πλαστικού αυτοκόλλητου, στο οποίο τυπώνετε το ολοκληρωμένο κύκλωμα και η κεραία. Οι ετικέτες αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως για την διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.



Έξυπνες ετικέτες

2.6.2 Γυάλινοι σωλήνες

Οι ετικέτες αυτές χρησιμοποιούνται στον άνθρωπο και στα ζώα. Έχουν πολύ μικρό μέγεθος (περίπου σαν ένα κόκκο ρυζιού) και τοποθετούνται κάτω από το δέρμα με ένεση. Έχουν μεγάλο αποθηκευτικό χώρο για να μπορούν να αποθηκεύσουν πληθώρα πληροφοριών για τον χρήστη τους, ώστε να γίνεται εύκολα η αναγνώριση του. Σκοπός τους είναι ο εντοπισμός και η ταυτοποίηση του ζώου ή του ανθρώπου που είναι τοποθετημένες.



Γυάλινοι σωλήνες

2.6.3 Ετικέτα ενωτίου

Οι ετικέτες αυτές προορίζονται για τον εντοπισμό ζώων, κυρίως εκτροφείων (Προβάτων, βοδιών, χοιρινών κ.τ.λ.) και τοποθετούνται στο αυτί του ζώου. Άλλες ετικέτες με παρόμοιες χρήσεις είναι οι **κεραμικές ετικέτες** που καταπίνονται από το ζώο και μένουν μέσα στο στομάχι και **οι ετικέτες περιλαίμιου**.



Ετικέτα ενωτίου

2.6.4 Δίσκος ετικέτα

Είναι ένα στρογγυλός τύπος ετικέτας ο οποίος έχει κατασκευαστεί έτσι ώστε να μπορεί να λειτουργεί κάτω από ένα εύρος θερμοκρασιών. Κύριο χαρακτηριστικό τους, είναι η μεγάλη αντοχή στις θερμοκρασίες και στα χτυπήματα και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται κυρίως σε παλέτες όπου στηρίζονται από μια βίδα που τοποθετείτε στην οπή της ετικέτας. Άλλη μια χρήση τους είναι να ράβονται σαν κουμπιά σε ρούχα.



Δίσκος ετικέτα

2.7 Κατηγορίες ετικετών RFID αναλόγως την λειτουργικότητα τους

Άλλος ένας τρόπος να διαχωρίσουμε τις ετικέτες είναι με βάση την λειτουργικότητα τους . Αυτού του είδους η κατηγοριοποίηση παρουσιάζετε παρακάτω.

2.7.1 Κατηγορία 0(class 0)

Οι ετικέτες που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία είναι πιο άπλες ετικέτες, οι οποίες προσφέρουν μόνο την λειτουργία της ηλεκτρονικής παρακολούθησης του αντικειμένου .Οι ετικέτες το μόνο που κάνουν είναι να γνωστοποιούν την παρουσία τους και δεν περιέχουν δεδομένα που τις προσδιορίζουν . Οι ετικέτες κατηγορίας 0 μπορεί να μην έχουν chip και συνήθως χρησιμοποιούνται σε δημόσιες βιβλιοθήκες ή σε οπτικούς δίσκους(compact disk).

2.7.2 Κατηγορία 1(class 1)

Οι ετικέτες κατηγορίας 1 περιέχουν δεδομένα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μοναδική ταυτοποίηση τους και τα οποία αποθηκεύονται σε μια μνήμη που μπορεί να είναι είτε μόνο ανάγνωσης(read only) είτε μιας εγγραφής και πολλών αναγνώσεων (*writte-once read-many,worm*) .Οι ετικέτες κατηγορίας 1 είναι συνήθως παθητικές άλλα μπορεί να είναι και ημι-παθητικές ή ενεργές , λειτουργούν ως απλά αναγνωριστικά(*identifiers*) και είναι γνωστές ως EPC ετικέτες.

2.7.3 Κατηγορία 2(class 2)

Οι ετικέτες κατηγορίας 2 έχουν μνήμη ανάγνωσης εγγραφής η οποία τούς επιτρέπει να ενεργούν ως συσκευές καταγραφής (*logging*). Παρόλο που οι ετικέτες αυτές θα μπορούσαν να είναι παθητικές, συνήθως είναι ημι-παθητικές και ενεργές.

2.7.4 Κατηγορία 3 (Class 3)

Οι ετικέτες της κατηγορίας 3 έχουν επάνω αισθητήρες περιβάλλοντος που μπορούν να καταγραφούν την θερμοκρασία, την επιτάχυνση, την κίνηση ή την ακτινοβολία. Κατά συνέπεια οι ετικέτες αυτές χρειάζονται κάποιο εγγράψιμο αποθηκευτικό χώρο (*writable storage*). Επίσης επειδή οι αναγνώσεις του αισθητήρα πρέπει να πραγματοποιούνται και στην περίπτωση που δεν υπάρχει κάποιος αναγνώστης, οι ετικέτες της κατηγορίας αυτής πρέπει να είναι οπωσδήποτε ενεργές η ημι-παθητικές.

2.7.5 Κατηγορία 4(class 4)

Οι ετικέτες της κατηγορίας αυτής μπορούν να δημιουργήσουν ασύρματα δίκτυα απευθείας με άλλες ετικέτες. Έχουν την δυνατότητα εκκίνησης κάποιας επικοινωνίας, όποτε οι ετικέτες αυτές είναι απαραίτητες ενεργές. Ως προς τη λειτουργικότητα τους ανήκουν στον τομέα πανταχού παρόντων υπολογιστών (*ubiquitous computers*) ή της έξυπνης σκόνης (*smart dust*).

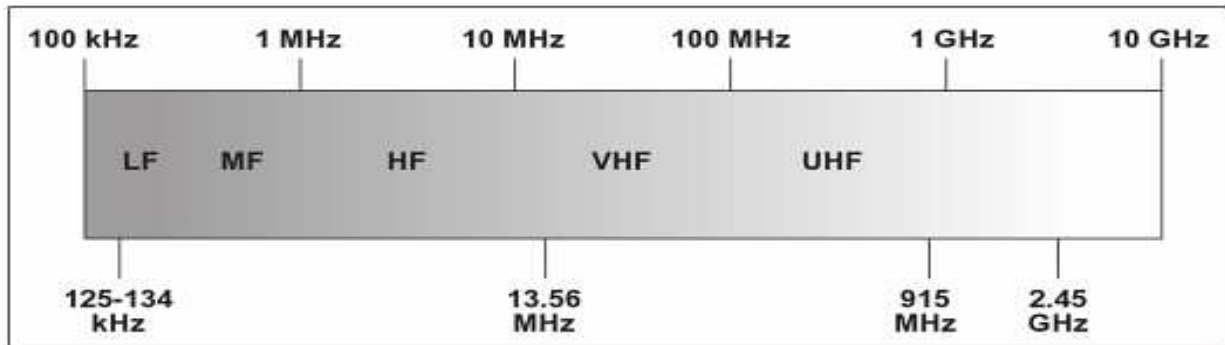
Κατηγορία	Ψευδώνυμο	Μνήμη	Πηγή ισχύος	Χαρακτηριστικά
0	Αντικλεπτικές ετικέτες (Anti-Shoplift tags)	Καθόλου	Παθητική	Παρακολούθηση αντικειμένων (Article Surveillance)
1	EPC	Μόνο ανάγνωσης	Οποιαδήποτε	Μόνο αναγνώριση
2	EPC	Ανάγνωσης-Εγγραφής	Οποιαδήποτε	Καταγραφή δεδομένων (Data Logging)
3	Ετικέτες αισθητήρες (Sensor tags)	Ανάγνωσης-Εγγραφής	Ημι-παθητική ή ενεργή	Αισθητήρες περιβάλλοντος
4	Έξυπνη σκόνη (Smart dust)	Ανάγνωσης-Εγγραφής	Ενεργή	Απευθείας Δικτύωση

Χαρακτηριστικά και χρήσεις ετικετών

2.8 Συχνότητες εκπομπής ετικετών R.F.I.D

Οι ετικέτες και οι αναγνώστες, θα πρέπει να ρυθμιστούν στην ίδια συχνότητα, ώστε να επικοινωνήσουν μεταξύ τους.

Τα συστήματα RFID χρησιμοποιούν πολλές διαφορετικές συχνότητες, Η διαφορά στη συχνότητα παίζει ρόλο και στην εφαρμογή τους.



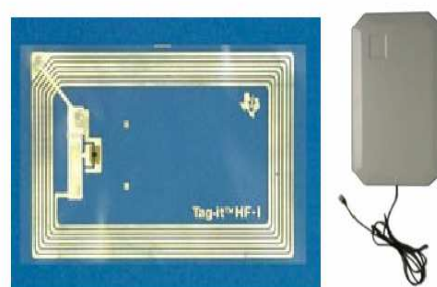
Πίνακας φάσματος ραδιοσυνοτήτων

Οι πλέον συνηθισμένες ζώνες συνοτήτων που χρησιμοποιούν οι ετικέτες και οι αναγνώστες είναι :

- Η χαμηλή (low) συχνότητα (περίπου 125KHz)
- Η υψηλή (high) συχνότητα (13,56MHz)
- Η υπέρ-υψηλή (ultra-high) ή UHF (860-960MHz).
- Σε μερικές εφαρμογές χρησιμοποιείται και η μικροκυματική συχνότητα (2,45GHz).



LF ετικέτα και αναγνώστης



HF ετικέτα και αναγνώστης

2.8.1 Χαμηλή συχνότητα (Low frequency)

Το εύρος μιας συσκευής RFID χαμηλής συχνότητας είναι μεταξύ 30 και 500Hz αλλά συνήθως χρησιμοποιούν οι συχνότητες κοντά στα 125 kHz για τις ετικέτες και τους αναγνώστες χαμηλών συνοτήτων. Πιο συγκεκριμένα τα συστήματα RFID χρησιμοποιούν τη ζώνη συνοτήτων 125-134 kHz ενώ ένα τυπικό LF σύστημα λειτουργεί στα 125 kHz ή 134.2 kHz.

Γενικά το φάσμα κάτω από τα 135kHz έχει αρκετό ενδιαφέρον καθώς έχει την ικανότητα να θέτει σε λειτουργία, με επαγωγικό τρόπο, ζεύξη συστημάτων σε περιοχές με ισχυρό μαγνητικό πεδίο.

Τα συστήματα χαμηλής συχνότητας:

- Χρησιμοποιούν συνήθως παθητικές ετικέτες.
- Έχουν χαμηλές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων από την ετικέτα στον αναγνώστη.
- Έχουν μικρό εύρος εμβέλειας και ανάγνωσης και χαμηλό κόστος για τα συστήματα.
- Στην πλειοψηφία, οι ετικέτες λειτουργούν χωρίς να έχουν ενσωματωμένη πηγή καθώς χρησιμοποιούν λίγη ενέργεια
- Δεν είναι τόσο ευαίσθητα στο θόρυβο που προκαλούν τα μέταλλα και ο ηλεκτρισμός .Είναι αρκετά αποτελεσματικά εάν στον χώρο υπάρχουν μέταλλα ,υγρά, σκόνη και χιόνι
- Χρησιμοποιούνται κυρίως για ιχνηλάτηση/παρακολούθηση περιουσιακών στοιχείων για πρόσβαση ασφάλειας και για την αναγνώριση ζώων

2.8.2 Υψηλή συχνότητα(High frequency)

Τα συστήματα RFID υψηλής συχνότητας λειτουργούν μεταξύ 10-15 MHz αλλά η συχνότητα που χρησιμοποιείται συχνότερα είναι τα 13,56 MHz.

Τα συστήματα RFID υψηλής συχνότητας έχουν μεγαλύτερο εύρος ζώνης συχνοτήτων και ταχύτερη ανάγνωση από τα συστήματα χαμηλής συχνότητας και το κόστος τους δεν είναι αρκετά υψηλό παρόλο που είναι μεγαλύτερο από των συστημάτων χαμηλής συχνότητας, έτσι τα συστήματα αυτά θεωρούνται φθηνά και οικονομικά.

Τα συστήματα υψηλής συχνότητας:

- Χρησιμοποιούν συνήθως παθητικές ετικέτες.
- Έχουν μέγιστη εμβέλεια ανάγνωσης 1 μέτρο.
- Έχουν χαμηλές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων από την ετικέτα στον αναγνώστη.
- Χρησιμοποιούνται στον έλεγχο πρόσβασης και στις έξυπνες κάρτες
- Μπορούν να λειτουργήσουν κοντά σε αγαθά με υψηλή περιεκτικότητα σε νερό και σε υγρασία..

2.8.3 Πολύ υψηλή συχνότητα (Ultra high frequency)

Τα συστήματα πολύ υψηλής συχνότητας λειτουργούν από 400MHz έως 1000MHz και από 2,4MHz έως 2,5MHz.

Τα συστήματα πολύ υψηλής συχνότητας:

- Χρησιμοποιούν συνήθως ενεργές και παθητικές ετικέτες.
- Έχουν πολύ μεγάλο εύρος ανάγνωσης και υψηλή ταχύτητα.

- Η τεχνολογία που χρησιμοποιούν είναι ακριβή σε σύγκριση με τα παραπάνω συστήματα.
- Σε αντίθεση με τα άλλα συστήματα απαιτείται οπτική επαφή.
- Χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπως η παρακολούθηση /ιχνήλατηση των σιδηροδρομικών αμαξοστοιχιών κιβωτίων και παλετών..
- Η απόδοση τους δεν είναι καλή όταν παρευρίσκονται μέταλλα και υγρά.
- Χρειάζονται περισσότερη ενέργεια από τα παραπάνω συστήματα

2.8.4 Μικροκυματική συχνότητα (Micro wave frequency)

Το πεδίο αυτό επικαλύπτεται μερικός από την UHF και μερικοί θεωρούν τα 2,4 GHz ως μικροκυματική συχνότητα. Γενικά τα μικροκυματικά συστήματα λειτουργούν στα 2,45GHz ή στα 5,8GHz.

Τα μικροκυματικά συστήματα:

- Χρησιμοποιούν συνήθως ημι-παθητικές και παθητικές ετικέτες.
- Η ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων είναι πάρα πολύ υψηλή.
- Χρησιμοποιούν υλικό (hardware) το οποίο είναι ακριβό.
- Χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπως ο έλεγχος πρόσβασης σε οχήματα (διόδια)
- Οι απόδοσή τους είναι πολύ χαμηλή όταν βρίσκονται σε περιβάλλον με μέταλλα η υγρά.

Συχνότητα	Πλεονεκτήματα	Περιορισμοί	Χρήσεις
LF 125Khz – 134 KHz	<ul style="list-style-type: none"> ο Παγκοσμίως αποδεκτή συχνότητα ο Λειτουργεί καλά σε μέταλλα ο Διαδεδομένη 	<ul style="list-style-type: none"> ο Πολύ μικρή απόσταση ανάγνωσης, σχεδόν επαφή 	<ul style="list-style-type: none"> ο Αναγνώριση ζώων ο Παρακολούθηση μεταλλικών παγίων (βαρέλια) ο Immobilizers αυτοκινήτων
HF 13,56Mhz	<ul style="list-style-type: none"> ο Παγκοσμίως αποδεκτή συχνότητα ο Λειτουργεί καλά σε υγρασία ο Διαδεδομένη 	<ul style="list-style-type: none"> ο Δεν λειτουργεί καλά σε μέταλλα ο Μικρή απόσταση ανάγνωσης 20-80cm 	<ul style="list-style-type: none"> ο Παρακολούθηση βιβλίων ο Παρακολούθηση παλετών, containers ο Έλεγχος πρόσβασης ο Παρακολούθηση αποσκευών (αεροδρόμια) ο Παρακολούθηση ειδών ένδυσης
UHF 865Mhz – 928Mhz	<ul style="list-style-type: none"> ο Μεγάλη απόσταση ανάγνωσης 2-5m ο Τείνει να γίνει παγκοσμίως αποδεκτή συχνότητα 	<ul style="list-style-type: none"> ο Δεν λειτουργεί καλά σε μέταλλα και σε υγρά 	<ul style="list-style-type: none"> ο Παρακολούθηση κιβωτίων, παλετών, containers
Microwave 2,45Ghz	<ul style="list-style-type: none"> ο Μεγάλη απόσταση ανάγνωσης 1-2m 	<ul style="list-style-type: none"> ο Σύνθετα συστήματα ο Δεν είναι διαδεδομένη συχνότητα 	<ul style="list-style-type: none"> ο Έλεγχος πρόσβασης σε οχήματα

Πίνακας Συχνοτήτων & Χρήσεων RFID συστημάτων

2.9 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάγνωση

Όπως είδαμε και από τον παραπάνω πίνακα κάθε συχνότητα λειτουργεί διαφορετικά αναλόγως των συνθηκών που τις επηρεάζουν. Για αυτό η δημιουργία ενός δικτύου αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων, πρέπει να στηρίζεται σε ελέγχους που έχουν γίνει σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάγνωση των δεδομένων τα οποία θέλουμε να συλλέξουμε.

Τέσσερις είναι οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ανάγνωση των ετικετών από τους αναγνώστες και έχουν ως εξής:

Η απόσταση ανάγνωσης

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, κάθε αναγνώστης εκπέμπει σήματα σε διαφορετικές συχνότητες, ενώ κάθε συχνότητα έχει διαφορετική εμβέλεια. Παράλληλα, κάθε αναγνώστης επικοινωνεί με συγκεκριμένο είδος ετικέτας. Για παράδειγμα, εάν γνωρίζουμε ότι η απόσταση ανάγνωσης στο υπό μελέτη δίκτυο μας θα είναι μικρή, τότε θα πρέπει να προσανατολιστούμε προς την επιλογή αναγνώστων που λειτουργούν σε χαμηλές συχνότητες και την τοποθέτηση παθητικών ετικετών.

Το υλικό εφαρμογής των ετικετών

Λόγω της ικανότητας κάποιων υλικών, όπως το νερό, να απορροφούν τα ραδιοκύματα και κάποιων άλλων, όπως τα μέταλλα, να τα αντανακλούν, η τοποθέτηση ετικετών σε αυτά πρέπει να γίνει μετά από μελέτη και δοκιμές. Να ελέγχεται η απόσταση της ετικέτας από το μέταλλο, ή και να ελέγχεται το είδος της ετικέτας που μπορούμε να τοποθετήσουμε και αντίστοιχα και ο αναγνώστης που θα συμπληρώσει το δίκτυο.

Η γεωμετρία ανάγνωσης

Ο προσανατολισμός της κεραίας της ετικέτας θα κρίνει αν το σήμα το οποίο εκπέμπεται από τον αναγνώστη θα γίνει αποδεκτό. Έτσι, εάν η κεραία είναι παράλληλα τοποθετημένη σε σχέση με τον αναγνώστη, η επικοινωνία δεν θα είναι εφικτή. Για τον λόγο αυτό, οι κατασκευαστές οδηγούνται στην κατασκευή κυκλικών κεραιών, οι οποίες έχουν την ικανότητα να διαβάζουν σήματα ανεξαρτήτως της γωνίας εκπομπής. Ωστόσο, οι γραμμικές κεραίες έχουν την ικανότητα να διαβάζουν σήματα σε μεγαλύτερες αποστάσεις.

Περιβαλλοντικές συνθήκες

Ένας ακόμη παράγοντας ο οποίος μπορεί μόνο με ελέγχους και δοκιμές να ξεπεραστεί, είναι ο χώρος στον οποίο θα γίνεται η ανάγνωση. Όπως προαναφέρθηκε, τα ραδιοκύματα ανακλώνται από άλλα υλικά και απορροφώνται από άλλα, ενώ την ίδια συμπεριφορά έχουν και όταν αλληλεπιδρούν με άλλα ραδιοκύματα. Σε ένα περιβάλλον στο οποίο διάφορα υλικά υπάρχουν, για παράδειγμα, σωληνώσεις, ράφια αποθήκευσης και επικρατεί υγρασία, η μετάδοση σημάτων από τους αναγνώστες ενδέχεται να δεχθεί παρεμβολές και η ανάγνωση να αποτύχει.

Κεφάλαιο 3

3. ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID

3.1 Οργανισμοί και Πρότυπα Αναγνώρισης Ραδιοσυχνότητων

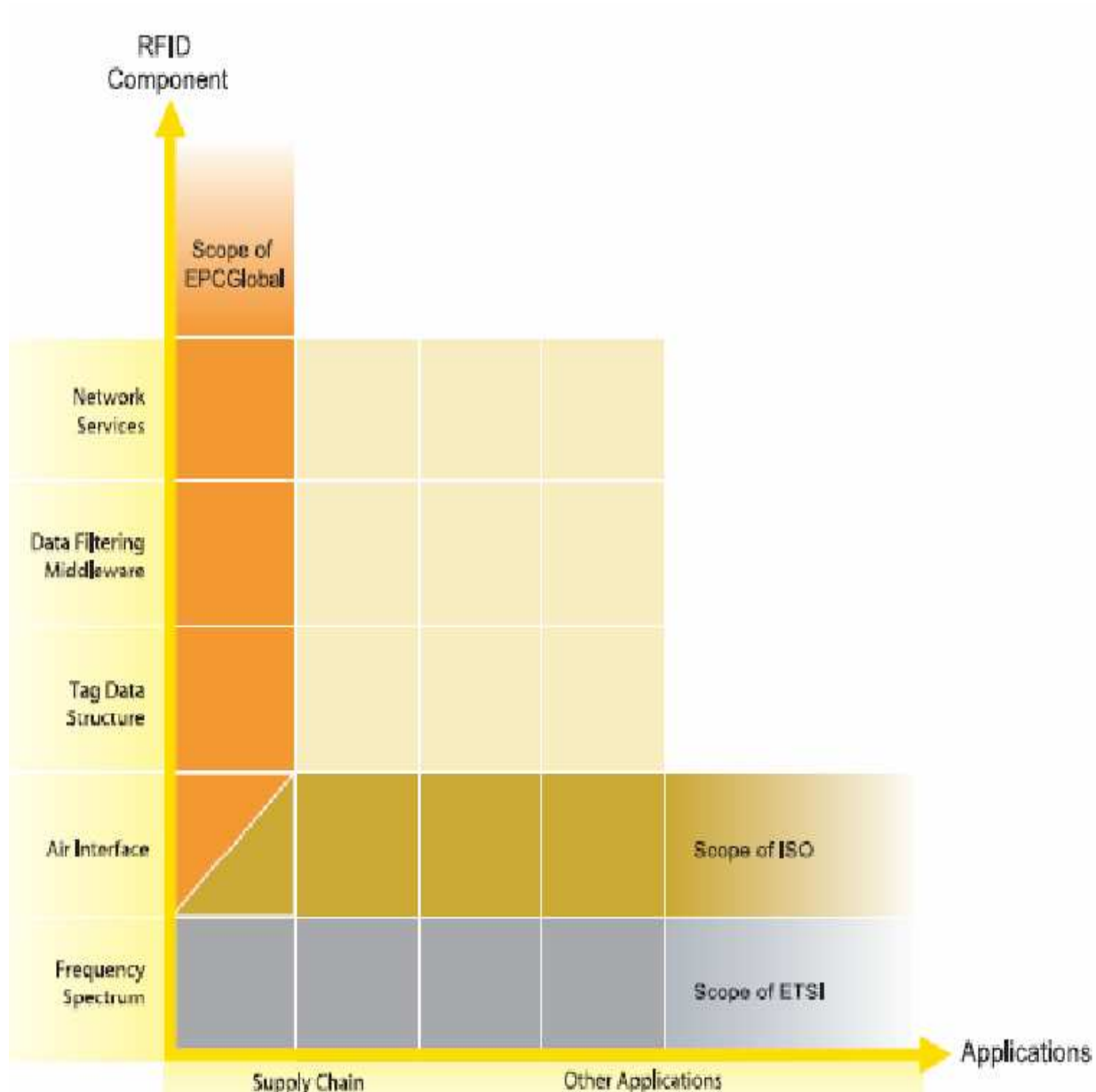
Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιεί τις ραδιοσυχνότητες και για το λόγο αυτό απαιτούνται πρότυπα που θα καθορίζουν ποιο κομμάτι του φάσματος συχνοτήτων θα δεσμεύει, τα επίπεδα εκπομπής και θέματα παρεμβολών με άλλες ραδιοπηρεσίες.

Επιπρόσθετα, το γεγονός ότι υπάρχουν πολλοί κατασκευαστές –προμηθευτές της τεχνολογίας RFID, δημιουργεί πρόβλημα στον καταναλωτή που καλείται να επικοινωνήσει με διαφορετικά RFID συστήματα άλλων εταιριών. Ενώ, τέλος, το όραμα της αγοράς για ένα ανοικτό και παγκόσμιο σύστημα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, με χρήση της τεχνολογίας RFID, απαιτεί πρότυπα προκειμένου αυτό να γίνει πραγματικότητα.

Για τους παραπάνω λόγους αναπτύχθηκαν μια σειρά από πρότυπα από συγκεκριμένους οργανισμούς κάποιοι από αυτούς είναι:

- **Παγκόσμιος Οργανισμός Προτυποποίησης** (ISO, International Organization for Standardization)
- **Παγκόσμιο Ηλεκτροτεχνικό Συμβούλιο** (IEC, International Electro technical Council)
- **Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Προτύπων Τηλεπικοινωνιών** (ETSI, European Telecommunications Standards Institute)
- **EPC global** (Electronic Product Code)

Ο κάθε οργανισμός στοχεύει σε μια διαφορετική πτυχή της τεχνολογίας RFID και αναπτύσσει πρότυπα για αυτή, όπως μπορούμε να δούμε και στο παρακάτω διάγραμμα



Διάγραμμα με σύγκριση προτύπων για τεχνολογία RFID

3.2 Πρωτόκολλα

Οι παραπάνω οργανισμοί έχουν δημιουργήσει πρότυπα τα οποία προσδιορίζουν:

- πρωτόκολλα ενδιάμεσου λογισμικού που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται τα δεδομένα και εκτελούνται οι οδηγίες.
- Πρωτόκολλα για προσαρμογή, δηλαδή τρόπους ελέγχου εάν τα προϊόντα συμμορφώνονται με το πρότυπο.
- Πρωτόκολλα για συγκεκριμένες εφαρμογές, για παράδειγμα πώς τα πρότυπα χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές μεταφοράς προϊόντων.
- Πρωτόκολλα για τη μορφή των δεδομένων που περιλαμβάνονται στις RFID ετικέτες (δηλαδή τον τρόπο οργάνωσης και μορφοποίησής τους).
- Πρωτόκολλα επικοινωνίας μεταξύ της ετικέτας και του αναγνώστη (συχνότητα, τροποποίηση, κωδικοποίηση bit κ.λπ.).

Ακολουθεί λίστα με πρωτόκολλα που έχουν διατυπωθεί σχετικά με την τυποποίηση της RFID τεχνολογίας

ISO Number	Title
ISO 11784	Radio frequency identification of animals Code structure
ISO 11785	Radio frequency identification of animals Technical concept
ISO 14223	Specifies the air interface between the transceiver and the advanced transponder used in the radio frequency identification of animals under the condition of full upward compatibility according to ISO 11784 and ISO 11785.
ISO/IEC 14443	Identification cards -- Contactless integrated circuit(s) cards -- Proximity cards Part 1: Physical characteristics Part 2: Radio frequency power and signal interface Part 3: Initialization and anticollision Part 4: Transmission protocol

ISO/IEC 15434	Transfer Syntax for High Capacity ADC Media
ISO/IEC 15459-1	Unique identifier for transport units - Part 1: Transport units
ISO/IEC 15459-2	Unique identifier for transport units - Part 2: Registration procedures
ISO/IEC 15459-3	Unique identifier for transport units - Part 3: Common rules
ISO/IEC 15459-4	Unique identifier for transport units - Part 4: Unique items
ISO/IEC 15459-5	Unique identifier for transport units - Part 5: Returnable Transport Items (RTIs)
ISO/IEC 15459-6	Unique identifier for transport units - Part 6: Product groupings
ISO/IEC 15459-7	Unique identifiers Part 7: Unique identification of product packaging
ISO/IEC 15459-8	Unique identifiers Part 8: Grouping of transport items
ISO/IEC 15961	RFID for Item Management - Data Protocol: Application interface
ISO/IEC 15961 revision	<ul style="list-style-type: none"> • Data protocol -- Part 1: Application interface • Data protocol -- Part 2: Registration of RFID data constructs • Data protocol -- Part 3: RFID data constructs • Data protocol -- Part 4: Application interface commands for battery assist and sensor functionality
ISO/IEC 15962	RFID for Item Management - Protocol: Data encoding rules and logical memory functions
ISO/IEC 15963	RFID for Item Management - Unique Identification of RF Tag
ISO/IEC 18000	<p>Information Technology AIDC Techniques-RFID for Item Management - Air Interface:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 18000-1 Part 1 – Generic Parameters for the Air Interface for Globally Accepted Frequencies • 18000-2 Part 2 – Parameters for Air Interface Communications below 135 kHz • 18000-3 Part 3 – Parameters for Air Interface Communications at 13.56 MHz • 18000-4 Part 4 – Parameters for Air Interface Communications at 2.45 GHz • 18000-6 Part 6 – Parameters for Air Interface Communications at 860 to 960 MHz • 18000-7 Part 7 – Parameters for Air Interface Communications at 433 MHz
ISO/IEC 18001	RFID for Item Management - Application Requirements Profiles (ARP)

ISO/IEC 18046	RFID Tag and Interrogator Performance Test Methods
ISO/IEC 18046 revision	RFID Tag and Interrogator Performance Test Methods <ul style="list-style-type: none"> • Part 1: Test methods for system performance • Part 2: Test methods for interrogator performance • Part 3: Test methods for tag performance
ISO/IEC 18047	RFID Device Conformance Test Methods, split to mirror ISO/IEC 18000 <ul style="list-style-type: none"> • 18047-1 Part 1 – Not available • 18047-2 Part 2 – Parameters for Air Interface Communications below 135 kHz • 18047-3 Part 3 – Parameters for Air Interface Communications at 13.56 MHz • 18047-4 Part 4 – Parameters for Air Interface Communications at 2.45 GHz • 18047-5 Part 5 – Not available • 18047-6 Part 6 – Parameters for Air Interface Communications at 860 to 960 MHz • 18047-7 Part 7 – Parameters for Air Interface Communications at 433 MHz
ISO/IEC 24710	Information technology, automatic identification and data capture techniques – Radio frequency identification for item management – Elementary tag license plate functionality for ISO/IEC 18000 air interface definitions
ISO/IEC 24729	Information technology — Radio frequency identification for item management — Implementation guidelines – <ul style="list-style-type: none"> • Part 1: RFID-enabled labels. • Part 2: Recyclability of RF tags • <>Part 3: RFID interrogator/ antenna installation • Part 4: RFID guideline on tag data security
ISO/IEC 24730	Real Time Locating Systems (RTLS) — <ul style="list-style-type: none"> • Part 1: Application programming interface (API) • Part 2: 2.4 GHz air interface protocol • Part 3: 433 MHz air interface protocol • Part 4: Global Locating Systems (GLS) • Part 5: 2.4 GHz Personal Area Network (PAN) air interface
ISO/IEC 24753	Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques - Radio Frequency Identification (RFID) for Item Management - Air Interface Commands for Battery Assist and Sensor Functionality
ISO/IEC 24769	Information Technology, Automatic Identification and Data Capture Techniques - Real Time Locating Systems (RTLS) - RTLS Device Conformance Test Methods
ISO/IEC 24770	Information Technology, Automatic Identification and Data Capture Techniques - Real Time Locating Systems (RTLS) - RTLS Device Performance Test Methods
ISO/IEC 24791	Information technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques- Radio Frequency Identification (RFID) for Item Management - Software system infrastructure <ul style="list-style-type: none"> • Part 1: Device management • Part 2: Data management • Part 3: Application management • Part 4: Application interface • Part 5: Device interface • Part 6: Security

ISO/IEC 29143	Information technology - Automatic identification and data capture techniques - Air interface specification for Mobile RFID interrogator
ISO/IEC 29160	Information technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques -- RFID emblem
ISO/IEC 29167	Information technology - Automatic identification and data capture techniques - Air interface for file management and security services for RFID
ISO/IEC 29172	Information technology - Automatic identification and data capture techniques - Mobile item identification and management - Reference architecture for Mobile AIDC services
ISO/IEC 29173	Information technology - Automatic identification and data capture techniques - Mobile item identification and management - Mobile RFID interrogator device protocol
ISO/IEC 29174	Information technology - Automatic identification and data capture techniques - Mobile item identification and management - Ull scheme and encoding format for Mobile AIDC services
ISO/IEC 29175	Information technology - Automatic identification and data capture techniques - Mobile item identification and management - Application data structure and encoding format for Mobile AIDC services
ISO/IEC 29176	Information technology - Automatic identification and data capture techniques - Mobile item identification and management - Consumer privacy-protection protocol for Mobile AIDC services
ISO/IEC 29177	Information technology - Automatic identification and data capture techniques - Mobile item identification and management - Object Directory service for Mobile AIDC services
ISO/IEC 29178	Information technology - Automatic identification and data capture techniques - Mobile item identification and management - Service broker for Mobile AIDC services
ISO/IEC 29179	Information technology - Automatic identification and data capture techniques - Mobile item identification and management - Mobile AIDC application programming interface

3.3 Κατηγορίες Προτύπων

Τα πρότυπα που δημιουργούνται για την τεχνολογία RFID μπορούν να **κατηγοριοποιηθούν** ως εξής:

Πρότυπα τεχνολογίας (*technology standards*)

A)Τεχνικά πρότυπα.

B)Πρότυπα διεπαφής αέρα, που ορίζουν τον τρόπο επικοινωνίας του αναγνώστη με την ετικέτα .Στην κατηγορία των προτύπων τεχνολογίας ανήκουν τα πρότυπα: ANSI/INCITS 256,ISO/IEC18000.

Πρότυπα περιεχομένου δεδομένων_(Data Content standards)

A)Πρότυπα πρωτοκόλλου δεδομένων και συστήματος, που αναφέρονται στο ενδιάμεσο λογισμικό ενός RFID συστήματος .

B)Πρότυπα προσδιορισμού, που ασχολούνται με την κωδικοποίηση των μοναδικών αναγνωριστικών ή των άλλων δεδομένων που υπάρχουν στην RFID ετικέτα. Στην κατηγορία των προτύπων περιεχομένου δεδομένων ανήκουν πρότυπα όπως: ISO/IEC 15961, ISO/IEC 15962, ISO/IEC 15963, ISO/IEC 15418, ISO/IEC 15434, ISO/IEC 15459.

Πρότυπα εφαρμογών_(Application Standards).

Τα πρότυπα αυτά παρέχουν συμβουλές για την υλοποίηση της τεχνολογίας. Στην κατηγορία των προτύπων εφαρμογών ανήκουν τα: ISO/IEC 18001, ISO10374, ISO/IEC 18185, ISO 11784, ISO 11785, ISO/IEC 23389, ISO 21007,ISO 122/104 JWG κ.α.

Πρότυπα προσαρμογής και ελέγχου_(Conformance and control standards).

Τα πρότυπα αυτά ορίζουν τους κανόνες που διέπουν τις RFID λειτουργίες. Πρότυπα που ανήκουν στην κατηγορία αυτή είναι τα: ISO/IEC TR 18046, ISO/IEC 18047, BS EN 50364, BS EN 50357.

Πρότυπα ορολογίας_(Terminology standards). Στην κατηγορία αυτή ανήκει το πρότυπο ISO/IEC 19762.

Άλλα RFID πρότυπα

3.4 Οργανισμοί τεχνολογίας RFID

3.4.1 ISO

Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (*International Organization for Standardization*), είναι μια διεθνής οργάνωση δημιουργίας και έκδοσης προτύπων που αποτελείται από αντιπροσώπους των εθνικών οργανισμών τυποποίησης. Ο οργανισμός ιδρύθηκε στις 23 Φεβρουαρίου του 1947 και παράγει τα παγκόσμια βιομηχανικά και εμπορικά πρότυπα, τα επονομαζόμενα πρότυπα ISO.

Ενώ ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης ορίζεται από τον ίδιο ως μη κυβερνητική οργάνωση, η ικανότητα του να θέτει πρότυπα τα οποία αργότερα κυβερνήσεις αποφασίζουν πως πρέπει να τηρούνται δια νόμων ή συνθηκών, τον καθιστά πιο ισχυρό από άλλες μη κυβερνητικές οργανώσεις και στην πράξη λειτουργεί σαν μια κοινοπραξία με ισχυρούς συνδέσμους με κυβερνήσεις.

Μεταξύ αυτών που συμμετέχουν στον ISO, συγκαταλέγονται μεγάλες εταιρίες και τουλάχιστον ένα σωματείο τυποποίησης από κάθε κράτος μέλος .Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης

συνεργάζεται στενά με την Διεθνή Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή (International Electrotechnical Commission, IEC), η οποία είναι υπεύθυνη για την προτυποποίηση των ηλεκτρικών συσκευών.

Πρότυπα και τεχνικές εκθέσεις

Τα πρότυπα του ISO είναι αριθμημένα και ακολουθούν ένα πρότυπο που περιλαμβάνει «ISO/[IEC] [IS] νννν[:XXXX]: Τίτλος», όπου το νννν είναι ο αριθμός του προτύπου, «XXXX» είναι η χρονολογία έκδοσης και ο «Τίτλος» περιγράφει το αντικείμενο.

Το IEC συμπεριλαμβάνεται μόνο αν το πρότυπο προκύπτει από εργασία του JTC1. Η ημερομηνία και το IS δεν συμπεριλαμβάνονται σε ημιτελή πρότυπα ή πρότυπα που δεν έχουν εκδοθεί ακόμη και μπορεί (υπό ορισμένες προϋποθέσεις) να μείνουν εκτός του τίτλου της έκδοσης του προτύπου.

Πέρα από τα πρότυπα ο ISO δημιουργεί επίσης **τεχνικές εκθέσεις** για έγγραφα που δεν μπορούν ή δε θα έπρεπε να αποτελέσουν διεθνή πρότυπα, όπως εκθέσεις, εξηγήσεις κτλ. Οι συμβάσεις ονομασίας για αυτά είναι οι ίδιες για τα πρότυπα με την εξαίρεση την ύπαρξη του TR στη θέση του IS στο όνομα του προτύπου. Παραδείγματα:

- ISO/IEC TR 17799:2000 Κώδικας χρήσης της διαχείρισης ασφάλειας πληροφορίας (Code of Practice for Information Security Management).
- ISO TR 15443-1/3 Τεχνολογία Πληροφορίας - Τεχνικές Ασφάλειας - Μία διάταξη για τη διαβεβαίωση της ασφάλειας για την Τεχνολογία της Πληροφορίας, τμήματα 1-3 (Information Technology - Security Techniques - A Framework for IT Security Assurance parts 1-3).
- Τέλος ο ISO σε σπάνιες περιπτώσεις εκδίδει **τεχνικές διορθώσεις**. Αυτά είναι τροποποιήσεις σε υπάρχοντα πρότυπα, οι οποίες γίνονται εξ αιτίας τεχνικών σφαλμάτων, ή με σκοπό τη βελτίωση στη χρηστικότητα ή με σκοπό την επέκταση της εφαρμοσιμότητας με περιορισμένη έκταση. Γενικά, τα Παραρτήματα εκδίδονται με την προσδοκία ότι το πρότυπο το οποίο επηρεάζουν θα αναβαθμιστεί ή θα αποσυρθεί στην επόμενη προγραμματισμένη επανεξέταση.

Η ISO/IEC Κοινή Τεχνική Επιτροπή

Για να αντιμετωπιστούν οι συνέπειες των ουσιαστικών αλληλοεπικαλύψεων σε θέματα προτυποποίησης και εργασίας σχετικά με την τεχνολογία της πληροφορίας, ο ISO και η Διεθνή Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή (IEC) δημιούργησαν μία κοινή τεχνική επιτροπή γνωστή σαν ISO/IEC Κοινή Τεχνική Επιτροπή 1 (ISO/IEC Joint Technical Committee 1 - ISO/IEC JTC1). Ήταν η πρώτη επιτροπή τέτοιου είδους και ως σήμερα παραμένει η μόνη.

Οι αρμοδιότητές της, σύμφωνα με την επίσημη περιγραφή της, είναι η ανάπτυξη, συντήρηση, προώθηση και διευκόλυνση (διάδοση) των προτύπων της Τεχνολογίας της Πληροφορίας (ΤΠ) που απαιτούνται εκεί όπου οι παγκόσμιες αγορές συναντούν τις επιχειρήσεις και τις απαιτήσεις των χρηστών και σχετίζονται με:

- Σχεδιασμό και ανάπτυξη συστημάτων ΤΠ και εργαλείων.
- Απόδοση και ποιότητα των προϊόντων και συστημάτων ΤΠ.
- Ασφάλεια των συστημάτων ΤΠ και των πληροφοριών.

- Δυνατότητα μεταφοράς των προγραμμάτων εφαρμογών.
- Διαλειτουργικότητα των προϊόντων και συστημάτων ΤΠ.
- Ενοποίηση των εργαλείων και περιβαλλόντων.
- Εναρμόνιση λεξικού ΤΠ.
- Φιλικές προς τον χρήστη και εργονομικά σχεδιασμένες επαφές χρηστών (*user interfaces*)

3.4.2 EPC global

Η EPC global είναι μια μη κερδοσκοπική κοινοπραξία που ιδρύθηκε από το Uniform Code Council, αποτελείται από πολλούς διαφορετικούς φορείς και έχει στόχο την εμπορευματοποίηση των τεχνολογιών των ηλεκτρονικών προϊόντικών κωδικών (*Electronic Product Code - EPC*) και την ανάπτυξη προτύπων της τεχνολογίας RFID ώστε να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα και να περιορισθούν τα λάθη στην λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Αυτό θα καταστεί δυνατό με την αυτοματοποίηση του εντοπισμού προϊόντων με την βοήθεια της τεχνολογίας RFID μέσω ενός παγκόσμιου δικτύου ανταλλαγής πληροφοριών. Η EPC global παρέλαβε την τεχνολογία του EPC από το Auto-ID Center, ένα κέντρο του MIT (Massachusetts Institute of Technology, Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης), που άρχισε από το 1999 να χρηματοδοτείται από το Uniform Code Council, την EAN International και κάποιες εταιρίες όπως η Gillette και η Procter & Gamble, με στόχο την ανάπτυξη ετικετών EPC μαζικής παραγωγής και χαμηλού κόστους.

Φορείς οι οποίοι συμμετέχουν στην EPC Global περιλαμβάνουν

Οργανισμούς Εμπορίου:	UCC, EAN
Κυβερνητικές Υπηρεσίες:	Υπουργείο Αμύνης ΗΠΑ
Προμηθευτές Προϊόντων:	Procter and Gamble, Gillette, Johnson and Johnson
Εκπρόσωποι Λιανεμπορίου:	Wal-Mart, Metro AG
Εταιρείες Τεχνολογίας:	Hewlett-Packard, Cisco
Ακαδημαϊκά Ιδρύματα:	MIT (Massachusetts Institute of Technology)

EPC Global Network

Το EPC Global έχει ένα δίκτυο το οποίο επιτρέπει την αυτόματη αναγνώριση, σε πραγματικό χρόνο, αντικειμένων σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας, ανεξαιρέτως κατασκευάστριας εταιρείας, οικονομικού τομέα και τοποθεσίας παγκοσμίως. Το EPC Global Network αποτελείται από:

- 1) Τον **Ηλεκτρονικό Κωδικό Προϊόντος (EPC):** αποτελούμενος από **64-256 bits**, ο EPC είναι ένας μοναδικός αριθμός ταυτοποίησης προϊόντος σε επίπεδο τεμαχίου.

- 2) Το **Σύστημα Αναγνώρισης (ID System):** αποτελούμενο από παθητικές **RFID** ετικέτες που περιέχουν το EPC. Αυτό διαβάζεται από τους αναγνώστες RFID, και αποστέλλεται στα τοπικά πληροφοριακά συστήματα της επιχείρησης μέσω του EPC λογισμικού (middleware).
- 3) Το **Λογισμικό EPC (EPC middleware):** διαχειρίζεται γεγονότα ανάγνωσης πραγματικού χρόνου και μεταβιβάζει τα δεδομένα που δέχεται στις Υπηρεσίες Πληροφοριών EPC και στα τοπικά πληροφοριακά συστήματα της επιχείρησης.
- 4) **Υπηρεσίες Πληροφοριών EPC (EPC Information Services):** Οι Υπηρεσίες Πληροφοριών EPC επιτρέπουν σε χρήστες την ανταλλαγή EPC δεδομένων με εμπορικούς συνεργάτες μέσω του EPC Global Network.
- 5) **Υπηρεσίες Ανακάλυψης (Discovery Services):** Οι Υπηρεσίες Ανακάλυψης επιτρέπουν σε χρήστες να αναζητήσουν παγκοσμίως και να αποκτήσουν πρόσβαση σε δεδομένα σχετικά με έναν συγκεκριμένο κωδικό EPC.

3.4.3 ETSI

Το **ευρωπαϊκό ινστιτούτο τηλεπικοινωνιακών προτύπων** (*European Telecommunications Standards Institute*) είναι ένας ανεξάρτητος αφίλοκερδής οργανισμός δημιουργίας και έκδοσης προτύπων στην βιομηχανία τηλεπικοινωνιών (κατασκευαστές εξοπλισμού και χειριστές δικτύων) στην Ευρώπη. Το ETSI πέτυχε στην προτυποποίηση του συστήματος κινητού τηλεφώνου (GSM) και του επαγγελματικού ραδιοσυστήματος (TETRA) επίσης ενέπνευσε την δημιουργία και είναι συνεργάτης στο 3 GPP.

Σημαντικά σώματα προτυποποίησης του ETSI, περιλαμβάνουν το: TISPAN (για σταθερά δίκτυα και σύγκλιση διαδικτύου) και το M2M (για επικοινωνία μηχανή προς μηχανή). Το ETSI δημιουργήθηκε το 1988 και αναγνωρίζεται επίσημα από την ευρωπαϊκή επιτροπή και την γραμματεία του ΕΦΤΑ. Με έδρα στην Sophia Antipolis (Γαλλία), είναι επίσημα υπεύθυνο για την προτυποποίηση τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών (ICT) μέσα στην Ευρώπη.

Αυτές οι τεχνολογίες περιλαμβάνουν τηλεπικοινωνίες, αναμεταδόσεις και σχετικά πεδία, όπως τις μεταφορές πληροφοριών και τα ηλεκτρονικά ιατρικά. Το ETSI έχει 740 μέλη από 62 χώρες μέσα και έξω από την Ευρώπη και περιλαμβάνει κατασκευαστές, χειριστές δικτύων, διαχειριστές, παροχείς υπηρεσιών, ερευνητικά σώματα και χρηστές.

3.4.4 IEC

Η **διεθνής ηλεκτροτεχνική επιτροπή** είναι ένας μη κερδοσκοπικός, μη κυβερνητικός, οργανισμός διεθνών προτύπων, που προετοιμάζει και δημοσιεύει τα διεθνή πρότυπα για όλες τις ηλεκτρικές – ηλεκτρονικές και σχετικές τεχνολογίες.

Τα πρότυπα του IEC καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών από την παραγωγή ισχύος, αναμεταδόσεις και διανομή σε οικιακές χρήσεις και εξοπλισμό γραφείου, ημιαγωγούς, οπτικές ίνες, μπαταρίες, ηλιακή ενέργεια, νανοτεχνολογία και πολλά άλλα.

Το IEC επίσης διαχειρίζεται τρία παγκόσμια συστήματα αξιολόγησης που πιστοποιούν το εάν ο εξοπλισμός, τα συστήματα, ή τα μέλη συμμορφώνονται με τα διεθνή πρότυπα. Το καταστατικό του IEC

περιλαμβάνει όλες τις ηλεκτροτεχνολογίες, όπως την παράγωγη και διανομή ενέργειας, τις τηλεπικοινωνίες και τους γενικούς σχετικούς κλάδους, όπως η ορολογία και οι συμβολισμοί, η ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα, η μέτρηση και η απόδοση, η αξιοπιστία και άλλα.

Ιστορία IEC

Η IEC πραγματοποίησε την εναρκτήρια συνεδρίασή της στις 26 Ιουνίου 1906, ύστερα από συζητήσεις μεταξύ της βρετανικής IEE, του Αμερικανικού Ινστιτούτου Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (IEEE) (τότε λεγόταν AIEE), και άλλων. Οι συζητήσεις άρχισαν στο Παρίσι το 1900, κατά τη διάρκεια του Διεθνούς Συνεδρίου Ηλεκτρολόγων, και συνεχίστηκαν με το συνταγματάρχη R.E.B. Crompton να παίζει καθοριστικό ρόλο.

Αριθμεί ογδόντα μία χώρες ως μέλη, ενώ άλλες ογδόντα δύο συμμετάσχουν στο πρόγραμμα υπαγόμενων χωρών. Οι χώρες αυτές δεν θεωρούνται μέλη, καθώς το πρόγραμμα έχει σχεδιαστεί ώστε να βοηθήσει αναπτυσσόμενες χώρες να εμπλακούν με την IEC.

Η IEC αρχικά είχε την έδρα της στο Λονδίνο, κατόπιν η Επιτροπή μεταφέρθηκε στην τρέχουσα έδρα της, στη Γενεύη το 1948. Έχει πλέον περιφερειακά κέντρα στον Δυτικό Ειρηνικό (Σιγκαπούρη), τη Λατινική Αμερική (Σάο Πάολο, Βραζιλία) και τη Βόρεια Αμερική (Βοστώνη, Ηνωμένες Πολιτείες).

Σήμερα, η IEC είναι ο μεγαλύτερος διεθνής οργανισμός στον κόσμο στον τομέα της, και τα πρότυπα της έχουν υιοθετηθεί ως εθνικά πρότυπα από τα μέλη του. Αυτό το έργο διεξάγεται από περίπου δέκα χιλιάδες εμπειρογνώμονες ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών ειδών από τη βιομηχανία, την κυβέρνηση, τα πανεπιστήμια, εργαστήρια δοκιμών και άλλους φορείς που ενδιαφέρονται για το θέμα.

IEC ΠΡΟΤΥΠΑ

ΤΑ IEC πρότυπα έχουν αριθμούς στην περιοχή 60000-79999 και οι τίτλοι τους παίρνουν μορφές όπως: IEC 60417. Η IEC συνεργάζεται στενά με τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO) και τη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU). Επιπλέον, συνεργάζεται με διάφορους μεγάλους οργανισμούς ανάπτυξης προτύπων, συμπεριλαμβανομένης της IEEE με την οποία υπέγραψε συμφωνία συνεργασίας το 2002, που τροποποιήθηκε το 2008 ώστε να συμπεριλάβει από κοινού εργασίες ανάπτυξης.

Πρότυπα που έχουν αναπτυχθεί από κοινού με το πρότυπο ISO όπως το ISO / IEC 26300, το Open Document Format για εφαρμογές του Office (OpenDocument) v1.0 φέρουν το ακρωνύμιο και των δύο οργανισμών.

Η χρήση του προθέματος ISO / IEC καλύπτει εκδόσεις από την Κοινή Τεχνική Επιτροπή ISO / IEC πάνω στην τεχνολογία πληροφόρησης, καθώς και τα πρότυπα αξιολόγησης της συμμόρφωσης που αναπτύχθηκαν από την ISO και την CASCO.

Σε άλλα πρότυπα που έχουν αναπτυχθεί σε συνεργασία μεταξύ της IEC και της ISO έχουν ανατεθεί αριθμοί της σειράς 80000, όπως το IEC 82045-1. Τα πρότυπα της IEC επίσης έχουν εγκριθεί ως εναρμονισμένα πρότυπα από άλλους οργανισμούς πιστοποίησης, όπως η BSI (Μεγάλη Βρετανία), η CSA (Καναδάς), η UL & ANSI / INCITS (ΗΠΑ), η SABS (Νότια Αφρική), η οργάνωση SAI (Αυστραλία), SPC / GB (Κίνα) και η DIN (Γερμανία).

3.5 Κατασκευαστές στοιχείων RFID

Ρόλος	Εξειδίκευση	Διεθνείς Εταιρείες (ενδεικτικές)
RFID chip manufacturers	Σχεδιάζουν και κατασκευάζουν το chip ενός RFID tag	Instruments, EM Marin, ...
RFID inlay manufacturers & label converters	Σχεδιάζουν την κεραία, κατασκευάζουν το film και τοποθετούν το chip. Ενσωματώνουν το RFID inlay σε ετικέτες	Avery Denison, UPM Raflatec (Rafsec), Symbol, Allien, ...
RFID interrogator (reader & antenna) manufacturers	Υλοποιούν και προμηθεύουν τον εξοπλισμό με τον οποίο προγραμματίζονται και διαβάζονται τα RFID tags	SAMSys, Tagsys, Alien, Zebra, Symbol, Intermec, ...
RFID middleware developers	Υλοποιούν ειδικό λογισμικό με το οποίο μπορούν να διασυνδεθούν οι interrogators σε επιχειρησιακά συστήματα (ERP/WMS)	IBM, Oracle, Sun, ...
RFID application providers	Επεκτείνουν υπάρχουσες εφαρμογές, ενσωματώνοντας RFID concepts	SAP, Oracle, Associates, ...
RFID consultants & integrators	Σχεδιάζουν και υλοποιούν την RFID εφαρμογή, συνήθως εκπονούν τον πιλότο	Accenture, Dynasys, ATOS Origin, ...

Προμηθευτές Τεχνολογίας RFID

Alien Technology:

Η Alien Technology είναι μια εταιρία παραγωγής προϊόντων RFID σε μεγάλες ποσότητες και χαμηλές τιμές. Χρησιμοποιεί τη μέθοδο Fluidic Self Assembly (FSA), μία πατενταρισμένη βιομηχανική διαδικασία και κατασκευάζει Electronic Product Code (EPC) tags, 915 MHz passive, 2450 MHz active tags και readers, τα οποία χρησιμοποιούνται σε μία μεγάλη ποικιλία εφαρμογών.

Οι εφαρμογές περιλαμβάνουν τη διαχείριση της αλυσίδας προμηθειών, τον τομέα των logistics και συστήματα που έχουν να κάνουν με την προστασία από κλοπές και απάτες σε προϊόντα, με αποτέλεσμα να βελτιώνεται η διαχείριση των επενδύσεων και να μειώνεται το λειτουργικό κόστος.

Avery Dennison:

Η εταιρία αυτή κατασκευάζει όλα τα στοιχεία ενός RFID tag εκτός από το microchip. Παράγει tags σε διάφορα σχήματα, τα οποία μπορεί να είναι ή όχι προγραμματισμένα.

Phillips:

Παράγει tags για διάφορες εφαρμογές που περιλαμβάνουν από ετικέτες μικρού κόστους για τη διαχείριση μεγάλου όγκου προμηθειών, μέχρι τις νέες γενιάς έξυπνες κάρτες τεχνολογίας 32-bit.

Rafsec:

Η Rafsec εξειδικεύεται στην παραγωγή και ανάπτυξη παθητικών tags που χρησιμοποιούνται σε κάρτες, εισιτήρια και ετικέτες, σε ποικίλα σχήματα και μεγέθη, σύμφωνα με τα EPC global standards.

SAMSys:

Η SamSys σχεδιάζει και κατασκευάζει κυρίως readers και συνοδευτικό λογισμικό, οι οποίοι υποστηρίζουν μία ευρεία γκάμα από πρωτόκολλα και συχνότητες ετικετών. Προσφέρει επίσης συμβουλευτικές υπηρεσίες σε εταιρίες που ενσωματώνουν την τεχνολογία αυτή αλλά έχουν αμφιβολίες για τη λύση που ταιριάζει περισσότερο στις ανάγκες τους.

Η εταιρία αυτή δίνει λοιπόν μεγάλη σημασία στο στήσιμο μίας τεχνολογίας RFID, κατάλληλης για την εκάστοτε εφαρμογή και στην οποία τα διάφορα στοιχεία θα συνεργάζονται όσο το δυνατόν καλύτερα μεταξύ τους.

Cisco:

Η Cisco ασχολείται με την ενσωμάτωση της τεχνολογίας RFID σε ένα δίκτυο, με σκοπό να μειώσει το κόστος και τη συνθετότητα της επέκτασης του και να βελτιώσει τη σύλληψη των συμβάντων, καθώς και το φιλτράρισμα και τη δρομολόγησή τους. Ασχολείται ουσιαστικά με θέματα μετάπτωσης των υπάρχοντων συστημάτων σε RFID επεκτάσεις.

Symbol:

Η Symbol είναι από τις μεγαλύτερες εταιρίες παγκοσμίως που παράγει υλικά RFID. Τα προϊόντα της περιλαμβάνουν κεραίες, readers (σταθερούς και κινητούς) και φυσικά RFID tags για πολλές εφαρμογές. Η εταιρία επικεντρώνεται βασικά σε συστήματα UHF.

Texas Instruments:

Η Texas Instruments είναι από τις μεγαλύτερες εταιρίες παγκοσμίως στην κατασκευή των RFID tags. Τα tags που παράγει χρησιμοποιούνται κυρίως για την ανίχνευση αντικειμένων και αυτή τη στιγμή κυκλοφορούν στην παγκόσμια αγορά περισσότερα από 100 εκατομμύρια tags της εταιρίας αυτής.

Siemens:

Η Siemens κατασκευάζει tags και readers που χρησιμοποιούνται στον τομέα των logistics και της βιομηχανικής παραγωγής. Τα tags που παράγει σχεδιάζονται για την περιοχή των 13,56 MHz, ενώ η εμβέλεια ανάγνωσης φτάνει το 1 m από το tag.

Intermec:

Μία από τις μεγαλύτερες εταιρίες παραγωγής υλικών RFID, όπως κεραίες, readers (handheld, fixed and vehicle mount readers), tags και έξυπνες κάρτες. Όλα τα παγκόσμιας χρήσης προϊόντα της υποστηρίζουν τα πρότυπα EPC Gen 2, ISO 180006b και 6c και διαθέτει πιστοποίηση ETSI και FCC RF.

4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

4.1 Πεδία εφαρμογής των συστημάτων RFID

Τα πεδία εφαρμογής των συστημάτων **RFID**, στην εποχή μας, είναι αρκετά, καθώς μπορούν να βρουν εφαρμογή σε πληθώρα τομέων όπου η αναγνώριση ανθρώπων ή αντικειμένων είναι απαραίτητη, δεδομένου ότι οι ετικέτες RFID αποθηκεύουν πληροφορίες σχετικές με τους ανθρώπους ή τα αντικείμενα που τις φέρουν.

Παρακάτω θα δούμε που χρησιμοποιούνται τα συστήματα αυτά σε διάφορους τομείς :

Τομέας μεταφοράς και διανομής

Εφαρμογές: Αεροσκάφη ,οχήματα ,εξοπλισμός βαγονιών, συστήματα εντοπισμού.

Τομέας λιανικής πώλησης

Εφαρμογές: Αλυσίδα εφοδιασμού , ανίχνευση κουτιών, Ανίχνευση κιβώτιων /παλετών, Ανίχνευση αντικειμένων , φαρμακευτικά είδη, Απογραφή και ανίχνευση.

Κατασκευαστικός και βιομηχανικός τομέας

Εφαρμογές: Κατασκευές, Εργασίες εν πρόοδο.

Τομέας ασφάλειας και ελέγχου πρόσβασης

Εφαρμογές: Διαχείριση διαβατηρίων και visa ,Ανίχνευση παιδιών, ζώων, Αποσκευές αεροδρομίων και λεωφορείων, Αντικλεπτικά, πρόσβαση σε υπολογιστές, Αναγνώριση υπαλλήλων, παρεμπόδιση πλαστογραφίας, Πρόσβαση σε χώρους στάθμευσης, δωματίων, εργαστήριων, εγκαταστάσεις.

Τομέας είσπραξης φόρων

Εφαρμογές: Δρόμοι, Γέφυρες.

Τομέας παρακολούθησης και αισθητήρων

Εφαρμογές: Πίεση, θερμοκρασία, ήχος και βάρος, Πρόσβαση σε εγκαταστάσεις ασφάλειας, Παρακολούθηση περιοχών μέσα σε εγκαταστάσεις.

Τομέας συστημάτων βιβλιοθήκης

Εφαρμογές: Συλλογή βιβλίων της βιβλιοθήκης ,Πρόσβαση σε συγκεκριμένα προϊόντα.

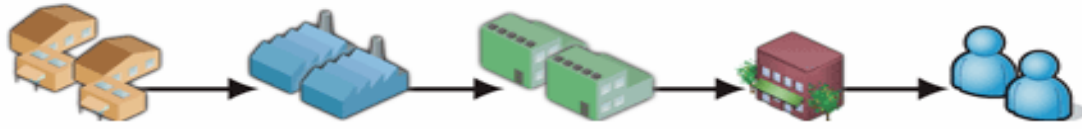
Τομέας Ιατρικής

Εφαρμογές: Φάκελος ασθενών, Διαχείριση αποθεμάτων εξοπλισμού και φαρμάκων.

Παρακάτω θα δούμε αναλυτικότερα την χρήση της τεχνολογίας RFID σε ορισμένους τομείς.

4.2 Εφαρμογές RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα

Σχεδιάγραμμα εφοδιαστικής αλυσίδας



προμηθευτής

κατασκευαστής

διανομέας

Λιανική πώληση

αγοραστής

Πρώτη και κύρια εφαρμογή της τεχνολογίας RFID, είναι η ιχνηλάτηση προϊόντων και εμμέσως η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Για να το επιτύχουμε αυτό τοποθετούμε αναγνώστες RFID σε προκαθορισμένα σημεία ελέγχου.

Όταν το προϊόν περάσει από ένα σημείο ελέγχου, ο αναγνώστης διαβάζει τις πληροφορίες της ετικέτας RFID που φέρει το προϊόν και τις μεταβιβάζει στο κεντρικό πληροφοριακό σύστημα. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να γνωρίζουμε σχεδόν σε πραγματικό χρόνο τον τόπο στον οποίο βρίσκεται το προϊόν μας.

Ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις και δυνατότητες μας, μπορεί να αφορά ακόμη και την συνολική ζωή του προϊόντος, δηλαδή την διαδρομή από την παραγωγή, την διανομή, την διάθεση και τέλος την ανακύκλωση του.

Έτσι, μπορούμε να εντοπίσουμε τους κρίκους της εφοδιαστικής αλυσίδας στους οποίους εμφανίζονται προβλήματα, όπως υπερβολικές καθυστερήσεις, απώλεια προϊόντων κ.α.

Έτσι τα κίνητρα που ωθούν τις εταιρείες και τους οργανισμούς για την τυποποίηση του RFID είναι:

- Ορατότητα και διαφάνεια της εφοδιαστικής αλυσίδας.
- Ανάπτυξη αυτόματων συνεργατικών μοντέλων μεταξύ των επιχειρήσεων.
- Αυτοματοποίηση εσωτερικών διαδικασιών.
- Ελαχιστοποίηση των απωλειών.

4.2.1 Πλεονεκτήματα RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα

- **Διαφάνεια στην εφοδιαστική αλυσίδα:** Όλες οι διαδικασίες, από την παραγωγή μέχρι την τοποθέτηση του προϊόντος στο ράφι, υπόκεινται σε συνεχή έλεγχο.

- **Μείωση του κόστους:** καθώς επιτυγχάνεται η αυτοματοποίηση πολλών διεργασιών που συμβαίνουν μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα.
- **Υπολογισμός επιπέδου αποθέματος:** Οι επιχειρήσεις γνωρίζουν , ανά πάσα στιγμή , την ποσότητα και τον όγκο των προϊόντων που έχουν στις αποθήκες τους.
- **Υπολογισμός επιστροφών:** Η ταυτότητα , ο όγκος και η αξία των προς επιστροφή προϊόντων είναι γνωστά ανά πάσα στιγμή.
- **Εξάλειψη κλοπών προϊόντων:** Μειώνονται οι απώλειες από κλοπή τόσο στα καταστήματα όσο και στις αποθήκες. Οι ετικέτες σήμανσης μπορεί να είναι συνδεδεμένες με ένα σύστημα ασφαλείας έτσι ώστε να παρακολουθούνται όλα τα προϊόντα μέσα στο κατάστημα. Το σύστημα ασφαλείας τίθεται σε λειτουργία μόλις το προϊόν βγει από το κατάστημα χωρίς να έχει πληρωθεί.
- **Αχρήστευση – απαρχαίωση ενός προϊόντος:** Έγκαιρη πληροφόρηση για το επίπεδο αποδοχής από τα καταστήματα και το καταναλωτικό κοινό.
- **Λάθη παράδοσης χωρίς πρόθεση:** Μειώνονται οι περιπτώσεις σφάλματος κατά την παράδοση και παραλαβή των προϊόντων στο τελικό σημείο πώλησης.
- **Υπέρβαση της ημερομηνίας λήξης:** Εξασφαλίζεται πως δεν υπάρχουν στο ράφι ληγμένα προϊόντα σε ευπαθής κατηγορίες.
- **Υπολογισμού του ακριβούς επιπέδου ζήτησης:** Οι επιχειρήσεις γνωρίζουν επακριβώς τις επιθυμίες των καταναλωτών ανά τύπο προϊόντος, καθώς με την τεχνολογία RFID δίνονται πολύτιμες πληροφορίες για την ζήτηση και τα αποθέματα των εμπορευμάτων που υπάρχουν στην εφοδιαστική αλυσίδα, έτσι ώστε η επιχείρηση να έχει μια πλήρη εικόνα της αγοράς και με τα κατάλληλα εργαλεία και τις αποφάσεις της διοίκησής της να προσδιορίσει την τιμή, την προώθηση και τις πωλήσεις που αποσκοπούν στην μεγιστοποίηση του κέρδους.
- **Απελευθέρωση ανθρώπινων πόρων:** Απαιτούνται λιγότερες εργατοώρες για την ολοκλήρωση των εργασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας.
- **Εκτός Αποθέματος:** Μειώνονται στο ελάχιστο οι περιπτώσεις μη ύπαρξης του προϊόντος στα ράφια ή στην αποθήκη.
- **Εναρμόνιση παραγγελιών:** Η ζήτηση προϊόντων από τα καταστήματα είναι αντίστοιχη με αυτή των καταναλωτών.
- **Αποφυγή λαθών που πραγματοποιούνται κατά την διάρκεια της απογραφής** και αποτελούν πρόβλημα στην αποτελεσματικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας.
- **Αποτελεσματικότητα προωθητικών ενεργειών:** Άμεσος συσχετισμός των ενεργειών μάρκετινγκ με την αύξηση στη ζήτηση και τις πωλήσεις των προϊόντων.
- **Μείωση της γραφειοκρατίας και του όλου όγκου του χαρτιού,** καθώς επιτρέπουν να γράφεται πάνω σ' αυτό ένα feedback , όταν χρησιμοποιείται, και αυτομάτως να ειδοποιεί το ERP σύστημα της εταιρείας για την διαδικασία.

- **Βέλτιστη εκμετάλλευση του χώρου των αποθηκών**, καθώς οι ετικέτες RFID περιέχουν στοιχεία για την θέση που έχουν οι παλέτες μέσα στην αποθήκη και προστίθενται και άλλες νέες πληροφορίες κάθε φορά που η παλέτα αλλάζει θέση και μετακινείται μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα. Μια μη προγραμματισμένη μετακίνηση παλέτας μπορεί να πληροφορήσει την διοίκηση για ένα λάθος του προσωπικού ή πιθανή κλοπή. Επιπλέον, οι αποθηκάριοι μπορούν εύκολα να εντοπίσουν αντικείμενα χωρίς να τα ψάχνουν μέσα στην αποθήκη μετακινώντας άλλα.

4.2.2 Μειονεκτήματα του RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα

- **Υψηλό κόστος απόκτησης και λειτουργίας**

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

Component	Actual cost	Cost depends on
Passive tags ¹	20-40 cents (up to several USD for more sophisticated solutions).	<ul style="list-style-type: none"> • Frequency (e.g., HF is more expensive than UHF) • Memory size • Antenna design • Packaging around the transponder
Active tags	10-50 USD	<ul style="list-style-type: none"> • Battery size • Chip memory • Packaging
UHF readers	500-3,000 USD	<ul style="list-style-type: none"> • Dumb vs. intelligent readers • Single-frequency vs. multi-frequency readers
Middleware	Depends on application	Depends on application

Συνιστώσες RFID και κόστος

- **Διαφορετικά πρότυπα αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων**

Τα πρότυπα κάθε κατασκευάστριας εταιρείας RFID (η μορφή των ψηφιακών ετικετών, η συχνότητα που θα λειτουργούν τέτοια συστήματα και οι τρόποι που θα λειτουργούν τα διάφορα συστήματα μεταξύ τους) διαφοροποιούνται από αυτά των άλλων εταιριών, Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην μπορούν τα πληροφοριακά συστήματα των επιχειρήσεων που παίρνουν μέρος σε μια εφοδιαστική αλυσίδα να επικοινωνούν σε ικανοποιητικό βαθμό μεταξύ τους.

- **Αλλαγή του τρόπου λειτουργίας της κάθε επιχείρησης**

Με την χρήση ολοένα και περισσότερων ψηφιακών ετικετών, θα συσσωρευτεί ένας τεράστιος όγκος πληροφοριών σε μεγάλες βάσεις δεδομένων, για την ανάκτηση των οποίων απαιτούνται

εξειδικευμένα προγράμματα και συσκευές, έτσι ώστε να γίνει κατάλληλη χρησιμοποίησή τους κατά την όλη διάρκεια της εφοδιαστικής αλυσίδας.

4.3 RFID για την ταυτοποίηση και αναγνώριση ζώων

Τα ηλεκτρονικά συστήματα αναγνώρισης χρησιμοποιούνται στην κτηνοτροφία εδώ και περίπου 30 χρόνια. Εκτός από τη χρήση τους για την αυτόματη παροχή τροφής και την εκτίμηση των επιδόσεων των ζώων, χρησιμοποιούνται επίσης στον έλεγχο για πιθανές επιδημίες, για θέματα ποιότητας, αλλά και για την προέλευση του ζώου. Οι απαραίτητες προδιαγραφές για τη μετάδοση και την κωδικοποίησή των δεδομένων σε ένα τέτοιο σύστημα περιέχονται στα ISO πρότυπα 11784 και 11785. Η συχνότητα των συστημάτων αυτών είναι 134,2 kHz.

Υπάρχουν τέσσερα διαφορετικά είδη tags που χρησιμοποιούνται στην αναγνώριση ζώων. Η πρώτη κατηγορία είναι tags που προσδένονται στο λαιμό των ζώων.(ετικέτες περιλαίμιου) Τα tags αυτά είναι μεταφέρσιμα από το ένα ζώο στο άλλο, γεγονός το οποίο διασφαλίζει την επαναχρησιμοποίησή τους. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την αυτόματη παροχή τροφής στα ζώα αλλά και για τη μέτρηση της ποσότητας γάλακτος. Η δεύτερη κατηγορία tags είναι αυτά που ενσωματώνονται στα αυτιά των ζώων(ετικέτες ενωτίου). Τα tags αυτά έχουν ως ανταγωνιστές τα πολύ φθηνότερά τους barcode. Ενώ όμως με τα barcode η αναγνώριση του ζώου γίνεται από απόσταση λίγων εκατοστών, η αντίστοιχη απόσταση για τα RFID tags είναι 1m. Τα tags της τρίτης κατηγορίας καταπίνονται από το ζώο και παραμένουν μόνιμα στο προστόμαχο τους(Κεραμικές ετικέτες). Τέλος, υπάρχουν tags που εισάγονται με σύριγγα κάτω από το δέρμα του ζώου(Γυάλινος σωλήνας).

Επίσης η εν λόγω τεχνολογία εφαρμόζεται για ανίχνευση και ταυτοποίηση κατοικίδιων από τους ιδιοκτήτες τους, αλλά μόνο με ετικέτες τύπου γυάλινου σωλήνα .



Μοσχάρι με RFID ετικέτα

4.4 Εφαρμογή τεχνολογίας RFID στον Άνθρωπο

Το verichip κατασκευάστηκε από το παράρτημα της applied digital, με την επωνυμία digital angel. Είναι ένας μικροπομπός (μικροτσιπ), του οποίου η εφαρμογή γίνεται μόνο υποδόρια δηλαδή κάτω από το δέρμα.

Μέχρι πριν λίγο καιρό χρησιμοποιούταν μόνο σε ζώα, αυτό όπως ήταν αναμενόμενο άλλαξε και πλέον η χρησιμότητα του εστιάζεται κυρίως στους ανθρώπους. Ήδη αρκετοί άνθρωποι είναι σφραγισμένοι με το τσιπ αυτό.

Το verichip έχει μέγεθος μόνο μερικών χιλιοστών είναι στο μέγεθος ενός κόκκου ρυζιού όπως λένε και οι κατασκευαστές του και εμφυτεύεται κάτω από το ανθρώπινο δέρμα με σύριγγα.

Μέσα στο τσιπάκι υπάρχει μια κεραία. Αυτή η μικροκεραία καθιστά το verichip πομπό ο οποίος εντοπίζεται από δορυφόρο. Έτσι αυτός που το έχει κάτω από το δέρμα του παρακολουθείτε 24 ώρες το 24ωρο μέσω των δορυφόρων, και μπορεί να εντοπιστεί οποιαδήποτε στιγμή, σε οποιοδήποτε μέρος του πλανήτη και αν βρίσκετε. Επίσης το μικροτσιπ αυτό εσωτερικά διαθέτει μια μπαταρία λιθίου και όπως μας ενημερώνει ο κατασκευαστής του, Carl Sanders, αυτή η μπαταρία φορτίζει από την θερμότητα που εκπέμπει το ανθρώπινο δέρμα. Μέσα σε αυτό το μικροσκοπικό μηχανισμό μπορούν να αποθηκευτούν πέντε «γκίγκαμπαιτ»(5 gigabytes).

Όλες οι πληροφορίες επεξεργάζονται από δορυφόρους έπειτα έρχονται σε επίγεια ραντάρ και ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Μπορούν να εντοπίσουν τον οποιονδήποτε φέρει το verichip κάτω από το δέρμα του και να τον βλέπουν ζωντανά και απευθείας, έχουν και τη δυνατότητα να διαβάσουν όλες τις πληροφορίες που έχει αποθηκευμένο το μικροτσιπ μέσα του για τον κάτοχο του.

Το verichip κατασκευάστηκε για να αντικαταστήσει πολλά από τα δημόσια και μη έγγραφα του σημερινού πολίτη. Θα περιέχει μέσα του όλα τα στοιχεία της ταυτότητας του κατόχου, όπως επίσης το δίπλωμα οδήγησης, αυτό που ξέρουμε σήμερα σαν βιβλιάριο υγείας, ταξιδιωτικό διαβατήριο και το βασικότερο τον τραπεζικό λογαριασμό του κατόχου κ.α.



Πριν και μετά την εμφύτευση του verichip

Ένα από τα πρώτα πειράματα με εμφυτεύματα RFID διεξήχθη από το Βρετανό καθηγητή Kevin Warwick, ο οποίος εμφύτευσε ένα τσιπ στο χέρι του το 1998. Το 2004 ο Conrad Chase παρείχε εμφυτευόμενα τσιπ στα νυχτερινά club του, στη Βαρκελώνη και το Ρότερνταμ, για την αναγνώριση των VIP πελατών του, οι οποίοι με τη σειρά τους χρησιμοποιούσαν το εμφύτευμα για να πληρώνουν τα ποτά

τους. Το 2004, το γραφείο της Γενικής Εισαγγελίας του Μεξικού εμφύτευσε σε 18 από τα μέλη του προσωπικού της το Verichip για να ελέγχει την πρόσβαση σε έναν ασφαλή χώρο δεδομένων.

Παρά όλες τις εφαρμογές της, η τεχνολογία RFID στον άνθρωπο αυτή την στιγμή βρίσκεται ιδιαίτερα μεγάλη χρήση στο σωφρονιστικό σύστημα των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής.



Εικόνα verichip

4.4.1 Χρήση RFID σε κρατούμενους

Η εταιρία Alanco/TSI PRISM, Inc. θυγατρική της Alanco Technologies που εδρεύει στο Scottsdale, της Arizona πρωτοπόρησε στην παρακολούθηση κρατουμένων τον Αύγουστο του 2000.

Επί του παρόντος, 10 φυλακές σε όλο τον κόσμο χρησιμοποιούν την τεχνολογία εντοπισμού της, συμπεριλαμβανομένων των εγκαταστάσεων στην Καλιφόρνια, Μίσιγκαν, Μινεσότα, Ιλινόις, Ιντιάνα, Οχάιο, Μισούρι, Βιρτζίνια, και την Αυστραλία. Έπειτα, άλλες τρεις ακολούθησαν συμπεριλαμβανομένης και της Ουάσιγκτον.

Το TSI PRISM αποτελείται από τρία βασικά μέρη: από αναγνώστες, ετικέτες που ανιχνεύουν εάν ο κρατούμενος προσπαθεί να τις αφαιρέσει ή να τις αναπρογραμματίσει (tamper detection tags) και έναν κεντρικό υπολογιστή που χρησιμοποιεί το λογισμικό TSI PRISM. Κάθε κρατούμενος και μέλος του προσωπικού της φυλακής φοράει έναν πομπό

Υπάρχουν δύο είδη πομπών, ο ένας χρησιμοποιείται στους κρατούμενους και είναι μια συσκευή ικανή να ανιχνεύσει απόπειρες δολιοφθοράς (αφαίρεση ή αποπήρα επαναπρογραμματισμού ετικέτας), η οποία τοποθετείτε στον καρπό του κρατουμένου και μοιάζει με μεγάλο ρολόι. Αυτή η συσκευή στέλνει ένα σήμα θέσης κάθε δύο δευτερόλεπτα και διαθέτει πολλαπλά επίπεδα ανίχνευσης παραβίασης ώστε να μην μπορεί να αφαιρεθεί. Το άλλο είδος πομπού χρησιμοποιείται από το προσωπικό της φυλακής και είναι μια συσκευή αναμετάδοσης που μοιάζει με αγκράφα ζώνης. Η συσκευή αυτή μπορεί να μεταδώσει διάφορα σήματα (απειλής), έτσι ώστε εάν κάποιος υπάλληλος δεχθεί επίθεση ή έχει πρόβλημα στην φυλακή μπορεί να πατήσει το κουμπί απειλής και να γίνετε αμέσως γνωστή η θέση του και το μέγεθος της απειλής.

Χάρη στην συγκεκριμένη τεχνολογία είναι δυνατόν να γίνετε γνωστή η θέση και το όνομα του καθένα μέσα στο συγκρότημα με ακρίβεια. Όλες αυτές οι πληροφορίες είναι αρχειοθετημένες σε μια βάση δεδομένων ώστε να μπορούμε να καθορίσουμε το που είναι κάποιος με το πάτημα ενός κουμπιού.

Επίσης μπορούμε να ανατρέξουμε στη βάση δεδομένων για να δούμε τη θέση ενός συγκεκριμένου ατόμου χθες ή ακόμη και πριν μήνες .

Δυο από τα κύρια οφέλη αυτής της τεχνολογίας είναι ότι προωθεί και αναγκάζει την λογοδότηση των κρατούμενων και γίνεται μια ισχυρή δύναμη έρευνας για την επίλυση περιστατικών. Άλλο ένα πρόσθετο όφελος είναι η μείωση των λειτουργικών εξόδων καθώς υπάρχει μείωση των χειρονακτικών εργασιών που απαιτούν συνήθως πολύτιμο χρόνο του προσωπικού. Για παράδειγμα, εάν κάποιος κρατούμενος δεν εμφανιζόταν στην εργασία του ή στην αίθουσα διδασκαλίας θα έπαιρνε 30 με 40 λεπτά σε ένα υπάλληλο του προσωπικού για να διεξάγει έρευνα ενώ με την τεχνολογία RFID, η θέση του είναι συνεχώς γνωστή. Αυτό απελευθερώνει το προσωπικό από την τυπική δουλειά έρευνας επιτρέποντας τους να αφιερώσουν χρόνο σε άλλα καθήκοντα, όπως την ανίχνευση ναρκωτικών και έλεγχος ασφαλείας .

Σύμφωνα με διάφορα βασικά στατιστικά φυλακών που χρησιμοποιούν τεχνολογία RFID υπάρχει σημαντική μείωση βίαιων περιστατικών κατά 65 της εκατό και τον περιστατικών καταστροφής δημόσιας περιουσίας κατά 40 τις εκατό.



Tamper detecting tag

4.5 Εφαρμογή τεχνολογίας RFID στις βιβλιοθήκες

Στις βιβλιοθήκες η τεχνολογία RFID πρόσθεσε πολλές δυνατότητες στη διαχείριση του υλικού των βιβλιοθηκών. Κάθε βιβλίο θα τακτοποιείται με μία RFID ετικέτα.

Οι Ετικέτες RFID που χρησιμοποιούνται στις βιβλιοθήκες είναι : τετραγωνική ετικέτα (βιβλίων), στρογγυλή ετικέτα (CD/DVD) και ορθογώνια ετικέτα (VHS). Η ετικέτα RFID μπορεί να περιέχει τον προσδιορισμό των πληροφοριών, όπως ο τίτλος ενός βιβλίου, ο συγγραφέας καθώς και πιο σύνθετες πληροφορίες όπως το ράφι στο οποίο ταξινομείται το βιβλίο και οι ημερομηνίες δανεισμού και επιστροφής. Κάθε χρήστης της βιβλιοθήκης μπορεί να έχει μια κάρτα μέλους με την οποία θα μπορεί να δανειζέτε βιβλία χωρίς να χρειάζεται να παρέμβει καθόλου το προσωπικό.



Ορθογώνια, στρογγυλή και τετράγωνη ετικέτα

Οι πληροφορίες που παρέχονται από τις ετικέτες είναι εφ' όσον και ποια βιβλία έχουν ένδειξη δανεισμού στις ετικέτες τους εάν κάποιος από αυτά δεν έχει και απομακρυνθεί από το χώρο της βιβλιοθήκης τότε ο αναγνώστης σημάνει συναγερμό.

Η δυνατότητα αυτή απαλλάσσει το προσωπικό της βιβλιοθήκης από αρκετές εργασίες και μειώνει κατά πολύ το εργασιακό κόστος. Επίσης η εύρεση και η ταξινόμηση των βιβλίων γίνεται πολύ πιο εύκολα, αποτελεσματικά και με μειωμένα λάθη καθώς ο RFID αναγνώστης εντοπίζει τα βιβλία που δεν είναι δανεισμένα και δεν βρίσκονται στα ράφια και επισημαίνει το ράφι στο οποίο πρέπει να τοποθετηθούν.

LibBest Library RFID Management System



Βιβλιοθήκη με σύστημα RFID Διαχείρισης

4.6 Εφαρμογή RFID στα νοσοκομεία

Η τεχνολογία RFID εφαρμόζεται πλέον και στον τομέα της ιατρικής και της περίθαλψης βοηθώντας να απλοποιηθούν οι απαιτούμενες διαδικασίες και να αποφευχθούν ανθρώπινα λάθη, τα οποία θέτουν σε κίνδυνο τη ζωή των ασθενών. Μερικές εφαρμογές είναι η εξής:

Ταυτοποίηση ασθενούς πριν το χειρουργείο και έλεγχος τήρησης των απαιτούμενων διαδικασιών.

Σκοπός αυτού του συστήματος είναι να μειωθεί ο χρόνος που απαιτείται για τους προεγχειρητικούς ελέγχους και να αποφευχθούν παραλείψεις σε αυτούς και περιπτώσεις που εγχειρίζεται λάθος ασθενείς. Ο ασθενής εφοδιάζεται με βραχιόλι που έχει ενσωματωμένη rfid ετικέτα, της οποίας ο μοναδικός σειριακός αριθμός συνδέεται με τον ηλεκτρονικό φάκελο του. Κάθε μέλος του προσωπικού είναι εφοδιασμένο με rfid αναγνώστη. Πριν από κάθε διαδικασία, διαβάζει το σειριακό αριθμό του rfid tag που φέρει ο ασθενής, και ανακτά τον ηλεκτρονικό φάκελο του από τη βάση δεδομένων.

Με τη βοήθεια της φωτογραφίας του ασθενούς που περιέχεται στο φάκελο γίνεται άλλη μία επαλήθευση της ταυτότητας του. Στη συνέχεια εκτελείται η απαιτούμενη διαδικασία (εξέταση, έλεγχος κλπ) και ανανεώνεται η λίστα με το σύνολο διαδικασιών που πρέπει να περατωθούν πριν και μετά την εγχείρηση.



Ενσωμάτωση των RFID σε βραχιόλια

Αντιστοίχιση μητέρας-νεογέννητου

Η χρήση της τεχνολογίας rfid θα μπορούσε να αποτρέψει την εσφαλμένη αντιστοίχιση μητέρας νεογέννητου, από λάθος του προσωπικού. Η μητέρα και το βρέφος προμηθεύονται με βραχιόλια που έχουν ετικέτα rfid και συνδέονται οι σειριακοί τους αριθμοί. Τη στιγμή που παραδίδεται το βρέφος στη μητέρα το προσωπικό μπορεί να ελέγξει τους σειριακούς αριθμούς από τις ετικέτες για να διαπιστώσει αν όντως πρόκειται για το σωστό μωρό.



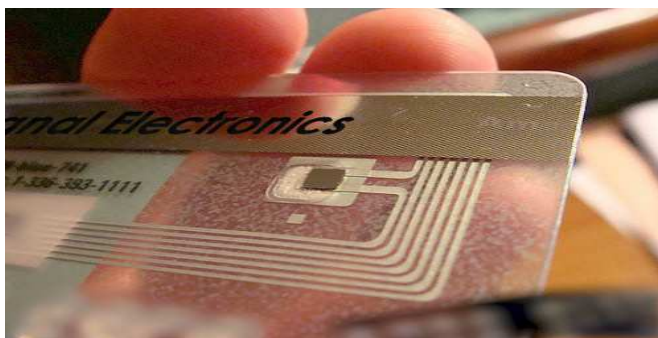
RFID ετικέτα για ταυτοποίηση νεογνού

Αποτροπή μη εξουσιοδοτημένης εισόδου σε χώρους του νοσοκομείου και περιορισμός ασθενών

Για την αποτροπή της πρόσβασης ατόμων σε συγκεκριμένους χώρους μπορεί να χρησιμοποιηθεί σύστημα με rfid ετικέτες και αναγνώστες που θα αντικαθιστά τις κλειδαριές. Αυτό μπορεί να γίνει τοποθετώντας rfid αναγνώστες σε συνδυασμό με microcontrollers και ηλεκτρονικές κλειδαριές στις εισόδους των χώρων αυτών.

Στη μνήμη του microcontroller θα αποθηκεύεται μια λίστα με σειριακούς αριθμούς που αντιστοιχούν σε άτομα τα οποία έχουν εξουσιοδότηση να εισέλθουν. Για να εισέλθει κάποιος θα πρέπει να φέρει rfid ετικέτα της οποίας ο σειριακός αριθμός έχει καταχωρηθεί στη λίστα.

Όταν η ετικέτα βρεθεί στην εμβέλεια του αναγνώστη, διαβάζεται αυτόματα ο σειριακός αριθμός του και μεταβιβάζεται στον microcontroller, όπου πρόγραμμα κάνει τον έλεγχο και ενεργοποιεί την κλειδαριά σε περίπτωση που επιτρέπεται η είσοδος.



RFID smart card

Παρακολούθηση αποθέματος και ημερομηνίας λήξης φαρμάκων

Τα συστήματα αυτού του είδους υλοποιούνται με την τοποθέτηση rfid ετικετών στη συσκευασία των διαθέσιμων φαρμάκων και σκοπό έχουν την αυτόματη καταγραφή των αποθεμάτων αλλά και παρακολούθησης της ημερομηνίας λήξης τους.

Αποτελούνται από τις ετικέτες των συσκευασιών, που περιέχουν ένα μοναδικό σειριακό αριθμό, rfid αναγνώστες με ethernet ή wi-fi interface, οι οποίοι τοποθετούνται στους χώρους φύλαξης των φαρμάκων, και κεντρικό υπολογιστή με τη βάση δεδομένων.

Αρχικά έχουν αποθηκευτεί στη βάση δεδομένων στον κεντρικό υπολογιστή οι σειριακοί αριθμοί του κάθε φαρμάκου μαζί με την ημερομηνία λήξης του και όποιες άλλες πληροφορίες κρίνονται απαραίτητες. Ανά συχνά διαστήματα ο rfid αναγνώστης διαβάζει όλες τις ετικέτες που βρίσκονται στο χώρο αποθήκευσης και αποστέλλει τις πληροφορίες τους στον κεντρικό υπολογιστή μέσω του τοπικού δικτύου.

Εκεί ,η εφαρμογή που έχει αναλάβει την επικοινωνία με τον αναγνώστη ανανεώνει στη βάση δεδομένων τις πληροφορίες σχετικά με την ποσότητα των διαθέσιμων φαρμάκων.

4.7 Εφαρμογή RFID στην αποθήκη

Οι αποθήκες αποτελούν απαραίτητο δεσμό ανάμεσα στα εισερχόμενα στην παραγωγή, (στις πρώτες ύλες και στα εξερχόμενα τελικά προϊόντα). Για αυτό είναι σημαντικό οι λειτουργίες τους να γίνονται γρήγορα και σωστά ώστε να μην επιβαρύνετε η αποθήκη αλλά ούτε η εφοδιαστική αλυσίδα Αυτό επιτυγχάνετε με τη χρήση του συστήματος RFID το οποίο αυτοματοποιεί πολλές από τις λειτουργίες της αποθήκης.

Τρεις από τις πιο σημαντικές λειτουργίες του RFID στην αποθήκη είναι:

- Ο έλεγχος των αποθεμάτων μέσα στην αποθήκη.
- Ο έλεγχος στην διακίνηση των εμπορευμάτων.
- Ανίχνευση και ταυτοποίηση προϊόντων κατά την μεταφορά

Ο **έλεγχος αποθεμάτων** είναι μια από τις βασικές εφαρμογές του RFID στη διαχείριση αποθηκών .Τα προϊόντα τα οποία εισάγονται στην αποθήκη επισημαίνονται με μια ετικέτα RFID η οποία έχει αποθηκευμένες όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για το προϊόν. Όταν το προϊόν χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή, είτε αφαιρείται η ετικέτα, ή διακόπτεται η λειτουργία της, είτε μεταβάλλονται κάποια από τα στοιχεία της. Οι αλλαγές αυτές μπορούν να καταγράφουν στη RFID ετικέτα με τη χρήση ενός RFID αναγνώστη.

Έτσι το απόθεμα προϊόντος σε μία αποθήκη μπορεί να ελεγχθεί με πολύ απλό και σύντομο τρόπο. Λόγω της ευκολίας αυτής υπάρχει η δυνατότητα συνεχών καταγραφών και ενημέρωσης των συστημάτων διαχείρισης των αποθηκών. Καθώς οι ετικέτες στα προϊόντα της αποθήκης αποθηκεύουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες αρκεί μία σάρωση από έναν υπάλληλο ή ένα ρομποτικό μηχάνημα, που θα φέρει αναγνώστη RFID και το σύστημα διαχείρισης της αποθήκης θα έχει συλλέξει τις πληροφορίες και θα μπορεί να δώσει μια πλήρη εικόνα της καταγραφής. Η ίδια διαδικασία γίνεται και με τα προϊόντα που παράγονται και στη συνέχεια αποθηκεύονται.

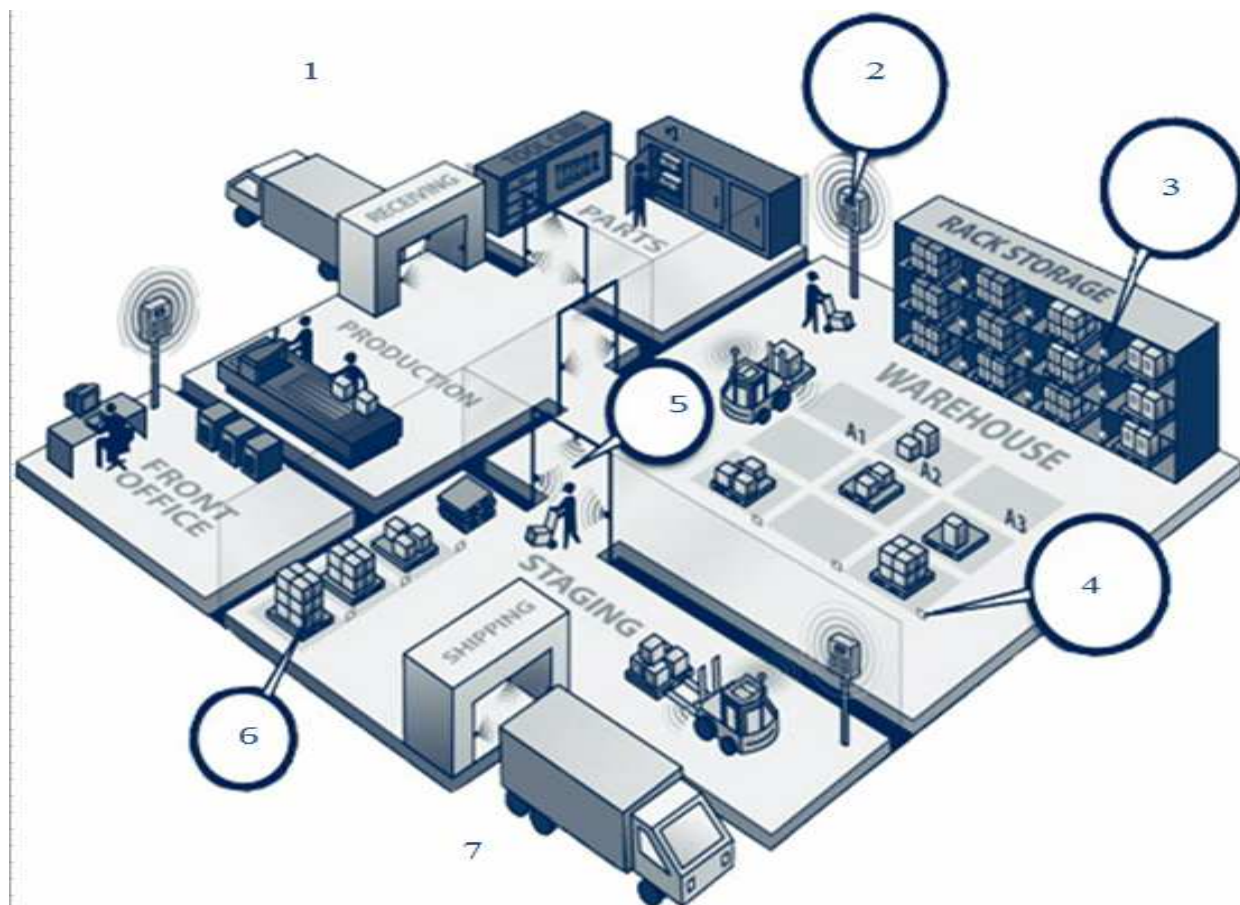
Το RFID μπορεί να εφαρμοστεί και στην **διακίνηση των εμπορευμάτων**. Κατά τη φόρτωση των εμπορευμάτων γίνονται συνήθως τα περισσότερα λάθη τα οποία οδηγούν σε επιστροφές προϊόντων. Με

τη χρήση RFID και κατάλληλα σχεδιασμένων λογισμικών οι λάθος φορτώσεις ελέγχονται και περιορίζονται. Οι ετικέτες που τοποθετούνται στα προϊόντα φέρουν μεταξύ των υπολοίπων πληροφοριών και πληροφορίες για το φορτηγό και τη θέση που πρέπει να φορτωθούν σε αυτό.

Οι πληροφορίες μπορούν να εισαχθούν αυτόματα στις ετικέτες απλά με σκανάρισμα από RFID αναγνώστες συνδεδεμένους με το σύστημα διαχείρισης της αποθήκης που ενημερώνει για τις πληροφορίες αυτές. Κατά τη φόρτωση γίνεται επίσης έλεγχος από RFID αναγνώστες που είναι τοποθετημένοι στα φορτηγά. Σε περίπτωση λάθος φόρτωσης ειδικά σχεδιασμένο σύστημα δίνει ηχητικό σήμα προειδοποιώντας για το λάθος.

Κατά τη **μεταφορά των προϊόντων** υπάρχει επίσης ανάγκη ανίχνευσης και ταυτοποίησης των μεταφερόμενων προϊόντων. Ένα μεγάλο μέρος των λαθών γίνεται επίσης και κατά τη εκφόρτωση των προϊόντων στο χώρο του παραλήπτη. Με τη χρήση GIS συστημάτων [*G.I.S:(Geographical Informations Systems)* ή (*Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Γ.Σ.Π*) : Είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής, αποθήκευσης ,διαχείρισης , ανάλυσης και απεικόνισης πληροφοριών σχετικών με ζητήματα γεωγραφικής φύσης] καθώς και άλλων συστημάτων επικοινωνίας των μεταφορικών οχημάτων δίνεται η δυνατότητα παρακολούθησης της πορείας μεταφοράς των προϊόντων.

Κατά την εκφόρτωση των προϊόντων πάλι οι RFID ετικέτες δηλώνουν τον προορισμό της παραγγελίας και οι αναγνώστες με τη χρήση του κατάλληλου συστήματος επισημαίνουν την ορθότητα ή μη του παραλήπτη στον οποίο έχουν μεταφερθεί τα προϊόντα.



Στην παραπάνω εικόνα μπορούμε να δούμε τις λειτουργίες του RFID που αναλύσαμε παραπάνω. Στο νούμερο **1** έχουμε την εισαγωγή των προϊόντων στην αποθήκη και την ταυτοποίηση τους από τον αναγνώστη που βρίσκεται στη είσοδο. Κατόπιν στο νούμερο **2** έχουμε ένα ασύρματο σημείο πρόσβασης (αναγνώστης) που λαμβάνει τα δεδομένα (ποσότητα και τύπος προϊόντων) από τις ετικέτες και τα μεταβιβάζει στον υπάλληλο . **3** Τα προϊόντα είναι τοποθετημένα σε ράφια τα οποία είναι αριθμημένα με ετικέτες RFID για να είναι εύκολη και γρήγορη η εύρεση τους. Στο νούμερο **4** έχουμε επισηματοθετημένες περιοχές με προϊόντα πριν τοποθετηθούν στα αντίστοιχα ράφια .**5** Οι αναγνώστες RFID που είναι συνδεδεμένοι με το σύστημα διαχείρισης της αποθήκης εισάγουν αυτόματα πληροφορίες στις ετικέτες για το φορτηγό και τη θέση που πρέπει να φορτωθούν σε αυτό. **6** Χώρος τοποθέτησης προϊόντων πριν την φόρτωση τους .**7** Έλεγχος προϊόντων από αναγνώστες που είναι τοποθετημένοι στην έξοδο της αποθήκης και στα φορτηγά για εξάλειψη λάθους κατά την φόρτωση.

Κεφάλαιο 5

5. ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ RFID

5.1 Ιδιωτικότητα και ασφάλεια

Τα θέματα της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας στην RFID τεχνολογία αναδεικνύονται από το γεγονός ότι οι άνθρωποι δεν μπορούν να αντιληφθούν την RF ακτινοβολία που χρησιμοποιείται για την ανάγνωση των tags και επιπλέον τα tags δεν κρατούν ιστορικό του τι διαβάστηκε και από ποιόν. Ως αποτέλεσμα, τα tags μπορούν να διαβαστούν από οντότητες διαφορετικές από αυτές των κατόχων τους και χωρίς οι κάτοχοι τους να έχουν επίγνωση.

Πιο συγκεκριμένα, το θέμα της ασφάλειας των συστημάτων και της αυθεντικοποίησης στο RFID, αφορά το πρόβλημα καλώς συμπεριφερόμενων readers τα οποία διαβάζουν πληροφορίες κακόβουλων tags, ειδικότερα πλαστών. Μέχρι πρόσφατα δεν διαφαινόταν να υπάρχει κίνδυνος αντιγραφής ενός tag, αλλά ειδικοί απέδειξαν σημαντικές αδυναμίες ασφάλειας, όπως η αντιγραφή ενός διαβατηρίου νέας γενιάς ή ενός συστήματος immobilizer με μη εξειδικευμένο χαμηλού κόστους εξοπλισμό.

Από την άλλη, η ιδιωτικότητα στο RFID αφορά το πρόβλημα κακόβουλων readers που διαβάζουν πληροφορίες από tags στα οποία δεν έχουν εξουσιοδότηση. Οι περισσότεροι κίνδυνοι παραβίασης της προσωπικής ζωής των πολιτών προκύπτουν από το γεγονός ότι τα tags με τη μοναδικότητα του σειριακού αριθμού τους, μπορούν εύκολα να συσχετιστούν με τη ταυτότητα ενός ατόμου.

5.2 Κίνδυνοι συστημάτων RFID

- **Κίνδυνος παρακολούθησης των κινήσεων ενός ατόμου.** Μπορεί να βγει ένα συμπέρασμα για τη συμπεριφορά ενός ατόμου με βάση τα δεδομένα που λαμβάνεται από μια ομάδα tags.
- **Κίνδυνος συσχέτισης.** Όταν ένας πελάτης αγοράσει ένα προϊόν το οποίο φέρει ένα tag, η ταυτότητα αυτού του ατόμου μπορεί να συσχετιστεί με τον ηλεκτρονικό σειριακό αριθμό του αντικειμένου.
- **Κίνδυνος αποκάλυψης θέσης.** Άτομα τα οποία φέρουν ένα tag μοναδικού σειριακού αριθμού μπορεί να παρακολουθούνται στο χώρο και η τοποθεσία τους να φανερώνεται, με την προϋπόθεση αυτός που κάνει την παρακολούθηση να γνωρίζει την αντιστοιχία ατόμου με tag.

- **Κίνδυνος αποκάλυψης προτιμήσεων.** Επιπλέον το tag σε ένα αντικείμενο φανερώνει τον κατασκευαστή, τον τύπο του, την μοναδική ταυτότητα του αλλά και την τιμή του. Αυτό αποκαλύπτει τις προτιμήσεις του πελάτη σε ανταγωνιστικές εταιρίες, ή άλλα αδιάκριτα άτομα.
- **Κίνδυνος κατηγοριοποίησης ανθρώπων.** Κάποιοι μπορούν να κατηγοριοποιήσουν τα άτομα σε διάφορες ομάδες με βάση τα tags που φέρουν, και να τα εντοπίσουν χωρίς καν να γνωρίζουν την ταυτότητα τους.
- **Κίνδυνος αποκάλυψης συναλλαγών.** Όταν ένα αντικείμενο που φέρει tag αλλάξει ομάδα μπορεί κάποιος να συμπεράνει μια συναλλαγή μεταξύ των ατόμων που συσχετίζονται με αυτές τις ομάδες.
- **Κίνδυνος απαρχαιωμένων στοιχείων.** Οι καταχωρήσεις που αφορούν ένα άτομο σε μια βάση δεδομένων δεν ενημερώνονται όταν το άτομο αποκόπτεται από το προϊόν που φέρει το tag, αλλά το συσχετίζουν εφόρου ζωής με αυτόν, με αποτέλεσμα σε πολλές περιπτώσεις να εξάγονται λάθος συμπεράσματα για το άτομο αυτό.

5.3 Τεχνικές επιθέσεων

Ακολουθούν μερικές από τις **τεχνικές επιθέσεων**, που μέχρι σήμερα έχουν εντοπισθεί, κατά συστημάτων R.F.I.D. και οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία προβλημάτων ασφάλειας και ιδιωτικότητας

- **Κρυφή σάρωση:** όπως κάθε σύστημα ασύρματης επικοινωνίας, η εμβέλεια επικοινωνίας των ετικετών R.F.I.D. με τους αναγνώστες συνεπάγεται και την περιοχή δράσης των πιθανών εισβολέων, που μπορούν έτσι να διαβάσουν τα περιεχόμενα της ετικέτας, με άμεσο αντίκτυπο την παραβίαση της εμπιστευτικότητας των αποθηκευμένων στην ετικέτα πληροφοριών.
- **Κρυφή παρακολούθηση:** ακόμη και όταν τα δεδομένα που βρίσκονται στο chip της ετικέτας δεν μπορούν να διαβαστούν, η εκπομπή της ταυτότητάς του (chip ID) κατά την αρχικοποίηση (initialization) του πρωτοκόλλου επικοινωνίας, μπορεί να επιτρέψει την παρακολούθηση των κινήσεων του φορέα της ετικέτας από μη εξουσιοδοτημένα μέρη.
- **Κρυφή απογραφή:** όταν η ετικέτα R.F.I.D. βρίσκεται ενσωματωμένη σε κάποιο αγαθό που έχει αγοράσει ο φορέας με την πιστωτική του κάρτα, γίνεται πολύ ευκολότερη η διασταύρωση στοιχείων από την βάση δεδομένων. Μέσω της συνδυαστικής ταυτοποίησης αγαθού και κατόχου, καταγράφονται καταναλωτικές προτιμήσεις και συνήθειες, με αποτέλεσμα να μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα που αφορούν όχι μόνον την «άνώδυνη» καταναλωτική δραστηριότητα συγκεκριμένου ανθρώπου, αλλά ακόμη και ευαίσθητα προσωπικά του δεδομένα, όπως την κατάσταση της υγείας του.
- **Αντιγραφή, μεταβολή και αναπαραγωγή:** είναι σχετικά εύκολη και φθηνή η αντιγραφή και μεταβολή του περιεχομένου των ετικετών, καθώς και η αναπαραγωγή του από ειδικές συσκευές.

5.4 Τρόποι επίλυσης προβλημάτων

Για τα προβλήματα και τους κινδύνους των συστημάτων RFID έχουν προταθεί διάφοροι τρόποι επίλυσης τους:

- **Καταστροφή των tags** κατά την αγορά τους, μέσω ενός kill command, ή αφαίρεση της ετικέτας χειροκίνητα όπου αυτό επιτρέπεται. Σαν μέτρο αποφυγής κακόβουλων kill commands απαιτείται ο reader που θα αποστείλει το kill command να έχει μεταδώσει και συγκεκριμένο PIN, το οποίο θα επαληθεύσει την ενέργεια αυτή. Η πρόταση της καταστροφής των tags εξαλείφει όλα τα πλεονεκτήματα του RFID που μπορεί να αξιοποιήσει ο καταναλωτής. Για τα επαναχρησιμοποιήσιμα tags, μία πρόταση είναι η απενεργοποίηση τους μέσω κάποιας sleep command και η ενεργοποίηση τους με κάποια wake up command, κάτι που όμως περικλείει προβλήματα αυθεντικοποίησης των readers ή της διαχείρισης των κωδικών.
- Η ασφάλεια των tags μπορεί ακόμα να επιτευχθεί με **χρήση απλών υλικών** από μέταλλο τα οποία μπλοκάρουν και διαχέουν την RF ακτινοβολία, για παράδειγμα μια κονσέρβα ή 27mm περιτύλιγμα με αλουμινόχαρτο είναι ικανά να θωρακίσουν το tag.
- Επίσης υλικά με υγρότητα απορροφούν τα RFID σήματα, για παράδειγμα 1mm περίβλημα θαλασσινού νερού έχει το ίδιο αποτέλεσμα. Ακόμα και τα πλαστικά, αλλά και κάθε αγωγίμο υλικό έχει σαν αποτέλεσμα την αποδυνάμωση του σήματος της κεραίας, για παράδειγμα ένα tag μέσα σε μια ανθρώπινη γροθιά θα μπορούσε ίσως να αποτρέψει την ικανότητα ανάγνωσης του.
- Τέλος μπορεί να αποτραπεί πλήρως η λήψη ενέργειας από ένα tag αν απλώς τοποθετηθεί μέσα σε ένα κλωβό Faraday, ενώ παρομοίως μπορεί να αποτραπεί η επιτυχής αποστολή σημάτων από έναν reader αν αυτός τοποθετηθεί σε μία τέτοιου είδους περίφραξη η οποία εμποδίζει τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

Σύνθεση Υλικού	Οι επιδράσεις του στα RF σήματα
Αυλακωτό χαρτόνι	Απορρόφηση από την υγρασία, detuning (dielectric)
Αγώγιμα υγρά	Απορρόφηση
Γυαλί	Εξασθένηση
Κονσέρβα	Σύνθετες επιδράσεις στη διάδοση (lenses, filters) ανάκλαση
Ανθρώπινο σώμα	Απορρόφηση, detuning (dielectric), ανάκλαση
Μέταλλα	ανάκλαση
Πλαστικά	Detuning (dielectric effect)

Πίνακας: Επίδραση υλικών στις RFID επικοινωνίες

- **Χρήση κωδικών πρόσβασης** στο tag για την εξουσιοδοτημένη χρήση του. Απαραίτητη είναι η επίλυση του προβλήματος της διαχείρισης των κωδικών. Επιπλέον παράδοξο για κάποιες περιπτώσεις εφαρμογών είναι το γεγονός ότι ο reader συνήθως δε ξέρει ποιον κωδικό να μεταδώσει σε κάποιο tag παρά μόνο εάν ξέρει την ταυτότητα του.
- **Χρήση κρυπτογράφησης** κατά την επικοινωνία μεταξύ tag και reader. Σε αυτή την περίπτωση υφίσταται το πρόβλημα της διαχείρισης των κλειδιών καθώς και της κατακόρυφης αύξησης του κόστους των tags, προκειμένου αυτά να εκτελούν δυναμικές λειτουργίες κρυπτογράφησης.
- **Χρήση πολλών εναλλασσόμενων ψευδονύμων** με σκοπό την αντικατάσταση της παρουσίας ενός μοναδικού σειριακού αριθμού του tag με άλλους τυχαίους ή μη ανιχνεύσιμους αριθμούς.
- **Χρήση blocker tags**, τα οποία μπλοκάρουν τους μη εξουσιοδοτημένους readers προσομοιώνοντας πολλά tags ταυτόχρονα. Ο κίνδυνος εξελιγμένοι readers να είναι ικανοί να φιλτράρουν επιτυχώς τα σήματα του blocker tag είναι υπαρκτός.
- **Χρησιμοποιώντας ένα επιπλέον κύκλωμα**, ένα tag μπορεί να κάνει μια (σήμα προς θόρυβο) ανάλυση, ώστε να προσδιορίσει την απόσταση του reader και ανάλογα να ορίσει τη συμπεριφορά του. Η τεχνική αυτή δεν είναι επαρκής για να εγγηθηθεί κάτι, αλλά είναι συμπληρωματική των προαναφερθέντων τεχνικών.
- **Proxying προσέγγιση**. Χρήση προσωπικών συσκευών αυτοπροστασίας από αναγνώστες RFID για διαφύλαξη της ιδιωτικότητας, όπως για παράδειγμα το "Watchdog Tag", μία συσκευή παρακολούθησης και ελέγχου της RFID δραστηριότητας ή το "RFID Guardian", μία συσκευή που λειτουργεί σαν κάποιο είδος RFID firewall.

6. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ RFID

Η σίγουρη εξέλιξη της τεχνολογίας RFID τα επόμενα χρόνια είναι η αντικατάσταση των barcode σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αυτοματοποίηση πολλών ανθρώπινων εργασιών, ενώ ταυτόχρονα θα έχει τη δυνατότητα να βοηθά τις επιχειρήσεις να πιστοποιήσουν την παράδοση του προϊόντος, να διαχειρίζονται τα κέντρα δεδομένων τους αποτελεσματικότερα, ακόμη και να ελαττώσουν τα αυξανόμενα προβλήματα απάτης, και υποκλοπών.

Μια μελλοντική χρήση είναι η δυνατότητα της παρακολούθησης ολόκληρου του κύκλου ζωής ενός προϊόντος (τόπος κατασκευής, το σημείο εκκίνησης, τις στάσεις που έκανε στο δρομολόγιο του, μέχρι και τον χρόνο που έκανε να φτάσει στο τελικό σημείο προορισμού) και την προσθήκη εφαρμογών που θα μπορούν να αποθηκεύουν δεδομένα όπως για την συντήρηση και την επισκευή του προϊόντος.

Άλλη μια μελλοντική εφαρμογή της τεχνολογίας RFID θα είναι η επέκταση της χρήσης της στον τομέα της υγείας όπου κάθε ένας από εμάς έχει τα δεδομένα του ατομικού ιατρικού του φακέλου αποθηκευμένα σε μια ετικέτα RFID. Παρομοίως όλα τα στοιχεία των προσωπικών μας δεδομένων (διαβατήρια, τραπεζικοί λογαριασμοί, δίπλωμα, ταυτότητα κλπ) θα μπορούν να βρίσκονται συγκεντρωμένα σε μια ετικέτα.

Καθώς η τεχνολογία RFID εξελίσσεται, ο κόσμος γύρω μας θα είναι γεμάτος από αναγνώστες και ετικέτες. Τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής δεν θα επικεντρώνονται μόνο στις επιχειρήσεις, αλλά θα επεκτείνονται και στους καταναλωτές. Μερικά παραδείγματα είναι τα εξής:

Διευκόλυνση στις επιστροφές προϊόντων: καθώς θα είναι δυνατή η επιστροφή ενός προϊόντος που φέρει μια ετικέτα RFID χωρίς να χρειάζεται η απόδειξη από το κατάστημα. Η ετικέτα θα παραπέμπει σε μια βάση δεδομένων που θα περιέχει τις πληροφορίες σχετικά με το χρόνο που αγοράστηκε το προϊόν, την τιμή του , ακόμη και πληροφορίες λογαριασμού πιστωτικής κάρτας εάν αυτό ήταν επιθυμητό. Οι λεπτομερείς πληροφορίες από τις επιστροφές των πελατών θα βοηθήσουν τα καταστήματα να εκλεπτύνουν τις επιλογές των καταλόγων τους. Για παράδειγμα εάν πολλά προϊόντα κάποιου είδους επιστέφονταν ως ελαττωματικά, ο ιδιοκτήτης μιας επιχείρησης που χρησιμοποιεί RFID θα μπορεί με ευκολία να εντοπίσει το εργοστάσιο από το οποίο προέρχονται .

Εξατομίκευση: Ο καταναλωτής θα έχει μια ετικέτα RFID η οποία θα περιέχει αποθηκευμένες, ή θα παραπέμπει σε προσωπικές πληροφορίες που θα αφορούν τις προτιμήσεις του. Για παράδειγμα όταν πλησιάζει ένα ράφι σε ένα κατάστημα ενδυμάτων LED θα ανάβουν στις κρεμάστρες με τα προϊόντα που ταιριάζουν στο νούμερο του ή είναι του χρώματος που προτιμά.

Έξυπνες εφαρμογές : Οι ηλεκτρικές συσκευές θα μπορούν να αναγνωρίζουν ετικέτες RFID και να εκτελούν διεργασίες βάση των πληροφοριών που εμπεριέχονται σε αυτές. Παραδείγματος χάριν, ένα πλυντήριο θα μπορεί να επιλέγει το πρόγραμμα πλύσης του βασισμένο στις πληροφορίες που θα λαμβάνει από τις ετικέτες των ενδυμάτων .Ένα έξυπνο ψυγείο θα ελέγχει μόνο του το περιεχόμενό του,

θα πληροφορεί τον ιδιοκτήτη του για ελλειπή ή ληγμένα προϊόντα και θα δημιουργεί αυτόματα λίστες για ψώνια .

Εύκολες αγορές : Ο καταναλωτής θα μπορεί να αγοράζει ή να ενοικιάζει προϊόντα απλά και μόνο βγάζοντας τα από το κατάστημα. Η συσκευή πληρωμών RFID που θα έχει στην τσέπη του και οι ετικέτες που θα είναι τοποθετημένες στα προϊόντα θα επιτρέπουν στην συναλλαγή να πραγματοποιείται αυτόματα.

Όπως μπορούμε να δούμε, τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η τεχνολογία RFID είναι μεγάλα και τα οφέλη πολλαπλά. Όμως για την παγκόσμια εξέλιξη της, είναι απαραίτητο πρώτα να επιλυθούν τα προβλήματα που συνδέονται με την χρήση της τεχνολογίας, θα πρέπει να γίνει τυποποίηση σε παγκόσμιο επίπεδο των ζωνών συχνοτήτων τις οποίες χρησιμοποιούν τα δίκτυα RFID, αλλά και του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία του δικτύου (ετικέτες, αναγνώστες).

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η αναγνώριση μέσω ραδιοσυχνοτήτων αποτελεί μια τεχνολογία αυτόματης αναγνώρισης που βρίσκεται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος και υιοθετείται από οργανισμούς και επιχειρήσεις σε όλο τον κόσμο. Οι εφαρμογές της εν λόγω τεχνολογίας είναι απεριόριστες, με πολλά παραδείγματα στον χώρο της υγείας, της ασφάλειας και του ελέγχου πρόσβασης (πχ ηλεκτρονικά διαβατήρια), της εφοδιαστικής αλυσίδας, κτλ.

Η ευρεία υιοθέτηση της εν λόγω τεχνολογίας οφείλεται στο γεγονός ότι προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα ,όπως αναγνώριση και παρακολούθηση μεμονωμένων αντικειμένων και ατόμων ,ταχύτατη συλλογή δεδομένων τα όποια μπορεί να μεταβάλλονται συνεχώς και μάλιστα χωρίς να χρειάζεται οπτική επαφή ,αλλά και δυνατότητα σύνδεσης του φυσικού κόσμου με τον ψηφιακό χωρίς να απαιτείται ανθρώπινη παρέμβαση. Βεβαία, κάθε νόμισμα έχει δυο πλευρές.

Η τεχνολογία RFID παρουσιάζει αρκετά μειονεκτήματα όπως το κόστος υλοποίησης της, η ύπαρξη ανταγωνιστικών προτύπων ,αλλά και τα συνήθη προβλήματα των ραδιοκυμάτων (στα όποια βασίζεται η λειτουργία της),όπως αντανάκλαση ,εξασθένηση ,παρεμβολή κτλ.

Ωστόσο ,σημαντικότερα είναι τα προβλήματα ασφάλειας και οι απειλές που αντιμετωπίζουν τα συστήματα που αξιοποιούν την εν λόγω τεχνολογία.

Παρ' όλα αυτά, τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας RFID και η συνεχή της εξέλιξη, την καθιστούν την κύρια τεχνολογία αυτόματης αναγνώρισης του μέλλοντος.

Επιστημονικές Εργασίες

Vaudenay, S.; , "E-Passport Threats," *Security & Privacy, IEEE* , vol.5, no.6, pp.61-64, Nov.-Dec. 2007

doi: 10.1109/MSP.2007.164

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4402450&isnumber=4402432>

You, B.; Lin, B.; Zhou, J.; Xu, W.; , "Dual-frequency folded dipole antenna with PBG structure,"

Electronics Letters , vol.45, no.12, pp.584-588, June 4 2009

doi: 10.1049/el.2009.0764

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5069757&isnumber=5069747>

The Nan Chang; Jyun Ming Lin; , "A Novel Circularly Polarized Patch Antenna With a Serial Multislot Type of Loading," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on* , vol.55, no.11, pp.3345-3348, Nov. 2007

doi: 10.1109/TAP.2007.908846

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4380529&isnumber=4380523>

Dontharaju, S.; Tung, S.; Jones, A.K.; Mats, L.; Panuski, J.; Cain, J.T.; Mickle, M.H.; , "The unwinding of a protocol [Supplement, Applications & Practice]," *Communications Magazine, IEEE* , vol.45, no.4, pp.4-10, April 2007

doi: 10.1109/MCOM.2007.348669

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4156119&isnumber=4156115>

Rose-Marie Droes; Maurice Mulvenna; Chris Nugent; Dewar Finlay; Mark Donnelly; Marius Mikalsen; Stale Walderhaug; Tim van Kasteren; Ben Krose; Stefano Puglia; Fabio Scanu; Marco Oreste Migliori; Erdem Ucar; Cenk Atlig; Yilmaz Kilicaslan; Ozlem Ucar; Jennifer Hou; , "Healthcare Systems and Other Applications," *Pervasive Computing, IEEE* , vol.6, no.1, pp.59-63, Jan.-March 2007

doi: 10.1109/MPRV.2007.12

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4101143&isnumber=4101128>

Oka, A.; Lampe, L.; , "Distributed target tracking using signal strength measurements by a wireless sensor network," *Selected Areas in Communications, IEEE Journal on* , vol.28, no.7, pp.1006-1015, September 2010

doi: 10.1109/JSAC.2010.100905

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5555899&isnumber=5555896>

Laursen, W.; , "Managing the mega flock (individual animal management systems)," *IEE Review* , vol.52, no.2, pp. 38- 42, Feb. 2006

doi: 10.1049/ir:20060203

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1599355&isnumber=33628>

Sugimoto, M.; Kusunoki, F.; Hashizume, H.; , "A system for supporting group activities with a sensor-embedded board," *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on* , vol.36, no.5, pp.693-700, Sept. 2006

doi: 10.1109/TSMCC.2005.855491

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1678044&isnumber=35295>

Tikhov, Y.; Won, J.H.; , "Impedance-matching arrangement for microwave transponder operating over plurality of bent installations of antenna," *Electronics Letters* , vol.40, no.10, pp. 574- 575, 13 May 2004

doi: 10.1049/el:20040413

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1300211&isnumber=28889>

Xu Zhang; Jun Yan; Vermeire, B.; Shadman, F.; Junseok Chae; , "Passive Wireless Monitoring of Wafer Cleanliness During Rinsing of Semiconductor Wafers," *Sensors Journal, IEEE* , vol.10, no.6, pp.1048-1055, June 2010

doi: 10.1109/JSEN.2010.2042443

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5443714&isnumber=5443637>

Gilbert, H.; Robshaw, M.; Sibert, H.; , "Active attack against HB⁺: a provably secure lightweight authentication protocol," *Electronics Letters* , vol.41, no.21, pp. 1169- 1170, 13 Oct. 2005

doi: 10.1049/el:20052622

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1522015&isnumber=32548>

Pochiraju, T.; Fusco, V.; , "Reflection/transmission tuner analysis and applications," *Microwaves, Antennas & Propagation, IET* , vol.4, no.9, pp.1387-1396, September 2010

doi: 10.1049/iet-map.2009.0418

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5585265&isnumber=5585237>

Fernandez, J.G.; Garcia, J.C.Y.; Garcia, Y.-S.M.; Santos, J.; , "Transf-ID: Automatic ID and Data Capture for Rail Freight Asset Management," *Internet Computing, IEEE* , vol.13, no.1, pp.22-30, Jan.-Feb. 2009

doi: 10.1109/MIC.2009.24

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4747624&isnumber=4747615>

Upson, S.; , "Update: Putting wireless power to work smart sensors harvest," *Spectrum, IEEE* , vol.45, no.6, pp.16, June 2008

doi: 10.1109/MSPEC.2008.4531445

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4531445&isnumber=4531408>

Jie Yin; Qiang Yang; Ni, L.M.; , "Learning Adaptive Temporal Radio Maps for Signal-Strength-Based Location Estimation," *Mobile Computing, IEEE Transactions on* , vol.7, no.7, pp.869-883, July 2008

doi: 10.1109/TMC.2007.70764

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4359003&isnumber=4525549>

Jau-Jr Lin; Hsin-Ta Wu; Yu Su; Li Gao; Sugavanam, A.; Brewer, J.E.; O, K.K.; , "Communication Using Antennas Fabricated in Silicon Integrated Circuits," *Solid-State Circuits, IEEE Journal of* , vol.42, no.8, pp.1678-1687, Aug. 2007

doi: 10.1109/JSSC.2007.900236

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4277869&isnumber=4277855>

Dwyer, J.; , "The weakest link [manufacturing supply chain logistics]," *IEE Review* , vol.50, no.7, pp. 38-41, July 2004

doi: 10.1049/ir:20040702

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1322263&isnumber=29270>

Leong, K.M.K.H.; Miyamoto, R.Y.; Itoh, T.; , "Moving forward in retrodirective antenna arrays," *Potentials, IEEE* , vol.22, no.3, pp. 16- 21, Aug.-Sept. 2003

doi: 10.1109/MP.2003.1232308

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1232308&isnumber=27610>

Krauchi, P.; Wager, P.A.; Eugster, M.; Grossmann, G.; Hilty, L.; , "End-of-life impacts of pervasive computing," *Technology and Society Magazine, IEEE* , vol.24, no.1, pp. 45- 53, Spring 2005

doi: 10.1109/MTAS.2005.1407747

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1407747&isnumber=30520>

Gadh, R.; Roussos, G.; Michael, K.; Huang, G.Q.; Prabhu, B.S.; Chu, P.; , "RFID—A Unique Radio Innovation for the 21st Century," *Proceedings of the IEEE* , vol.98, no.9, pp.1546-1549, Sept. 2010

doi: 10.1109/JPROC.2010.2053871

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5552248&isnumber=5552238>

Takaragi, K.; Usami, M.; Imura, R.; Itsuki, R.; Satoh, T.; , "An ultra small individual recognition security chip," *Micro, IEEE* , vol.21, no.6, pp.43-49, Nov/Dec 2001

doi: 10.1109/40.977757

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=977757&isnumber=21083>

Karimi, R.; Webb, W.; , "Unlicensed TX," *Communications Engineer* , vol.5, no.2, pp.22-27, April-May 2007

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4216333&isnumber=4216323>

Rouhi, N.; Jain, D.; Burke, P.J.; , "Nanoscale Devices for Large-Scale Applications," *Microwave Magazine, IEEE* , vol.11, no.7, pp.72-80, Dec. 2010

doi: 10.1109/MMM.2010.938569

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5590344&isnumber=5590337>

Ching-Hu Lu; Chao-Lin Wu; Li-Chen Fu; , "A Reciprocal and Extensible Architecture for Multiple-Target Tracking in a Smart Home," *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on* , vol.41, no.1, pp.120-129, Jan. 2011

doi: 10.1109/TSMCC.2010.2051026

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5512682&isnumber=5669216>

Ciudad Rio-Perez, D.; Arribas, P.C.; Aroca, C.; Sanchez, P.; , "Testing Thick Magnetic Shielding Effect on a New Low Frequency RFIDs System," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on* , vol.56, no.12, pp.3838-3843, Dec. 2008

doi: 10.1109/TAP.2008.2007389

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4718016&isnumber=4717995>

Jaechun Lee; Sangwook Nam; , "Fundamental Aspects of Near-Field Coupling Small Antennas for Wireless Power Transfer," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on* , vol.58, no.11, pp.3442-3449, Nov. 2010

doi: 10.1109/TAP.2010.2071330

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5559351&isnumber=5617337>

Kumagai, J.; Cherry, S.; , "Sensors and sensibility," *Spectrum, IEEE* , vol.41, no.7, pp. 22- 26, 28, July 2004

doi: 10.1109/MSPEC.2004.1309801

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1309801&isnumber=29070>

Romero, H.P.; Remley, K.A.; Williams, D.F.; Chih-Ming Wang; Brown, T.X.; , "Identifying RF Identification Cards From Measurements of Resonance and Carrier Harmonics," *Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on* , vol.58, no.7, pp.1758-1765, July 2010

doi: 10.1109/TMTT.2010.2049773

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5473125&isnumber=5508641>

Donelli, M.; Franceschini, D.; , "Experiments With a Modulated Scattering System for Through-Wall Identification," *Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE* , vol.9, no., pp.20-23, 2010

doi: 10.1109/LAWP.2010.2041026

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5395634&isnumber=5423326>

Radiom, S.; Mohammadpour-Aghdam, K.; Vandebosch, G.A.E.; Gielen, G.; , "A Monolithically Integrated On-Chip Antenna in 0.18 μm Standard CMOS Technology for Far-Field Short-Range Wireless Powering," *Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE* , vol.9, no., pp.631-633, 2010

doi: 10.1109/LAWP.2010.2052450

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5483136&isnumber=5423326>

Atock, C.; , "Where's my stuff? [supply chain management]," *Manufacturing Engineer* , vol.82, no.2, pp. 24- 27, April 2003

doi: 10.1049/me:20030202

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1199789&isnumber=27008>

Knerr, B.; Holzer, M.; Angerer, C.; Rupp, M.; , "Slot-wise maximum likelihood estimation of the tag population size in FSA protocols," *Communications, IEEE Transactions on* , vol.58, no.2, pp.578-585, February 2010

doi: 10.1109/TCOMM.2010.02.080571

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5407623&isnumber=5407594>

Padhi, S.K.; Karmakar, N.C., Sr.; Law, C.L.; Aditya, S., Sr.; , "A dual polarized aperture coupled circular patch antenna using a C-shaped coupling slot," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on* , vol.51, no.12, pp. 3295- 3298, Dec. 2003

doi: 10.1109/TAP.2003.820947

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1261808&isnumber=28201>

Alkar, A.Z.; Roach, J.; Baysal, D.; , "IP based home automation system," *Consumer Electronics, IEEE Transactions on* , vol.56, no.4, pp.2201-2207, November 2010

doi: 10.1109/TCE.2010.5681091

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5681091&isnumber=5681060>

Sarma, S.; Brock, D.; Engels, D.; , "Radio frequency identification and the electronic product code," *Micro, IEEE* , vol.21, no.6, pp.50-54, Nov/Dec 2001

doi: 10.1109/40.977758

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=977758&isnumber=21083>

Kaiser, U.; Steinhagen, W.; , "A low-power transponder IC for high-performance identification systems," *Solid-State Circuits, IEEE Journal of* , vol.30, no.3, pp.306-310, Mar 1995

doi: 10.1109/4.364446

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=364446&isnumber=8349>

Russell, D.M.; , "UbiComp 2003: Sensors in Seattle," *Pervasive Computing, IEEE* , vol.3, no.2, pp.76-80, April-June 2004

doi: 10.1109/MPRV.2004.1316824

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1316824&isnumber=29186>

Bruns, E.; Brombach, B.; Zeidler, T.; Bimber, O.; , "Enabling Mobile Phones To Support Large-Scale Museum Guidance," *Multimedia, IEEE* , vol.14, no.2, pp.16-25, April-June 2007

doi: 10.1109/MMUL.2007.33

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4160276&isnumber=4160269>

Olsson, T.; Hjelm, M.; Siden, J.; Nilsson, H.-E.; , "Comparative robustness study of planar antennas," *Microwaves, Antennas & Propagation, IET* , vol.1, no.3, pp.674-680, June 2007

doi: 10.1049/iet-map:20060155

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4232462&isnumber=4232441>

Potyrailo, Radislav A.; Surman, Cheryl; Go, Steven; Lee, Yongjae; Sivavec, Timothy; Morris, William G.; , "Development of radio-frequency identification sensors based on organic electronic sensing materials for selective detection of toxic vapors," *Journal of Applied Physics* , vol.106, no.12, pp.124902-124902-6, Dec 2009

doi: 10.1063/1.3247069

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5357215&isnumber=5357205>

Lin, W.-P.; Ku, C.-H.; , "Tag identification enhancement by using a distributed antenna structure for radio frequency identification systems," *Microwaves, Antennas & Propagation, IET* , vol.3, no.8, pp.1199-1205, December 2009

doi: 10.1049/iet-map.2008.0295

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5331958&isnumber=5331950>

Wen Li; Rodger, D.C.; Meng, E.; Weiland, J.D.; Humayun, M.S.; Yu-Chong Tai; , "Wafer-Level Parylene Packaging With Integrated RF Electronics for Wireless Retinal Prostheses,"

Microelectromechanical Systems, Journal of , vol.19, no.4, pp.735-742, Aug. 2010

doi: 10.1109/JMEMS.2010.2049985

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5484543&isnumber=5532211>

Ruff, T.M.; Hession-Kunz, D.; , "Application of radio-frequency identification systems to collision avoidance in metal/nonmetal mines," *Industry Applications, IEEE Transactions on* , vol.37, no.1, pp.112-116, Jan/Feb 2001

doi: 10.1109/28.903133

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=903133&isnumber=19538>

Junyi Zhou; Jing Shi; Xiuli Qu; , "Landmark Placement for Wireless Localization in Rectangular-Shaped Industrial Facilities," *Vehicular Technology, IEEE Transactions on* , vol.59, no.6, pp.3081-3090, July 2010

doi: 10.1109/TVT.2010.2048765

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5453006&isnumber=5508587>

Ziai, M.A.; Batchelor, J.C.; , "Thin ultra high-frequency platform insensitive radio frequency identification tags," *Microwaves, Antennas & Propagation, IET* , vol.4, no.3, pp.390-398, March 2010

doi: 10.1049/iet-map.2008.0351

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5430363&isnumber=5430351>

De Marco, Anthony; Bandy, William; Parsa, Siavash; Kaufmann, Henry; Melngailis, John; , "Writing the identity in radio frequency identity tags with focused ion-beam implantation of transistor gates," *Journal of Vacuum Science & Technology B: Microelectronics and Nanometer Structures* , vol.23, no.6, pp.2811-2815, Nov 2005

doi: 10.1116/1.2091092

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4974614&isnumber=4974510>

Myny, Kris; Steudel, Soeren; Vicca, Peter; Genoe, Jan; Heremans, Paul; , "An integrated double half-wave organic Schottky diode rectifier on foil operating at 13.56 MHz," *Applied Physics Letters* , vol.93, no.9, pp.093305-093305-3, Sep 2008

doi: 10.1063/1.2978348

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4836882&isnumber=4836808>

Moayeri, N.; Mapar, J.; Tompkins, S.; Pahlavan, K.; , "Emerging opportunities for localization and tracking [Guest Editorial]," *Wireless Communications, IEEE* , vol.18, no.2, pp.8-9, April 2011

doi: 10.1109/MWC.2011.5751290

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5751290&isnumber=5751283>

Yoon, Bongno; Sung, Man Young; Yeon, Sujin; Oh, Hyun S.; Kwon, Yoonjoo; Kim, Chuljin; Kim, Kyung-Ho; , "Metal-ferroelectric-metal capacitor based persistent memory for electronic product code class-1 generation-2 uhf passive radio-frequency identification tag," *Journal of Applied Physics* , vol.105, no.6, pp.061628-061628-4, Mar 2009

doi: 10.1063/1.3055343

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5133123&isnumber=5133093>

, "News Briefs," *IT Professional* , vol.7, no.6, pp. 6- 9, Nov.-Dec. 2005

doi: 10.1109/MITP.2005.151

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1573649&isnumber=33274>

Kondo, Koichi; Yoshida, Shigeyoshi; Ono, Hiroshi; Abe, Masanori; , "Spin sprayed Ni(-Zn)-Co ferrite films with natural resonance frequency exceeding 3 GHz," *Journal of Applied Physics* , vol.101, no.9, pp.09M502-09M502-3, May 2007

doi: 10.1063/1.2710465

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4943958&isnumber=4943551>

Lee, C.; Han, W.K.; Park, I.; Choo, H.; , "Design of a double-layered spiral antenna for radio frequency identification applications," *Microwaves, Antennas & Propagation, IET* , vol.4, no.1, pp.121-127, January 2010

doi: 10.1049/iet-map.2008.0315

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5356100&isnumber=5356085>

Or, Y.C.; Leung, K.W.; Mitra, R.; Rao, K.V.S.; , "Analysis on the platform-tolerant radio-frequency identification tag antenna," *Microwaves, Antennas & Propagation, IET* , vol.3, no.4, pp.601-606, June 2009

doi: 10.1049/iet-map.2008.0191

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4956832&isnumber=4956734>

Hirvonen, M.; Pursula, P.; Jaakkola, K.; Laukkanen, K.; , "Planar inverted-F antenna for radio frequency identification," *Electronics Letters* , vol.40, no.14, pp. 848- 850, 8 July 2004

doi: 10.1049/el:20045156

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1315485&isnumber=29150>

O'Neill, M.; Robshaw, M.J.B.; , "Low-cost digital signature architecture suitable for radio frequency identification tags," *Computers & Digital Techniques, IET* , vol.4, no.1, pp.14-26, January 2010

doi: 10.1049/iet-cdt.2008.0165

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5354990&isnumber=5354988>

Choi, W.; Kim, J.-S.; Bae, J.-H.; Choi, G.; Chae, J.-S.; , "Near-field antenna for a radio frequency identification shelf in the uhf band," *Microwaves, Antennas & Propagation, IET* , vol.4, no.10, pp.1538-1542, October 2010

doi: 10.1049/iet-map.2009.0203

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5609050&isnumber=5609036>

Kwan-Wu Chin; , "Pairwise: a time hopping medium access control protocol for wireless sensor networks," *Consumer Electronics, IEEE Transactions on* , vol.55, no.4, pp.1898-1906, November 2009

doi: 10.1109/TCE.2009.5373748

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5373748&isnumber=5373721>

Fortunato, E.; Correia, N.; Barquinha, P.; Pereira, L.; Goncalves, G.; Martins, R.; , "High-Performance Flexible Hybrid Field-Effect Transistors Based on Cellulose Fiber Paper," *Electron Device Letters, IEEE* , vol.29, no.9, pp.988-990, Sept. 2008

doi: 10.1109/LED.2008.2001549

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4604837&isnumber=4604831>

Sakamura, K.; Koshizuka, N.; , "The eTRON wide-area distributed-system architecture for e-commerce ," *Micro, IEEE* , vol.21, no.6, pp.7-12, Nov/Dec 2001

doi: 10.1109/40.977753

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=977753&isnumber=21083>

Ortiz, S., Jr.; , "Is near-field communication close to success?," *Computer* , vol.39, no.3, pp. 18- 20, March 2006

doi: 10.1109/MC.2006.93

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1607943&isnumber=33768>

Bansal, R.; , "Has Your Cat Gone Phishing? [AP-S Turnstile]," *Antennas and Propagation Magazine, IEEE* , vol.50, no.3, pp.142, June 2008

doi: 10.1109/MAP.2008.4563587

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4563587&isnumber=4559625>

Heiter, G.; , "What's new in 2009," *Microwave Magazine, IEEE* , vol.10, no.3, pp.49-50, 52, 81, May 2009

doi: 10.1109/MMM.2009.932069

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4820788&isnumber=4820745>

Fischer, J.; , "NFC in cell phones: The new paradigm for an interactive world [Near-Field Communications]," *Communications Magazine, IEEE* , vol.47, no.6, pp.22-28, June 2009
doi: 10.1109/MCOM.2009.5116794

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5116794&isnumber=5116787>

Popplewell, P.; Karam, V.; Shamim, A.; Rogers, J.; Roy, L.; Plett, C.; , "A 5.2-GHz BFSK Transceiver Using Injection-Locking and an On-Chip Antenna," *Solid-State Circuits, IEEE Journal of* , vol.43, no.4, pp.981-990, April 2008

doi: 10.1109/JSSC.2008.917516

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4476507&isnumber=4476475>

Cataldo, A.; Monti, G.; De Benedetto, E.; Cannazza, G.; Tarricone, L.; Catarinucci, L.; , "Assessment of a TD-Based Method for Characterization of Antennas," *Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on* , vol.58, no.5, pp.1412-1419, May 2009

doi: 10.1109/TIM.2008.2009199

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4729625&isnumber=4812252>

, "Over-Engineering The Soda Machine," *Spectrum, IEEE* , vol.47, no.9, pp.21, September 2010
doi: 10.1109/MSPEC.2010.5557507

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5557507&isnumber=5557487>

Sung, D.; de la Fuente Vornbrock, A.; Subramanian, V.; , "Scaling and Optimization of Gravure-Printed Silver Nanoparticle Lines for Printed Electronics," *Components and Packaging Technologies, IEEE Transactions on* , vol.33, no.1, pp.105-114, March 2010

doi: 10.1109/TCAPT.2009.2021464

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5350800&isnumber=5429141>

, "Flexibly uniform," *Electronics Letters* , vol.46, no.11, pp.734, May 27 2010

doi: 10.1049/el.2010.9068

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5479685&isnumber=5479683>

Chen, Y.; Rapajic, P.; , "Ultra-wideband cognitive interrogator network: adaptive illumination with active sensors for target localisation," *Communications, IET* , vol.4, no.5, pp.573-584, March 26 2010

doi: 10.1049/iet-com.2009.0495

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5437528&isnumber=5437520>

Tentzeris, M. M.; Witschnig, H.; Leitgeb, E.; , "Guest Editorial," *Microwave Theory and Techniques*,

IEEE Transactions on , vol.57, no.5, pp.1265-1267, May 2009

doi: 10.1109/TMTT.2009.2017324

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4814537&isnumber=4909499>

Fei Hu; Yang Xiao; Qi Hao; , "Congestion-aware, loss-resilient bio-monitoring sensor networking for mobile health applications," *Selected Areas in Communications, IEEE Journal on* , vol.27, no.4, pp.450-465, May 2009

doi: 10.1109/JSAC.2009.090509

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4909283&isnumber=4909272>

O'Neill, L.; Newton, B.; , "Connecting to the vision [next generation intelligence]," *Manufacturing Engineer* , vol.83, no.2, pp. 20- 23, April-May 2004

doi: 10.1049/me:20040203

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1332164&isnumber=29421>

Hsieh, Gen-Wen; Li, Flora M.; Beecher, Paul; Nathan, Arokia; Wu, Yiliang; Ong, Beng S.; Milne, William I.; , "High performance nanocomposite thin film transistors with bilayer carbon nanotube-polythiophene active channel by ink-jet printing," *Journal of Applied Physics* , vol.106, no.12, pp.123706-123706-7, Dec 2009

doi: 10.1063/1.3273377

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5372634&isnumber=5357205>

Nakamoto, H.; Yamazaki, D.; Yamamoto, T.; Kurata, H.; Yamada, S.; Mukaida, K.; Ninomiya, T.; Ohkawa, T.; Masui, S.; Gotoh, K.; , "A Passive UHF RF Identification CMOS Tag IC Using Ferroelectric RAM in 0.35- μm Technology," *Solid-State Circuits, IEEE Journal of* , vol.42, no.1, pp.101-110, Jan. 2007

doi: 10.1109/JSSC.2006.886523

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4039597&isnumber=4039574>

Kim, Nam-Soo; Han, Kenneth N.; , "Future direction of direct writing," *Journal of Applied Physics* , vol.108, no.10, pp.102801-102801-6, Nov 2010

doi: 10.1063/1.3510359

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5648541&isnumber=5640121>

Marin-Perianu, M.; Meratnia, N.; Havinga, P.; de Souza, L.M.S.; Muller, J.; Spiess, P.; Haller, S.; Riedel, T.; Decker, C.; Stromberg, G.; , "Decentralized enterprise systems: a multiplatform wireless sensor network approach," *Wireless Communications, IEEE* , vol.14, no.6, pp.57-66, December 2007

doi: 10.1109/MWC.2007.4407228

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4407228&isnumber=4407216>

Vullers, R.J.M.; Schaijk, R.V.; Visser, H.J.; Penders, J.; Hoof, C.V.; , "Energy Harvesting for Autonomous Wireless Sensor Networks," *Solid-State Circuits Magazine, IEEE* , vol.2, no.2, pp.29-38, Spring 2010

doi: 10.1109/MSSC.2010.936667

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5475111&isnumber=5475094>

, "2010 AWPL Piergiorgio L. E. Uslenghi Prize Paper Award," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on* , vol.58, no.12, pp.3783-3784, Dec. 2010

doi: 10.1109/TAP.2010.2090397

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5639214&isnumber=5639211>

Marinov, V.R.; Atanasov, Y.A.; Khan, A.; Vaselaar, D.; Halvorsen, A.; Schulz, D.L.; Chrisey, D.B.; , "Direct-Write Vapor Sensors on FR4 Plastic Substrates," *Sensors Journal, IEEE* , vol.7, no.6, pp.937-944, June 2007

doi: 10.1109/JSEN.2007.895964

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4162470&isnumber=4162466>

Stone, W.R.; , "Editor's comments," *Antennas and Propagation Magazine, IEEE* , vol.50, no.5, pp.8-225, Oct. 2008

doi: 10.1109/MAP.2008.4674704

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4674704&isnumber=4674380>

Heikkinen, J.; Kivikoski, M.; , "Low-profile circularly polarized rectifying antenna for wireless power transmission at 5.8 GHz," *Microwave and Wireless Components Letters, IEEE* , vol.14, no.4, pp. 162-164, April 2004

doi: 10.1109/LMWC.2004.827114

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1291451&isnumber=28762>

Cho, C.; Ryoo, J.; Park, I.; Choo, H.; , "Design of a novel ultra-high frequency radio-frequency identification reader antenna for near-field communications using oppositely directed currents," *Microwaves, Antennas & Propagation, IET* , vol.4, no.10, pp.1543-1548, October 2010

doi: 10.1049/iet-map.2009.0232

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5609051&isnumber=5609036>

Yeager, D.; Fan Zhang; Zarrasvand, A.; George, N.T.; Daniel, T.; Otis, B.P.; , "A 9 \$mu\$ A, Addressable Gen2 Sensor Tag for Biosignal Acquisition," *Solid-State Circuits, IEEE Journal of* , vol.45, no.10, pp.2198-2209, Oct. 2010

doi: 10.1109/JSSC.2010.2063930

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5584955&isnumber=5584926>

Yue-Shan Chang; Chih-Tien Fan; Yu Sheng Wu; , "Agent-Based Intelligent Software Exploits Near-Field Communication," *IT Professional* , vol.13, no.2, pp.30-36, March-April 2011

doi: 10.1109/MITP.2011.18

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5735593&isnumber=5735581>

Krikke, J.; , "T-Engine: Japan's ubiquitous computing architecture is ready for prime time," *Pervasive Computing, IEEE* , vol.4, no.2, pp. 4- 9, Jan.-March 2005

doi: 10.1109/MPRV.2005.40

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1427641&isnumber=30819>

Vitaz, J.A.; Buerkle, A.M.; Sarabandi, K.; , "Tracking of Metallic Objects Using a Retro-Reflective Array at 26 GHz," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on* , vol.58, no.11, pp.3539-3544, Nov. 2010

doi: 10.1109/TAP.2010.2071350

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5559365&isnumber=5617337>

Paulson,, Linda Dailey; , "News Briefs," *Computer* , vol.41, no.12, pp.21-23, Dec. 2008

doi: 10.1109/MC.2008.501

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4712495&isnumber=4712485>

Sauer, C.; Stanacevic, M.; Cauwenberghs, G.; Thakor, N.; , "Power harvesting and telemetry in CMOS for implanted devices," *Circuits and Systems I: Regular Papers, IEEE Transactions on* , vol.52, no.12, pp. 2605- 2613, Dec. 2005

doi: 10.1109/TCSI.2005.858183

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1556768&isnumber=33114>

Yambem, L.; Yapici, M.K.; Jun Zou; , "A New Wireless Sensor System for Smart Diapers," *Sensors Journal, IEEE* , vol.8, no.3, pp.238-239, March 2008

doi: 10.1109/JSEN.2008.917122

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4444539&isnumber=4443122>

Nakano, H.; Sasabe, M.; , "High-Speed Collective Readout of Large Quantities of Moving Electronic Tags Using the Response Probability Control Method," *Systems Journal, IEEE* , vol.1, no.2, pp.160-167, Dec. 2007

doi: 10.1109/JSYST.2007.907681

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4357940&isnumber=4383011>

Hirvonen, M.; Jaakkola, K.; Pursula, P.; Saily, J.; , "Dual-Band Platform Tolerant Antennas for Radio-Frequency Identification," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on* , vol.54, no.9, pp.2632-2637, Sept. 2006

doi: 10.1109/TAP.2006.880726

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1688052&isnumber=35613>

Jren-Chit Chin; Rautenberg, J.M.; Ma, C.Y.T.; Pujol, S.; Yau, D.K.Y.; , "An Experimental Low-Cost, Low-Data-Rate Rapid Structural Assessment Network," *Sensors Journal, IEEE* , vol.9, no.11, pp.1361-1369, Nov. 2009

doi: 10.1109/JSEN.2009.2019355

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5257355&isnumber=5257354>

Ghovanloo, M.; Najafi, K.; , "A wideband frequency-shift keying wireless link for inductively powered biomedical implants," *Circuits and Systems I: Regular Papers, IEEE Transactions on* , vol.51, no.12, pp. 2374- 2383, Dec. 2004

doi: 10.1109/TCSI.2004.838144

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1364109&isnumber=29889>

Umeda, T.; Yoshida, H.; Sekine, S.; Fujita, Y.; Suzuki, T.; Otaka, S.; , "A 950-MHz rectifier circuit for sensor network tags with 10-m distance," *Solid-State Circuits, IEEE Journal of* , vol.41, no.1, pp. 35- 41, Jan. 2006

doi: 10.1109/JSSC.2005.858620

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1564343&isnumber=33202>

Vossiek, M.; Gulden, P.; , "The Switched Injection-Locked Oscillator: A Novel Versatile Concept for Wireless Transponder and Localization Systems," *Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on* , vol.56, no.4, pp.859-866, April 2008

doi: 10.1109/TMTT.2008.918158

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4460585&isnumber=4481203>

Polivka, M.; Svanda, M.; Hudec, P.; Zvanovec, S.; , "UHF RF Identification of People in Indoor and Open Areas," *Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on* , vol.57, no.5, pp.1341-1347, May 2009

doi: 10.1109/TMTT.2009.2017305

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4814650&isnumber=4909499>

Kopyt, P.; Lavaud, T.; Baldini, B.; Wegrzyniak, P.; Gwarek, W.K.; , "Remotely Powered Wireless Dual-

Band Sensing System for Aircraft EMC Environment," *Electromagnetic Compatibility, IEEE Transactions on* , vol.50, no.3, pp.491-498, Aug. 2008

doi: 10.1109/TEMC.2008.926868

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4603131&isnumber=4603117>

Leavitt, N.; , "Payment Applications Make E-Commerce Mobile," *Computer* , vol.43, no.12, pp.19-22, Dec. 2010

doi: 10.1109/MC.2010.357

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5662542&isnumber=5662531>

Alfonsi, B.J.; , "Privacy debate centers on radio frequency identification," *Security & Privacy, IEEE* , vol.2, no.2, pp. 12, Mar-Apr 2004

doi: 10.1109/MSECP.2004.1281237

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1281237&isnumber=28622>

Graafstra, A.; , "Hands On," *Spectrum, IEEE* , vol.44, no.3, pp.18-23, March 2007

doi: 10.1109/MSPEC.2007.323420

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4119214&isnumber=4119200>

Wilson, W.C.; Malocha, D.C.; Kozlovski, N.; Gallagher, D.R.; Fisher, B.; Pavlina, J.; Saldanha, N.; Puccio, D.; Atkinson, G.M.; , "Orthogonal Frequency Coded SAW Sensors for Aerospace SHM Applications," *Sensors Journal, IEEE* , vol.9, no.11, pp.1546-1556, Nov. 2009

doi: 10.1109/JSEN.2009.2027403

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5277435&isnumber=5257354>

Hellemans, A.; , "Could Belgian diode lead to printable RFIDs?," *Spectrum, IEEE* , vol.42, no.12, pp. 14, Dec. 2005

doi: 10.1109/MSPEC.2005.1549772

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1549772&isnumber=33025>

Bansa, R.; , "Has your cat gone phishing? [Microwave Surfing]," *Microwave Magazine, IEEE* , vol.9, no.5, pp.26-28, Oct. 2008

doi: 10.1109/MMM.2008.927649

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4622770&isnumber=4622304>

Henseler, M.; Rossberg, M.; Schaefer, G.; , "Credential Management for Automatic Identification Solutions in Supply Chain Management," *Industrial Informatics, IEEE Transactions on* , vol.4, no.4, pp.303-314, Nov. 2008

doi: 10.1109/TII.2008.2009532

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4752848&isnumber=4753889>

Kushner, D.; , "Big brother at work [workplace surveillance]," *Spectrum, IEEE* , vol.41, no.12, pp. 57-58, Dec. 2004

doi: 10.1109/MSPEC.2004.1363643

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1363643&isnumber=29873>

Yan Chen; Zhizhang Chen; , "A dual-gate FET subharmonic injection-locked self-oscillating active integrated antenna for RF transmission," *Microwave and Wireless Components Letters, IEEE* , vol.13, no.6, pp. 199- 201, June 2003

doi: 10.1109/LMWC.2003.814093

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1208406&isnumber=27188>

An Rahimi; Recht, B.; Darrell, T.; , "Learning to Transform Time Series with a Few Examples," *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on* , vol.29, no.10, pp.1759-1775, Oct. 2007

doi: 10.1109/TPAMI.2007.1001

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4293206&isnumber=4293197>

Costlow, T.; , "Virtual table brings distant loved ones together," *Distributed Systems Online, IEEE* , vol.5, no.1, 2004

doi: 10.1109/MDSO.2004.1270715

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1270715&isnumber=28452>

Jens-Peter Kaps; Gunnar Gaubatz; Berk Sunar; , "Cryptography on a Speck of Dust," *Computer* , vol.40, no.2, pp.38-44, Feb. 2007

doi: 10.1109/MC.2007.52

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4085621&isnumber=4085604>

O, K.K.; Kihong Kim; Floyd, B.A.; Mehta, J.L.; Hyun Yoon; Chih-Ming Hung; Bravo, D.; Dickson, T.O.; Xiaoling Guo; Ran Li; Trichy, N.; Caserta, J.; Bomstad, W.R., II; Branch, J.; Dong-Jun Yang; Bohorquez, J.; Seok, E.; Li Gao; Sugavanam, A.; Lin, J.-J.; Jie Chen; Brewer, J.E.; , "On-chip antennas in silicon ICs and their application," *Electron Devices, IEEE Transactions on* , vol.52, no.7, pp. 1312- 1323, July 2005

doi: 10.1109/TED.2005.850668

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1459088&isnumber=31407>

Dai, F. F.; Stroud, C. E.; Zhang, J. B.; , "Guest Editorial," *Industrial Electronics, IEEE Transactions on* ,

vol.56, no.7, pp.2295-2298, July 2009

doi: 10.1109/TIE.2009.2022381

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5154033&isnumber=5154028>

Chia-Shou Chang; Ruoh-Huey Uang; Enboa Wu; , "Microchip Self-Assembly on a Substrate Using Plasma Treatment," *Advanced Packaging, IEEE Transactions on* , vol.31, no.2, pp.404-409, May 2008

doi: 10.1109/TADVP.2008.923383

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4512104&isnumber=4512103>

Ebert, Christof; Salecker, Jürgen; , "Guest Editors' Introduction: Embedded Software Technologies and Trends," *Software, IEEE* , vol.26, no.3, pp.14-18, May-June 2009

doi: 10.1109/MS.2009.70

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4814953&isnumber=4814945>

, "Patent Abstracts," *Solid-State Circuits, IEEE Journal of* , vol.45, no.6, pp.1257-1268, June 2010

doi: 10.1109/JSSC.2010.2047547

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5482533&isnumber=5482512>

Snyder, R.V.; , "What's new in TCC land? [TCC tidbits]," *Microwave Magazine, IEEE* , vol.10, no.6, pp.142-144, Oct. 2009

doi: 10.1109/MMM.2009.933588

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5235838&isnumber=5235781>

Riddle, A.; , "Antennas on the Move [review of "Antennas for Portable Devices" (Chen, Z.N.; 2007)]," *Microwave Magazine, IEEE* , vol.8, no.5, pp.132-134, Oct. 2007

doi: 10.1109/MMM.2007.904725

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4383447&isnumber=4383141>

Parashkov, R.; Becker, E.; Riedl, T.; Johannes, H.-H.; Kowalsky, W.; , "Large Area Electronics Using Printing Methods," *Proceedings of the IEEE* , vol.93, no.7, pp.1321-1329, July 2005

doi: 10.1109/JPROC.2005.850304

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1461589&isnumber=31448>

Heng-Tien Lin; Zingway Pei; Jun-Rong Chen; Yi-Jen Chan; , "A UV-Erasable Stacked Diode-Switch Organic Nonvolatile Bistable Memory on Plastic Substrates," *Electron Device Letters, IEEE* , vol.30, no.1, pp.18-20, Jan. 2009

doi: 10.1109/LED.2008.2009009

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4729631&isnumber=4729713>

Olsson, T.; Nilsson, H.-E.; , "Bow-Tie and Dipole Antenna Feed Robustness Mechanisms," *Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE* , vol.5, no.1, pp.163-167, Dec. 2006

doi: 10.1109/LAWP.2006.872410

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1624456&isnumber=33542>

Perry, T.S.; , "Hurricane watchers hit their mark [hurricane forecasting]," *Spectrum, IEEE* , vol.42, no.12, pp. 14- 15, Dec. 2005

doi: 10.1109/MSPEC.2005.1549773

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1549773&isnumber=33025>

Yu-Jiun Ren; Farooqui, M.F.; Kai Chang; , "A Compact Dual-Frequency Rectifying Antenna With High-Orders Harmonic-Rejection," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on* , vol.55, no.7, pp.2110-2113, July 2007

doi: 10.1109/TAP.2007.900275

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4267926&isnumber=4267893>

Kent, B.; , "AMTA Corner," *Antennas and Propagation Magazine, IEEE* , vol.48, no.6, pp.211, Dec. 2006

doi: 10.1109/MAP.2006.323322

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4118037&isnumber=4077879>

, "E-bracadabra," *Spectrum, IEEE* , vol.46, no.9, pp.25, Sept. 2009

doi: 10.1109/MSPEC.2009.5210036

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5210036&isnumber=5210027>

Schneider, D.; , "Wireless networking dashes in a new direction," *Spectrum, IEEE* , vol.47, no.2, pp.9-10, February 2010

doi: 10.1109/MSPEC.2010.5397768

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5397768&isnumber=5397757>

Namsoo Lim; Jaeyoung Kim; Soojin Lee; Namyoun Kim; Gyoujin Cho; , "Screen Printed Resonant Tags for Electronic Article Surveillance Tags," *Advanced Packaging, IEEE Transactions on* , vol.32, no.1, pp.72-76, Feb. 2009

doi: 10.1109/TADVP.2008.2006656

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4785305&isnumber=4785297>

, "IEEE Communications Letters - March 2006, Vol. 10 No. 3," *Communications Letters, IEEE* , vol.10,

no.3, pp. 0_1- 0_4, Mar 2006

doi: 10.1109/LCOMM.2006.1603358

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1603358&isnumber=33685>

Cannata, G.; Sgorbissa, A.; , "A Minimalist Algorithm for Multirobot Continuous Coverage," *Robotics, IEEE Transactions on* , vol.27, no.2, pp.297-312, April 2011

doi: 10.1109/TRO.2011.2104510

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5711675&isnumber=5742021>

Bansal, R.; , "Microwave surfing - the IMS 2002 quiz," *Microwave Magazine, IEEE* , vol.3, no.2, pp.36-40, Jun 2002

doi: 10.1109/MMW.2002.1004050

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1004050&isnumber=21676>

Lucky, R.W.; , "Reflections - Zero Privacy," *Spectrum, IEEE* , vol.45, no.7, pp.20, July 2008

doi: 10.1109/MSPEC.2008.4547499

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4547499&isnumber=4547485>

Byoung-Suk Choi; Ju-Jang Lee; , "Sensor network based localization algorithm using fusion sensor-agent for indoor service robot," *Consumer Electronics, IEEE Transactions on* , vol.56, no.3, pp.1457-1465, Aug. 2010

doi: 10.1109/TCE.2010.5606283

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5606283&isnumber=5606236>

Shiomi, Masahiro; Kanda, Takayuki; Ishiguro, Hiroshi; Hagita, Norihiro; , "Interactive Humanoid Robots for a Science Museum," *Intelligent Systems, IEEE* , vol.22, no.2, pp.25-32, March-April 2007

doi: 10.1109/MIS.2007.37

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4136855&isnumber=4136845>

, "IEEE Applications & Practice - September 2007," *Communications Magazine, IEEE* , vol.45, no.9, pp.1, September 2007

doi: 10.1109/MCOM.2007.4342869

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4342869&isnumber=4342838>

Hyeong-Seok Jang; Won-Gyu Lim; Kyoung-Sub Oh; Seong-Mo Moon; Jong-Won Yu; , "Design of Low-Cost Chipless System Using Printable Chipless Tag With Electromagnetic Code," *Microwave and Wireless Components Letters, IEEE* , vol.20, no.11, pp.640-642, Nov. 2010

doi: 10.1109/LMWC.2010.2073692

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5582107&isnumber=5621685>

Korpipaa, P.; Malm, E.-J.; Rantakokko, T.; Kyllonen, V.; Kela, J.; Mantyjarvi, J.; Hakkila, J.; Kansala, I.; , "Customizing User Interaction in Smart Phones," *Pervasive Computing, IEEE* , vol.5, no.3, pp.82-90, July-Sept. 2006

doi: 10.1109/MPRV.2006.49

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1673371&isnumber=35114>

Golden, S.A.; Bateman, S.S.; , "Sensor Measurements for Wi-Fi Location with Emphasis on Time-of-Arrival Ranging," *Mobile Computing, IEEE Transactions on* , vol.6, no.10, pp.1185-1198, Oct. 2007

doi: 10.1109/TMC.2007.1002

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4294899&isnumber=4294890>

, "2008 AP-S Membership Form," *Antennas and Propagation Magazine, IEEE* , vol.50, no.2, pp.10-11, April 2008

doi: 10.1109/MAP.2008.4562252

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4562252&isnumber=4560188>

Fleming, B.; , "Automotive Electronics," *Vehicular Technology Magazine, IEEE* , vol.1, no.3, pp.49-52, Sept. 2006

doi: 10.1109/MVT.2006.307297

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4099347&isnumber=4099336>

Stantchev, V.; Schulz, T.; Trung Dang Hoang; Ratchinski, I.; , "Optimizing Clinical Processes with Position-Sensing," *IT Professional* , vol.10, no.2, pp.31-37, March-April 2008

doi: 10.1109/MITP.2008.36

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4476251&isnumber=4476239>

Panescu, D.; , "Emerging technologies - Healthcare applications of RF identification," *Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE* , vol.25, no.3, pp.77-83, May-June 2006

doi: 10.1109/MEMB.2006.1636357

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1636357&isnumber=34304>

Bansal, R.; , "Back to Basics [Microwave Surfing]," *Microwave Magazine, IEEE* , vol.8, no.6, pp.28-32, Dec. 2007

doi: 10.1109/MMM.2007.906916

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4404885&isnumber=4404861>

Fleming, B.; , "Electric vehicle EPA fuel-economy calculations [Automotive Electronics]," *Vehicular Technology Magazine, IEEE* , vol.4, no.4, pp.4-8, December 2009
doi: 10.1109/MVT.2009.934662

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5338988&isnumber=5338983>

Cherry, S.; , "Websights: Virtually Private," *Spectrum, IEEE* , vol.43, no.12, pp.52-55, Dec. 2006
doi: 10.1109/MSPEC.2006.253398

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4025620&isnumber=4024438>

Goshi, D.S.; Leong, K.M.K.H.; Itoh, T.; , "A Sparsely Designed Retrodirective Transponder," *Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE* , vol.5, no.1, pp.339-342, Dec. 2006
doi: 10.1109/LAWP.2006.878907

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1667812&isnumber=33542>

Savage, P.R.; , "Inventions: Patent Watch," *Spectrum, IEEE* , vol.42, no.3, pp. 64, March 2005
doi: 10.1109/MSPEC.2005.1402723

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1402723&isnumber=30455>

Philipose, M.; Fishkin, K.P.; Perkowitz, M.; Patterson, D.J.; Fox, D.; Kautz, H.; Hahnel, D.; , "Inferring activities from interactions with objects," *Pervasive Computing, IEEE* , vol.3, no.4, pp. 50- 57, Oct.-Dec. 2004
doi: 10.1109/MPRV.2004.7

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1369161&isnumber=29960>

Blau, J.; , "Supermarket's futuristic outlet," *Spectrum, IEEE* , vol.41, no.4, pp. 21- 22, 25, April 2004
doi: 10.1109/MSPEC.2004.1279188

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1279188&isnumber=28598>

Malasri, K.; Lan Wang; , "Securing wireless implantable devices for healthcare: Ideas and challenges," *Communications Magazine, IEEE* , vol.47, no.7, pp.74-80, July 2009
doi: 10.1109/MCOM.2009.5183475

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5183475&isnumber=5183459>

Ju-Young Kim; Hak-Jong Lee; Nam-Soo Byeon; Hyun-Chul Kim; Kyoo-Seop Ha; Chin-Youb Chung; , "Development and Impact of Radio-frequency Identification-Based Workflow Management in Health Promotion Center: Using Interrupted Time-Series Analysis," *Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on* , vol.14, no.4, pp.935-940, July 2010
doi: 10.1109/TITB.2009.2026167

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5175381&isnumber=5505920>

Lee, J.-W.; Lee, B.; , "Design of high-Q UHF radio-frequency identification tag antennas for an increased read range," *Microwaves, Antennas & Propagation, IET* , vol.2, no.7, pp.711-717, October 2008
doi: 10.1049/iet-map:20070099

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4649011&isnumber=4649002>

Mcree, B.; , "Bridging the gap [Centers of Excellence; Supplement, Applications & Practice]," *Communications Magazine, IEEE* , vol.45, no.4, pp.11, April 2007
doi: 10.1109/MCOM.2007.348670

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4156120&isnumber=4156115>

Bansal, R.; , "Coming soon to a Wal-Mart near you," *Antennas and Propagation Magazine, IEEE* , vol.45, no.6, pp. 105- 106, Dec. 2003
doi: 10.1109/MAP.2003.1282186

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1282186&isnumber=28640>

Jihoon Myung; Wonjun Lee; Jaideep Srivastava; Shih, T.K.; , "Cover4," *Parallel and Distributed Systems, IEEE Transactions on* , vol.18, no.4, pp.c4, April 2007
doi: 10.1109/TPDS.2007.1020

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4118699&isnumber=4118683>

Allan, K.; , "Tickety-boom," *Engineering & Technology* , vol.3, no.14, pp.64-65, August-September 9 2008

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4659413&isnumber=4626173>

Unander, T.; Nilsson, H.-E.; , "Characterization of Printed Moisture Sensors in Packaging Surveillance Applications," *Sensors Journal, IEEE* , vol.9, no.8, pp.922-928, Aug. 2009
doi: 10.1109/JSEN.2009.2024866

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5153566&isnumber=5153558>

Tianjie Cao; Bertino, E.; Hong Lei; , "Security Analysis of the SASI Protocol," *Dependable and Secure Computing, IEEE Transactions on* , vol.6, no.1, pp.73-77, Jan.-March 2009
doi: 10.1109/TDSC.2008.32

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4531752&isnumber=4781520>

Chan, H.K.; , "Keys to automate supply chains with smart labels," *Aerospace and Electronic Systems Magazine, IEEE* , vol.22, no.3, pp.21-25, March 2007

doi: 10.1109/MAES.2007.340503

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4145073&isnumber=4145065>

Ukkonen, L.; Sydanheimo, L.; Kivikoski, M.; , "Virtual Private Networks [Guest Editorial]," *Communications Magazine, IEEE* , vol.45, no.4, pp.24-25, April 2007

doi: 10.1109/MCOM.2007.343607

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4149654&isnumber=4149645>

Vail, P.J.; Agarwal, N.; , "Disruptive innovation offers far-reaching solutions," *Potentials, IEEE* , vol.26, no.2, pp.25-33, March-April 2007

doi: 10.1109/MP.2007.343054

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4147746&isnumber=4147541>

Tran, N.; Lee, J.-W.; , "Simple high-sensitivity voltage multiplier for UHF-band semi-passive radio frequency identification tags using a standard CMOS process," *Microwaves, Antennas & Propagation, IET* , vol.4, no.11, pp.1974-1979, November 2010

doi: 10.1049/iet-map.2009.0288

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5639198&isnumber=5639164>

Gadh, R.; Prabhu, B.S.; , "Radio frequency identification of Hurricane Katrina victims," *Signal Processing Magazine, IEEE* , vol.23, no.2, pp.184, March 2006

doi: 10.1109/MSP.2006.1598104

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1598104&isnumber=33613>

Lindgren, T.; Kvarnström, B.; Ekman, J.; , "Monte Carlo simulation of an radio frequency identification system with moving transponders using the partial element equivalent circuit method," *Microwaves, Antennas & Propagation, IET* , vol.4, no.12, pp.2069-2076, December 2010

doi: 10.1049/iet-map.2009.0414

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5667235&isnumber=5667224>

Chlamtac, I.; Petrioli, C.; Redi, J.; , "Energy-conserving access protocols for identification networks," *Networking, IEEE/ACM Transactions on* , vol.7, no.1, pp.51-59, Feb 1999

doi: 10.1109/90.759318

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=759318&isnumber=16434>

Tikhov, Y.; Song, I.-J.; Min, Y.-H.; , "Compact ultrahigh-frequency antenna designs for low-cost passive radio frequency identification transponders," *Microwaves, Antennas & Propagation, IET* , vol.1, no.5, pp.992-997, October 2007

doi: 10.1049/iet-map:20070065

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4368217&isnumber=4368211>

Patton, J.; Hardgrave, B.; , "Book Reviews," *Communications Magazine, IEEE* , vol.45, no.4, pp.12-14, April 2007

doi: 10.1109/MCOM.2007.343603

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4149650&isnumber=4149645>

J. Siden; M.K. Fein; A. Koptyug; H.-E. Nilsson; , "Printed antennas with variable conductive ink layer thickness," *Microwaves, Antennas & Propagation, IET* , vol.1, no.2, pp.401-407, April 2007

doi: 10.1049/iet-map:20060021

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4167699&isnumber=4167678>

Puente, D.; Sancho, J.I.; Garcia, J.; de No, J.; Gomez, J.; Valderas, D.; , "Matching radio frequency identification tag compact dipole antennas to an arbitrary chip impedance," *Microwaves, Antennas & Propagation, IET* , vol.3, no.4, pp.645-653, June 2009

doi: 10.1049/iet-map.2008.0192

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4956838&isnumber=4956734>

Cho, H.-G.; Labadie, N.R.; Sharma, S.K.; , "Design of an embedded-feed type microstrip patch antenna for UHF radio frequency identification tag on metallic objects," *Microwaves, Antennas & Propagation, IET* , vol.4, no.9, pp.1232-1239, September 2010

doi: 10.1049/iet-map.2009.0407

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5585248&isnumber=5585237>

Kanda, T.; Shiomi, M.; Miyashita, Z.; Ishiguro, H.; Hagita, N.; , "A Communication Robot in a Shopping Mall," *Robotics, IEEE Transactions on* , vol.26, no.5, pp.897-913, Oct. 2010

doi: 10.1109/TRO.2010.2062550

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5557825&isnumber=5592139>

Conti, J.P.; , "Getting under your skin," *Communications Engineer* , vol.5, no.2, pp.28-33, April-May 2007

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4216334&isnumber=4216323>

Weigelt, K.; Hamsch, M.; Karacs, G.; Zillger, T.; Hubler, A.C.; , "Labeling the World: Tagging Mass Products with Printing Processes," *Pervasive Computing, IEEE* , vol.9, no.2, pp.59-63, April-June 2010

doi: 10.1109/MPRV.2010.37

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5437543&isnumber=5437533>

Arazi, B.; , "Message Authentication in Computationally Constrained Environments," *Mobile Computing, IEEE Transactions on* , vol.8, no.7, pp.968-974, July 2009

doi: 10.1109/TMC.2009.40

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4785468&isnumber=4957664>

Upton, S.; , "Loser: Social Networking - Social Networking Goes to the Dogs," *Spectrum, IEEE* , vol.45, no.1, pp.55-56, Jan. 2008

doi: 10.1109/MSPEC.2008.4428317

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4428317&isnumber=4428289>

Cabria, L.; Garcia, J.A.; Malaver, E.; Tazon, A.; , "A PHEMT frequency doubling active antenna with BPSK modulation capability," *Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE* , vol.3, no.1, pp.310-313, Dec. 2004

doi: 10.1109/LAWP.2004.838821

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1373961&isnumber=28658>

Trew, R.; Calder, J.; , "Great Discoveries and Improvements Invariably Involve the Cooperation of Many Minds," *Proceedings of the IEEE* , vol.97, no.11, pp.1747-1749, Nov. 2009

doi: 10.1109/JPROC.2009.2030220

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5290114&isnumber=5297592>

Thompson, C.W.; , "Next-Generation Virtual Worlds: Architecture, Status, and Directions," *Internet Computing, IEEE* , vol.15, no.1, pp.60-65, Jan.-Feb. 2011

doi: 10.1109/MIC.2011.15

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5676166&isnumber=5676153>

Jung, C.W.; Kim, I.; Kim, Y.; Kim, Y.E.; , "Multiband and multifeed antenna for concurrent operation mode," *Electronics Letters* , vol.43, no.11, pp.600-602, May 24 2007

doi: 10.1049/el:20070870

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4216342&isnumber=4216340>

Harna, S.; Plessky, V.P.; , "Extraction of frequency-dependent reflection, transmission, and scattering parameters for short metal reflectors from FEM-BEM simulations," *Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, IEEE Transactions on* , vol.55, no.4, pp.883-889, April 2008

doi: 10.1109/TUFFC.2008.724

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4494784&isnumber=4494760>

Park, S.; Choi, H.; Jeong, Y.; , "Microwave Group Delay Time Adjuster Using Parallel Resonator," *Microwave and Wireless Components Letters, IEEE* , vol.17, no.2, pp.109-111, Feb. 2007
doi: 10.1109/LMWC.2006.890331

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4079641&isnumber=4079621>

Lee, J.-G.; Jiawei Han; Xiaolei Li; Hong Cheng; , "Mining Discriminative Patterns for Classifying Trajectories on Road Networks," *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on* , vol.23, no.5, pp.713-726, May 2011

doi: 10.1109/TKDE.2010.153

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5560657&isnumber=5739148>

Wigan, M.; , "Owning Identity— One or Many—Do We Have a Choice?," *Technology and Society Magazine, IEEE* , vol.29, no.2, pp.33-38, Summer 2010

doi: 10.1109/MTS.2010.937026

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5475074&isnumber=5475068>

Song, F.; Yin, J.; Liao, H.L.; Huang, R.; , "Ultra-low-power clock generation circuit for EPC standard UHF RDID transponders," *Electronics Letters* , vol.44, no.3, pp.199-201, January 31 2008

doi: 10.1049/el:20082499

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4446176&isnumber=4446155>

Mohammadpour-Aghdam, K.; Radiom, S.; Faraji-Dana, R.; Vandenbosch, G.A.E.; Gielen, G.G.E.; , "Miniaturised integrated antenna set for RFID/UWB applications," *Electronics Letters* , vol.47, no.2, pp.82-83, January 2011

doi: 10.1049/el.2010.7239

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5699984&isnumber=5699973>

Tu, M.; Lin, J.-H.; Chen, R.-S.; Chen, K.-Y.; Jwo, J.-S.; , "Corrections to “Agent-Based Control Framework for Mass Customization Manufacturing With UHF RFID Technology”," *Systems Journal, IEEE* , vol.3, no.4, pp.551, Dec. 2009

doi: 10.1109/JSYST.2009.2034479

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5340601&isnumber=5394076>

, "The International RFID Business Association [survey online]," *Communications Magazine, IEEE* , vol.45, no.4, pp.32, April 2007

doi: 10.1109/MCOM.2007.348675

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4156125&isnumber=4156115>

, "Call for Papers - IEEE Transactions on Automation Science and Engineering - Special Issue on RFID

Systems," *Robotics & Automation Magazine, IEEE* , vol.13, no.4, pp.96, Dec. 2006

doi: 10.1109/MRA.2006.250574

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4015999&isnumber=4015973>

Edwards, C.; , "RFID is all around you [Special report]," *Information Professional* , vol.4, no.3, pp.27-33, June-July 2007

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5313017&isnumber=4414797>

Walko, J.; , "Super-locator [RFID tracking]," *Communications Engineer* , vol.2, no.1, pp. 10- 13, Feb.- March 2004

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1327358&isnumber=29339>

, "Analysis - RFID," *Manufacturing Engineer* , vol.85, no.4, pp. 10- 11, Aug.-Sept. 2006

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1706446&isnumber=36020>

Ukkonen, L.; Syd nneimo, L.; Kivikoski, M.; , "Read range performance comparison of compact reader antennas for a handheld UHF RFID reader [Supplement, Applications & Practice]," *Communications Magazine, IEEE* , vol.45, no.4, pp.24-31, April 2007

doi: 10.1109/MCOM.2007.348674

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4156124&isnumber=4156115>

Patton, J.; Hardgrave, B.; , "An overview and introduction to the RFID research center at the University of Arkansas [Centers of Excellence; Supplement, Applications & Practice]," *Communications Magazine, IEEE* , vol.45, no.4, pp.12-13, April 2007

doi: 10.1109/MCOM.2007.348671

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4156121&isnumber=4156115>

, "Spectral Lines: Do-It-Yourself RFID," *Spectrum, IEEE* , vol.44, no.3, pp.8, March 2007

doi: 10.1109/MSPEC.2007.323417

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4119208&isnumber=4119200>

, "Special issue on RFID systems," *Automation Science and Engineering, IEEE Transactions on* , vol.3, no.4, pp. 475, Oct. 2006

doi: 10.1109/TASE.2006.885231

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1707966&isnumber=36047>

, "Call for papers - RFID 2009," *Antennas and Propagation Magazine, IEEE* , vol.50, no.4, pp.168, Aug. 2008

doi: 10.1109/MAP.2008.4653694

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4653694&isnumber=4653649>

, "Special issue on RFID hardware and integration technologies," *Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on* , vol.56, no.2, pp.561, Feb. 2008

doi: 10.1109/TMTT.2008.917705

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4446047&isnumber=4446042>

Philipose, M.; Smith, J.R.; Jiang, B.; Mamishev, A.; Sumit Roy; Sundara-Rajan, K.; , "Battery-free wireless identification and sensing," *Pervasive Computing, IEEE* , vol.4, no.1, pp. 37- 45, Jan.-March 2005

doi: 10.1109/MPRV.2005.7

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1401841&isnumber=30432>

Brandl, M.; Grabner, J.; Kellner, K.; Seifert, F.; Nicolics, J.; Grabner, S.; Grabner, G.; , "A Low-Cost Wireless Sensor System and Its Application in Dental Retainers," *Sensors Journal, IEEE* , vol.9, no.3, pp.255-262, March 2009

doi: 10.1109/JSEN.2008.2012205

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4783197&isnumber=4781930>

Minhun Jung; Jaeyoung Kim; Jinsoo Noh; Namsoo Lim; Chaemin Lim; Gwangyong Lee; Junseok Kim; Hwiwon Kang; Kyunghwan Jung; Leonard, A.D.; Tour, J.M.; Gyoujin Cho; , "All-Printed and Roll-to-Roll-Printable 13.56-MHz-Operated 1-bit RF Tag on Plastic Foils," *Electron Devices, IEEE Transactions on* , vol.57, no.3, pp.571-580, March 2010

doi: 10.1109/TED.2009.2039541

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5406115&isnumber=5419130>

Merikli, B.S.; Mickle, M.H.; , "The Unwinding of a Transformer," *Antennas and Propagation Magazine, IEEE* , vol.52, no.4, pp.20-30, Aug. 2010

doi: 10.1109/MAP.2010.5638230

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5638230&isnumber=5638216>

Laplante, P.A.; , "Exciting Real-Time Location Applications," *IT Professional* , vol.13, no.2, pp.4-5, March-April 2011

doi: 10.1109/MITP.2011.22

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5735586&isnumber=5735581>

Davis, R.J.; Shubert, K.A.; Barnum, T.J.; Balaban, B.D.; , "Buried ordnance detection: electromagnetic

modeling of munition-mounted radio frequency identification tags," *Magnetics, IEEE Transactions on* , vol.42, no.7, pp. 1883- 1891, July 2006

doi: 10.1109/TMAG.2006.874468

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1644907&isnumber=34475>

Chao-Wei Wang; Tzyh-Ghuang Ma; Chang-Fa Yang; , "A New Planar Artificial Transmission Line and Its Applications to a Miniaturized Butler Matrix," *Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on* , vol.55, no.12, pp.2792-2801, Dec. 2007

doi: 10.1109/TMTT.2007.909474

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4384465&isnumber=4387657>

Libicki, M.; , "Are RFIDs Coming to Get You?," *Security & Privacy, IEEE* , vol.3, no.6, pp. 6, Nov.-Dec. 2005

doi: 10.1109/MSP.2005.142

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1556529&isnumber=33104>

Lakafosis, V.; Traille, A.; Hoseon Lee; Gebara, E.; Tentzeris, M.M.; DeJean, G.R.; Kirovski, D.; , "RF Fingerprinting Physical Objects for Anticounterfeiting Applications," *Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on* , vol.59, no.2, pp.504-514, Feb. 2011

doi: 10.1109/TMTT.2010.2095030

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5676219&isnumber=5712899>

Chung-Chih Lin; Ping-Yeh Lin; Po-Kuan Lu; Guan-Yu Hsieh; Wei-Lun Lee; Ren-Guey Lee; , "A Healthcare Integration System for Disease Assessment and Safety Monitoring of Dementia Patients," *Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on* , vol.12, no.5, pp.579-586, Sept. 2008

doi: 10.1109/TITB.2008.917914

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4446659&isnumber=4618643>

Ishihata, H.; Tomoe, T.; Takei, K.; Hirano, T.; Yoshida, K.; Shoji, S.; Shimauchi, H.; Horiuchi, H.; , "A Radio Frequency Identification Implanted in a Tooth can Communicate With the Outside World," *Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on* , vol.11, no.6, pp.683-685, Nov. 2007

doi: 10.1109/TITB.2007.891926

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4358287&isnumber=4358281>

Dacuna, J.; Pous, R.; , "Low-Profile Patch Antenna for RF Identification Applications," *Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on* , vol.57, no.5, pp.1406-1410, May 2009

doi: 10.1109/TMTT.2009.2017322

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4811949&isnumber=4909499>

Romero, H.P.; Remley, K.A.; Williams, D.F.; Chih-Ming Wang; , "Electromagnetic Measurements for Counterfeit Detection of Radio Frequency Identification Cards," *Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on* , vol.57, no.5, pp.1383-1387, May 2009

doi: 10.1109/TMTT.2009.2017318

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4814520&isnumber=4909499>

Ancey, Pascal; Gonzalez, Rafael; Gaillard, Pierre-Alain; Virtanen, Juha; Kocamaz, A. Fatih; Ucar, Erdem; Vardar, Erdal; , "Implantable Electronics," *Pervasive Computing, IEEE* , vol.7, no.1, pp.62-63, Jan.-March 2008

doi: 10.1109/MPRV.2008.10

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4431858&isnumber=4431843>

Sani, A.; Rajab, M.; Foster, R.; Yang Hao; , "Antennas and Propagation of Implanted RFIDs for Pervasive Healthcare Applications," *Proceedings of the IEEE* , vol.98, no.9, pp.1648-1655, Sept. 2010

doi: 10.1109/JPROC.2010.2051010

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5523906&isnumber=5552238>

Fotopoulou, K.; Flynn, B.W.; , "Wireless Power Transfer in Loosely Coupled Links: Coil Misalignment Model," *Magnetics, IEEE Transactions on* , vol.47, no.2, pp.416-430, Feb. 2011

doi: 10.1109/TMAG.2010.2093534

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5639082&isnumber=5697331>

Jurdak, R.; Ruzzelli, A.G.; O'Hare, G.M.P.; , "Radio Sleep Mode Optimization in Wireless Sensor Networks," *Mobile Computing, IEEE Transactions on* , vol.9, no.7, pp.955-968, July 2010

doi: 10.1109/TMC.2010.35

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5432178&isnumber=5466739>

Paulson, L.D.; , "News Briefs," *Computer* , vol.38, no.4, pp. 24- 26, April 2005

doi: 10.1109/MC.2005.135

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1424442&isnumber=30759>

Vaz, A.; Ubarretxena, A.; Zalbide, I.; Pardo, D.; Solar, H.; Garcia-Alonso, A.; Berenguer, R.; , "Full Passive UHF Tag With a Temperature Sensor Suitable for Human Body Temperature Monitoring," *Circuits and Systems II: Express Briefs, IEEE Transactions on* , vol.57, no.2, pp.95-99, Feb. 2010

doi: 10.1109/TCSII.2010.2040314

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5411829&isnumber=5420300>

Pursula, P.; Vaha-Heikkila, T.; Muller, A.; Neculoiu, D.; Konstantinidis, G.; Oja, A.; Tuovinen, J.; , "Millimeter-Wave Identification—A New Short-Range Radio System for Low-Power High Data-Rate Applications," *Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on* , vol.56, no.10, pp.2221-2228, Oct. 2008

doi: 10.1109/TMTT.2008.2004252

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4631469&isnumber=4639613>

Thompson, C.W.; Thompson, D.R.; , "Identity Management," *Internet Computing, IEEE* , vol.11, no.3, pp.82-85, May-June 2007

doi: 10.1109/MIC.2007.60

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4196180&isnumber=4196161>

Bletsas, A.; Dimitriou, A.G.; Sahalos, J.N.; , "Improving Backscatter Radio Tag Efficiency," *Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on* , vol.58, no.6, pp.1502-1509, June 2010

doi: 10.1109/TMTT.2010.2047916

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5458048&isnumber=5483187>

Marrocco, G.; Mattioni, L.; Calabrese, C.; , "Multiport Sensor RFIDs for Wireless Passive Sensing of Objects—Basic Theory and Early Results," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on* , vol.56, no.8, pp.2691-2702, Aug. 2008

doi: 10.1109/TAP.2008.927541

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4589122&isnumber=4589069>

Yoonseong Kim; Hong Sik Kim; Hyejin Jeon; So Young Sohn; , "Economic Evaluation Model for International Standardization of Technology," *Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on* , vol.58, no.3, pp.657-665, March 2009

doi: 10.1109/TIM.2008.2005555

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4660372&isnumber=4777660>

Xiaoyong Su; Chi-Cheng Chu; Prabhu, B.S.; Gadh, R.; , "On the Identification Device Management and Data Capture via WinRFID1 Edge-Server," *Systems Journal, IEEE* , vol.1, no.2, pp.95-104, Dec. 2007

doi: 10.1109/JSYST.2007.909831

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4378257&isnumber=4383011>

Chihyun Cho; Ikmo Park; Hosung Choo; , "Design of a Circularly Polarized Tag Antenna for Increased Reading Range," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on* , vol.57, no.10, pp.3418-3422, Oct. 2009

doi: 10.1109/TAP.2009.2028707

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5175476&isnumber=5280584>

Thiesse, F.; Floerkemeier, C.; Harrison, M.; Michahelles, F.; Roduner, C.; , "Technology, Standards, and Real-World Deployments of the EPC Network," *Internet Computing, IEEE* , vol.13, no.2, pp.36-43, March-April 2009

doi: 10.1109/MIC.2009.46

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4797935&isnumber=4797923>

Holcomb, D.E.; Bursleson, W.P.; Fu, K.; , "Power-Up SRAM State as an Identifying Fingerprint and Source of True Random Numbers," *Computers, IEEE Transactions on* , vol.58, no.9, pp.1198-1210, Sept. 2009

doi: 10.1109/TC.2008.212

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4674345&isnumber=5176044>

Ramamurthy, H.; Prabhu, B.S.; Gadh, R.; Madni, A.M.; , "Wireless Industrial Monitoring and Control Using a Smart Sensor Platform," *Sensors Journal, IEEE* , vol.7, no.5, pp.611-618, May 2007

doi: 10.1109/JSEN.2007.894135

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4154692&isnumber=4154660>

Shu-Hui Yang; Pao-Ann Hsiung; , "Real-Time Services for Special Education," *IT Professional* , vol.13, no.2, pp.14-19, March-April 2011

doi: 10.1109/MITP.2011.32

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5735590&isnumber=5735581>

Paulson, L.D.; , "News Briefs," *Computer* , vol.40, no.5, pp.21-23, May 2007

doi: 10.1109/MC.2007.180

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4198241&isnumber=4198228>

Galehdar, A.; Thiel, D.V.; O'Keefe, S.G.; , "Tapered Meander Line Antenna for Maximum Efficiency and Minimal Environmental Impact," *Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE* , vol.8, no., pp.244-247, 2009

doi: 10.1109/LAWP.2009.2014887

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4781623&isnumber=4808186>

Corchado, J.M.; Bajo, J.; Abraham, A.; , "GerAmi: Improving Healthcare Delivery in Geriatric Residences," *Intelligent Systems, IEEE* , vol.23, no.2, pp.19-25, March-April 2008

doi: 10.1109/MIS.2008.27

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4475855&isnumber=4475846>

Nara, T.; Suzuki, S.; Ando, S.; , "A Closed-Form Formula for Magnetic Dipole Localization by Measurement of Its Magnetic Field and Spatial Gradients," *Magnetics, IEEE Transactions on* , vol.42, no.10, pp.3291-3293, Oct. 2006

doi: 10.1109/TMAG.2006.879151

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1704603&isnumber=35967>

Eisenbarth, T.; Kumar, S.; , "A Survey of Lightweight-Cryptography Implementations," *Design & Test of Computers, IEEE* , vol.24, no.6, pp.522-533, Nov.-Dec. 2007

doi: 10.1109/MDT.2007.178

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4397176&isnumber=4397167>

Griffin, J.D.; Durgin, G.D.; Haldi, A.; Kippelen, B.; , "RF Tag Antenna Performance on Various Materials Using Radio Link Budgets," *Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE* , vol.5, no.1, pp.247-250, Dec. 2006

doi: 10.1109/LAWP.2006.874072

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1643635&isnumber=33542>

Goshi, D.S.; Leong, K.M.K.; Itoh, T.; , "A Sparse Retrodirective Transponder Array With a Time Shared Phase-Conjugator," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on* , vol.55, no.8, pp.2367-2372, Aug. 2007

doi: 10.1109/TAP.2007.901852

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4286001&isnumber=4285964>

Griffin, J.D.; Durgin, G.D.; , "Gains For RF Tags Using Multiple Antennas," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on* , vol.56, no.2, pp.563-570, Feb. 2008

doi: 10.1109/TAP.2007.915423

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4447347&isnumber=4447330>

McDonnell, J.; Waters, J.; Balinsky, H.; Castle, R.; Dickin, F.; Weng Wah Loh; Shepherd, K.; , "Memory Spot: A Labeling Technology," *Pervasive Computing, IEEE* , vol.9, no.2, pp.11-17, April-June 2010

doi: 10.1109/MPRV.2010.16

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5383340&isnumber=5437533>

Kotani, K.; Sasaki, A.; Ito, T.; , "High-Efficiency Differential-Drive CMOS Rectifier for UHF RFIDs," *Solid-State Circuits, IEEE Journal of* , vol.44, no.11, pp.3011-3018, Nov. 2009

doi: 10.1109/JSSC.2009.2028955

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5308586&isnumber=5308580>

Ying Su; Holleman, J.; Otis, B.P.; , "A Digital 1.6 pJ/bit Chip Identification Circuit Using Process Variations," *Solid-State Circuits, IEEE Journal of* , vol.43, no.1, pp.69-77, Jan. 2008

doi: 10.1109/JSSC.2007.910961

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4443209&isnumber=4443178>

Psychoudakis, D.; Moulder, W.; Chi-Chih Chen; Heping Zhu; Volakis, J.L.; , "A Portable Low-Power Harmonic Radar System and Conformal Tag for Insect Tracking," *Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE* , vol.7, no., pp.444-447, 2008

doi: 10.1109/LAWP.2008.2004512

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4601472&isnumber=4446029>

Schmidt, A.; Spiekermann, S.; Gershman, A.; Michahelles, F.; , "Real-World Challenges of Pervasive Computing," *Pervasive Computing, IEEE* , vol.5, no.3, pp. 91- 93, c3, July-Sept. 2006

doi: 10.1109/MPRV.2006.57

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1673372&isnumber=35114>

Dong-Her Shih; Hsiu-Sen Chiang; Binshan Lin; Shih-Bin Lin; , "An Embedded Mobile ECG Reasoning System for Elderly Patients," *Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on* , vol.14, no.3, pp.854-865, May 2010

doi: 10.1109/TITB.2009.2021065

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4895720&isnumber=5475408>

Lam, Y.-H.; Ki, W.-H.; Tsui, C.-Y.; , "Integrated Low-Loss CMOS Active Rectifier for Wirelessly Powered Devices," *Circuits and Systems II: Express Briefs, IEEE Transactions on* , vol.53, no.12, pp.1378-1382, Dec. 2006

doi: 10.1109/TCSII.2006.885400

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4033155&isnumber=4033140>

Bawa, G.; Ghovanloo, M.; , "Active High Power Conversion Efficiency Rectifier With Built-In Dual-Mode Back Telemetry in Standard CMOS Technology," *Biomedical Circuits and Systems, IEEE Transactions on* , vol.2, no.3, pp.184-192, Sept. 2008

doi: 10.1109/TBCAS.2008.924444

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4660310&isnumber=4660291>

Yen-Sheng Chen; Shih-Yuan Chen; Hsueh-Jyh Li; , "Analysis of Antenna Coupling in Near-Field Communication Systems," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on* , vol.58, no.10, pp.3327-3335, Oct. 2010

doi: 10.1109/TAP.2010.2055782

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5498937&isnumber=5594770>

Mehdipour, A.; Rosca, I.D.; Sebak, A.-R.; Trueman, C.W.; Hoa, S.V.; , "Full-Composite Fractal Antenna Using Carbon Nanotubes for Multiband Wireless Applications," *Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE* , vol.9, no., pp.891-894, 2010

doi: 10.1109/LAWP.2010.2076342

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5570920&isnumber=5423326>

McGraw, G.; , "Silver Bullet Speaks to Avi Rubin," *Security & Privacy, IEEE* , vol.4, no.3, pp. 11- 13, May-June 2006

doi: 10.1109/MSP.2006.78

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1637374&isnumber=34312>

Paulson, Linda Dailey; , "New Approach Combines TV and Social Networking," *Computer* , vol.43, no.7, pp.16-19, July 2010

doi: 10.1109/MC.2010.204

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5510874&isnumber=5510865>

Letchner, J.; Re, C.; Balazinska, M.; Philipose, M.; , "Challenges for Event Queries over Markovian Streams," *Internet Computing, IEEE* , vol.12, no.6, pp.30-36, Nov.-Dec. 2008

doi: 10.1109/MIC.2008.118

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4670117&isnumber=4670108>

Landwehr, C.E.; , "Speaking of Privacy," *Security & Privacy, IEEE* , vol.4, no.4, pp. 4- 5, July-Aug. 2006

doi: 10.1109/MSP.2006.105

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1667993&isnumber=34919>

Krüger, A.; Schöning, J.; Olivier, P.; , "How Computing Will Change the Face of Retail," *Computer* , vol.44, no.4, pp.84-87, April 2011

doi: 10.1109/MC.2011.112

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5742012&isnumber=5741994>

Myny, K.; Beenhakkars, M.J.; van Aerle, N.A.J.M.; Gelinck, G.H.; Genoe, J.; Dehaene, W.; Heremans, P.; , "Unipolar Organic Transistor Circuits Made Robust by Dual-Gate Technology," *Solid-State Circuits, IEEE Journal of* , vol.46, no.5, pp.1223-1230, May 2011

doi: 10.1109/JSSC.2011.2116490

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5733376&isnumber=5754321>

Griffin, J.D.; Durgin, G.D.; , "Multipath Fading Measurements at 5.8 GHz for Backscatter Tags With Multiple Antennas," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on* , vol.58, no.11, pp.3693-3700, Nov. 2010

doi: 10.1109/TAP.2010.2071355

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5559377&isnumber=5617337>

Kocer, F.; Flynn, M.P.; , "A new transponder architecture with on-chip ADC for long-range telemetry applications," *Solid-State Circuits, IEEE Journal of* , vol.41, no.5, pp. 1142- 1148, May 2006

doi: 10.1109/JSSC.2006.872741

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1624404&isnumber=34101>

Hongzi Zhu; Minglu Li; Yanmin Zhu; Ni, L.M.; , "HERO: Online Real-Time Vehicle Tracking," *Parallel and Distributed Systems, IEEE Transactions on* , vol.20, no.5, pp.740-752, May 2009

doi: 10.1109/TPDS.2008.147

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4589207&isnumber=4809703>

Chason, M.; Brazis, P.W.; Zhang, J.; Kalyanasundaram, K.; Gamota, D.R.; , "Printed Organic Semiconducting Devices," *Proceedings of the IEEE* , vol.93, no.7, pp.1348-1356, July 2005

doi: 10.1109/JPROC.2005.850306

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1461592&isnumber=31448>

Po-yu Chen; Wen-tsuen Chen; Yu-chee Tseng; Chi-fu Huang; , "Providing group tour guide by RFIDs and wireless sensor networks," *Wireless Communications, IEEE Transactions on* , vol.8, no.6, pp.3059-3067, June 2009

doi: 10.1109/TWC.2009.080596

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5089986&isnumber=5089942>

Bringer, J.; Chabanne, H.; , "Trusted-HB: A Low-Cost Version of HB +Secure Against Man-in-the-Middle Attacks," *Information Theory, IEEE Transactions on* , vol.54, no.9, pp.4339-4342, Sept. 2008

doi: 10.1109/TIT.2008.928290

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4608956&isnumber=4608952>

Ghovanloo, M.; Najafi, K.; , "Fully integrated wideband high-current rectifiers for inductively powered devices," *Solid-State Circuits, IEEE Journal of* , vol.39, no.11, pp. 1976- 1984, Nov. 2004

doi: 10.1109/JSSC.2004.835822

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1347328&isnumber=29672>

Rizzoli, V.; Costanzo, A.; Montanari, E.; Benedetti, A.; , "A New Wireless Displacement Sensor Based on Reverse Design of Microwave and Millimeter-Wave Antenna Array," *Sensors Journal, IEEE* , vol.9, no.11, pp.1557-1566, Nov. 2009

doi: 10.1109/JSEN.2009.2026992

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5280636&isnumber=5257354>

Mitrokotsa, A.; Dimitrakakis, C.; Peris-Lopez, P.; Hernandez-Castro, J.C.; , "Reid et al.'s distance bounding protocol and mafia fraud attacks over noisy channels," *Communications Letters, IEEE* , vol.14, no.2, pp.121-123, February 2010

doi: 10.1109/LCOMM.2010.02.091946

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5403607&isnumber=5403597>

Dullaert, W.; Reichardt, L.; Rogier, H.; , "Improved Detection Scheme for Chipless RFIDs Using Prolate Spheroidal Wave Function-Based Noise Filtering," *Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE* , vol.10, no., pp.472-475, 2011

doi: 10.1109/LAWP.2011.2155023

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5767542&isnumber=5730210>

Hsin-Chin Liu; Meng-Chang Hua; Chih-Guo Peng; Jhen-Peng Ciou; , "A Novel Battery-Assisted Class-1 Generation-2 RF Identification Tag Design," *Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on* , vol.57, no.5, pp.1388-1397, May 2009

doi: 10.1109/TMTT.2009.2017319

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4811951&isnumber=4909499>

Olgun, U.; Chi-Chih Chen; Volakis, J.L.; , "Investigation of Rectenna Array Configurations for Enhanced RF Power Harvesting," *Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE* , vol.10, no., pp.262-265, 2011

doi: 10.1109/LAWP.2011.2136371

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5741826&isnumber=5730210>

Sauer, M.; Kobayakov, A.; George, J.; , "Radio Over Fiber for Picocellular Network Architectures," *Lightwave Technology, Journal of* , vol.25, no.11, pp.3301-3320, Nov. 2007

doi: 10.1109/JLT.2007.906822

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4397131&isnumber=4397111>

Liu, S.; , "IT Professional in 2011," *IT Professional* , vol.13, no.1, pp.4-5, Jan.-Feb. 2011

doi: 10.1109/MITP.2011.10

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5708277&isnumber=5708272>

Viikari, V.; Seppa, H.; Dong-Wook Kim; , "Intermodulation Read-Out Principle for Passive Wireless Sensors," *Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on* , vol.59, no.4, pp.1025-1031, April 2011

doi: 10.1109/TMTT.2011.2108309

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5716703&isnumber=5745708>

D'Souza, I.; Wei Ma; Notobartolo, C.; , "Real-Time Location Systems for Hospital Emergency Response," *IT Professional* , vol.13, no.2, pp.37-43, March-April 2011

doi: 10.1109/MITP.2011.31

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5735594&isnumber=5735581>

Yifan Chen; Wai Lok Woo; Cheng-Xiang Wang; , "Channel Modeling of Information Transmission Over Cognitive Interrogator-Sensor Networks," *Vehicular Technology, IEEE Transactions on* , vol.60, no.1, pp.2-15, Jan. 2011

doi: 10.1109/TVT.2010.2089545

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5608520&isnumber=5689379>

Jepsen, Thomas; , "IT Challenges for 2009: Fixing the IT Infrastructure," *IT Professional* , vol.11, no.1, pp.4-5, Jan.-Feb. 2009

doi: 10.1109/MITP.2009.11

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4757231&isnumber=4757226>

Yeager, D.J.; Holleman, J.; Prasad, R.; Smith, J.R.; Otis, B.P.; , "NeuralWISP: A Wirelessly Powered Neural Interface With 1-m Range," *Biomedical Circuits and Systems, IEEE Transactions on* , vol.3, no.6, pp.379-387, Dec. 2009

doi: 10.1109/TBCAS.2009.2031628

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5299212&isnumber=5335874>

Laflin, K.E.; Morris, C.J.; Bassik, N.; Jamal, M.; Gracias, D.H.; , "Tetherless Microgrippers With Transponder Tags," *Microelectromechanical Systems, Journal of* , vol.20, no.2, pp.505-511, April 2011

doi: 10.1109/JMEMS.2011.2105252

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5713205&isnumber=5741231>

Pursula, P.; Karttaavi, T.; Kantanen, M.; Lamminen, A.; Holmberg, J.; Lahdes, M.; Marttila, I.; Lahti, M.; Luukanen, A.; Vähä-Heikkilä, T.; , "60-GHz Millimeter-Wave Identification Reader on 90-nm CMOS and LTCC," *Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on* , vol.59, no.4, pp.1166-1173, April 2011

doi: 10.1109/TMTT.2011.2114200

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5727929&isnumber=5745706>

Thompson, C.W.; Hagstrom, F.; , "Modeling Healthcare Logistics in a Virtual World," *Internet Computing, IEEE* , vol.12, no.5, pp.100-104, Sept.-Oct. 2008

doi: 10.1109/MIC.2008.106

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4620102&isnumber=4620081>

Xiang Li; Ling Feng; Lizhu Zhou; Yuanchun Shi; , "Learning in an Ambient Intelligent World: Enabling Technologies and Practices," *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on* , vol.21, no.6, pp.910-924, June 2009

doi: 10.1109/TKDE.2008.143

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4569841&isnumber=4840270>

Pursula, P.; Sandstrom, D.; Jaakkola, K.; , "Backscattering-Based Measurement of Reactive Antenna Input Impedance," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on* , vol.56, no.2, pp.469-474, Feb. 2008

doi: 10.1109/TAP.2007.915425

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4447364&isnumber=4447330>

de Cos, M.E.; Las Heras, F.; Franco, M.; , "Design of Planar Artificial Magnetic Conductor Ground Plane Using Frequency-Selective Surfaces for Frequencies Below 1 GHz," *Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE* , vol.8, no., pp.951-954, 2009

doi: 10.1109/LAWP.2009.2029133

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5191045&isnumber=4808186>

Mascarenas, D.; Flynn, E.; Farrar, C.; Park, G.; Todd, M.; , "A Mobile Host Approach for Wireless Powering and Interrogation of Structural Health Monitoring Sensor Networks," *Sensors Journal, IEEE* , vol.9, no.12, pp.1719-1726, Dec. 2009

doi: 10.1109/JSEN.2009.2030706

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5290389&isnumber=5290388>

Minglu Li; Hongzi Zhu; Yanmin Zhu; Ni, L.M.; , "ANTS: Efficient Vehicle Locating Based on Ant Search in ShanghaiGrid," *Vehicular Technology, IEEE Transactions on* , vol.58, no.8, pp.4088-4097, Oct. 2009

doi: 10.1109/TVT.2009.2023324

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4957085&isnumber=5277109>

Shunfeng Cheng; Kwok Tom; Thomas, L.; Pecht, M.; , "A Wireless Sensor System for Prognostics and

Health Management," *Sensors Journal, IEEE* , vol.10, no.4, pp.856-862, April 2010

doi: 10.1109/JSEN.2009.2035817

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5427266&isnumber=5427254>

Bletsas, A.; Siachalou, S.; Sahalos, J.; , "Anti-collision backscatter sensor networks," *Wireless Communications, IEEE Transactions on* , vol.8, no.10, pp.5018-5029, October 2009

doi: 10.1109/TWC.2009.080834

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5288938&isnumber=5288916>

Ebling, Maria; , "Virtual Senses," *Pervasive Computing, IEEE* , vol.8, no.4, pp.4-5, Oct.-Dec. 2009

doi: 10.1109/MPRV.2009.84

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5280675&isnumber=5280671>

Zangl, H.; Fuchs, A.; Bretterklieber, T.; Moser, M.J.; Holler, G.; , "Wireless Communication and Power Supply Strategy for Sensor Applications Within Closed Metal Walls," *Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on* , vol.59, no.6, pp.1686-1692, June 2010

doi: 10.1109/TIM.2009.2026602

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5458032&isnumber=5463259>

Chung-Chih Lin; Ming-Jang Chiu; Chun-Chieh Hsiao; Ren-Guey Lee; Yuh-Show Tsai; , "Wireless Health Care Service System for Elderly With Dementia," *Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on* , vol.10, no.4, pp.696-704, Oct. 2006

doi: 10.1109/TITB.2006.874196

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1707682&isnumber=36036>

ΣΧΕΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) V. Daniel Hunt, Albert Puglia, Mime Puglia. “RFID-A Guid to Radio Frequency Identification”, Wiley 2007
- 2) Landt, J (2001) Shrouds of time: The history of RFID, AIM, Inc.
- 3) Lieshout, M, Grossi, L, Spinelli, G, Helmus, S, Kool, L, Pennings, L, Stap, R, Veugen, T, Waaij, B, Borean, C (2007) RFID Technologies: Emerging Issues, Challenges and Policy Options, Official Publications of the European Commission, Spain
- 4) Radio Frequency Identification: Applications and Implications for Consumers (2005) Federal Trade Commission.
- 5) Matt Ward, Rob van Kranenburg, Gaynor Backhouse. “Radio Frequency Identification: Frequency, Standards, Adoption and Innovation” , 2006
- 6) Stephen B. Miles, Sanjay E. Sarma, John R. Williams “RFID Technology and Applications” , Cambridge University Press 2008
- 7) Garfinkel, S., (2002), “An R.F.I.D. Bill of Rights”, Technology Review
- 8) GSI EPCglobal: Regulatory status for using RFID in the UHF spectrum, 2006
- 9) Landt, Jerry, (2005), Shrouds of Time: The History of RFID
- 10) protocol enabling ownership transfer of R.F.I.D. tags. B. Preneel and S. Tavares

WEBSITES

- <http://techteam.gr/wiki/RFID>
- http://www.go-online.gr/ebusiness/specials/article.html?article_id=1592
- http://www.go-online.gr/ebusiness/specials/article.html?article_id=1593
- <http://www.advanced-media.eu/el/tecnologia-rfid/perigrafi-technologias.html>
- <http://www.teotec.gr/articleb3cd.html?cat=89>
- <http://knol.google.com/k/rfid>
- <http://openarchives.gr/search/%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1%20RFID>
- <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms954628.aspx>
- <http://www.rcdtechnology.com/rfid-applications-in-supply-chain-management/592/>
- <http://www.plant-management.gr/index.php?id=14405>
- <http://www.pemptousia.com/2011/06/rfid-radio-frequency-identification/>
- <http://www.commercialsecuritydevices.com/>
- <http://www.ibns.gr/ibns/fsn-solutions/fsn-epharmoges-rfid.html>

- http://wikibon.org/wiki/v/Using_RFID_for_warehouse_management
- <http://www.rfidportal.gr/index.php/joomla-license>
- http://europa.eu/legislation_summaries/information_society/radiofrequencies/124120a_el.htm
- <http://www.rfidportal.gr/index.php/2010-03-12-20-00-44>
- <http://www.rfidjournal.com/article/view/1335>
- <http://rfid.net/basics/186-iso-rfid-standards-a-complete-list->
- http://www.hightechaid.com/standards/RFID_Standards_SC31.htm
- <http://www.rfidportal.gr/index.php/joomla-license/59-rfid-standards>
- <http://www.gs1gr.org/index.php?pgnbr=6688&lang=el>
- http://en.wikipedia.org/wiki/European_Telecommunications_Standards_Institute
- http://en.wikipedia.org/wiki/International_Organization_for_Standardization
- http://en.wikipedia.org/wiki/International_Electrotechnical_Commission
- <http://www.rfidportal.gr/index.php/2010-03-12-20-00-44>
- <http://www.ti.com/rfid/shtml/apps-anim-tracking.shtml>
- <http://itmanagement.earthweb.com/mowi/article.php/3758681/RFID-Tracking-Allows-Prisons-to-More-Closely-Monitor-Inmates.htm>
- <http://www.rsa.com/rsalabs/node.asp?id=2117>
- http://www.dataflows.com/RFID_Overview.shtml
- http://www.hpl.hp.com/news/2005/apr-jun/rfid_future.html

