



Τμήμα: Ηλεκτρονικής.

Εξαμηνιαία Εργασία

**Αυτοκινούμενο ρομποτικό ραντάρ που επικοινωνεί μέσω του
προτοκόλλου ασυρμάτων δικτύων Zigbee 802.15.4**

Μοναχόπουλος Κωνσταντίνος

A.M.:05438

Λόκα Χάνς

A.M.:06060

Επιβλέπων : ΣΩΤΗΡΗΣ ΚΑΡΑΜΠΙΕΤΣΟΣ Καθηγητής εφαρμογών

Αθήνα, 2012

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην πραγματοποίηση της παρούσας εργαστηριακής εργασίας κατασκευάσαμε ένα αυτοκινούμενο ρομπότ που έχει τη δυνατότητα, κινούμενο τυχαία στο χώρο να μην συγκρούεται με τυχόν εμπόδια, αλλά να τα αποφεύγει παίρνοντας μάλιστα τη σωστή απόφαση για τη χάραξη της νέας πορείας του. Όταν το ρομπότ συναντήσει εμπόδιο σταματά και σκανάρει το χώρο που βρίσκεται μπροστά του, στη συνέχεια στέλνει τη χαρτογράφηση ασύρματα μέσω ενός Xbee module που έχουμε συνδέσει με ένα arduino μικροελεγκτή σε ένα δεύτερο Xbee που βρίσκεται σε ένα σταθμό βάσης. Αργότερα ο σταθμός αυτός λαμβάνει τα δεδομένα αυτά και τα αποικονίζει στην οθόνη ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή χρησιμοποιώντας το μαθηματικό εργαλείο Matlab. Έτσι απομακρυσμένα μπορείς να έχεις μία μορφή του χώρου που υπάρχει μπροστά από το ρομπότ κάθε φορά που αυτό συναντά ένα εμπόδιο μπροστά του σε αποστάσεις ορισμένες από το χρήστη.

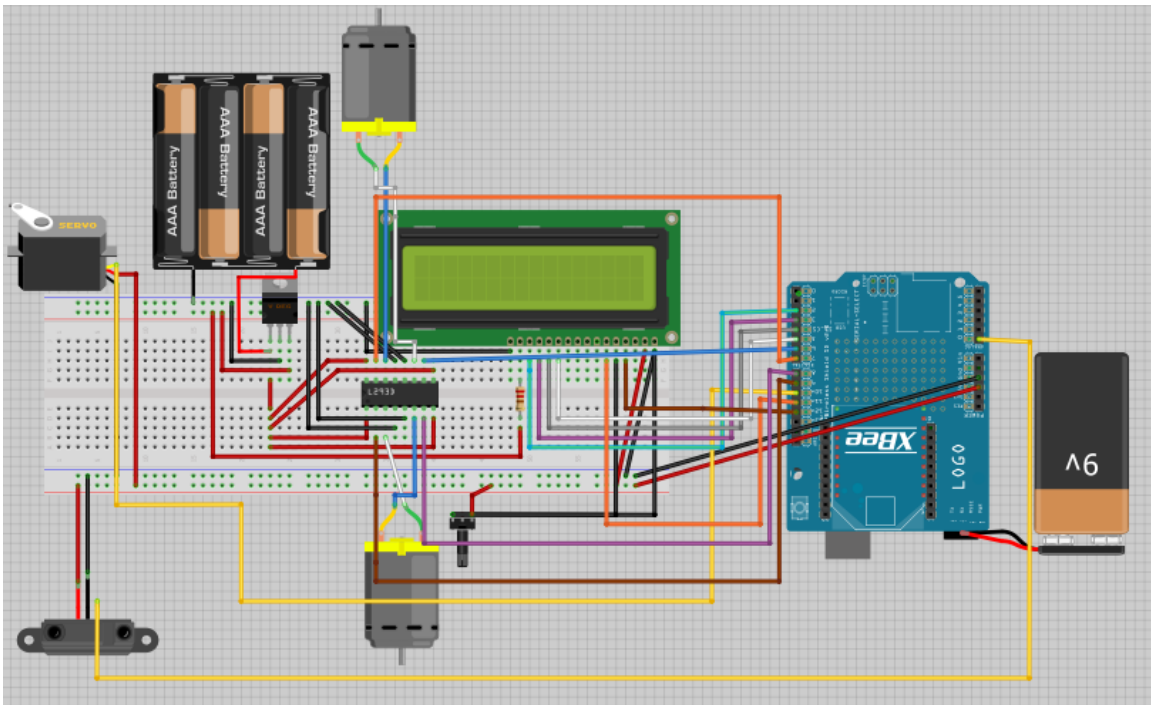
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	Σελ.1
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	Σελ.2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΡΟΜΠΟΤ	Σελ.3
1.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ	Σελ.3
1.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ	Σελ.4
1.3 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	Σελ.12
1.3.1 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ	Σελ.12
1.3.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.....	Σελ.13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : XBEE MODULE	Σελ.14
2.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	Σελ.14
2.2 ΑΡΧΙΚΟΠΟΙΗΣΗ XBEE	Σελ.15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ARDUINO.....	Σελ.18
3.1 COORDINATOR.....	Σελ.18
3.2 ROUTER	Σελ.20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ MATLAB.....	Σελ.24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΡΟΜΠΟΤ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.1 : ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Αρχικά θα ξεκινήσουμε με τη διαδικασία κατασκευής του κυκλώματος που υλοποιεί το αυτοκινούμενο ρομπότ της εργασίας. Παρακάτω ακολουθεί ο σχεδιασμός όπως υλοποιήθηκε με τη βοήθεια του προγράμματος fritzing και στη συνέχεια θα ακολουθήσει ανάλυση και επεξήγηση του κυκλώματος αυτού.



Εικόνα1. Μορφή του κυκλώματος μέσω του προγράμματος fritzing.

Καθώς παρατηρούμε το κύκλωμα αποτελείται από δύο DC motors, ένα servo motor (0.5 A), ένα 1 Sharp GP2D12 analog distance sensor, μία μπαταρία ως πηγή τάσης (9v), 4 μπαταρίες των 1,5V ως πηγή τάσης συνόλου (6V), ένα voltage regulator (L7805CV) εξόδου (5V), ένα ολοκληρωμένο (DIP-16 L293D), μία φωτιζόμενη liquid crystal οθόνη τύπου character (16x2), ένα ποτενσιόμετρο ρυθμισμένο στα (220 KOhm), ένα αναπτυξιακό arduino uno, ένα Xbee module shield για την εφαρμογή του Xbee και τέλος ένα XBee (pro Series 2).

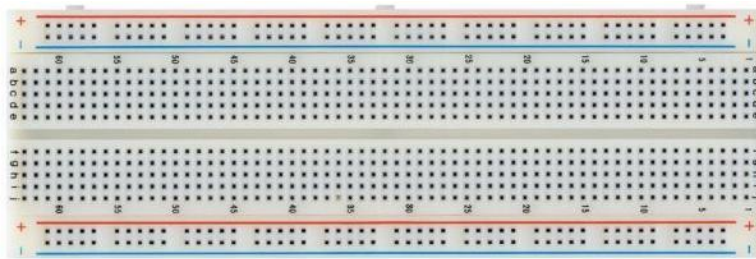
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.2 : ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ

Αναλυτικότερα τα προαναφερθέντα εξαρτήματα που συναποτελούν την ολοκληρωμένη μορφή του κυκλώματος αναφέρονται παρακάτω.

1 x Breadboard

Το Breadboard σας διευκολύνει να δοκιμάσετε το κύκλωμα, χωρίς την χρήση κολλητηριού. Σας προσφέρει γρήγορη και αξιόπιστη λύση για την δημιουργία πρωτοτύπων.

Οι ηλεκτρονικές συνδέσεις γίνονται πάνω στο Breadboard με την βοήθεια καλωδίων, εισάγωντάς τα στις ειδικές οπές που απέχουν η κάθε μία μεταξύ τους 0,1" (2,54mm) και ενώνονται οριζόντια ώστε να σας διευκολύνουν στην σύνδεση πολλών εξαρτημάτων χωρίς καλώδια. Οι οπές στο εσωτερικό τους περιέχουν μικρά ελατήρια για την άψογη επαφή τους με το καλώδια.



Εικόνα 2. breadboard.

1 x Arduino Uno Rev3

Η πλακέτα του Arduino αποτελείται από έναν μικρό επεξεργαστή ανοικτού κώδικα στον οποίο μπορεί κανείς να προγραμματίσει ακόμη κι αν είναι αρχάριος μέσω του δικού του δωρεάν προγράμματος.



Εικόνα 3. Arduino

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14
Analog Input Channels	6
PWM Channels	6
DC Current per I/O Pin	40mA
DC Current for 3.3V Pin	50mA
Flash Memory	32 KB
SRAM	2 KB
	(ATmega328)
EEPROM	1 KB
	(ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Πίνακας 1. Τεχνικά χαρακτηριστικά arduino

2 x XBee 2mW PCB Antenna - Series 2 (ZigBee Mesh)

Αυτό είναι το XBee XB24-Z7PIT-004 από την Digi. Η δεύτερη έκδοση της σειράς βελτιώνει την ισχύ και τα πρωτόκολλα δεδομένων. Οι μονάδες της δεύτερης έκδοσης σας επιτρέπουν να δημιουργήσετε πολύπλοκα δίκτυα "mesh" με βασισμένα στο KH XBee ZigBee mesh firmware. Οι μονάδες αυτές επιτρέπουν μια πολύ αξιόπιστη και απλή επικοινωνία μεταξύ μικροελεγκτών, υπολογιστών, συστημάτων, πραγματικά οτιδήποτε με σειριακή θύρα! Υποστηρίζονται δίκτυα point to point και multi-point.



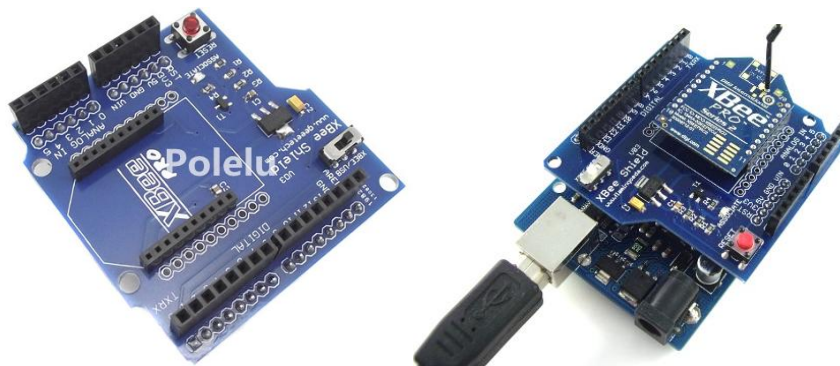
Εικόνα 4. Xbee.

	3.3V @ 40mA
	250kbps Max data rate
	2mW output (+3dBm)
	400ft (120m) range
	Built-in antenna
	Fully FCC certified
	10-bit ADC input pins
	8 digital IO pins
	128-bit encryption
	Local or over-air configuration
	AT or API command set

Πίνακας 2. Τεχνικά χαρακτηριστικά Xbee

1 x Shield V03 Module Wireless Control For XBee ZigBee Arduino

Το συγκεκριμένο shield χρησιμοποιείται για τη Διευκόλυνση της τοποθέτησης του Xbee στον Arduino υπο επιτρέποντας έτσι την ασύρματη επικοινωνία του Xbee ασύρματα με άλλο Xbee τοποθετημένο στο χώρο. Μπορεί να λειτουργήσει με τις version Series 1 και series 2.5.



Εικόνα 5. Xbee module.

1 x Standard servo

Οι σερβοκινητήρες είναι μικρές συσκευές που έχουν έναν άξονα ο οποίος μπορεί να περιστρέφεται σε συγκεκριμένη γωνία (0 έως 180 μοίρες) που είναι ελεγχόμενη από τον χρήστη. Ο έλεγχος ενός σερβοκινητήρα γίνεται με την βοήθεια παλμών που επαναλαμβάνονται κάθε 20 msec (ή $1/0,02 = 50$ Hz). Το μήκος του παλμού ρυθμίζει και την γωνία του άξονα. Τέτοιες συσκευές υπάρχουν σε τηλεκατευθυνόμενα αεροπλανάκια, αυτοκίνητα και φυσικά σε robots. Οι σερβοκινητήρες έχουν τρία καλώδια. Δύο τροφοδοσίας και ένα του σήματος ελέγχου.



Εικόνα 6. Servo motor.

Servo type/weight	9g
Dimension (mm)	23*12.3*29
Torque kg/cm(4.8v)	1.5kg
Speed	0.10 sec/60
Connector wire length	170mm
Gear	PC
Operation Voltage	3.0-6.0V
Temperature range	0-60 C
Dead band width	5 usec

Πίνακας 3. Τεχνικά χαρακτηριστικά Servo motor

1 x Voltage Regulator L7805CV

Ένας ρυθμιστής τάσης έχει σχεδιαστεί για να διατηρεί αυτόματα ένα σταθερό επίπεδο τάσης. Ένας ρυθμιστής τάσης μπορεί να είναι ένας απλός "feed-forward" σχεδιασμός ή μπορεί να περιλαμβάνουν βρόγχους αρνητικής ανάδρασης. Ανάλογα με τον σχεδιασμό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ρυθμίσει μία ή περισσότερες AC ή DC τάσεις.



Εικόνα 7. L7805CV volage regulator.

Manufacturer Part No	L7805CV
Package / Case	TO-220
RoHS	Yes
Output Voltage	5 V
Output Current	1.5 A
Mounting	Through Hole

Πίνακας 4. Τεχνικά χαρακτηριστικά L7805CV volage regulator.

1 x L293D motor driver

Το L293D είναι ένα ολοκληρωμένο που περιέχει τατραπλό half-H-Bridge οδηγό σερβοκινητήρων. Είναι σχεδιασμένο να παρέχει 600 mA ρεύμα σε τάσεις των τάξεων μεταξύ 4,5V και έως 36 Volt. Είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να μπορεί να οδηγεί ένα σερβοκινητήρα χρησιμοποιώντας μόνο 2 pins από τα 16 του ολοκληρωμένου.



Εικόνα 8. L293D

Wide Supply – Voltage Range 4,5 V to 36 V
Separate Input – Logic Supply
Internal ESD Protection
Thermal Shutdown
Output Current 1 A Per Channel (600 mA for L293D)
Peak Output Current 2 A Per Channel (1,2 mA for L293D)
Output Clamp Diodes for Inductive
Transient Suppression L293D

Πίνακας 5. Τεχνικά χαρακτηριστικά L293D.

2 x dc motor

Ο Ηλεκτρικός κινητήρας ή ηλεκτροκινητήρας, (motor, κοινώς μοτέρ), είναι διάταξη που χρησιμοποιείται για την μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανική ενέργεια. Η αρχή λειτουργίας του ηλεκτρικού κινητήρα είναι η δύναμη Lorentz. Όταν ένας αγωγός από τον οποίο διαρρέει ηλεκτρικό ρεύμα βρεθεί μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο ασκείται πάνω του μία δύναμη .



Εικόνα 9. DC motor.

Supply Voltage	6V DC
Nominal rotational speed	2200 rpm
Body dimensions	21 x 25 mm

Πίνακας 6. Τεχνικά χαρακτηριστικά DC motor.

1 x Infrared Proximity Sensor Long Range - Sharp GP2Y0A02YK0F

Υπέρυθρος αισθητήρας κοντινής εμβέλειας κατασκευασμένος από τη Sharp. Το GP2Y0A02YK0F έχει μια αναλογική έξοδο που κυμαίνεται από 2.8V στα 15cm έως 0.4V στα 150cm. Ο αισθητήρας έχει ένα ιαπωνικό Solderless Terminal (JST) βύσμα. Ενδείκνυται για αίσθηση αντικειμένων σε απόσταση έως και 1,5 μέτρο.



Εικόνα 10. Proximity Sensor.

Average supply current (ICC)	L = 150 cm, (Typical 33 mA – Max 50 mA)
Measuring distance range (ΔL)	(Min 20 cm – Max 150 cm)
Output Voltage (Vo)	L = 150 cm, (Min 0.25 V - Typical 0.4 V – Max 0.55 V)
Output Voltage difference between (ΔV_o)	Output Voltage difference between L=20 cm and L=150 cm, (Min 1.8 V - Typical 2.05 V – Max 2.3 V)

Πίνακας 7. Τεχνικά χαρακτηριστικά Proximity Sensor.

1 x Lcd Module 16x2 5V Blue-White

Η οθόνη Lcd χρησιμοποιείται στην απεικόνιση οποιονδήποτε μηνυμάτων επιθυμούμε να απεικονίσουμε σε αυτήν. Είναι ένας τρόπος αλληλεπίδρασης με το χρήστη για εύκολη κατανόηση διαφόρων μετρήσεων ή μηνυμάτων που επιθυμούμε να εξάγουμε.



Εικόνα 11. LCD.

LCD Pin	Connect to
1 (VSS)	GND Arduino pin*
2 (VDD)	+ 5v Arduino pin
3 (contrast)	Resistor or potentiometer to GND Arduino pin*
4 RS	Arduino pin 12
5 R/W	Arduino pin 11
6 Enable	Arduino pin 10
7 No connection	
8 No connection	
9 No connection	
10 No connection	
11 (Data 4)	Arduino pin 5
12 (Data 5)	Arduino pin 4
13 (Data 6)	Arduino pin 3
14 (Data 7)	Arduino pin 2
15 Backlight +	Resistor to Arduino pin 13**
16 Backlight GND	GND Arduino pin*

Πίνακας 8. Τεχνικά χαρακτηριστικά LCD.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.3 : ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.3.1 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ

Στο κύκλωμα που υλοποιήσαμε χρησιμοποιούμε δύο πηγές τάσης που τροφοδοτούν γενικά τη διάταξη. Τη μία από τις δύο που εξάγει τάση (6V) τη τοποθετούμε κατευθείαν στα pins (1,8,9,16) του ολοκληρωμένου L293D που μέσω της κατάλληλης εξόδου από το μικροελεγκτή καταφέρνουμε επιλεκτικά και την τροφοδοτούμε στα DC motors. Το ένα από τα δύο DC motors χρησιμοποιείται για να στρίβει (αριστερα – δεξια) το ρομπότ ενώ το άλλο για την αμφίδρομη κίνηση του (εμπρός – πίσω). Υστερα τη τάση αυτή τη τοποθετούμε σε ένα Voltage regulator που με τη σειρά του κανονικοποιεί τη τάση στη στάθμη των 5V. Τα 5V που εξάγουμε τα επιλέγουμε μόνο για τη τροφοδοσία της οθόνης. Τη δεύτερη πηγή τάσης (9V) τη χρησιμοποιούμε για να τροφοδοτίσουμε τον μικροελεγκτή (Arduino uno) ο οποίος με τη σειρά του εξάγει τάση της στάθμης των 5V. Τη τάση αυτή τη χρησιμοποιούμε για τη τροφοδοσία του IR Sensor, του σερβοκινητήρα που κινεί τον αισθητήρα και σε κάποιες επαφές της οθόνης LCD την οποία έχουμε τοποθετήσει στο bradboard με τη χρήση (Pin Male Headers) .

Έχουμε συνδέσει τον αισθητήρα IR στο (Pin A0) δηλαδή την αναλογική είσοδο του μικροελεγκτή που έχει ενσωματωμένο τον Digital-to-Analog converter για τη μέτρηση της απόστασης και στον σερβοκινητήρα το (pin ~10) του μικροελεγκτή που χρησιμοποιεί την λειτουργία PWM για τη καθοδήγηση του στις θέσεις που επιθυμούμε. Η οθόνη έχει συνδεθεί στα (Pin 2,~3,4,~5,~11,12) του Arduino για τη σωστή λειτουργία

της απεικόνισης των εκάστοτε μνημάτων που επιθυμούμε, επίσης έχει τοποθετηθεί και μία αντίσταση των 500 Ohm για την επιλεγμένη φωτεινότητα στην LCD και τέλος έχει ρυθμιστεί ένα ποτενσιόμετρο στα 220 KOhm για τη σωστή φωτεινότητα της γραμματοσειράς .

Το ολοκληρωμένο L293D έχει τοποθετηθεί στα (Pin 7,~6,~9,8) για την κατ'επιλογήν οδήγηση των DC motors στη πορεία που επιθυμούμε και τέλος έχει τοποθετηθεί ένα Xbee module shield επάνω στο Arduino για την εύκολη τοποθέτηση του Xbee αφού αυτό δεν μπορεί να τοποθετηθεί κατευθείαν επάνω στο breadboard λόγω της αποστάσεως και το πάχος των pins. Επάνω στο shield έχουμε τοποθετήσει το Xbee () το οποίο έχουμε τροφοδοτήσει με 3.3 V και το έχουμε συνδέσει στα Pin RX και TX για τη σειριακή επικοινωνία του Arduino και του Xbee το οποίο θα στέλνει ασύρματα την πληροφορία που επιθυμούμε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.3.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

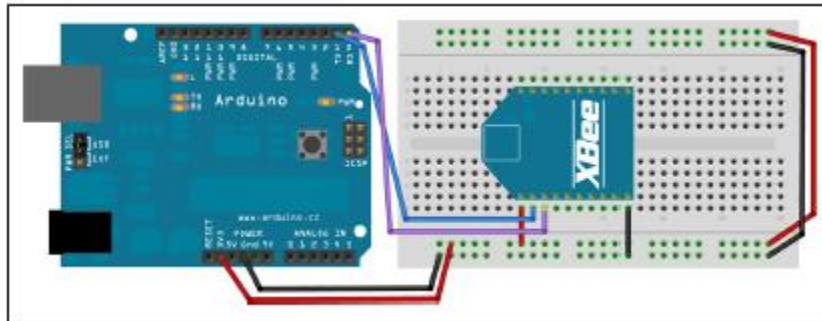
Κατά την εκκίνηση της λειτουργίας του κυκλώματος κανονικοποιείται η θέση του σερβοκινητήρα στο κέντρο για να μπορέσει αργότερα να διαβάσει τις διάφορες αποστάσεις ο IR αισθητήρας καθώς επίσης τυπώνεται στην οθόνη ένα μήνυμα που αφορά το θέμα της εξαμηνιαίας εργαστηριακής εργασίας . Υστερα με τη χρήση κατάλληλων σημάτων στα Pin του Arduino πραγματοποιείται η ευθεία εκκίνηση του ρομπότ ξεκινώντας παράλληλα τη δειγματοληψία για για τυχόν εμπόδια εμπρός του και εκτυπώνοντας στην οθόνη ένα κατάλληλο μήνυμα.

Όταν εντοπιστεί κάποιο εμπόδιο το ρομπότ καταφέρνει και σταματά εγκέρος και ύστερα ξεκινά την μέτρηση των αποστάσεων οδηγώντας το σερβοκινητήρα από 0 έως 180 μοίρες και παράλληλα αποθηκεύοντας τις μετρήσιμες τιμές μέσω του IR αισθητήρα. Επίσης κατά τη μέτρηση οι τιμές των αποστάσεων που αποθηκεύονται στον Atmega 328 συγκρίνονται και εκείνη τη στιγμή παίρνεται απόφαση εάν η νέα πορεία του ρομπότ θα είναι δεξιά ή αριστερά από το εμπόδιο. Μέσω του Xbee έχοντας αυτό το ρόλο ενός απλού mode οι πίνακες των τιμών αποστέλλονται σε ένα δεύτερο Xbee που έχει το ρόλο του coordinator ο οποίος είναι συνδεδεμένος με ένα Pc και μέσω τις σειριακής επικοινωνίας στέλνει τις τιμές στον υπολογιστή. Τέλος με χρήση του προγράμματος Matlab οι τιμές αυτές με ένα Plot αποικονίζονται όπως ακριβώς σε ένα ραντάρ ή ένα Sonar και έτσι μπορούμε να έχουμε εικόνα για τη μορφολογία των εμποδίων που υπάρχουν εμπρός από το ρομπότ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : XBEE MODULE

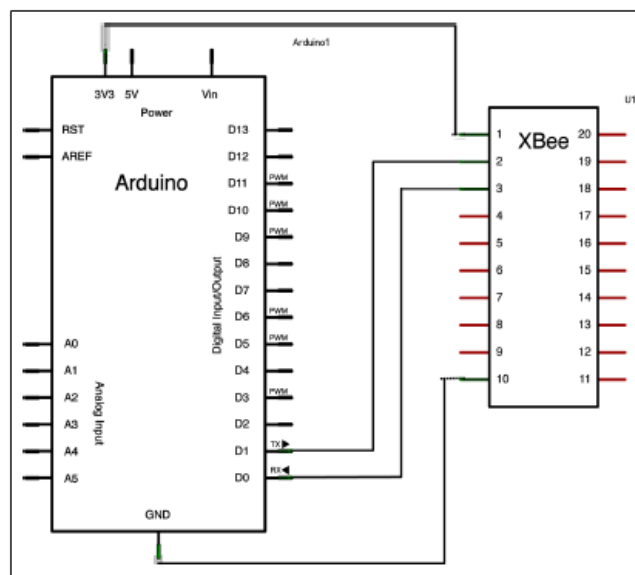
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Παρακάτω φένεται η συνδεσμολογία κατά την οποία μπορούμε να συνδέσουμε το Xbee με το arduino χωρίς να μεσολαβεί κάποιο module παρα μόνο κάποιο adapter για τη διαφοροποίηση του πάχους των pins και την εγκατάσταση κατευθείαν επάνω στο breadboard.



Εικόνα 12. Συνδεσμολογία Xbee σε Breaboard.

Παρατηρούμε ότι η συνδεσμολογία είναι εξαιρετικά απλή και το μόνο που χρειάζεται το Xbee είναι να συνδεθεί το Pin της τροφοδοσίας (3,3V) , το Pin της γείωσης, το Dout pin στο Tx του arduino και το Din pin στο Rx του arduino για τη σειριακή μεταφορά των δεδομένων (Data). Ακολουθεί το σχηματικό της συνδεσμολογίας.



Εικόνα 13. Σχηματικό συνδεσμολογίας Xbee .

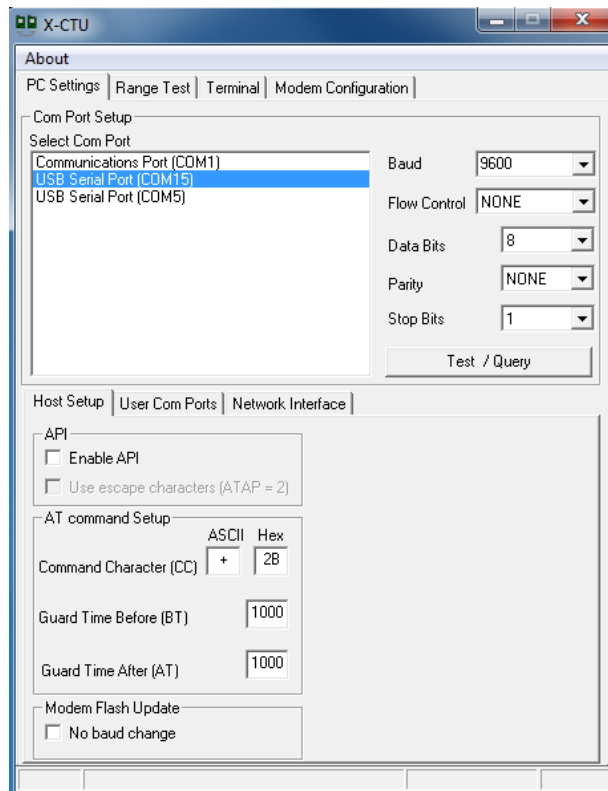
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.2 ΑΡΧΙΚΟΠΟΙΗΣΗ XBEE

Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε πως μπορεί να γίνει η εγκατάσταση και η αρχικοποίηση των δύο Xbees ως δικτύωση Point-to-Point. Το Xbee που θα λειτουργήσει ως σταθμός βάσης θα εγκατασταθεί με τη συνδεσμολογία που αναφέραμε παραπάνω με τη διαφοροποίηση ότι τα Dout και τα Din δεν θα συνδεθούν στα αντίστοιχα Tx και Rx αλλά σε εικονικά σειριακά Pins (Software Serial Ports) διότι η σειριακή επικοινωνία που παρέχεται από το αναπτυξιακό θα είναι δεσμευμένη από την μεταξύ του επικοινωνία (Hardware Serial Ports).

Στο Xbee που θα λειτουργεί ως router που θα είναι επάνω στο robot το Xbee θα εγκατασταθεί επάνω στο shield και έτσι η επικοινωνία θα γίνει με τα pins (rx,tx) που μας παρέχει ο Arduino.

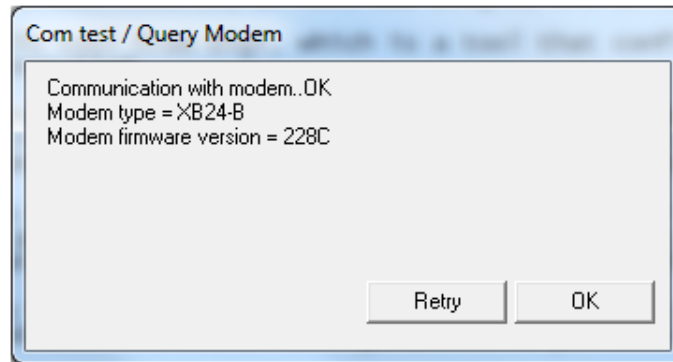
Αρα ξεκινώντας θα πρέπει αρχικά να εγκαταστήσουμε το πρόγραμμα που θα αρχικοποιήσουμε τα Xbees που κατά τη δικιά μας επιλογή από τα πολλά παρεχόμενα προγράμματα, επιλέξαμε να λειτουργήσουμε το πρόγραμμα X-ctu.

Μόλις εγκαταστήσουμε και τρέξουμε το Xctu παίρνουμε εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο.



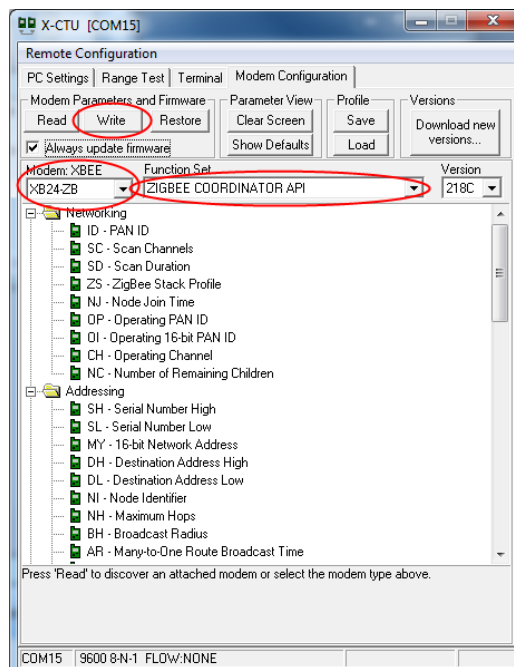
Εικόνα 14. Αναγνώριση αναπτυξιακού μέσω X-CTU .

Καθώς παρατηρούμε το Xbee έχει συνδεθεί μέσω της σειριακής θύρας (Com15) δηλαδή μέσω του Arduino, η επιλογή της σειριακής θύρας επιλέγεται αυθέρετα και δεν έχει κάποια ιδιαίτερη σημασία. Μετά θα ακολουθήσει ένα Test που μας παρέχει τη δυνατότητα να αντιληφθούμε εάν έχει γίνει σωστά η εγκατάσταση. Πατώντας το Test/Query λαμβάνουμε το παρακάτω μήνυμα.



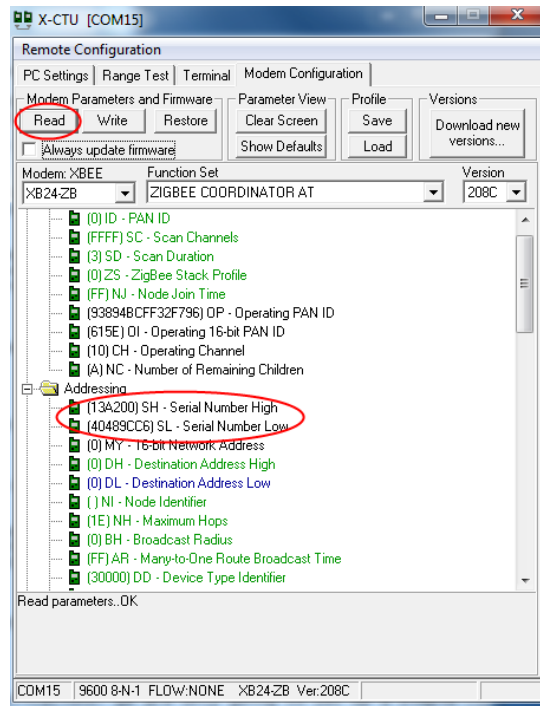
Εικόνα 15. Επιβεβαίωση αναγνώρισης αναπτυξιακού μέσω X-CTU .

Τώρα είμαστε έτοιμοι να προγραμματίσουμε το Xbee. Ξεκινώντας από το Xbee που θα λειτουργήσει ως Coordinator (PAN) δηλαδή αυτό που θα είναι στο σταθμό βάσης θα πρέπει αρχικά να αναβαθμίσουμε το firmware σε αυτό. Άρα πατώντας Write στο μενού Modem Configuration αφού έχουμε επιλέξει XB24-ZB στο πλαίσιο modem : Xbee και τον τύπο του Xbee στο function set θα μορφοποιηθεί η παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 16. Διαμόρφωση Xbee μέσω X-CTU .

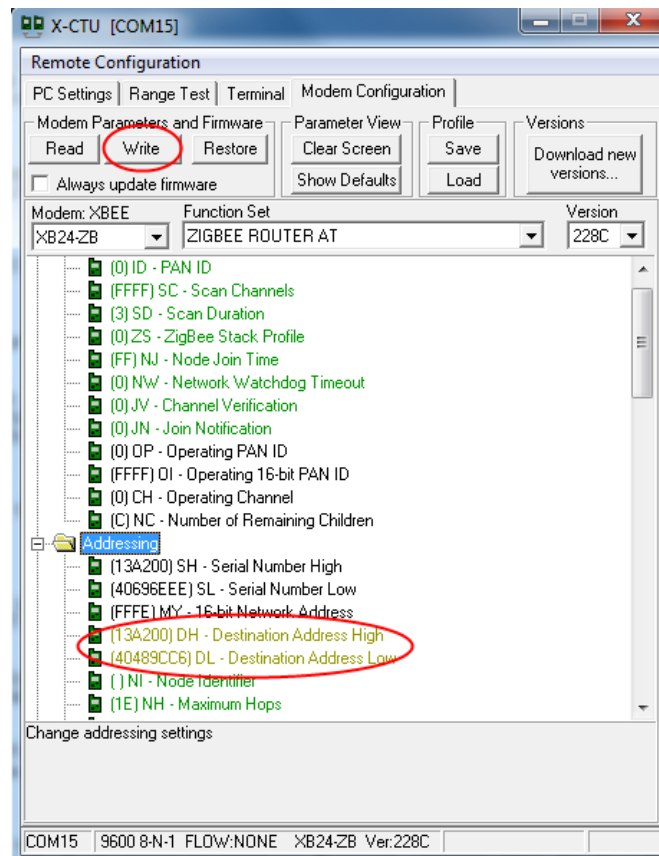
Όταν τελειώσει η αναβάθμιση του firmware, Πατάμε το κουμπί Read για να εισαχθούμε στο configuration του Xbee. Έτσι μας παρέχεται η παρακάτω μορφή.



Εικόνα 17. Αναγνώριση διεύθυνσης Xbee μέσω X-CTU .

Οι διευθύνσεις στα πλαίσια Serial number low και Serial number high που έχουμε σημειώσει με κόκκινο είναι οι διευθύνσεις του Coordinator και είναι αυτές που πρέπει να γνωρίζουν για να επικοινωνίσουν οι συσκευές (Xbees) που θα εισαχθούν στο δίκτυο για μία point to point επικοινωνία.

Εγκαθιστώντας το δεύτερο Xbee προς αρχικοποίηση επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία της αναβάθμισης του firmware μόνο που αυτή τη φορά επιλέγουμε στο πλαίσιο function set την επιλογή Zigbee Rooter At. Συνεχίζουμε διαβάζοντας το configuration του Xbee και τοποθετώντας την διεύθυνση που καταγράψαμε από τον coordinator στα παιδιά Serial number low και Serial number high παίρνοντας την παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 18. Τοποθέτηση διεύθυνσης Xbee μέσω X-CTU .

Με αυτή τη παραπάνω από απλή διαδικασία μπορούμε να αρχικοποιήσουμε δύο Xbee τα οποία θα επικοινωνούν απευθείας μεταξύ τους. Να σημειωθεί ότι η διαδικασία υλοποίησης πιο περίπλοκων δικτυακών μορφολογιών είναι πολύ πιο σύνθετη διαδικασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ARDUINO

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.1 : COORDINATOR

Στο Xbee που λειτουργεί ως coordinator αναφέραμε και παραπάνω ότι θα πρέπει να ορίσουμε κάποιες εικονικές θύρες που θα εγκατασταθεί το Xbee. Άρα επιλέγοντας τον παρακάτω κώδικα ορίσαμε τα pins 2 και 3 ως rx και tx αντίστοιχα.

```
#include <SoftwareSerial.h>
```

```
#define rxPin 2
```

```
#define txPin 3
```

```

#define ledPin 13

// εγκατάσταση νέας σειριακής θύρας
String data;

SoftwareSerial mySerial = SoftwareSerial(rxPin, txPin);

byte pinState = 0;

void setup() {
    // ορισμός των pins tx, rx αντίστοιχα:
    pinMode(rxPin, INPUT);
    pinMode(txPin, OUTPUT);
    pinMode(ledPin, OUTPUT);
    mySerial.begin(9600);
}

void loop() {
    if (Serial.available() > 0) {
        data = mySerial.read(); // mySerial είναι η εικονική σειριακή
        toggle(13);
        Serial.print(data) //Serial είναι η πραγματική σειριακή
    }

    void toggle(int pinNum)
    {
        // ανάβει ένα led να γνωρίζω ότι εκείνη τη στιγμή παίρνω δεδομένα από το router
        digitalWrite(pinNum, pinState);
        pinState = !pinState;
    }
}

```

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.2 : ROUTER

Αντιστοιχα το router που είναι εγκατεστημένο στο robot θα εμπεριέχει τον παρακάτω κώδικα για την ομαλή εκπομπή των δεδομένων μέσω ενός String που εμπεριέχει όλες τις μετρήσεις των αποστάσεων μέσω του αισθητήρα. Οι μετρήσεις δεσμεύονται και είναι 27 στο σύνολο διότι η μνήμη stack του atmega328i δεν παρέχει περισσότερες θέσεις στη μνήμη. Στέλνοντας χαρακτήρες ascii μαζί με το κενό που διαχωρίζει τις μεταξύ τους μετρήσεις η μνήμη φτάνει στα όρια πολύ γρήγορα.

```
#define sensorPin 0

#include <Servo.h>

#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
```

```
Servo myservo;

int motor_pin1 = 8;

int motor_pin2 = 9;

int motor_pin3 = 6;

int motor_pin4 = 7;

int SensorValue;

int distanceleft;

int distance;

int distanceright;

String data;

String keno=" ";

int i;

void setup()

{

    lcd.begin(16, 2);

    Serial.begin (9600);

    pinMode(sensorPin, INPUT);
```

```

myservo.attach(10);

myservo.write(74);

pinMode(motor_pin1,OUTPUT);

pinMode(motor_pin2,OUTPUT);

pinMode(motor_pin3,OUTPUT);

pinMode(motor_pin4,OUTPUT);

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.clear();

lcd.print("arduino ZIGBEE");

lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print("wireless robot");

delay(10000);

}

void loop()

{

data="";

lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print("scanning for obj");

lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print("ect ");

digitalWrite(motor_pin1,HIGH);

digitalWrite(motor_pin2,LOW);

SensorValue = analogRead(sensorPin);

distance= 9462/(SensorValue - 16.92);

if(distance<40 && distance>0)

{

digitalWrite(motor_pin1,LOW);

digitalWrite(motor_pin2,HIGH);

```

```

delay(1000);

digitalWrite(motor_pin1,LOW);

digitalWrite(motor_pin2,LOW);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print("avoiding it...");

lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print("");

delay(1000);

    for (i=20;i<=130;i=i+4)
    {

        myservo.write(i);

        delay(100);

        SensorValue = analogRead(sensorPin);

    if (i == 20)

    {

        distanceleft= 9462/(SensorValue - 16.92);

    }

    if (i == 130)

    {

        distanceright= 9462/(SensorValue - 16.92);

    }

    distance= 9462/(SensorValue - 16.92);

    data = data +keno;

    data=data+distance;

    }

    Serial.println(data);

    myservo.write(74);

```

```

if (distanceright<distanceleft)
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("the object detec");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("ted at the right");
    digitalWrite(motor_pin3,LOW);
    digitalWrite(motor_pin4,HIGH);
    digitalWrite(motor_pin1,LOW);
    digitalWrite(motor_pin2,HIGH);
    delay(1200);
    digitalWrite(motor_pin1,HIGH);
    digitalWrite(motor_pin2,LOW);
    delay(500);
    digitalWrite(motor_pin1,LOW);
    digitalWrite(motor_pin2,LOW);
    digitalWrite(motor_pin3,LOW);
    digitalWrite(motor_pin4,LOW);
    delay(1000);
}
else
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("the object detec");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("ted at the left");
    digitalWrite(motor_pin3,HIGH);
    digitalWrite(motor_pin4,LOW);

```



```

digitalWrite(motor_pin1,LOW);

digitalWrite(motor_pin2,HIGH);

delay(1200);

digitalWrite(motor_pin1,HIGH);

digitalWrite(motor_pin2,LOW);

delay(500);

digitalWrite(motor_pin1,LOW);

digitalWrite(motor_pin2,LOW);

digitalWrite(motor_pin3,LOW);

digitalWrite(motor_pin4,LOW);

delay(1000);

}

}

}

```

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ MATLAB

Αφού στείλαμε τα δεδομένα στο τερματικό (pc) τότε αυτά διαχειρίζονται από το matlab παρέχοντας μας μέσω ενός polarplot τη μορφολογία του χώρου που συναντά μπροστά του το robot. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του παρακάτω κώδικα.

```

clear;clc;
s=serial('com3'); % dimiourgei antikeimeno S
data=0;
set(s,'inputbuffersize',4096,'timeout',20); % setaroume ti seiriaki
fopen(s); % ανοίγει ti seiriaki
i=20:4:130;
i=i.*(pi/180); % metatropi moires se rad
while (1)
    if s.bytesavailable>0
        data=fscanf(s)
        data = str2num(data)
        figure,polar(i,data)
    end
    data=0;
end
% instrfind elegxei ean einai energopoihmeni h seiriaki
% fclose(s); kleinei ti seiriaki
% delete(s); diagrafei to antikeimeno
% clear s;

```

ΠΗΓΕΣ:

- i. <http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/3131/1/%CE%9C%CE%95%CE%9B%CE%95%CE%A4%CE%97%20%CE%A3%CE%A5%CE%9C%CE%A0%CE%95%CE%A1%CE%99%CE%A6%CE%9F%CE%A1%CE%91%CE%A3%20%CE%A4%CE%95%CE%A1%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%A9%CE%9D%20%CE%9F%CE%9D%CE%A4%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%A4%CE%A9%CE%9D%20%CE%A3%CE%95%20%CE%94%CE%99%CE%9A%CE%A4%CE%A5%CE%91%20%CE%A4%CE%97%CE%9B%CE%95%CE%AA%CE%91%CE%A4%CE%A1%CE%99%CE%9A%CE%97%CE%A3%20%E2%80%93%20%CE%91%CE%A3%CE%A5%CE%A1%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%91%20%CE%94%CE%99%CE%9A%CE%A4%CE%A5%CE%91%20%CE%91%CE%99%CE%A3%CE%98%CE%97%CE%A4%CE%97%CE%A1%CE%A9%CE%9D.pdf>
- ii. http://www.ekfe.gr/portal/eggrafa/13o_sinedrio_eef_patra/delatolas.pdf
- iii. http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&ved=0CD0QFjAD&url=http%3A%2F%2F194.42.16.6%2Faction.php%3Fkt_path_info%3Dktcore.action.s.document.view%26fDocumentId%3D6116&ei=2qmjUMyMHsfWtAaDnoGoDQ&usg=AFQjCNGRB_7MIVLaFwPSrVIplV2KD5sURw&sig2=xM6fZprxN7ngLSDzTG2RDw
- iv. http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.15.4
- v. http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1828/1/%CE%9A%CE%B1%CF%84%CF%83%CE%B1%CF%81%CF%8C%CF%82%20%CE%9A%CF%89%CE%BD%CF%83%CF%84%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%AF%CE%BD%CE%BF%CF%82%20%20%CE%94%CE%B9%CF%80%CE%BB%CF%89%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%201508_2009.pdf
- vi. http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2011-0128/DT2011-0128.pdf
- vii. http://support.inf.uth.gr/vasi/upload/metaptyxiakes/masterthesis_karagiorgousophia.pdf
- viii. <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse2/stef/hlk/2009/PapatheodorouTilemachos/attached-document/2009papatheodorou.pdf>
- ix. http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_WAN
- x. http://de.teikav.edu.gr/telematics/pdf/3o_Meros_Asymmata_thematikh.pdf
- xi. http://ifestos.teilar.gr/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=20
- xii. <http://en.wikipedia.org/wiki/ZigBee>
- xiii. http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&ved=0CDYQFjAD&url=http%3A%2F%2Fru6.cti.gr%2Fbouras%2Fergasies%2Ffoithtes%2F131_WiMax%2520-%2520IEEE%2520802.16.doc&ei=b96kUI-AOofMsgbF2oDoBw&usg=AFQjCNFZnbOLedAmZgp4rr2UGKLMq-qLMw&sig2=dvyahTbOfMPOHHSkG-O1rg
- xiv. http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_network