



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

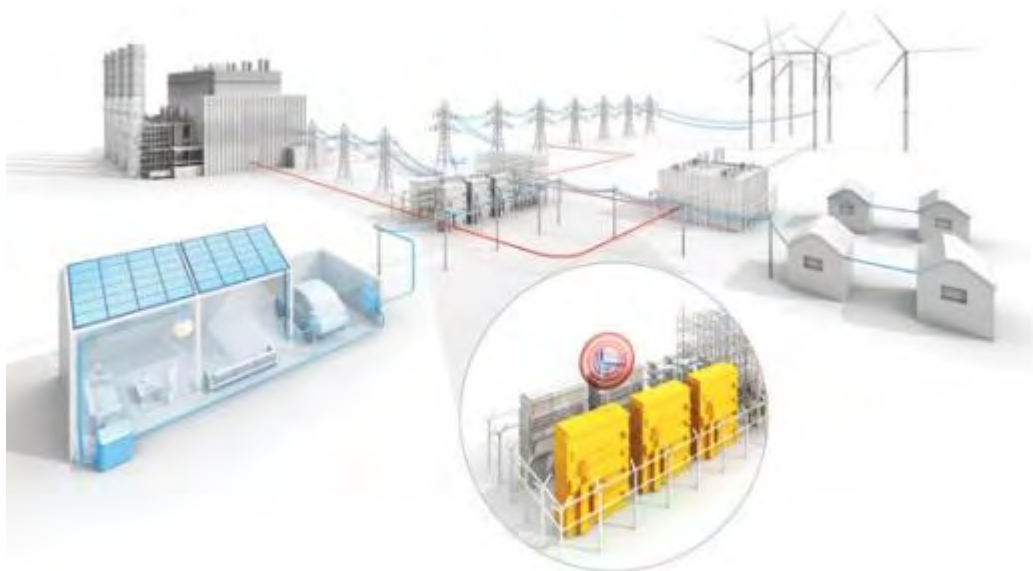
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Η/Υ

ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ & ΔΙΚΤΥΩΝ

Διαχείριση ενέργειας σε εγκαταστάσεις με ασύρματα δίκτυα αισθητήρων

ΑΓΓΕΛΗΣ ΑΓΓΕΛΟΣ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Δρ. Σταμούλης Γεώργιος

2^{ος} Βαθμολογητής : Δρ. Νέστορας Ευμορφόπουλος

3^{ος} Βαθμολογητής : Δρ. Παναγιώτης Μποζάνης

Copyright © Άγγελος Αγγελής, 2013.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Preface

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας και η προσπάθεια για αξιοποίηση νέων ιδεών έχουν αυξήσει τις ενεργειακές απαιτήσεις των σύγχρονων κοινωνιών . Τα σύγχρονα επιτεύγματα της τεχνολογίας που αναπτύσσονται όπως τα ηλεκτρικά οχήματα, τα data warehouses κολοσσών του διαδικτύου αλλά και η χρήση νέων ειδών φορητών συσκευών που απαιτούν ενεργειακή αυτονομία αρκετών ωρών για την βέλτιστη εξυπηρέτηση των χρηστών τους , συνεισφέρουν σε αυτή την απαίτηση . Παράλληλα η χωρίς όρια εξόρυξη ενεργειακών πόρων για την παραγωγή αυτής της ηλεκτρικής ενέργειας , οδηγούν στην καμπή όπου η παραγωγή ενέργειας μέσω ανανεώσιμων πηγών και ο ακριβής έλεγχος της ποσότητας αλλά και της ποιότητας της ενέργειας που παράγεται κρίνονται επιβεβλημένα. Ο πλέον παραδοσιακός τρόπος παραγωγής ενέργειας με τα μεγάλα λιγνιτικά εργοστάσια πλέον ενισχύεται από τις μικρότερες αλλά δυνητικά υπεράριθμες , μονάδες παραγωγής ενέργειας μέσω φωτοβολταϊκών που έχουν εισχώρηση στις αστικές και μη περιοχές των σύγχρονων κοινωνιών. Οι νέες αυτές συνθήκες μεταβάλλουν τις απαιτήσεις για έλεγχο πάνω στο δίκτυο παραγωγής και διανομής της ενέργειας. Λόγω της έκτασης αυτών των δικτύων η χρήση ασύρματων δικτύων αισθητήρων μπορεί να συνεισφέρει αποτελεσματικά στην εποπτεία και την διαχείριση των smart grids.

Επιγραμματικά, smart grid ορίζεται το ηλεκτρικό δίκτυο αναβαθμισμένο με δυνατότητες αμφίδρομης ψηφιακής επικοινωνίας για βελτιστοποιημένες δυνατότητες παρακολούθησης και ελέγχου. Μέσω των Smart Grids εξοικονομείται ενέργεια μειώνονται τα κόστη και αυξάνεται η αξιοπιστία των ηλεκτρικών δικτύων. Περιλαμβάνει τόσο τα εθνικά δίκτυα παραγωγής και μεταφοράς ενέργειας όσο και τα τοπικά δίκτυα micro – grids που παράγουν και μεταδίδουν και καταναλώνουν ενέργεια. Παρέχουν δυνατότητα μέτρησης της κατανάλωσης σε πραγματικό χρόνο.

Περιεχόμενα

Preface.....	3
Περιεχόμενα.....	4
1 Έξυπνα Δίκτυα διανομής.....	7
1.1 Smart Grid	7
1.2 Ηλεκτρικό δίκτυο (electric power grid)	7
1.3 Ιστορικά στοιχεία	7
1.4 Εκσυγχρονισμός και ευκαιρίες.....	9
1.5 Χαρακτηριστικά του έξυπνου δικτύου.....	9
1.6 Αξιοπιστία.....	9
1.7 Ευελιξία τοπολογίας του δικτύου	10
1.8 Αποδοτικότητα	10
1.9 Προσαρμογή φόρτου	10
1.10 Εξισορρόπηση φόρτου μέσω της τιμολόγησης	11
1.11 Βιωσιμότητα.....	11
1.12 Διαμόρφωση της αγοράς	12
1.13 Υποστήριξη της ανταπόκρισης στη ζήτηση	12
1.14 Πλατφόρμα παροχής ανεπτυγμένων υπηρεσιών.....	13
1.15 Συνδυασμός με το υπάρχον τηλεπικοινωνιακό δίκτυο	13
1.16 Προβλήματα σε σχέση με τα Smart Grids.....	13
1.17 Αισθητήρες μετρήσεων ηλεκτρικής ενέργειας.....	14
1.18 Τύποι μετρήσεων	14
1.19 Μετρήσεις	14
1.20 Καταγραφή Φόρτου	14
2 Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων	15
2.1 Τι είναι ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων.....	15
2.2 Εφαρμογές.....	16
2.2.1 Παρακολούθηση περιοχής.....	16
2.2.2 Παρακολούθηση περιβάλλοντος.....	16
2.2.3 Βιομηχανικές εφαρμογές	17
2.2.4 Παρακολούθηση στόλου.....	18
2.2.5 Έξυπνα κτίρια	18
3 Συστατικά της Εφαρμογής και Αρχιτεκτονική.....	20
3.1 Δίκτυο Ασύρματων Αισθητήρων	20

3.2.....	20
3.1.1. Αισθητήρες Erisensor.....	20
3.1.2. Tmote sky	23
3.1.2.1. Γενική περιγραφή του Tmote sky.....	23
3.1.2.2. Βασικά χαρακτηριστικά του Tmote sky	24
3.1.2.3. Επέκταση του Tmote sky	25
3.2. DROOLS.....	26
3.2.1. Πλεονεκτήματα Μηχανών Κανόνων	30
3.3. Σχεδιασμός, ανάπτυξη, έλεγχος της εφαρμογής	32
3.3.1. Αρχιτεκτονική της πλατφόρμας	32
3.3.2. Ανοιχτή αρχιτεκτονική.....	32
3.3.3. Η δομή της πλατφόρμας	33
3.3.4. Αρχική μορφή της πλατφόρμας	33
3.3.5. Επέκταση της πλατφόρμας με plug-ins.....	34
3.3.6. Αρχεία manifest.....	35
3.3.7. Εκτέλεση του plug-in	35
3.3.8. Πλατφόρμα Rich Client (Rich Client Platform)	35
3.3.9. Ιστορία του Eclipse ως πλατφόρμα RCP.....	36
3.3.10. Προϊόντα Eclipse.....	36
3.4. Android	38
3.5. Postgres	40
3.6. Hibernate.....	41
3.6.1. Αρχιτεκτονική	42
3.7. Arduino	46
3.7.1. Μικροελεγκτής - η καρδιά του Arduino	48
3.7.2. Είσοδοι - Έξοδοι.....	48
3.7.3. Τροφοδοσία.....	50
3.7.4. Ενσωματωμένα κουμπιά και LED.....	52
3.7.5. Αισθητήρας μέτρησης κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος.....	52
3.7.6. Relay Module.....	54
3.7.7. RS232 Breakout Board.....	54
3.7.8. Rs232 Wifi Server	54
3.7.9. WiFi Module - ESP8266	55
4 Αρχιτεκτονική	57

4.1	Επίπεδο Βάσης Δεδομένων.....	57
4.2	Επίπεδο Εξυπηρετητή	57
4.3	Επίπεδο Χρήστη.....	57
5	Περιγραφή εφαρμογής	58
5.1	Πλατφόρμα Διαχείρισης.....	58
5.1.1	Γενική Διαχείριση	59
5.2	Οργάνωση Πόρων	60
5.3	Διαχείριση Κατόψεων	61
5.3.1	Διαχείριση συστημάτων.....	61
6	Βιβλιογραφία.....	66

1

Έξυπνα Δίκτυα διανομής

1.1 Smart Grid

Ένα έξυπνο δίκτυο είναι ένα σύγχρονο ηλεκτρικό δίκτυο στο οποίο αξιοποιείται η τεχνολογία της συλλογής πληροφοριών και η τεχνολογία ασύρματων επικοινωνιών για την συγκέντρωση πληροφοριών και την εκτέλεση ενεργειών με βάση τα δεδομένα που συλλέγονται. Οι πληροφορίες που είναι δυνατόν να συλλέγονται σχετίζονται με τις συμπεριφορές τόσο των καταναλωτών αλλά και των παραγωγών με αυτοματοποιημένο τρόπο που σαν στόχο έχει την βελτίωση της αποτελεσματικότητας, της αξιοπιστίας, την οικονομία των φυσικών πόρων αλλά και τη βιωσιμότητα της παραγωγής και της διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των έξυπνων δικτύων συνεπάγεται μεγάλη αναδιοργάνωση της βιομηχανίας που υποστηρίζει την παραγωγή και παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, παρότι η τυπική χρήση του όρου αναφέρεται στις τεχνικές υποδομές, καθώς η ανάπτυξη αυτή θα δώσει την δυνατότητα του επαναορισμού της κλασσικής διαδικασίας παραγωγής και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας όπως την γνωρίζαμε μέχρι πριν κάποια χρόνια.

1.2 Ηλεκτρικό δίκτυο (electric power grid)

Το σύστημα δικτύου ηλεκτρικής ισχύος συνδέει την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος, όπως εργοστάσια παραγωγής ισχύος από ορυκτά καύσιμα, και τους καταναλωτές ηλεκτρικής ισχύος. Η βασική λειτουργία του ηλεκτρικού δικτύου ισχύος είναι να διανέμει το ηλεκτρικό ρεύμα με οικονομικό τρόπο ανταποκρινόμενο στους περιορισμούς χωρητικότητας και αξιοπιστίας του εξοπλισμού ηλεκτρικής ισχύος και των γραμμών ηλεκτρικής ισχύος. Το σύστημα δικτύου ηλεκτρικής ισχύος περιλαμβάνει δύο μέρη- μετάδοση και διανομή. Η μετάδοση είναι το μεγαλύτερο μέρος μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος, που λειτουργεί σε υψηλή τάση (100 kV ή και παραπάνω) και διανέμει την ηλεκτρική ισχύ από τα εργοστάσια παραγωγής ισχύος προς τους υποσταθμούς που βρίσκονται κοντά σε κατοικημένες περιοχές. Η διανομή διανέμει το ηλεκτρικό ρεύμα από τους υποσταθμούς προς τους τελικούς καταναλωτές, όπως εμπορικούς, βιομηχανικούς και αστικούς καταναλωτές, λειτουργώντας σε μεσαία και χαμηλά επίπεδα τάσης (λιγότερα από 100 kV).

1.3 Ιστορικά στοιχεία

Τα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως εξελίχθηκαν μετά το 1896 σε αυτό που γνωρίζουμε σήμερα. Αρχικά όμως σχεδιάστηκαν ως κεντροκοποιημένα συστήματα μετάδοσης ηλεκτρικής ενέργειας προς μία κατεύθυνση, το σύνολο των καταναλωτών.

Στον 20^ο αιώνα τα ηλεκτρικά δίκτυα εξελίχθηκαν με απαρχή τους μικρότερα τοπικά δίκτυα που με την πάροδο του χρόνου λόγω της αύξησης των αναγκών, διασυνδέθηκαν και αύξησαν τις δυνατότητες εξυπηρέτησης τόσο για οικονομικούς όσο και για λόγους αξιοπιστίας. Από το 1960 και μετά τα δίκτυα των ανεπτυγμένων χωρών αύξησαν ιδιαίτερα το μήκος τους και ωρίμασαν με χιλιάδες κεντρικούς σταθμούς παραγωγής ενέργειας να

διαμοιράζουν ενέργεια μέσω ηλεκτρικών γραμμών υψηλού φορτίου οι οποίες με τη σειρά τους χρησιμοποιούνταν για να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια σε βιομηχανικούς αλλά και οικιακούς καταναλωτές καλύπτοντας έτσι ολόκληρες περιοχές . Η τοπολογία των δικτύων αυτής της εποχής ήταν αποτέλεσμα των ανεπτυγμένων οικονομιών που συνδέθηκαν άρρηκτα με τη μεγάλη κλίμακα παραγωγής .

Οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας είναι συνήθως εγκατεστημένοι σε στρατηγικές θέσεις ώστε να είναι πλησιέστερα σε αποθέματα ορυκτών καυσίμων (είτε κοντά στα ορυχεία είτε κοντά σε σιδηροδρομικούς , λιμενικούς σταθμούς και μεγάλες οδικές αρτηρίες). Από την άλλη πλευρά η χωροθέτηση υδροηλεκτρικών εργοστασίων σε ορεινές τοποθεσίες επηρεάζει την δομή του αναδυόμενου δικτύου. Τα πυρηνικά εργοστάσια χωροθετούνται κοντά σε ύδατα με χαμηλή θερμοκρασία. Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1960 τα δίκτυα ηλεκτροδότησης έφταναν την πλειονότητα των οικισμών στις σύγχρονες χώρες, με μερικές μόνο αποκλίσεις σε εξαιρετικά απομακρυσμένες περιοχές.

Τα τελευταία χρόνια καταβάλλονται προσπάθειες κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες για την εφαρμογή τέτοιων έξυπνων δικτύων . Χώρες όπως η Κίνα η Ινδία και η Βραζιλία πρωτοπορούν στην ανάπτυξη έξυπνων δικτύων ανάμεσα σε άλλες του αναπτυσσόμενου κόσμου.

Η καταμέτρηση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος ήταν μέχρι πρότινος απαραίτητη με βάση την κατανάλωση ανά χρήστη με σκοπό την χρέωση της υπηρεσίας με βάση τον όγκο της κατανάλωσης. Λόγω της περιορισμένης συλλογής δεδομένων κατά την περίοδο της ανάπτυξης του δικτύου οι πάγιες χρεώσεις ήταν αυτές που κυριάρχησαν στον τομέα των χρεώσεων ή εναλλακτικά των κλιμάκων χρεώσεων με βάση τις μειωμένες χρεώσεις για ρεύμα που καταναλώνεται σε διαφορετικές ώρες. Διαφορετικά τιμολόγια κατέστησαν δυνατή τη χρήση χαμηλού κόστους νυχτερινού ρεύματος σε εφαρμογές όπως η διατήρηση της θερμοκρασίας σε «τράπεζες θερμότητας» που χρησιμοποιούνται στην εξομάλυνση των καθημερινών απαιτήσεων και τη μείωση των τουρμπίνων που θα έπρεπε να βγουν εκτός λειτουργίας κατά τις νυχτερινές ώρες , αυξάνοντας την αξιοποίηση και την αποδοτικότητα των εγκαταστάσεων παραγωγής. Οι ικανότητες των συστημάτων καταμέτρησης του 1960 περιορίζονταν στην ειδοποίηση για τις αλλαγές στην τιμολόγηση του παραγόμενου ρεύματος.

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες του 20^{ού} αιώνα οι αυξημένες απαιτήσεις οδήγησαν στην δημιουργία ακόμα περισσότερων σταθμών παραγωγής. Σε κάποιες περιοχές η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος , ειδικά σε ώρες αιχμής δεν ήταν δυνατό να συμβαδίσει με τις απαιτήσεις με αποτέλεσμα την παροχή «χαμηλής ποιότητας» ρεύματος και διακοπές στην παροχή . Επιπρόσθετα οι απαιτήσεις αυξάνονταν καθώς νέες κατηγορίες εισέρχονταν στην ομάδα των καταναλωτών απαιτώντας ολοένα και υψηλότερα επίπεδα αξιοπιστίας, αφού πλέον η βιομηχανία , η θέρμανση οι επικοινωνίες , ο φωτισμός και η διασκέδαση μπόκαν για τα καλά στη ζωή των ανθρώπων.

Στα τέλη του 20^{ού} αιώνα καθιερώθηκαν πρότυπα απαιτήσεων ηλεκτρικής ενέργειας. Η οικιακή θέρμανση και ο κλιματισμός οδήγησαν σε ημερήσιες αιχμές ζήτησης ,απαιτήσεις που ικανοποιήθηκαν με τη χρήση παραπέρα γεννητριών οι οποίες λειτουργούσαν μόνο κατά αυτές τις ώρες αιχμής Η χαμηλή αξιοποίηση αυτών των γεννητριών σε συνδυασμό με τον απαραίτητο πλεονασμό στο ηλεκτρικό δίκτυο είχαν σαν αποτέλεσμα υψηλό κόστος για τις εταιρείες παραγωγής ενέργειας , κόστος που πέρασε στους καταναλωτές μέσω αυξήσεων στην τιμολόγηση.

1.4 Εκσυγχρονισμός και ευκαιρίες

Από τις απαρχές του 21ου αιώνα, οι επωφελής ευκαιρίες από τις βελτιώσεις στον τομέα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών για την επίλυση των περιορισμών και του κόστους του ηλεκτρικού δικτύου έχουν γίνει εμφανείς. Τεχνολογικοί περιορισμοί σχετικά με την μέτρηση της κατανάλωσης δεν οδηγούν πλέον σε εξίσου καταμερισμό του κόστους σε όλους τους καταναλωτές. Παράλληλα, αυξανόμενες ανησυχίες για τις περιβαλλοντικές φθορές από σταθμούς καύσης ορυκτών καυσίμων έχει οδηγήσει στην επιθυμία να χρησιμοποιηθούν μεγάλες ποσότητες ενέργειας παραγόμενης από ανανεώσιμες πηγές. Κυρίαρχες μορφές όπως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια είναι εξαιρετικά μεταβλητές, και έτσι η ανάγκη για πιο εξελιγμένα συστήματα ελέγχου προέκυψαν, προκειμένου να διευκολυνθεί η σύνδεση των πηγών στα κατά τα άλλα εξαιρετικά ελεγχόμενα δίκτυα. Η παραγωγή ισχύος από φωτοβολταϊκές κυψέλες (και σε μικρότερο βαθμό τουρμπίνες αιολικής ενέργειας) έχει επίσης, σημαντικά, θέσει υπό αμφισβήτηση την επιτακτική ανάγκη για μεγάλους, κεντρικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η ραγδαία πτώση του κόστους δείχνουν μια σημαντική αλλαγή από την κεντρική τοπολογία του δικτύου σε ένα που είναι σε μεγάλο βαθμό κατανεμημένο, με την ισχύ, τόσο να παράγεται όσο και καταναλώνεται ακριβώς στα όρια του δικτύου. Τέλος, η αυξανόμενη ανησυχία για ενδεχόμενες τρομοκρατικές επιθέσεις σε ορισμένες χώρες έχει οδηγήσει σε εκκλήσεις για ένα πιο ισχυρό ενεργειακό δίκτυο που είναι λιγότερο εξαρτημένο από τους κεντρικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που θεωρείται ότι είναι πιθανοί στόχοι επίθεσης.

1.5 Χαρακτηριστικά του έξυπνου δικτύου

Το έξυπνο δίκτυο αντιπροσωπεύει μια ολοκληρωμένη λύση των υπαρχόντων αλλά και προτεινόμενων προκλήσεων της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Λόγω της διαφορετικότητας και πολυπλοκότητας των παραγόντων που επηρεάζουν την ταξινόμηση των συστημάτων αλλά δεν υπάρχει ένας παγκοσμίως αποδεκτός ορισμός των χαρακτηριστικών τέτοιων δικτύων. Παρόλα αυτά μια πιθανή κατηγοριοποίηση είναι η ακόλουθη.

1.6 Αξιοπιστία

Ένα έξυπνο δίκτυο θα πρέπει να εκμεταλλεύεται τεχνολογίες που καθιστούν δυνατή την ανίχνευση σφαλμάτων και την αυτό-διόρθωση του δικτύου χωρίς την παρεμβολή τεχνικών. Αυτό μπορεί να διασφαλίσει πιο αξιόπιστη παροχή ηλεκτρισμού και μειωμένη ευπάθεια σε φυσικές καταστροφές ή επιθέσεις.

Αν και οι πολλαπλές διαδρομές διαφημίζονται ως ένα χαρακτηριστικό του έξυπνου δικτύου, το κλασικό παλιό δίκτυο διαθέτει επίσης πολλαπλές διαδρομές. Οι αρχικές γραμμές ηλεκτροδότησης στο δίκτυο, χτίστηκαν χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο ακτινικό, ενώ αργότερα η συνδεσιμότητα εξασφαλιζόταν μέσω πολλαπλών διαδρομών. Ωστόσο, αυτό δημιούργησε ένα νέο πρόβλημα: εάν η ροή ρεύματος ή σχετιζόμενα μεγέθη υπερβούν τα όρια του κάποιου συγκεκριμένου στοιχείου του δικτύου, σε περίπτωση αστοχίας το ρεύμα θα πρέπει να παραπεμφθεί σε άλλα στοιχεία του δικτύου, διαδρομή η οποία τελικά μπορεί να αποτύχει επίσης, προκαλώντας το φαινόμενο του ντόμινο. Μια τεχνική για την αποφυγή αυτού του ενδεχομένου είναι η μείωση φορτίου μέσω κυλιόμενων διακοπών ή μείωση της τάσης .

1.7 Ευελιξία τοπολογίας του δικτύου

Οι υποδομές μετάδοσης και κατανομής της επόμενης γενιάς θα είναι σε καλύτερη θέση να χειριστούν πιθανές αμφίδρομες ροές ενεργειακές, επιτρέποντας κατανεμημένη παραγωγή ενέργειας, όπως από φωτοβολταϊκά πάνελ στις οροφές των κτηρίων, αλλά και τη χρήση κυψελών καυσίμων, που φορτίζουν ή φορτίζονται από τις μπαταρίες των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, ανεμογεννήτριες, ενέργεια παραγόμενη από υδροηλεκτρικές πηγές, καθώς και από άλλες πηγές.

Τα κλασικά δίκτυα έχουν σχεδιαστεί για μονόδρομη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος, αλλά αν ένα τοπικό υποδίκτυο παράγει περισσότερη ενέργεια από αυτή που καταναλώνει, η αντίστροφη ροή μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα ασφάλειας και αξιοπιστίας. Ένα έξυπνο δίκτυο έχει ως στόχο να διαχειριστεί αυτές τις καταστάσεις.

1.8 Αποδοτικότητα

Πολυάριθμες συνεισφορές στη συνολική βελτίωση της αποδοτικότητας των ενεργειακών υποδομών αναμένονται από την ανάπτυξη της τεχνολογίας ευφυών δικτύων, ιδίως συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης της ζήτησης, για παράδειγμα την απενεργοποίηση κλιματιστικών κατά τη διάρκεια βραχυπρόθεσμων αιχμών στην τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος. Το συνολικό αποτέλεσμα είναι λιγότερος πλεονασμός στις γραμμές μεταφοράς και διανομής, καθώς και μεγαλύτερη αξιοποίηση των γεννητριών, που οδηγούν σε χαμηλότερες τιμές του ηλεκτρικού ρεύματος.

1.9 Προσαρμογή φόρτου

Το συνολικό φορτίο που είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να ποικίλει σημαντικά με την πάροδο του χρόνου. Μολονότι το συνολικό φορτίο είναι το άθροισμα των πολλών ατομικών επιλογών των πελατών, το συνολικό φορτίο δεν είναι μια σταθερή, αργά μεταβαλλόμενη, μέση κατανάλωση ισχύος. Φανταστείτε την αύξηση του φορτίου αν ένα δημοφιλές τηλεοπτικό πρόγραμμα ξεκινάει και εκατομμύρια τηλεοράσεων ξεκινούν να καταναλώνουν ρεύμα αμέσως. Παραδοσιακά, για να ανταποκριθεί σε μια ραγδαία αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, ταχύτερα από το χρόνο εκκίνησης μιας μεγάλης γεννήτριας, κάποιες επιπλέον γεννήτριες βρίσκονται σε μια κατάσταση εξαντλητικής αναμονής. Ένα έξυπνο δίκτυο μπορεί να προειδοποιήσει όλες τις ατομικές τηλεοράσεις, ή ένα άλλο μεγαλύτερο πελάτη, να μειώσει το φορτίο προσωρινά [12] (να δοθεί ο απαραίτητος χρόνος για να ξεκινήσει μια μεγαλύτερη γεννήτρια) ή συνεχώς (στην περίπτωση των περιορισμένων πόρων). Χρησιμοποιώντας μαθηματικούς αλγόριθμους πρόβλεψης είναι δυνατό να προβλέψουμε πόσα εφεδρικές γεννήτριες πρέπει να χρησιμοποιηθούν, για να φτάσουν σε ένα συγκεκριμένο ποσοστό αποτυχίας. Στο παραδοσιακό πλέγμα, το ποσοστό αποτυχίας μπορεί να μειωθεί μόνο με το κόστος περισσότερων εφεδρικών γεννητριών. Σε ένα έξυπνο δίκτυο, η μείωση του φορτίου ακόμα και από ένα μικρό μέρος των πελατών μπορεί να εξαλείψει το πρόβλημα.

Ένα έξυπνο δίκτυο θα μπορούσε να προειδοποιήσει όλες τις τηλεοράσεις, ή ένα άλλο “μεγαλύτερο πελάτη”, να μειώσει το φορτίο προσωρινά (ώστε να δοθεί ο απαραίτητος χρόνος για να ξεκινήσει μια μεγαλύτερη γεννήτρια) ή μόνιμα (στην περίπτωση των περιορισμένων πόρων). Χρησιμοποιώντας μαθηματικούς αλγόριθμους πρόβλεψης, είναι δυνατό να προβλέψουμε πόσες εφεδρικές γεννήτριες πρέπει να χρησιμοποιηθούν, για να φτάσουν σε ένα συγκεκριμένο ποσοστό αποτυχίας. Στο παραδοσιακό δίκτυο, το ποσοστό αποτυχίας μπορεί να μειωθεί μόνο με την αύξηση

των εφεδρικών γεννητριών. Σε ένα έξυπνο δίκτυο, η μείωση του φορτίου ακόμα και από ένα μικρό μέρος των πελατών μπορεί να εξαλείψει το πρόβλημα.

1.10 Εξισορρόπηση φόρτου μέσω της τιμολόγησης

Για τη μείωση της ζήτησης κατά τη διάρκεια των, υψηλού κόστους, περιόδων αιχμής, οι τεχνολογίες επικοινωνίας και μέτρησης ενημερώνουν τις έξυπνες συσκευές στα σπίτια και τις επιχειρήσεις, όταν η ζήτηση ενέργειας είναι υψηλή, και παρακολουθούν την ισχύ της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται αλλά και τότε χρησιμοποιείται. Δίνει επίσης, στις εταιρείες κοινής ωφελείας τη δυνατότητα να μειώσουν την κατανάλωση με την απευθείας επικοινωνία με συσκευές ώστε να αποφευχθεί μια ενδεχόμενη υπερφόρτωση του συστήματος. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα θα ήταν το δίκτυο να αποφάσιζε την μείωση της αξιοποίησης μιας ομάδας σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων ή η μείωση της ζητούμενης θερμοκρασίας σε ένα σύνολο μονάδων κλιματισμού σε μία πόλη.

Για να δοθούν κίνητρα για τη μείωση της κατανάλωσης κατά τις ώρες αιχμής το δίκτυο εκτελεί αυτό που ονομάζουμε εξισορρόπηση φόρτου μέσω της τιμολόγησης αυξάνεται δηλαδή το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας κατά τις ώρες αυτές, ενώ το κόστος κατά τις υπόλοιπες ώρες όπου οι απαιτήσεις είναι μειωμένες μειώνεται και αυτό. Θεωρείται ότι οι καταναλωτές και οι επιχειρήσεις θα έχουν την τάση να καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια σε περιόδους υψηλής ζήτησης, εφόσον είναι δυνατό για τους ίδιους αλλά και τις συσκευές τους να γνωρίζουν το υψηλό κόστος για τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας σε περιόδους αιχμής. Αυτό θα μπορούσε να μεταφραστεί σε συμβιβασμούς, όπως η ανακύκλωση του αέρα σε κλιματιστικά ή το πλύσιμο των πιάτων στις 9 το βράδυ αντί για τις 5 το απόγευμα. Η θεωρία είναι ότι όταν οι επιχειρήσεις και οι καταναλωτές βλέπουν άμεσο οικονομικό όφελος από τη χρήση ενέργειας σε ώρες εκτός αιχμής, θα λαμβάνουν υπόψη το ενεργειακό κόστος λειτουργίας των συσκευών και αλλά και θα προσαρμόζουν τις αποφάσεις τους για την κατασκευή κτιρίων ενεργειακά πιο αποδοτικών.

1.11 Βιωσιμότητα

Η βελτιωμένη ευελιξία του έξυπνου δικτύου επιτρέπει μεγαλύτερη διείσδυση των εξαιρετικά μεταβλητών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, ακόμη και χωρίς την προσθήκη αποθήκευσης ενέργειας. Η τρέχουσα υποδομή των δικτύων δεν είναι φτιαγμένη για να επιτρέπει πολλαπλών σημείων καταναεμημένη τροφοδοσία, και συνήθως ακόμη και αν ορισμένη τροφοδοσία επιτρέπεται σε τοπικό (διανομή) επίπεδο, η υποδομή επιπέδου - μεταφοράς δεν μπορεί να το φιλοξενήσει. Οι γρήγορες διακυμάνσεις στην καταναεμημένη παραγωγή, όπως λόγω νεφελώδους ή θυελλώδους καιρού, παρουσιάζουν σημαντικές προκλήσεις για τους μηχανικούς ενέργειας που χρειάζεται να εξασφαλίσουν σταθερά επίπεδα ενέργειας μέσω μεταβολής της εξόδου από τις πιο ελεγχόμενες γεννήτριες, όπως τουρμπίνες αερίου και υδροηλεκτρικών σταθμών παραγωγής ενέργειας. Η τεχνολογία έξυπνων δικτύων είναι απαραίτητη προϋπόθεση για πολύ μεγάλα ποσά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο δίκτυο για το λόγο αυτό.

1.12 Διαμόρφωση της αγοράς

Το έξυπνο δίκτυο επιτρέπει τη συστηματική επικοινωνία μεταξύ των προμηθευτών και των καταναλωτών, και επιτρέπει τόσο για τους προμηθευτές όσο και τους καταναλωτές να είναι πιο ευέλικτοι και εξελιγμένοι στις επιχειρησιακές στρατηγικές τους. Μόνο τα κρίσιμα φορτία θα υποχρεωθούν να καταβάλουν τις μέγιστες τιμές ενέργειας, και οι καταναλωτές θα μπορούν να είναι πιο στρατηγικοί όταν χρησιμοποιούν ενέργεια. Γεννήτριες με μεγαλύτερη ευελιξία θα είναι σε θέση να πωλούν ενέργεια στρατηγικά για το μέγιστο κέρδος, ενώ άκαμπτες γεννήτριες όπως βασικού φορτίου ατμοστρόβιλοι και ανεμογεννήτριες θα λάβουν διαφορετική τιμολόγηση με βάση το επίπεδο της ζήτησης και την κατάσταση των άλλων γεννητριών που λειτουργούν σήμερα. Το συνολικό αποτέλεσμα είναι ένα σήμα που επιβραβεύει την ενεργειακή απόδοση και την κατανάλωση ενέργειας που είναι ευαισθητοποιημένη στους χρονικά μεταβαλλόμενους περιορισμούς του εφοδιασμού. Σε εθνικό επίπεδο, οι συσκευές με ένα βαθμό ικανότητας αποθήκευσης ενέργειας ή θερμικής μάζας (όπως ψυγεία, τράπεζες θερμότητας και αντλίες θερμότητας) θα είναι σε θέση να «παίξουν το ρόλο» της αγοράς και να επιδιώξουν την ελαχιστοποίηση του κόστους της ενέργειας, με την προσαρμογή της ζήτησης στις περιόδους υποστήριξης χαμηλότερου κόστους ενέργειας. Αυτό είναι μια επέκταση της διπλής ενεργειακής τιμολόγησης που αναφέρθηκαν παραπάνω.

1.13 Υποστήριξη της ανταπόκρισης στη ζήτηση

Υποστήριξη της ανταπόκρισης στη ζήτηση επιτρέπει στις γεννήτριες και τα φορτία να αλληλεπιδρούν με αυτοματοποιημένο τρόπο σε πραγματικό χρόνο, συντονίζοντας τη ζήτηση εξομαλύνοντας τις αιχμές. Η εξάλειψη του κλάσματος της ζήτησης που παρατηρείται σε αυτές τις αιχμές εξαλείφει το κόστος της προσθήκης αποθεματικών γεννητριών, μειώνει τις φθορές και παρατείνει τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού, και επιτρέπει στους χρήστες να μειώσουν τους λογαριασμούς ενέργειας οδηγώντας συσκευές χαμηλής προτεραιότητας να καταναλώνουν ενέργεια μόνο όταν αυτή είναι φθηνότερη.

Επί του παρόντος, τα συστήματα των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας έχουν ποικίλους βαθμούς επικοινωνίας στο πλαίσιο των συστημάτων ελέγχου για τα υψηλής αξίας περιουσιακά τους στοιχεία, όπως τις μονάδες παραγωγής ενέργειας, τις γραμμές μεταφοράς, τους υποσταθμούς και τους κυριότερους καταναλωτές ενέργειας. Σε γενικές πληροφορίες ρέει σε μία διαδρομή, από τους χρήστες και τα φορτία που ελέγχουν πίσω στις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας. Οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας προσπαθούν να ικανοποιήσουν τη ζήτηση και επιτυγχάνουν ή αποτυγχάνουν σε διάφορους βαθμούς (πτώση τάσης, ανεξέλεγκτη διακοπή ρεύματος). Η συνολική ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας από τους χρήστες μπορεί να έχει μια πολύ ευρεία κατανομή πιθανότητας που απαιτεί ανταλλακτικά εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε κατάσταση αναμονής για να ανταποκριθούν στην ταχέως μεταβαλλόμενη χρήση ενέργειας. Αυτή η μονόδρομη ροή των πληροφοριών είναι ακριβή το τελευταίο 10% του δυναμικού παραγωγής μπορεί να ζητηθεί κατά μόλις το 1% του χρόνου, και έτσι περίοδοι χαμηλής τάσης και διακοπών μπορεί να είναι δαπανηρή για τους καταναλωτές.

Η καθυστέρηση της ροής δεδομένων είναι μια σημαντική ανησυχία, με ορισμένες από τις πρώτες αρχιτεκτονικές έξυπνων μετρήσεων να επιτρέπουν στην πραγματικότητα ως

και 24 ώρες καθυστέρηση στη λήψη των δεδομένων, αποτρέποντας κάθε ενδεχόμενη αντίδραση είτε με συσκευές παροχής ή κατανάλωσης .

1.14 Πλατφόρμα παροχής ανεπτυγμένων υπηρεσιών

Όπως και με άλλες βιομηχανίες, η χρήση ισχυρών αμφίδρομων επικοινωνιών, προηγμένων αισθητήρων, και τεχνολογίας κατανεμημένων υπολογισμών θα βελτιώσει την αποτελεσματικότητα, την αξιοπιστία, την ασφάλεια της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και τη χρήση. Ανοίγει επίσης τη δυνατότητα για νέες υπηρεσίες ή βελτιώσεις σε ήδη υπάρχουσες, όπως η παρακολούθηση και η ειδοποίηση για πυρκαγιές που μπορούν να διακόπτουν την παροχή ρεύματος, η πραγματοποίηση τηλεφωνικών κλήσεων προς υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, κ.λπ. Ένα τέτοιο είδος υπηρεσίας είναι και αυτό που αποτελεί στόχο της παρούσας εργασίας. Δηλαδή η ανάπτυξη ενός συστήματος διαχείρισης όλου αυτού του όγκου πληροφορίας με τρόπο τέτοιο ώστε να συνεισφέρει ουσιαστικά στην διαχείριση τέτοιων δικτύων.

1.15 Συνδυασμός με το υπάρχον τηλεπικοινωνιακό δίκτυο

Η ποσότητα των δεδομένων που απαιτούνται για την εκτέλεση της παρακολούθησης και του ελέγχου λειτουργίας συσκευών αυτόματα είναι πολύ μικρός σε σύγκριση με αυτόν που έχει ήδη φθάσει ακόμη και σε απομακρυσμένες οικίες για την υποστήριξη φωνής, της ασφάλειας, του Internet και της τηλεόρασης. Πολλές αναβαθμίσεις εύρους ζώνης στα έξυπνα δίκτυα πληρώνονται από υπερβολική τροφοδοσία και για την υποστήριξη υπηρεσιών προς τους καταναλωτές, και μέσω της επιδότησης των επικοινωνιών με υπηρεσίες σχετικές με την ενέργεια ή την επιδότηση των υπηρεσιών που σχετίζονται με την ενέργεια , όπως υψηλότερα ποσοστά κατά τις ώρες αιχμής, με τις επικοινωνίες Αυτό ισχύει ιδιαίτερα, όταν οι κυβερνήσεις λειτουργούν και τα δύο είδη των υπηρεσιών ως κρατικό μονοπώλιο. Επειδή οι εταιρείες ενέργειας και επικοινωνιών είναι γενικά ξεχωριστές εμπορικές επιχειρήσεις στη Βόρεια Αμερική και την Ευρώπη, αυτό απαιτούσε σημαντικές προσπάθειες από τις κυβερνήσεις και τους μεγάλους πωλητές να ενθαρρύνουν τις διάφορες επιχειρήσεις να συνεργαστούν.

Παραδοσιακά τα δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας σχεδιάστηκαν χωρίς την ύπαρξη αποθηκών ενέργειας καθώς όση ενέργεια απαιτούνταν από το δίκτυο παράγονταν επιτόπου. Η ενέργεια παραγόταν σε ένα σημείο του δικτύου και διοχετευόταν στο δίκτυο ώστε να καταναλωθεί. Στα έξυπνα ,πλέον δίκτυα η αποθήκευση της ενέργειας είναι κρίσιμης σημασίας κομμάτι της αλυσίδας καθώς πλέον στην παραγωγή ενέργειας συμβάλλουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο αξιοποιώντας τους ανεξάντλητους φυσικούς πόρους. Η απόδοση τέτοιων πηγών δεν μπορεί να είναι πάντα σταθερή αφού προφανώς εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες.

1.16 Προβλήματα σε σχέση με τα Smart Grids

- Αυξημένες απαιτήσεις
- Απομείωση αποθεμάτων υδρογονανθράκων
- Αύξηση κόστους
- Μη εκτεταμένη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- Αδυναμία σωστού υπολογισμού αναμενόμενου φόρτου
- Γήρανση των υποδομών
- Αξιοπιστία

1.17 Αισθητήρες μετρήσεων ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι βασικές παράμετροι που μετρούνται από τους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στα smart grids είναι 3:

- Ηλεκτρική τάση
- Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος
- Χρόνος

Παραγόμενα από αυτές τις παραμέτρους μεγέθη, που έχουμε τη δυνατότητα να καταγράψουμε είναι

- Ισχύς και RMS
- Apparent power, power factor
- Accumulated Energy(wh)
- Minimum and peak(voltage sag)
- Harmonics, sub-harmonics and flicker
- Φάση και συχνότητα

1.18 Τύποι μετρήσεων

Power Quality

- Μέτρηση όλων των παραμέτρων του ηλεκτρικού ρεύματος με μεγάλη ακρίβεια
- Εξαιρετικά χρήσιμο χαρακτηριστικό για υποσταθμούς και κέντρα διανομής ενέργειας.

1.19 Μετρήσεις

- Ακριβής μέτρηση της πραγματικής ισχύος(0.2%)
- Υπολογισμός ενέργειας, συχνά με βάση χρονοθυρίδες
- Standard: ANSI C12

1.20 Καταγραφή Φόρτου

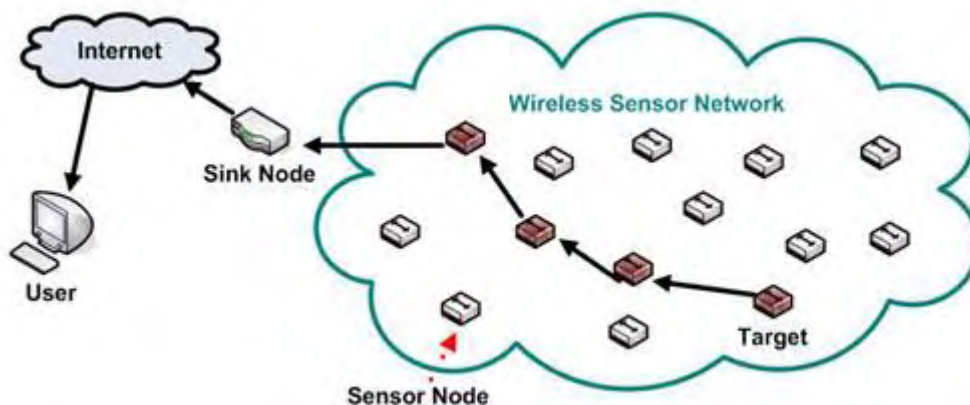
- Χαμηλό κόστος
- Τάση και ένταση αλλά όχι πραγματική ενέργεια

2

Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων

2.1 Τι είναι ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων

Ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (WSN) αποτελείται από χωρικά καταναμημένους αυτόνομους αισθητήρες οι οποίοι παρακολουθούν και καταγράφουν φυσικές ή περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως θερμοκρασία, υγρασία, ήχος, πίεση, κίνηση, και συνεργατικά στέλνουν μέσω του δικτύου τα δεδομένα σε μια κεντρική μονάδα, «σημείο συγκέντρωσης». Τα πιο σύγχρονα δίκτυα παρέχουν αμφίδρομη επικοινωνία ,επιτρέποντας τον έλεγχο της δραστηριότητας των αισθητήρων Η ανάπτυξη των ασύρματων δικτύων αισθητήρων ξεκίνησε για στρατιωτικές εφαρμογές όπως η παρακολούθηση πεδίου μάχης · σήμερα τέτοια δίκτυα χρησιμοποιούνται σε πολλές βιομηχανικές και εμπορικές εφαρμογές, όπως η παρακολούθηση και ο έλεγχος της βιομηχανικής παραγωγικής διαδικασίας, παρακολούθηση περιβάλλοντος, οικιακούς αυτοματισμούς, και τον έλεγχο της



Εικόνα 2-1: Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων

κυκλοφορίας οχημάτων .

Ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων αποτελείται από «κόμβους» , οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με έναν ή περισσότερους αισθητήρες. Κάθε τέτοιο δίκτυο αισθητήρων απαρτίζεται από διάφορα μέρη: έναν πομποδέκτη συνδεδεμένο με μια εσωτερική ή εξωτερική κεραία , έναν μικροελεγκτή, ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα για την διεπαφή με τους αισθητήρες και μία πηγή ενέργειας, που συνήθως είναι μία μπαταρία. Οι διαστάσεις ενός κόμβου μπορεί να ποικίλουν από αυτές ενός κουτιού μέχρι τις διαστάσεις ενός κόκκου σκόνης. Το κόστος κάθε κόμβου επίσης ποικίλει , από εκατοντάδες ως μερικά ευρώ ανάλογα με την πολυπλοκότητα κάθε αισθητήρα. Περιορισμοί στο μέγεθος και το κόστος έχουν σαν αποτέλεσμα περιορισμό σε πόρους κατανάλωση ενέργειας , διαθεσιμότητα μνήμης και ταχύτητα εκτέλεσης υπολογισμών . Η τοπολογία^[3] ενός ασύρματου δικτύου



Εικόνα 2-2: Ενδεικτική φωτογραφία του μεγέθους ενός αισθητήρα

αισθητήρων μπορεί να ποικίλλει από δίκτυο τοπολογίας αστέρα μέχρι ένα εξελιγμένο multi-hop ασύρματο δίκτυο.

2.2 Εφαρμογές

Οι εφαρμογές των ασύρματων δικτύων αισθητήρων ποικίλουν ενώ γενικά υλοποιούν κάποιο είδος παρακολούθησης, εντοπισμού ή ελέγχου. Σε μία τυπική εφαρμογή, ένα Α.Δ.Α εφαρμόζεται σε μία περιοχή με σκοπό να συλλέξει δεδομένα μέσω των αισθητήρων-κόμβων του.

2.2.1 Παρακολούθηση περιοχής

Η παρακολούθηση περιοχής είναι μία κοινή εφαρμογή Α.Δ.Α. Για την παρακολούθηση περιοχής ένα Α.Δ.Α αναπτύσσεται στην επιθυμητή περιοχή όπου κάποιο φαινόμενο πρόκειται να γίνει αντικείμενο μελέτης. Μία στρατιωτική εφαρμογή είναι ο εντοπισμός εχθρικής παρείσφρησης σε απαγορευμένη περιοχή. Όταν οι αισθητήρες αντιληφθούν το γεγονός το οποίο παρακολουθούν (θερμοκρασία, πίεση,) για το γεγονός αυτό ενημερώνεται ο σταθμός βάσης Ο οποίος τότε αναλαμβάνει αναλόγως της περίπτωσης να δράσει κατάλληλα (π.χ. να στείλει ένα ειδοποιητικό sms ή μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου). Κατά τον ίδιο τρόπο τα Α.Δ.Α μπορούν να παρακολουθούν μία ολόκληρη περιοχή στην οποία να εντοπίζουν την διέλευση οχημάτων από δίκυκλα ως μεγάλα φορτηγά.

2.2.2 Παρακολούθηση περιβάλλοντος

Ένας αρκετά μεγάλος αριθμός Α.Δ.Α έχουν αναπτυχθεί για την παρακολούθηση περιβαλλοντικών συνθηκών

- **Παρακολούθηση ατμοσφαιρικών ρύπων**

Σε πολλές πόλεις έχουν αναπτυχθεί Α.Δ.Α. (Στοκχόλμη, Λονδίνο) για την παρακολούθηση των ατμοσφαιρικών ρύπων. Οι αισθητήρες μπορούν να καταγράψουν συγκεντρώσεις διαφόρων ρύπων όπως CO, CO₂, NO₂ ή CH₄, που παράγονται από τα

οχήματα ή τις βιομηχανίες, και μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα στη υγεία των πολιτών. Με αυτόν τον τρόπο, οι δημόσιοι οργανισμοί έχουν ένα σημαντικό εργαλείο για να σχεδιάσουν βέλτιστα τον τρόπο δράσης για την μείωση της ρύπανσης, τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα και να διασφαλίσουν την τήρηση των επιτρεπτών ορίων.

- **Εντοπισμός πυρκαγιών σε δασικές εκτάσεις**

Ένα δίκτυο αισθητήρων μπορεί να εγκατασταθεί σε μία δασική έκταση με σκοπό να ανιχνεύσει την έναρξη κάποιας πυρκαγιάς. Οι κόμβοι θα πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας και αερίων που παράγονται όταν καίγονται δέντρα ή βλάστηση. Ο έγκαιρος εντοπισμός είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχημένη επέμβαση των πυροσβεστικών δυνάμεων. Με τη βοήθεια των Α.Δ.Α. η πυροσβεστική υπηρεσία μπορεί να γνωρίζει άμεσα το ξέσπασμα μιας πυρκαγιάς αλλά και το πώς αυτή εξαπλώνεται.

- **Παρακολούθηση Θερμοκηπίου**

Τα Α.Δ.Α χρησιμοποιούνται επίσης για τον έλεγχο των επιπέδων της θερμοκρασίας και της υγρασίας μέσα σε θερμοκήπια. Σε περιπτώσεις απόκλισης της θερμοκρασίας ή της υγρασίας από συγκεκριμένα όρια ο διαχειριστής του θερμοκηπίου ενημερώνεται μέσω sms ή e-mail, ή σε διαφορετική περίπτωση το ίδιο το σύστημα, εφόσον είναι κατάλληλα προγραμματισμένο έχει την δυνατότητα να κινήσει διαδικασίες για την επιστροφή των συνθηκών μέσα στο θερμοκήπιο εντός των επιθυμητών ορίων ανοίγοντας ηλεκτροβάνες, ή ανεμιστήρες.

- **Ανίχνευση Κατολισθήσεων**

Ένα σύστημα ανίχνευσης κατολισθήσεων, μπορεί να κάνει χρήση ενός Α.Δ.Α. για την ανίχνευση των παραμικρών μετατοπίσεων του εδάφους αλλά και τις αλλαγές στη σύνθεση πριν την εμφάνιση μιας κατολίσθησης ώστε ένα τέτοιο γεγονός να προληφθεί.

2.2.3 Βιομηχανικές εφαρμογές

- **Παρακολούθηση της κατάστασης μηχανημάτων**

Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων έχουν αναπτυχθεί για τον έλεγχο της κατάστασης μηχανημάτων (machinery condition-based maintenance) καθώς με αυτόν τον τρόπο μπορεί να μειωθεί το κόστος συντήρησης αλλά και να επεκταθεί ο έλεγχος των λειτουργιών. Στα ενσύρματα συστήματα, η εγκατάσταση πλήθους αισθητήρων περιορίζεται συχνά λόγω του κόστους εγκατάστασης. Τα μέχρι πρότινος δυσπρόσιτα σημεία, επικίνδυνες για μολύνσεις ή απαγορευμένες περιοχές, μπορούν πλέον να γίνουν τμήμα του πεδίου παρατηρήσεων αλλά και να ελεγχθεί η λειτουργία τους μέσω των ασύρματων αισθητήρων.

- **Παρακολούθηση υγρών αποβλήτων**

Υπάρχουν πολλές ευκαιρίες για την αξιοποίηση των Α.Δ.Α σε σχέση με την διαχείριση των βιομηχανικών λυμάτων. Εγκαταστάσεις στις οποίες δεν υπάρχει εκ των προτέρων κατάλληλη ηλεκτρολογική εγκατάσταση για παροχή ηλεκτρικού ρεύματος ώστε να μπορεί να γίνει με τους μέχρι πρότινος γνωστούς τρόπους μετάδοση πληροφοριών μπορούν να παρακολουθηθούν με την βοήθεια ασύρματων I/O συσκευών ενώ οι αισθητήρες μπορούν να ηλεκτροδοτηθούν από ηλιακά πάνελ ή μέσω μπαταριών.

- **Γεωργικές εφαρμογές**

Η εφαρμογή των Α.Δ.Α στον τομέα της γεωργίας γίνεται στις μέρες μας όλο και πιο διαδεδομένη. Χρησιμοποιώντας Α.Δ.Α. διευκολύνουμε τον αγρότη από την καλωδίωση σε ένα ιδιαίτερο περιβάλλον. Μπορούμε με ευκολία να ελέγξουμε την κατάσταση ενός συστήματος άρδευσης και πιο συγκεκριμένα την πληρότητα των δεξαμενών νερού με τη βοήθεια ενός Α.Δ.Α και να αναμεταδίδουμε την πληροφορία αυτή ώστε σε επόμενο βήμα να ελέγξουμε την λειτουργία των αντλιών μέσω ασύρματων I/O συσκευών. Επίσης η ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται μπορεί να μετριέται και να μεταδίδεται η μέτρηση μέσω ασύρματων I/O συσκευών Τέλος η αυτοματοποίηση της άρδευσης μπορεί να κάνει πολύ πιο αποτελεσματική τη δουλειά ενός αγρότη αλλά και να γλιτώσει για το περιβάλλον μεγάλες ποσότητες υδάτων.

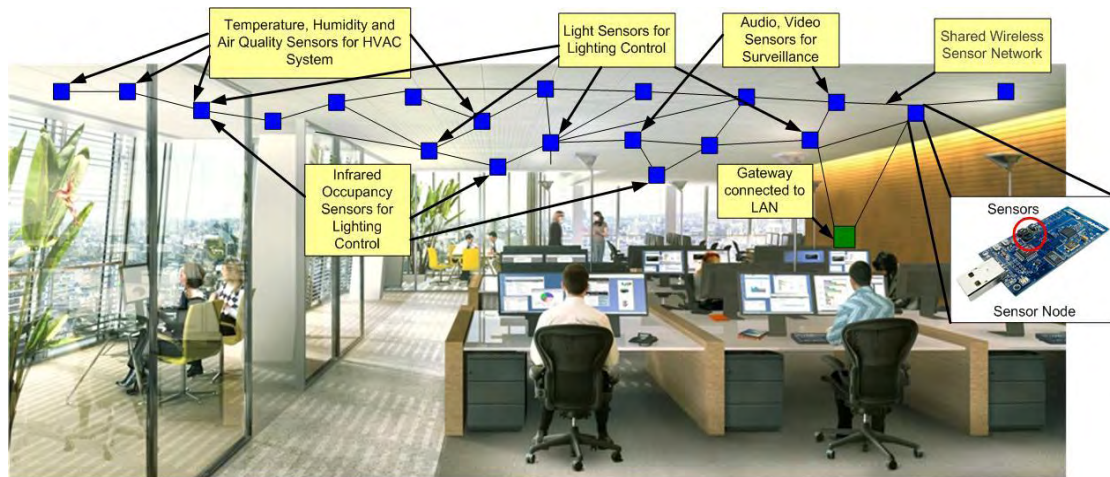
2.2.4 Παρακολούθηση στόλου

Με την πρόοδο της τεχνολογίας έχει καταστεί δυνατόν να ενσωματωθεί σε ένα όχημα ένας κόμβος ενός Α.Δ.Α.. ο κόμβος αυτός μπορεί να εντοπίζει τη θέση του οχήματος μέσω του GPS, και να αναφέρει τις συντεταγμένες του για τον ακριβή προσδιορισμό της θέσης του οχήματος. Τέτοιοι κόμβοι μπορούν να συνδεθούν με αισθητήρες θερμοκρασίας για να αποφευχθούν πιθανές διαταραχές στην αλυσίδα ψύξης προϊόντων, διασφαλίζοντας την ποιότητα τροφίμων, φαρμακευτικών και χημικών φορτίων. Σε περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει επαρκής κάλυψη σήματος για την λειτουργία του GPS, όπως στο εσωτερικό κτηρίων ή σηράγγων, η χρήση των πληροφοριών κυψέλης από GSM δίκτυα μπορεί να αποδειχτεί χρήσιμη εναλλακτική λύση.

2.2.5 Έξυπνα κτίρια

Η κατασκευή «έξυπνων» κτιρίων βασίζεται στην εγκατάσταση ενός Α.Δ.Α, που αποτελεί τα «μάτια» του συστήματος διαχείρισης, και ενός δικτύου ελεγκτών αυτοματισμού. Ο συνδυασμός των δύο δικτύων επιτρέπει στο «έξυπνο» κτίριο να μπορεί από μόνο του να περιορίσει την κατανάλωση ενέργειας και να βελτιώσει γενικότερα την οικολογική του συμπεριφορά. Μερικά παραδείγματα των λειτουργιών του «Έξυπνου κτιρίου είναι:

- Αναγνωρίζει εάν ο φυσικός φωτισμός είναι επαρκής και ενεργοποιεί/ απενεργοποιεί τον τεχνητό φωτισμό.
- Εντοπίζει εάν η ποιότητα του εσωτερικού αέρα δεν είναι ικανοποιητική και θέτει σε λειτουργία το σύστημα εξαερισμού
- Ελέγχει αν η θερμοκρασία είναι στα επιθυμητά επίπεδα και ενεργοποιεί την θέρμανση ή τον κλιματισμό.
- Αντιλαμβάνεται εάν κάποιος χώρος δεν χρησιμοποιείται και απενεργοποιεί όλες τις συσκευές σε αυτόν.



Εικόνα 2-3 : Παράδειγμα «έξυπνου» κτιρίου

Πρόσφατες μελέτες υπολογίζουν συνολική βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός «έξυπνου» κτιρίου κατά 34% σε σχέση με ένα απλό κτίριο, γεγονός το οποίο σημαίνει περίπου 38% μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα ετησίως.

Ουσιαστικά μέσω των αισθητήρων μπορούμε να υλοποιήσουμε αυτοματισμούς για τους οποίους απαιτούνταν μέχρι πρότινος ακριβός εξοπλισμός και μάλιστα υπήρχε απαίτηση για καλωδιώσεις – εγκαταστάσεις οι οποίες ξεφεύγουν από τα συνηθισμένα πλαίσια των κατοικιών και των επαγγελματικών χώρων.

3

Συστατικά της Εφαρμογής και Αρχιτεκτονική

3.1 Δίκτυο Ασύρματων Αισθητήρων

Για την υλοποίηση του δικτύου ασυρμάτων αισθητήρων επιλέχθηκαν είναι οι αισθητήρες της εταιρίας Erisensor καθώς και οι αισθητήρες TMote Sky. Η εταιρεία Erisensor παρέχει μια μεγάλη γκάμα ενσωματωμένων αισθητήρων σε εξαιρετικής ποιότητας και κατασκευής κυτία , που καλύπτουν προδιαγραφές ακόμα και για βιομηχανική χρήση. Ενδεικτικά αναφέρονται οι κατηγορίες αισθητήρων παρακολούθησης :

- Υδάτων
- Θερμοκρασίας
- Ηλεκτρικής ενέργειας
- Υγρασίας

3.2

3.1.1. Αισθητήρες Erisensor

Επίσης παρατίθενται οι γενικές προδιαγραφές ενός Erisensor κόμβου για να αποκτήσει ο αναγνώστης μια γενική ιδέα των δυνατοτήτων ενός κόμβου. Οι ακριβείς προδιαγραφές των κόμβων που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της εφαρμογής αυτής παρατίθενται στο παράρτημα της παρούσας εργασίας.

Wireless Range	Indoor Range Extension	up to 50m
	Outdoor Range Extension	up to 300m (direct line of sight)
Mains PSU Voltage	Input Voltage Range	75V to 265V AC, 50/60Hz
	Power Consumption	1.1W
Certification	Certification	CE
Security	Encryption	128-bit AES Encryption
Wireless Technology	Radio Technology	ZigBee Pro
	Radio Frequency Channels	2.4 Ghz ISM Band 16 Channels (11 - 26)
	Max Tx Power	+3dBm (+5dBm in Boost Mode)
	Rx Sensitivity	-98dBm @ 1% Packet Error Rate
	Data Rate	up to 250 kbits/sec

Physical	Dimensions (LxWxH)	144 x 112 x 35 mm
	Weight	0.35kg
	Mounting	Wall Mounting Flanges
	Enclosure	Polycarbonate Plastic, IP67 rated
Operating Conditions	Operating Temperature	-40°C to +85°C
	Operating Humidity	up to 80% (non-condensing)

Παρότι η εταιρεία παρέχει ολοκληρωμένες λύσεις για εγκαταστάσεις δικτύων, στην παρούσα υλοποίηση χρησιμοποιήθηκαν μόνο κόμβοι για την παρακολούθηση μεγεθών και υλοποίηση αυτοματισμών, και όχι μία από τις ολοκληρωμένες λύσεις.

3.1.1.1. Electricity Monitor (ZEM-30)

Ο κόμβος ZEM-30 προσφέρει δυνατότητα παρακολούθησης ηλεκτρικών μεγεθών μονοφασικών δικτύων με υψηλή ακρίβεια. Παρέχει σημαντικές πληροφορίες για την κατανάλωση ενέργειας, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μείωση της κατανάλωσης όπου αυτό φυσικά είναι εφικτό, αλλά και τον εντοπισμό μοτίβων χρήσης.



Είναι κατάλληλος για παρακολούθηση κατανάλωσης σε χαμηλής ισχύος συσκευές ή μικρά οικήματα. Μπορεί να παρακολουθεί κυκλώματα φωτιστικών σωμάτων, συστήματα θέρμανσης – ψύξης, τηλεπικοινωνιακό εξοπλισμό, εξυπηρετητές, εξοπλισμό κουζίνας, δωμάτια ξενοδοχείων και γενικότερα οποιοδήποτε φορτίο μέχρι τα 300 A. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης για την παρακολούθηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως ανεμογεννήτριες ή συστοιχίες φωτοβολταϊκών είτε για την παρακολούθηση σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.

3.1.1.2. Ασύρματος Διακόπτης (ACT-20)

Τηλεπικοινωνιακό Ο ασύρματος διακόπτης επιτρέπει στον χρήστη να ενεργοποιήσει ή να απενεργοποιήσει οποιοδήποτε ηλεκτρικό φορτίο μέχρι 10A. Οι εντολές προς τον διακόπτη είναι δυνατόν να αποσταλούν από το EpiSensor Smart Gateway. Ο ACT-20 διαθέτει δυνατότητα ασύρματης επικοινωνίας ZigBee και η αδιάβροχη θήκη του το καθιστά κατάλληλο για σκληρά βιομηχανικά περιβάλλοντα. Μπορεί να ελέγξει πλήθος διαφορετικών τάσεων ενώ παράλληλα επιτυγχάνει ιδιαίτερα χαμηλή κατανάλωση μικρότερη από 1.5 Watt. Ο ACT-20 αυξάνει την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων, μονάδων παραγωγής, ξενοδοχείων και άλλων εγκαταστάσεων διακόπτοντας την ηλεκτρική παροχή σε συσκευές που δεν χρησιμοποιούνται και θα κατανάλωναν άσκοπα ενέργεια. Μέσω ενός εντατικοποιημένου συστήματος οι διαχειριστές ενεργειακών πόρων μπορούν να εκτελούν



εντολές προς τον ασύρματο διακόπτη με σκοπό να ενεργοποιήσουν είτε να απενεργοποιήσουν ηλεκτρικό εξοπλισμό επιτυγχάνοντας μέγιστη ενεργειακή απόδοση μιας εγκατάστασης. Τέλος ο ACT-20 θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από υπηρεσίες κοινής ωφέλειας για την απενεργοποίηση συσκευών κατά τις ώρες αιχμής που ο φόρτος του ηλεκτρικού δικτύου μεγάλωνει δραματικά.





3.1.2. Tmote sky

Το **Tmote sky**, της εταιρίας **Moteiv**, είναι από τις πιο διαδεδομένες ασύρματες πλατφόρμες αισθητήρων σήμερα. Αποτελεί την εξέλιξη του Telosb και είναι το πιο πρόσφατο από μία σειρά προϊόντων που αναπτύχθηκαν από το Πανεπιστήμιο της California, Berkeley.



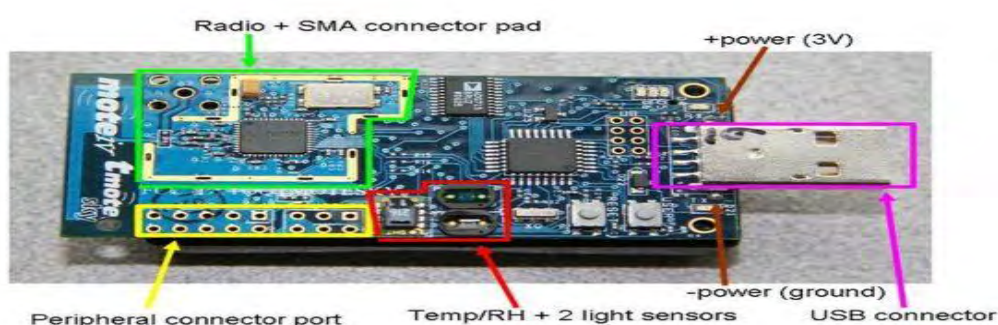
3.1.2.1. Γενική περιγραφή του Tmote sky

Το tmote-sky είναι μια ασύρματη μονάδα (mote) για χρήση σε Α.Δ.Α και σε εφαρμογές καταγραφής και παρακολούθησης. Έχει ενσωματωμένους αισθητήρες μέτρησης θερμοκρασίας, υγρασίας και ηλιακής ακτινοβολίας. Επίσης αξιοποιεί βιομηχανικά πρότυπα όπως η USB και το IEEE 802.15.4, αποκτώντας έτσι την δυνατότητα να επικοινωνεί άμεσα με άλλες συσκευές.

Ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα του είναι η εξαιρετικά χαμηλή κατανάλωση ενέργειας που προσφέρει σε σχέση με παλαιότερες γενιές πλατφορμών. Σε μία εφαρμογή Α.Δ.Α κάθε μονάδα-κόμβος tmote sky βρίσκεται σε αδράνεια στο σύνολο του χρόνου,

αφυπνίζεται άμεσα με την ύπαρξη ενός συμβάντος, επεξεργάζεται το συμβάν και επιστρέφει σε αδράνεια.

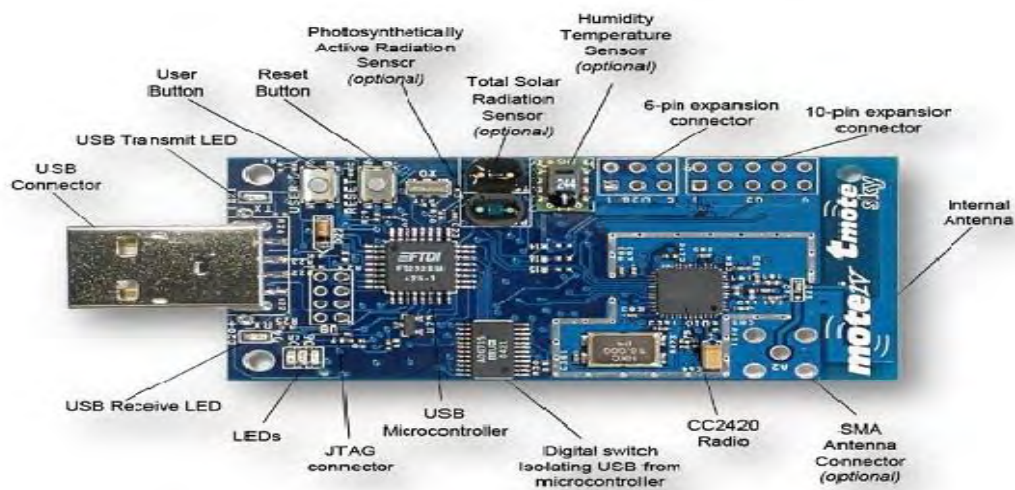
Εκμεταλλεύομενο τους αισθητήρες του, την εύκολη επικοινωνία του με τις διάφορες περιφερειακές συσκευές αλλά και τη χαμηλή κατανάλωση ενέργειας που εγγυάται, έχει την δυνατότητα αποδοτικής συμμετοχής σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών Α.Δ.Α.



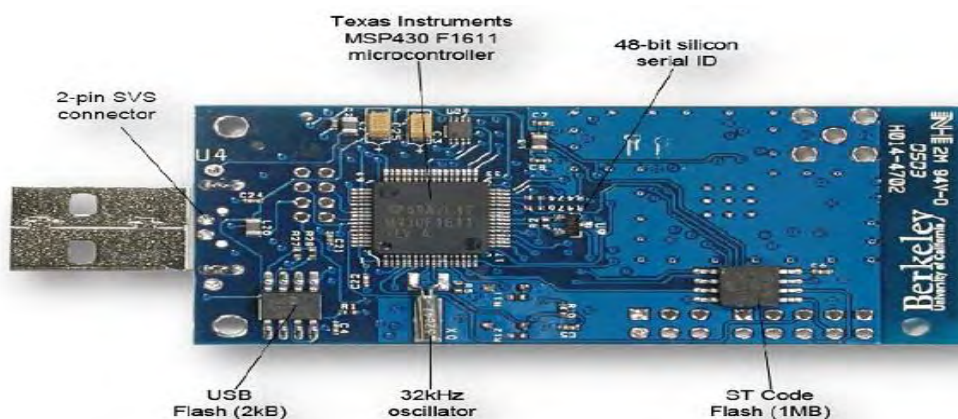
Εικόνα 3-2 : Τα βασικά μέρη του Tmote sky

3.1.2.2. Βασικά χαρακτηριστικά του Tmote sky

- Ασύρματος πομποδέκτης 250kbps 2.4GHz IEEE 802.15.4 Chipcon
- Μικροελεγκτής 8MHz Texas Instruments MSP430 (10k RAM, 48k Flash)
- Ολοκληρωμένος ADC, DAC, Supply Voltage Supervisor, και ελεγκτής DMA
- Ενσωματωμένη Onboard κεραία με εμβέλεια 50m σε εσωτερικούς χώρους / 125m σε εξωτερικούς
- Ενσωματωμένοι αισθητήρες μέτρησης υγρασίας, θερμοκρασίας και ηλιακής ακτινοβολίας (*Photosynthetically Active Radiation* και *Total Solar Radiation*)
- Εξαιρετικά χαμηλή κατανάλωση ρεύματος
- Γρήγορη αφύπνιση (<6μs)
- Κωδικοποίηση και πιστοποίηση αυθεντικότητας στο στρώμα ζεύξης υλικού
- Προγραμματισμός μονάδας και συλλογή δεδομένων από τον υπολογιστή μέσω USB
- Υποστήριξη επέκτασης 16pin και προαιρετική υποδοχή SMA για εξωτερική κεραία
- Υποστήριξη λειτουργικού συστήματος TinyOS (mesh networking and communication implementation)



Εικόνα 3-3 : Μπροστινό μέρος ενός tmote sky



Εικόνα 3-4 : Πίσω μέρος ενός tmote sky

3.1.2.3. Επέκταση του Tmote sky

Το tmote έχει δυο συνδετήρες επέκτασης, έναν των 10 ακροδεκτών (10-pin IDC header) και έναν των 6 ακροδεκτών (6-pin IDC header) οι οποίοι μπορούν να διαμορφωθούν κατάλληλα ώστε να συνδεθούν επιπλέον συσκευές, όπως αναλογικοί αισθητήρες, οθόνες LCD και άλλες περιφερειακές συσκευές, οι οποίες και θα ελέγχονται από τη μονάδα. Ο συνδετήρας των 10 pin παρέχει τόσο ψηφιακές εισόδους και εξόδους όσο και αναλογικές ενώ ο συνδετήρας των 6pin δίνει πρόσβαση σε επιπλέον δυνατότητες του tmote sky.



Multi-sensor board



Ammonia sensor board



Analog PIR sensor



Digital PIR sensor

Εικόνα 3-5 : Παραδείγματα σύνδεσης περαιτέρω αισθητήρων στο Tmote sky

3.2.DROOLS

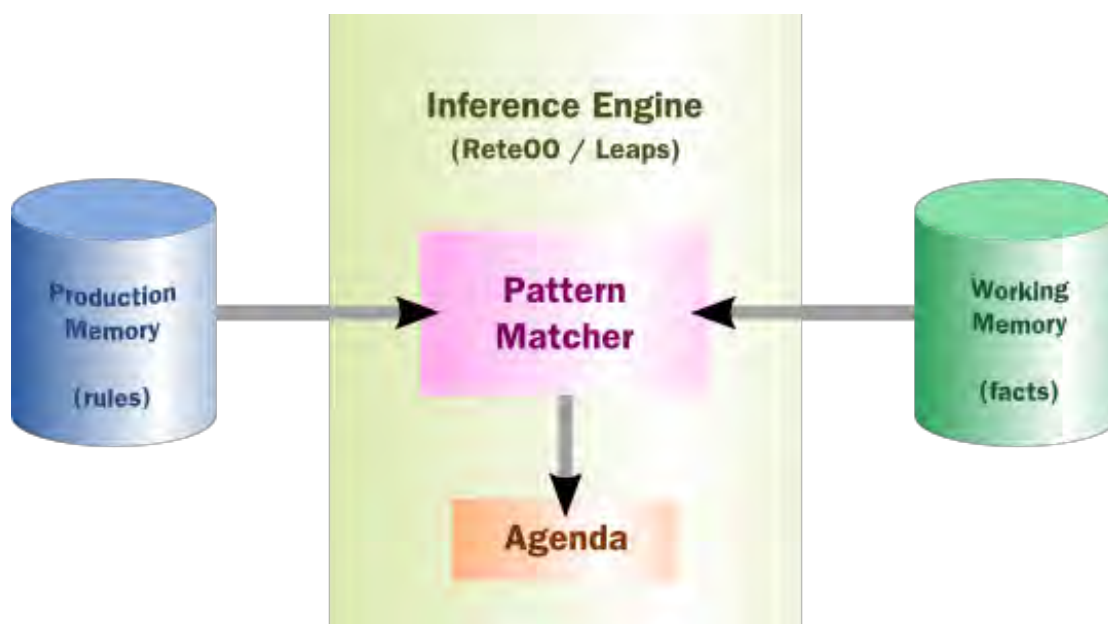


Το Drools είναι ένα σύστημα διαχείρισης επιχειρηματικών κανόνων (business rule management system - BRMS) που βασίζεται σε μια βελτιωμένη έκδοση της υλοποίησης του αλγορίθμου Rete. Ο αλγόριθμος αυτός είναι ένας αλγόριθμος αναγνώρισης προτύπων, και χρησιμοποιείται για την λήψη αποφάσεων που οδηγεί στην εκτέλεση ή μη κανόνων μιας βάσης γνώσης.

Τα Business Rule Management συστήματα προσθέτουν λειτουργικότητα στις γενικού σκοπού μηχανές κανόνων παρέχοντας συστήματα που προορίζονται για επαγγελματική χρήση με στόχο τη δημιουργία και διαχείριση κανόνων, αλλά και την παροχή των κατάλληλων εργαλείων προς τους χρήστες με στόχο τη βέλτιστη ανάπτυξη και ανάλυση των συστημάτων στα οποία βρίσκουν εφαρμογή. Ακόμα προστίθεται επιπλέον αξία στα συστήματα αυτά λόγω της ταχύτατης και δημοφιλούς ανάπτυξης της μεθοδολογίας "Business Rules Approach", γεγονός που βοηθάει στην κατά κάποιον τρόπο επισημοποίηση του ρόλου που μπορεί να διαδραματίσουν οι μηχανές κανόνων στην επιχειρηματικότητα.

Ο όρος μηχανή κανόνων είναι αρκετά ασαφής στο ότι μπορεί να χαρακτηριστεί έτσι οποιοδήποτε σύστημα χρησιμοποιεί κανόνες, σε οποιαδήποτε μορφή που μπορεί να εφαρμοστεί σε δεδομένα για την παραγωγή αποτελεσμάτων. Αυτό περιλαμβάνει απλά συστήματα, όπως η επικύρωση φορμών και δυναμικές κινητήρες έκφρασης Το JBoss jBPM χρησιμοποιεί εκφράσεις και τους κόμβους αποφάσεων που ελέγχουν τις μεταβάσεις σε ένα workflow. Σε κάθε κόμβο αξιολογεί αν υπάρχει ένα σύνολο κανόνων που υπαγορεύει την πραγματοποίηση της μετάβαση, και έτσι αυτό είναι επίσης μια μηχανή κανόνων. Ενώ ένα σύστημα παραγωγής κανόνων είναι ένα είδος μηχανής κανόνων και επίσης ένα Έμπειρο Σύστημα, οι μηχανές κανόνων που δουλεύουν τους είναι η επικύρωση και η αξιολόγηση εκφράσεων, δεν είναι Έμπειρα Συστήματα.

Ένα σύστημα παραγωγής κανόνων είναι πλήρες κατά Turing δίνοντας έμφαση στην



Εικόνα 3 Figure 1.1. High-level View of a Rule Engine

αναπαράσταση γνώσης για να εκφράσει προτασιακή και πρώτου βαθμού λογική, σε ένα συνοπτικό, μη διφορούμενο και δηλωτικό τρόπο. Ο εγκέφαλος του Συστήματος παραγωγής κανόνων είναι μια συμπερασματική μηχανή που είναι σε θέση να κλιμακώνει σε ένα μεγάλο αριθμό κανόνων και γεγονότων. Η Επαγωγική Μηχανή συνταιριάζει γεγονότα και δεδομένα με βάση κανόνες παραγωγής ώστε να εξαγάγει συμπεράσματα που οδηγούν σε ενέργειες που εκτελούμε. Η Παραγωγή Κανόνων είναι μια δομή αποτελούμενη από δύο κομμάτια που κάνει χρήση της πρώτου βαθμού λογικής για την αιτίαση πάνω στην αναπαράσταση γνώσης.

```
when
  <conditions>
then
  <actions>;
```

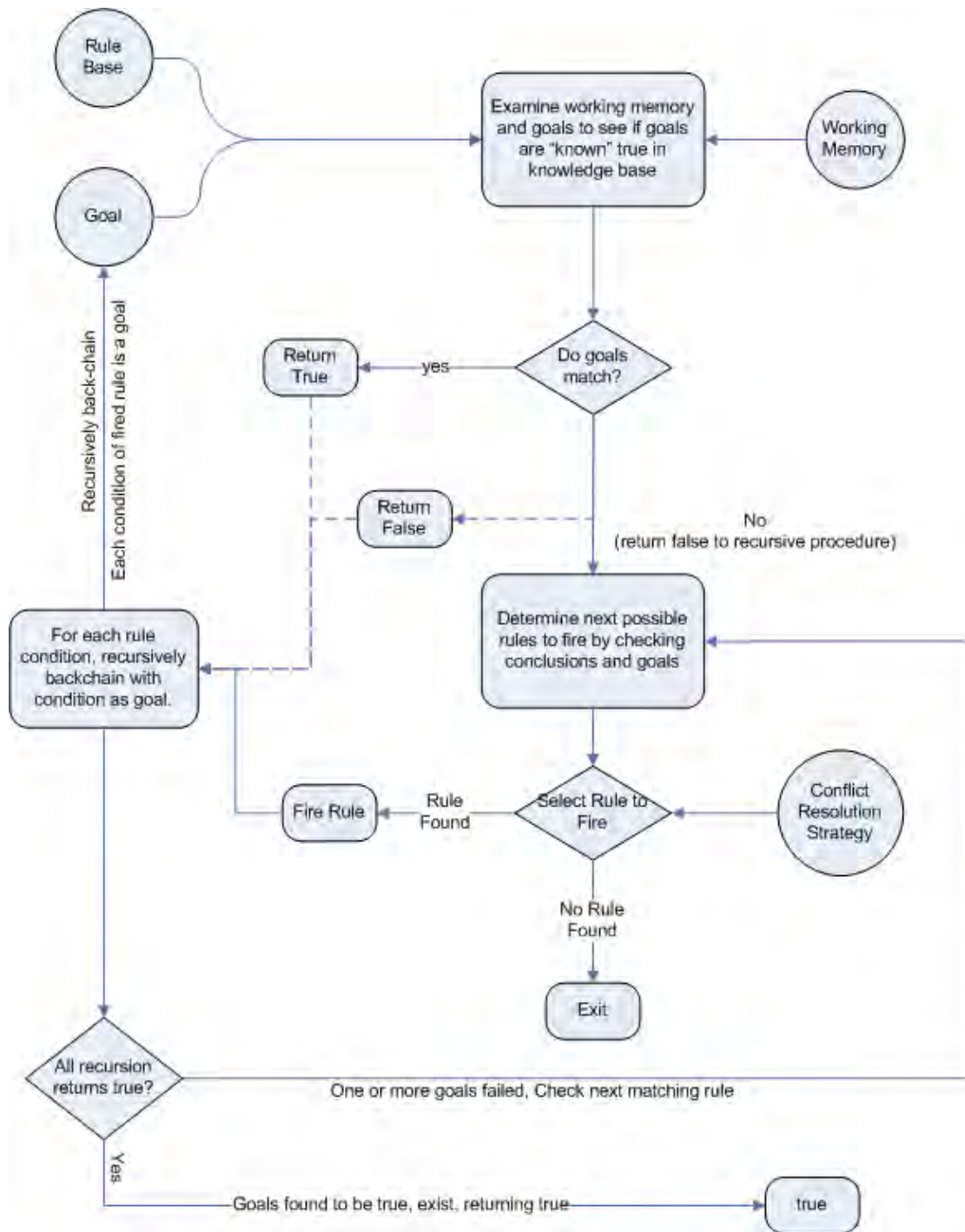
Η διαδικασία ταυτοποίησης νέων ή υφιστάμενων γεγονότων με βάση κανόνες παραγωγής ονομάζεται ταίριασμα προτύπων (Pattern Matching), η οποία πραγμα-

τοποιείται από την Επαγωγική μηχανή. Υπάρχουν μια σειρά αλγορίθμων που χρησιμοποιούνται για Pattern Matching από Επαγωγικές Μηχανές όπως οι εξής:

- Linear
- Rete
- Treat
- Leaps

Το DROOLS υλοποιεί και επεκτείνει τον αλγόριθμο Rete, αντικαθιστώντας τον Leaps που χρησιμοποιούνταν μέχρι να αντικατασταθεί, αλλά αποσύρθηκε καθώς σταμάτησε η υποστήριξη του. Η υλοποίηση του Rete για το DROOLS ονομάζεται ReteOO, που σημαίνει ότι το DROOLS έχει μια ενισχυμένη και βελτιστοποιημένη υλοποίηση του αλγορίθμου Rete για αντικειμενοστραφή συστήματα. Άλλες μηχανές που βασίζονται στον Rete έχουν επίσης εμπορικούς όρους για τις δικές τους βελτιώσεις τους Rete, όπως ο RetePlus και ο Rete III. Οι πιο κοινές βελτιώσεις που καλύπτονται στο " Production Matching for Large Learning Systems (Rete/UL)" (1995) από τον Robert B. Doorenbos.

Υπάρχουν δύο μέθοδοι εκτέλεσης για ένα σύστημα κανόνων: Forward Chaining και Backward Chaining . Συστήματα που εφαρμόζουν και τις δύο ονομάζονται Hybrid Chaining Systems. Έτσι το DROOLS παρέχει απρόσκοπτη «Υβριδική Αλυσοποίηση». Η κατανόηση αυτών των δύο τρόπων λειτουργίας είναι το κλειδί για την κατανόηση του γιατί ένα Σύστημα Παραγωγής Κανόνων διαφέρει και πώς να αποκομίσουμε το καλύτερο κέρδος από αυτό. Το Forward Chaining είναι καθοδηγούμενο από δεδομένα και συνεπώς αντιδραστικό, με γεγονότα που έχουν εισαχθεί στη μνήμη εργασίας, κα άρα έναν ή περισσότερους κανόνες να επαληθεύονται ταυτόχρονα και να προγραμματίζονται προς εκτέλεση από την «Ατζέντα» εκτελέσεων. Με λίγα λόγια, ξεκινάμε με ένα γεγονός, αυτό διαδίδεται και καταλήγουμε σε ένα συμπέρασμα.



Εικόνα 4: Backward Chaining

Το Backward Chaining είναι καθοδηγούμενο από το στόχο, που σημαίνει ότι ξεκινάμε με ένα συμπέρασμα το οποίο προσπαθεί η μηχανή να ικανοποιήσει. Αν δεν μπορεί, τότε ψάχνει για τα συμπεράσματα που μπορεί να ικανοποιήσει. Αυτά είναι γνωστά ως υπο-στόχοι, που θα βοηθήσουν να καλυφθεί κάποιο άγνωστο μέρος του τρέχοντος στόχου. Συνεχίζει τη διαδικασία αυτή έως ότου είτε το αρχικό συμπέρασμα αποδειχθεί ή υπάρχουν περισσότεροι υπο-στόχοι. Η Prolog είναι ένα παράδειγμα μιας μηχανής που

λειτουργεί με βάση το Backward Chaining. Το DROOLS μπορεί επίσης να κάνει Backward Chaining, στο οποίο αναφερόμαστε ως παραγωγικά ερωτήματα.

3.2.1. Πλεονεκτήματα Μηχανών Κανόνων

- Δηλωτικός προγραμματισμός

Οι Μηχανές κανόνων επιτρέπουν να πει κανείς «Τι να κάνει» και «Πώς να το κάνει».

Το βασικότερο πλεονέκτημα αυτού του σημείου είναι πως με τη χρήση των κανόνων γίνεται εύκολο να βρούμε γρήγορες λύσεις σε δύσκολα προβλήματα και ακολούθως να επιβεβαιώνουμε τα αποτελέσματα. Η ανάγνωση κανόνων είναι ευκολότερη από την ανάγνωση κώδικα.

Τα συστήματα κανόνων είναι ικανά να επιλύουν ιδιαίτερα δύσκολα προβλήματα, παρέχοντας παράλληλα την εξήγηση του πώς επετεύχθη η λύση και την αιτία κάθε απόφασης καθ' όλη τη διαδρομή της λύσης.

- Διαχωρισμός Λογικής και Δεδομένων

Τα δεδομένα σας στην περίπτωση του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού είναι τα αντικείμενα της εκάστοτε εφαρμογής, ενώ η λογική είναι οι κανόνες. Αυτό είναι ουσιαστικά το σπάσιμο του συνδέσμου του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού μεταξύ των δεδομένων και της λογικής, η οποία μπορεί να είναι είτε ένα πλεονέκτημα ή μειονέκτημα, ανάλογα με την άποψή του προγραμματιστή. Το αποτέλεσμα είναι ότι η λογική μπορεί να είναι πολύ πιο εύκολο να διατηρηθεί, καθώς υπάρχουν αλλαγές στο μέλλον, καθώς η λογική είναι όλα όσα ορίζονται στους κανόνες. Αντί της λογικής που εκτείνεται σε πολλά αντικείμενα ή ελεγκτές, μπορούν όλα να οργανωθούν σε ένα ή περισσότερα πολύ διαφορετικά αρχεία κανόνων.

- Ταχύτητα και Κλιμάκωση

Ο αλγόριθμος Rete, ο αλγόριθμος Leaps, αλλά και οι επόμενοί τους, όπως ReteOO του DROOLS, παρέχουν πολύ αποτελεσματικούς τρόπους αντιστοίχισης μοτίβων κανόνων με τα δεδομένα των αντικείμενων της εκάστοτε της εφαρμογής. Αυτό είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό, όταν έχουμε σύνολα δεδομένων που αλλάζουν σε μικρές δόσεις, όπως η μηχανή κανόνων μπορεί να θυμηθεί τις προηγούμενες αντιστοίχισης.

- Κεντρικοποίηση της βάσης γνώσης

Με τη χρήση κανόνων, μπορούμε να δημιουργήσουμε μια βάση γνώσης, η οποία δύναται να είναι εκτελέσιμη. Αυτό συμβαίνει και στην πραγματικότητα σε διάφορες εφαρμογές, όπως στην πολιτική των επιχειρήσεων, για παράδειγμα. Ιδανικά οι κανόνες είναι τόσο ευανάγνωστοι ώστε να μπορούν ακόμα και να χρησιμεύσει ως τεκμηρίωση.

- Ενσωμάτωση σε εργαλεία ανάπτυξης

Εργαλεία όπως το Eclipse παρέχουν τρόπους να δημιουργήσουμε και να διαχειριστούμε κανόνες και να πάρουμε άμεσα απάντηση σε ερωτήματα που αφορούν την εγκυρότητα των δεδομένων και αλλά και των ίδιων των κανόνων μας. Ακόμα και εργαλεία αποσφαλμάτωσης παρέχονται για την διευκόλυνση της ανάπτυξης εφαρμογών

- Κατανοητοί κανόνες

Με τη δημιουργία αντικειμένων με βάση το μοντέλο που χρησιμοποιεί η εφαρμογή ο προγραμματιστής μπορεί να καταλήξει να γράφει κανόνες που μοιάζουν σχεδόν με φυσική γλώσσα.

Η μηχανή κανόνων χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία για τον προγραμματισμό γεγονότων αλλά και την παροχή της δυνατότητας στο χρήστη της εφαρμογής να ορίζει συγκεκριμένους κανόνες με βάση τους οποίους καθίσταται δυνατή η ενεργοποίηση / απενεργοποίηση συσκευών μέσω του δικτύου των αισθητήρων.

3.3. Σχεδιασμός, ανάπτυξη, έλεγχος της εφαρμογής

Το Eclipse είναι μια κοινότητα λογισμικού ανοιχτού κώδικα, τα έργα της οποίας εστιάζουν την κατασκευή μιας ανοιχτής πλατφόρμας ανάπτυξης, η οποία αποτελείται από επεκτάσιμα πλαίσια, εργαλεία και περιβάλλοντα χρόνου εκτέλεσης για την κατασκευή και τη διαχείριση λογισμικού κατά τη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου ζωής του. Το ίδρυμα Eclipse είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που υποστηρίζεται από τα μέλη του και φιλοξενεί τα έργα Eclipse. Το έργο Eclipse δημιουργήθηκε αρχικά από την IBM το Νοέμβριο του 2001 και υποστηρίζεται από μια κοινοπραξία εταιρειών πώλησης λογισμικού.

3.3.1. Αρχιτεκτονική της πλατφόρμας

Το Eclipse είναι μια πλατφόρμα που έχει σχεδιαστεί από την αρχή για να χτίζονται πάνω της ολοκληρωμένα εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών διαδικτύου και εφαρμογών λογισμικού. Από το σχεδιασμό της, η πλατφόρμα δεν παρέχει μεγάλο επίπεδο χρησικότητας από μόνη της. Η αξία της όμως βρίσκεται στο γεγονός ότι ενθαρρύνει την ανάπτυξη επιπλέον δυνατοτήτων βασισμένων σε ένα μοντέλο από plug-ins.

Το eclipse προσφέρει μια κοινή διαπροσωπεία προς το χρήστη (User Interface) για να δουλεύει με εργαλεία. Είναι σχεδιασμένο να λειτουργεί σε πολλά διαφορετικά λειτουργικά συστήματα ενώ ταυτόχρονα παρέχει στιβαρή ολοκλήρωση με το κάθε λειτουργικό σύστημα που βρίσκεται κάτω από αυτό. Τα plug-ins μπορούν να στηρίζονται στα φορητά APIs του eclipse και έτσι να λειτουργούν αμετάβλητα σε οποιοδήποτε από τα υποστηριζόμενα λειτουργικά συστήματα.

Στον πυρήνα του eclipse βρίσκεται μια αρχιτεκτονική για δυναμική αναζήτηση, φόρτωση και εκτέλεση των plug-ins. Η πλατφόρμα χειρίζεται τις λειτουργίες της εύρεσης και εκτέλεσης του σωστού κώδικα. Η διαπροσωπεία χρήστη της πλατφόρμας παρέχει ένα τυποποιημένο μοντέλο πλοήγησης. Κάθε plug-in μπορεί στη συνέχεια να εστιάσει στην σωστή υλοποίηση ενός μικρού αριθμού εργασιών. Παραδείγματα τέτοιων εργασιών είναι η κωδικοποίηση, ο έλεγχος, η μεταγλώττιση, η αποσφαλμάτωση, η δημιουργία διαγραμμάτων, κτλ.

3.3.2. Ανοιχτή αρχιτεκτονική

Η πλατφόρμα eclipse ορίζει μια ανοιχτή αρχιτεκτονική έτσι ώστε η κάθε ομάδα ανάπτυξης plug-in να μπορεί να εστιάζει στη δική της περιοχή εξειδίκευσης. Η ιδέα είναι ότι οι ειδικοί στον τομέα τους χτίζουν το οπίσθιο μέρος και οι ειδικοί στην χρησικότητα χτίζουν τα εργαλεία που θα χρησιμοποιεί ο τελικός χρήστης (τα plug-ins). Αν η πλατφόρμα είναι καλά σχεδιασμένη, τότε σημαντικές νέες δυνατότητες και νέα επίπεδα ολοκλήρωσης μπορούν να προστεθούν σε αυτήν χωρίς να επηρεάζονται τα υπόλοιπα εργαλεία.

Η πλατφόρμα eclipse χρησιμοποιεί το μοντέλο του πάγκου εργασίας (workbench) για να ενσωματώνει τα εργαλεία από τη σκοπιά του τελικού χρήστη. Εργαλεία που αναπτύσσει ο καθένας μπορούν να ενσωματωθούν στον πάγκο εργασίας με τη χρήση καλά ορισμένων διεπαφών που ονομάζονται σημεία επέκτασης (extension points).

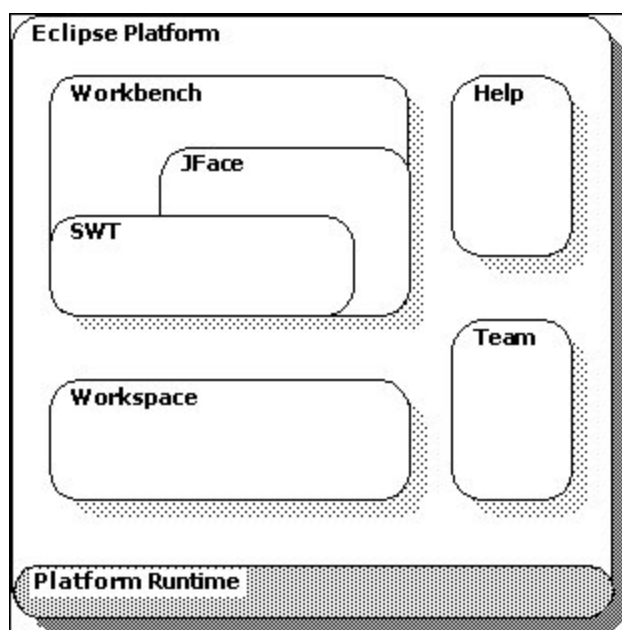
Και η ίδια η πλατφόρμα είναι χτισμένη σε στρώματα από plug-ins, καθένα από τα οποία ορίζει επεκτάσεις πάνω σε σημεία επέκτασεων των plug-ins του χαμηλότερου στρώματος. Με τη σειρά τους και αυτά τα plug-ins ορίζουν τα δικά τους σημεία επέκτασης για να παρέχουν τη δυνατότητα περαιτέρω προσαρμογής από plug-ins ανώτερων στρωμάτων. Αυτό το μοντέλο επέκτασης επιτρέπει σε ομάδες ανάπτυξης plug-ins να προσθέσουν πολλές και διάφορες λειτουργίες στη βασική πλατφόρμα εργαλείων. Τα

διάφορα τεχνήματα για κάθε εργαλείο, όπως αρχεία και άλλα δεδομένα, συντονίζονται από ένα κοινό για όλη την πλατφόρμα μοντέλο διαχείρισής τους.

Η πλατφόρμα δίνει στους χρήστες έναν κοινό τρόπο να δουλεύουν με τα εργαλεία και παρέχει διαχείριση των πόρων (resources) που αυτοί δημιουργούν με τα plug-ins. Οι ομάδες ανάπτυξης των plug-ins επωφελούνται επίσης από αυτή την αρχιτεκτονική, καθώς η πλατφόρμα διαχειρίζεται την περιπλοκότητα των διαφορετικών περιβαλλόντων εκτέλεσης, για παράδειγμα των διαφορετικών λειτουργικών συστημάτων.

3.3.3. Η δομή της πλατφόρμας

Η πλατφόρμα είναι δομημένη σαν υποσυστήματα που υλοποιούνται από ένα ή περισσότερα plug-ins το καθένα. Τα υποσυστήματα είναι χτισμένα πάνω σε μια μικρή μηχανή χρόνου εκτέλεσης (runtime engine). Το σχήμα 3.1 δείχνει μια απλοποιημένη όψη.



Εικόνα 6 Δομή της πλατφόρμας eclipse

Τα plug-ins που απαρτίζουν ένα υποσύστημα ορίζουν σημεία επέκτασης για πρόσθεση νέας συμπεριφοράς στο σύστημα. Ο πίνακας 3.1 περιγράφει τις κύριες ψηφίδες της πλατφόρμας που είναι υλοποιημένες σαν ένα ή περισσότερα plug-ins.

3.3.4. Αρχική μορφή της πλατφόρμας

Η βασική πλατφόρμα που παρέχεται στο χρήστη αρχικά είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (Integrated Development Environment, IDE) για οτιδήποτε και τίποτα συγκεκριμένο (σχήμα 3.2).

Τα plug-ins είναι αυτά που καθορίζουν την τελική λειτουργικότητα της πλατφόρμας. Τα νέα plug-ins μπορούν να παρέχουν υποστήριξη για επεξεργασία και διαχείριση επιπρόσθετων τύπων πόρων, όπως αρχεία Java, προγράμματα C, σελίδες HTML και αρχεία JSP.

3.3.5. Επέκταση της πλατφόρμας με plug-ins

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η πλατφόρμα eclipse είναι δομημένη ως εξής: στον πυρήνα υπάρχει μια μηχανή χρόνου εκτέλεσης (core runtime engine) και πάνω της υπάρχει ένα σύνολο επιπρόσθετων λειτουργιών που εγκαθίστανται σαν plug-ins. Τα plug-ins συνεισφέρουν λειτουργικότητα στην πλατφόρμα συνεισφέροντας σε προκαθορισμένα σημεία επέκτασης. Ένα παράδειγμα ενός τέτοιου plug-in είναι και ο πάγκος εργασίας. Η γλώσσα στην οποία είναι υλοποιημένο το Eclipse είναι η Java. Όταν όμως εκκινείται ο πάγκος εργασίας, δεν εκκινείται ένα απλό πρόγραμμα Java. Ενεργοποιείται η μηχανή εκτέλεσης, η οποία μπορεί δυναμικά να ανακαλύπτει εγκατεστημένα plug-ins και να τα εκκινεί όποτε χρειάζεται.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι όταν κάποιος θέλει να γράψει κώδικα ο οποίος επεκτείνει την πλατφόρμα, η διαδικασία που πρέπει να ακολουθήσει είναι διαφορετική από τη διαδικασία ανάπτυξης μιας απλής εφαρμογής Java. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να ορίσει επεκτάσεις μέσα στο plug-in του, οι οποίες να συνδέονται σε κάποια από τα σημεία επεκτάσεων που έχει ορίσει η πλατφόρμα. Από τη σκοπιά της πλατφόρμας, το plug-in που γράφει κάποιος τρίτος δε διαφέρει από τα βασικά plug-ins σαν αυτό που χειρίζεται τους πόρους (resources) ή τον ίδιο τον πάγκο εργασίας.

Τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσουμε είναι:

- Απόφαση για τον τρόπο με τον οποίο το plug-in θα ενσωματωθεί στην πλατφόρμα.
- Εύρεση των κατάλληλων σημείων επέκτασης στα οποία χρειάζεται να συνεισφέρουμε ώστε να ενσωματωθεί το plug-in.
- Υλοποίηση αυτών των επεκτάσεων σύμφωνα με την προδιαγραφή για τα σημεία επέκτασης.
- Δημιουργία ενός αρχείου manifest (MANIFEST.MF) το οποίο περιγράφει το πακετάρισμα και τα προαπαιτούμενα για τον κώδικά μας, και ενός plug-in manifest (plugin.xml) το οποίο περιγράφει τις επεκτάσεις που ορίζουμε.

Ο πάγκος εργασίας είναι ένα παράθυρο που αποτελείται από διάφορα οπτικά μέρη (αντικείμενα). Αυτά τα μέρη χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες: τις όψεις (views) και τους επεξεργαστές (editors).

Οι επεξεργαστές επιτρέπουν στο χρήστη να επεξεργάζεται κάτι μέσα στον πάγκο εργασίας. Οι επεξεργαστές είναι “εγγραφο-κεντρικοί” και μοιάζουν σε πολλά με τους γνωστούς επεξεργαστές αρχείων (π.χ. αρχείων κειμένου). Τα έγγραφα ακολουθούν έναν κύκλο ζωής άνοιγμα – αποθήκευση – κλείσιμο. Οι επεξεργαστές είναι στενά δεμένοι και ενσωματωμένοι στον πάγκο εργασίας. Ο πάγκος εργασίας προσφέρει έναν έτοιμο editor για αρχεία απλού κειμένου. Παρέχει επίσης μια κοινή διαπροσωπεία με το χρήστη για τις συνηθισμένες εργασίες (π.χ. κουμπιά για άνοιγμα, αποθήκευση, αποθήκευση ως, κλπ.), αλλά ο τρόπος με τον οποίο γίνονται αυτές οι εργασίες υλοποιείται ξεχωριστά από κάθε editor.

Οι όψεις παρέχουν πληροφορίες σχετικά με κάποιο αντικείμενο με το οποίο εργάζεται ο χρήστης στον πάγκο εργασίας. Συχνά οι όψεις αλλάζουν τα περιεχόμενά τους όταν ο χρήστης επιλέγει διαφορετικά αντικείμενα στον πάγκο εργασίας. Πολλές φορές οι όψεις δρουν συμπληρωματικά με τους επεξεργαστές, παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με το περιεχόμενο τους. Είναι δυνατό μία όψη να είναι αρκετά γενική ώστε να μπορεί να χρησιμοποιείται σε πολλές διαφορετικές περιστάσεις με διαφορετικούς τρόπους. Για παράδειγμα, η όψη ιδιοτήτων (Properties View) δείχνει πληροφορίες όπως πλήρες όνομα, κατάλογος, μέγεθος, ημερομηνία τελευταίας τροποποίησης, κτλ. όταν ο χρήστης επιλέξει κάποιο αρχείο μέσα στην όψη Navigator (βλ. σχήμα 3.2), αλλά μέσα σε έναν επεξεργαστή αρχείων XML μπορεί να δείχνει ιδιότητες όπως όνομα, τύπο, κτλ. του επιλεγμένου στοιχείου ή ιδιότητας XML. Ομοίως, η όψη περίληψης (Outline View, σχήμα 3.3), όταν ο χρήστης

κάνει επεξεργασία πηγαίου κώδικα δείχνει μια σύνοψη του ενεργού αρχείου που αποτελείται από δηλώσεις, ονόματα και τύπους μεταβλητών και μεθόδων, η εμβέλεια των οποίων επισημαίνεται με διαφορετικά χρώματα/σχήματα, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και αλλιώς.

3.3.6. Αρχεία manifest

Όπως αναφέραμε, το PDE αναλαμβάνει και την αρχικοποίηση δύο αρχείων manifest που περιγράφουν κάθε plug-in που δημιουργεί.

Το plugin.xml (κώδικας 3.3) συμπεριλαμβάνει όλες τις πληροφορίες σχετικά με την επέκτασή μας και το πώς αυτή εκτελείται μέσα σε μια συσκευασία XML. Στη συγκεκριμένη περίπτωση δηλώνεται, μέσα στο στοιχείο extension, ότι το νέο plug-in επεκτείνει την πλατφόρμα στο σημείο επέκτασης org.eclipse.ui.views. Το αναγνωριστικό (id) της επέκτασης, δηλαδή το όνομα με το οποίο η πλατφόρμα γνωρίζει το plug-in είναι το example.HelloWorldView και η κλάση Java που υλοποιεί την επέκταση είναι η com.example.helloworld.HelloWorldView. Το plugin ορίζει επίσης και μια νέα κατηγορία όψεων, τη Hello Category.

Το άλλο αρχείο που δημιουργείται αυτόματα είναι το OSGi manifest, το MANIFEST.MF (κώδικας 3.4). Το αρχείο αυτό περιγράφει πληροφορίες χαμηλότερου επιπέδου σχετικά με το πακέταρισμα του plug-in, χρησιμοποιώντας ορολογία της τεχνολογίας OSGi. Περιέχει πληροφορίες όπως το όνομα του plug-in (bundle), τα bundles τα οποία απαιτεί να υπάρχουν, την ελάχιστη έκδοση του eclipse, κλπ.

3.3.7. Εκτέλεση του plug-in

Μετά τη μεταγλώττιση της νέας όψης, υπάρχουν δύο διαφορετικοί πιθανοί τρόποι, με τους οποίους μπορεί να εκτελεστεί.

- Τοποθετούμε τα αρχεία manifest και το αρχείο jar στον κατάλογο eclipse/plugins. Όταν ο πάγκος εργασίας επανεκκινηθεί, θα βρει το νέο plug-in.
- Το εργαλείο PDE μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκτελεστεί ένας άλλος πάγκος εργασίας μέσα από τον τρέχοντα πάγκο. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του plug-in και είναι πιο βολική για τον προγραμματιστή γιατί μπορεί να δοκιμάζει τα νέα plugins που δημιουργεί άμεσα.

Όπως και αν επιλέξουμε να εκτελέσουμε το plug-in Hello World, η όψη θα μπορεί να εμφανιστεί από το μενού Window > Show View > Hello Category > Hello View του πάγκου εργασίας του eclipse (δεδομένου ότι το plug-in παρέχει μια επέκταση για το σημείο επέκτασης org.eclipse.views, όπως ορίστηκε στο plugin.xml).

Μέχρι τη στιγμή που θα επιλέξει ο χρήστης να εμφανίσει την όψη Hello View, ο κώδικας του plug-in δεν έχει εκτελεστεί. Η δήλωση μέσα στο plugin.xml είναι αρκετή για να γνωρίζει ο πάγκος εργασίας ότι υπάρχει μια όψη με αυτό το όνομα στην κατηγορία Hello Category καθώς και την κλάση η οποία υλοποιεί την όψη. Τη στιγμή που θα επιλέξει ο χρήστης να δείξει την όψη ο πάγκος εργασίας ενεργοποιεί το plug-in, αρχικοποιεί την κλάση HelloWorldView και τώρα ο κώδικας του plug-in εκτελείται.

3.3.8. Πλατφόρμα Rich Client (Rich Client Platform)

Γενικά ενώ η πλατφόρμα Eclipse είναι σχεδιασμένη να λειτουργεί ως μια πλατφόρμα ανοιχτών εργαλείων, η αρχιτεκτονική της είναι τέτοια που οι ψηφίδες της θα

μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να κατασκευαστεί σχεδόν οποιαδήποτε εφαρμογή πελάτη.

Εφαρμογές διαφορετικές από IDEs μπορούν να κατασκευαστούν με χρήση ενός υποσυνόλου της πλατφόρμας. Αυτές οι “πλούσιες” εφαρμογές εξακολουθούν να βασίζονται σε ένα μοντέλο δυναμικών plug-ins και η διαπροσωπεία χρήστη κατασκευάζεται με τις ίδιες εργαλειοθήκες και τα ίδια σημεία επέκτασης. Η διάταξη και η λειτουργικότητα του πάγκου εργασίας βρίσκονται υπό τον έλεγχο της ομάδας ανάπτυξης του plug-in.

Η πλατφόρμα Rich Client 3 (RCP) είναι το ελάχιστο σύνολο των plug-ins που χρειάζονται για να

RCP απαιτεί κατ’ αρχήν μόνο δύο plug-ins, τα `org.eclipse.ui` και `org.eclipse.core.runtime`, μαζί με τις εξαρτήσεις τους.

Παρόλα αυτά, μια εφαρμογή rich client μπορεί να χρησιμοποιεί επιπλέον οποιαδήποτε άλλη ψηφίδα που χρειάζεται για τη λειτουργικότητά της, και μπορεί να απαιτεί οποιοδήποτε άλλο plug-in εκτός από τα απολύτως απαραίτητα. Παραδείγματα είναι το σύστημα βοήθειας προς το χρήστη και ο διαχειριστής αναβαθμίσεων.

3.3.9. Ιστορία του Eclipse ως πλατφόρμα RCP

Το έργο Eclipse δεν ξεκίνησε με το σκοπό να δημιουργήσει μια πλατφόρμα RCP. Ο αρχικός στόχος ήταν να δημιουργηθεί μια πλατφόρμα για να ενσωματώνονται σε αυτήν εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών, δηλαδή ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE). Το Eclipse σαν RCP ξεκίνησε κατά τη διάρκεια της έκδοσης 2.1, όταν κάποιοι παρατήρησαν ότι τα IDEs που βασίζονταν πάνω στο Eclipse είχαν καλή λειτουργικότητα, εμφάνιση και επιδόσεις, και ότι το ίδιο πλαίσιο που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να χτιστούν εφαρμογές για πιο γενική χρήση.

Η παρατήρηση ήταν ορθή, αλλά η υλοποίηση της ιδέας είχε πολλές πρακτικές δυσκολίες. Οι κυριότερες ήταν όλες οι υποθέσεις που είχαν γίνει σχετικά με το Eclipse ως μια πλατφόρμα δημιουργία εργαλείων και η συνακόλουθη έλλειψη δυνατότητας αλλαγής κάποιων στοιχείων της εμφάνισης και της λειτουργικότητας της πλατφόρμας.

Η έκδοση 3.0 ήταν ένας σημαντικός σταθμός για το Eclipse ως μια πλατφόρμα RCP. Όλες οι αλληλεξαρτήσεις που σχετίζονταν με τη λειτουργικότητα ως IDE εξαλείφθηκαν και στα διάφορα μέρη της διαπροσωπείας με το χρήστη προστέθηκαν νέες δυνατότητες ρυθμίσεων. Εισήχθη το περιβάλλον χρόνου εκτέλεσης το βασισμένο στο OSGi και έτσι τέθηκαν οι βάσεις για δυναμική εγκατάσταση, διαγραφή και αναβάθμιση των plug-ins. Αυτές οι δύο μεγάλες αλλαγές σήμαιναν μια μεγάλη αναδιάρθρωση της πλατφόρμας.

3.3.10. Προϊόντα Eclipse

Ένα προϊόν eclipse είναι μια επέκταση στο σημείο επέκτασης της πλατφόρμας που λέγεται `org.eclipse.core.runtime.products`. Η μετατροπή μιας εφαρμογής RCP σε ένα προϊόν eclipse, παρουσιάζει κάποια πλεονεκτήματα για έναν προγραμματιστή.

Όταν διανέμεται η εφαρμογή στους τελικούς χρήστες, πρέπει έχουν τοποθετηθεί σε ένα πακέτο όλα τα plug-ins-εξαρτήσεις που χρειάζονται για να εκτελεστεί αυτή, και να διανέμονται και αυτά μαζί με τον αντικειμενικό κώδικα του “κυρίως” plug-in. Σε πρώτο επίπεδο, η πληροφορία για τις άμεσες εξαρτήσεις του plug-in υπάρχει στο αρχείο MANIFEST.MF, αλλά καθένα από τα plug-ins-εξαρτήσεις έχει πιθανόν και δικές του εξαρτήσεις που απαιτεί το ίδιο για να λειτουργήσει, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός *δέντρου εξαρτήσεων*. Για ένα προϊόν eclipse, ο υπολογισμός όλων αυτών των εξαρτήσεων μπορεί να γίνεται αυτόματα από το PDE, και στη συνέχεια υποστηρίζεται και η εξαγωγή της εφαρμογής σε μορφή έτοιμη να εκτελεστεί για διάφορα λειτουργικά συστήματα (linux, macosx, solaris, win32).

Επίσης, χρησιμοποιώντας ένα προϊόν μπορεί κανείς να ορίσει και να παραμετροποιήσει την εμφάνιση του Eclipse για μια συγκεκριμένη εφαρμογή.

Στον κώδικα 3.7 φαίνεται ότι με αυτόν τον τρόπο μπορεί για παράδειγμα να οριστεί μια σύντομη περιγραφή (aboutInfo) με εικόνα και μικρό κείμενο της εφαρμογής. Υπάρχουν και άλλα στοιχεία εμφάνισης που ρυθμίζονται εδώ, όπως τα εικονίδια που θα εμφανίζονται στα διάφορα λειτουργικά συστήματα, ή η εμφάνιση μιας αρχικής οθόνης (splash) την ώρα που εκκινείται η εφαρμογή, τα οποία έχουν παραλειφθεί για συντομία. Τέλος, φαίνεται η λίστα όλων των plug-ins που απαιτούνται για τη λειτουργία της εφαρμογής.

Η δημιουργία και η επεξεργασία του αρχείου .product είναι απλές διαδικασίες και γίνονται μέσα από το περιβάλλον ανάπτυξης PDE.

3.4.Android

Το Android είναι λειτουργικό σύστημα για συσκευές κινητής τηλεφωνίας το οποίο τρέχει τον πυρήνα του λειτουργικού Linux. Αρχικά αναπτύχθηκε από την Google και αργότερα από την [Handset Alliance|Open Handset Alliance] . Επιτρέπει στους κατασκευαστές λογισμικού να συνθέτουν κώδικα με την χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Java, ελέγχοντας την συσκευή μέσω βιβλιοθηκών λογισμικού ανεπτυγμένων από την Google. Το Android είναι κατά κύριο λόγο σχεδιασμένο για συσκευές με οθόνη αφής, όπως τα έξυπνα τηλέφωνα και τα τάμπλετ, με διαφορετικό περιβάλλον χρήσης για τηλεοράσεις (Android TV), αυτοκίνητα (Android Auto) και ρολόγια χειρός (Android Wear). Παρόλο που έχει αναπτυχθεί για συσκευές με οθόνη αφής, έχει χρησιμοποιηθεί σε κονσόλες παιχνιδιών, ψηφιακές φυτογραφικές μηχανές, συνηθισμένους Η/Υ (π.χ. το HP Slate 21) και σε άλλες ηλεκτρονικές συσκευές.



Το Android είναι το πιο ευρέως διαδεδομένο λογισμικό στον κόσμο. Οι συσκευές με Android έχουν περισσότερες πωλήσεις από όλες τις συσκευές Windows, iOS και Mac OS X μαζί.

Η πρώτη παρουσίαση της πλατφόρμας Android έγινε στις 5 Νοεμβρίου 2007, παράλληλα με την ανακοίνωση της ίδρυσης του οργανισμού Open Handset Alliance, μιας κοινοπραξίας 48 τηλεπικοινωνιακών εταιριών, εταιριών λογισμικού καθώς και κατασκευής hardware, οι οποίες είναι αφιερωμένες στην ανάπτυξη και εξέλιξη ανοιχτών προτύπων στις συσκευές κινητής τηλεφωνίας. Η Google δημοσίευσε το μεγαλύτερο μέρος του κώδικα του Android υπό τους όρους της Apache License, μιας ελεύθερης άδειας λογισμικού. Το λογότυπο για το λειτουργικό σύστημα Android είναι ένα ρομπότ σε χρώμα πράσινου μήλου και σχεδιάστηκε από τη γραφίστρια Irina Blok.

Στον πίνακα που ακολουθεί αναφέρονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά και λειτουργίες του λειτουργικού συστήματος .

Λειτουργίες Οθόνης	Η πλατφόρμα είναι προσαρμόσιμη σε μεγαλύτερη ανάλυση (VGA), δισδιάστατες ψηφιακές γραφικές βιβλιοθήκες, τρισδιάστατα γραφικά βασισμένα στην OpenGL ES1.0 έκδοση χαρακτηριστικών, καθώς και παραδοσιακές απεικονίσεις οθόνης "έξυπνων" συσκευών κινητής τηλεφωνίας.
Αποθήκευση Δεδομένων	Χρήση βάσης δεδομένων SQLite για τις ανάγκες αποθήκευσης
Συνδεσιμότητα	Το Android υποστηρίζει τεχνολογίες συνδεσιμότητας συμπεριλαμβανομένου GSM/EDGE, CDMA, EV-DO, UMTS, Bluetooth, και Wi-Fi.
Αποστολή μηνυμάτων	SMS και MMS είναι οι διαθέσιμοι τρόποι ανταλλαγής μηνυμάτων.

Περιήγηση στον Ιστό	Για την περιήγηση στον ιστό το Android διαθέτει φυλλομετρητή βασισμένο στην ανοιχτή τεχνολογία WebKit.
Υποστήριξη Java	Λογισμικό γραμμένο στην Java είναι δυνατόν να μεταγλωττιστεί και να εκτελεστεί στην εικονική μηχανή Dalvik, η οποία αποτελεί εξειδικευμένη υλοποίηση εικονικής μηχανής, σχεδιασμένης για χρήση σε φορητές συσκευές, παρόλο που δεν είναι πρότυπη εικονική μηχανή Java.
Υποστήριξη Πολυμέσων	Το λειτουργικό Android υποστηρίζει τις ακόλουθα μορφές ήχου, στατικής και κινούμενης εικόνας: H.263, H.264 (σε 3GP ή MP4 container), MPEG-4 SP, AMR, AMR-WB, AAC, HE-AAC, MP3, MIDI, OGG Vorbis, WAV, JPEG, PNG, GIF, BMP.
Επιπλέον υποστήριξη υλικού	Το λειτουργικό Android μπορεί να συνεργαστεί με κάμερες στατικής ή κινούμενης εικόνας, οθόνες αφής, GPS, αισθητήρες επιτάχυνσης, μαγνητόμετρα, δισδιάστατους καθώς και τρισδιάστατους επιταχυντές γραφικών.
Περιβάλλον Ανάπτυξης Λογισμικού	Περιλαμβάνει ένας προσομοιωτή συσκευής, εργαλεία για διόρθωση σφαλμάτων, μνήμη και εργαλεία ανάλυσης της απόδοσης του εκτελέσιμου λογισμικού καθώς και ένα επιπρόσθετο για το Eclipse IDE.
Αγορά και Εγκατάσταση Εφαρμογών	Παρόμοια με το App Store του iPhone OS, το Android Market είναι ένας κατάλογος εφαρμογών που μπορούν να μεταφορτωθούν και εγκατασταθούν στην συσκευή άμεσα μέσω ασύρματων καναλιών, χωρίς την χρήση υπολογιστή. Αρχικά μόνο δωρεάν εφαρμογές ήταν δυνατόν να εγκατασταθούν. Εφαρμογές επί πληρωμή ήταν μετέπειτα διαθέσιμες στο Android Market στις ΗΠΑ ύστερα από τις 19 Φεβρουαρίου 2009.
Οθόνη Αφής Πολλαπλών Σημείων	Το λειτουργικό Android είχε εξ ορισμού υποστήριξη για οθόνες πολλαπλών σημείων αλλά η δυνατότητα αυτή έχει κλειδωθεί σε επίπεδο πυρήνα (πιθανόν για αποφυγή παραβιάσεων των πατεντών λογισμικού της Apple στις τεχνολογίες οθονών αφής). Κυκλοφορεί μια ανεπίσημη τροποποίηση (mod) που έχει αναπτυχθεί για να υποστηρίζει πολλαπλή επαφή (multi-touch), αλλά απαιτεί δικαιώματα πρόσβασης υπερχρήστη (superuser) στη συσκευή για να γραφεί στη μνήμη flash ένας πυρήνας που να μην είναι υπογεγραμμένος (unsigned kernel). ^[11]

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα ποσοστά χρήσης της πλατφόρμας, με το μεγαλύτερο ποσοστό να κατέχει αυτή τη στιγμή η έκδοση KitKat με ποσοστό που ξεπερνάει το 40%.

Version	Code name	Release date	API level	Distribution
5.1.x	Lollipop	09-Mar-15	22	0.40%
5.0.0–5.0.2		03-Nov-14	21	5.00%
4.4.0–4.4.4	KitKat	31-Oct-13	19	41.40%
4.3.x		24-Jul-13	18	5.60%
4.2.x		13-Nov-12	17	18.60%
4.1.x	Ice Cream Sandwich	09-Jul-12	16	16.50%
4.0.3–4.0.4		16-Dec-11	15	5.70%
2.3.3–2.3.7	Gingerbread	09-Feb-11	9	6.40%
2.2	Froyo	20-May-10	8	0.40%

3.5. Postgres



Ως σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων επιλέξαμε τη βάση Postgres. Αυτή είναι

μια πολύ δυνατή, open-source βάση δεδομένων. Αναπτύσσεται πάνω από 15 χρόνια και χάρη στη δομή της έχει κερδίσει τη φήμη της αξιόπιστης, ορθής και με ακεραιότητα δεδομένων βάσης. Τρέχει σε όλα τα λειτουργικά συστήματα συμπεριλαμβανομένου Linux, UNIX (AIX, BSD, HP-UX, SGI IRIX, Mac OS X, Solaris, Tru64) και Windows. Υποστηρίζει πλήρως τις βασικές ιδιότητες μιας βάσης δεδομένων όπως τα ξένα κλειδιά (foreign keys), τις ενώσεις (joins), τις προβολές (views) καθώς και τις διαδικασίες αποθήκευσης. Περιλαμβάνει τους περισσότερους τύπους τις SQL92 και SQL99 συμπεριλαμβανομένου των INTEGER, NUMERIC, BOOLEAN, CHAR, VARCHAR, DATE, INTERVAL και TIMESTAMP. Διαθέτει επίσης τη δυνατότητα αποθήκευσης μεγάλων δυαδικών στοιχείων όπως είναι εικόνες, ήχος και video. Τέλος ένα ακόμα βασικό της πλεονέκτημα είναι ότι διαθέτει εξαιρετικό documentation.

Είναι δυνατόν να αποθηκεύσει πολύ μεγάλη ποσότητα δεδομένων ενώ υποστηρίζει τη χρήση της από πολλούς χρήστες ταυτόχρονα. Αυτή τη στιγμή υπάρχουν ενεργές PostgreSQL βάσεις που περιέχουν πάνω από 4 terabyte δεδομένων. Οι περιορισμοί σε χώρο που υπάρχουν για την Postgres είναι οι παρακάτω:

- Μέγιστο μέγεθος βάσης: απεριόριστο.
- Μέγιστο μέγεθος πίνακα: 32TB.
- Μέγιστο μέγεθος εγγραφής (γραμμής): 1.6TB.
- Μέγιστο μέγεθος ιδιότητας (στήλης): 1GB.
- Μέγιστος αριθμός γραμμών ανά πίνακα: Απεριόριστος.
- Μέγιστος αριθμός στηλών ανά πίνακα: 250-1600 ανάλογα με τις στήλες.
- Μέγιστος αριθμός ευρετηρίων: Απεριόριστος.

Η Postgres τρέχει αποθηκευμένες διαδικασίες γραμμένες σε πολλές γλώσσες όπως είναι η Java, η Perl, η Python, η Ruby, η Tcl, η C/C++ καθώς και η δικιά της PL/pgSQL που είναι παρόμοια με την PL/SQL της Oracle. Εκτός από την standard βιβλιοθήκη συναρτήσεων που έχει, έχει ενσωματωμένες και άλλες συναρτήσεις που ποικίλουν από απλές μαθηματικές και αλφαριθμητικές λειτουργίες μέχρι λειτουργίες κρυπτογράφησης. Triggers και άλλες διαδικασίες μπορούν να γραφούν σε C και να φορτωθούν μετά στη βάση σαν βιβλιοθήκες κάτι που δίνει στη βάση ευελιξία.

Εκτός από λειτουργικής άποψης, η PostgreSQL προτιμήθηκε και λόγω των κανόνων που τη διέπουν σαν λογισμικό. Όπως είπαμε παραπάνω είναι ένα λογισμικό open-source το οποίο όμως έχει άδεια BSD. Αυτό σημαίνει ότι ο χρήστης έχει το δικαίωμα να χρησιμοποιήσει, τροποποιήσει και διανέμει το λογισμικό όπως τον βολεύει. Έτσι εκτός από μια απλή βάση δεδομένων, η Postgres είναι ταυτόχρονα και μια πλατφόρμα πάνω στην

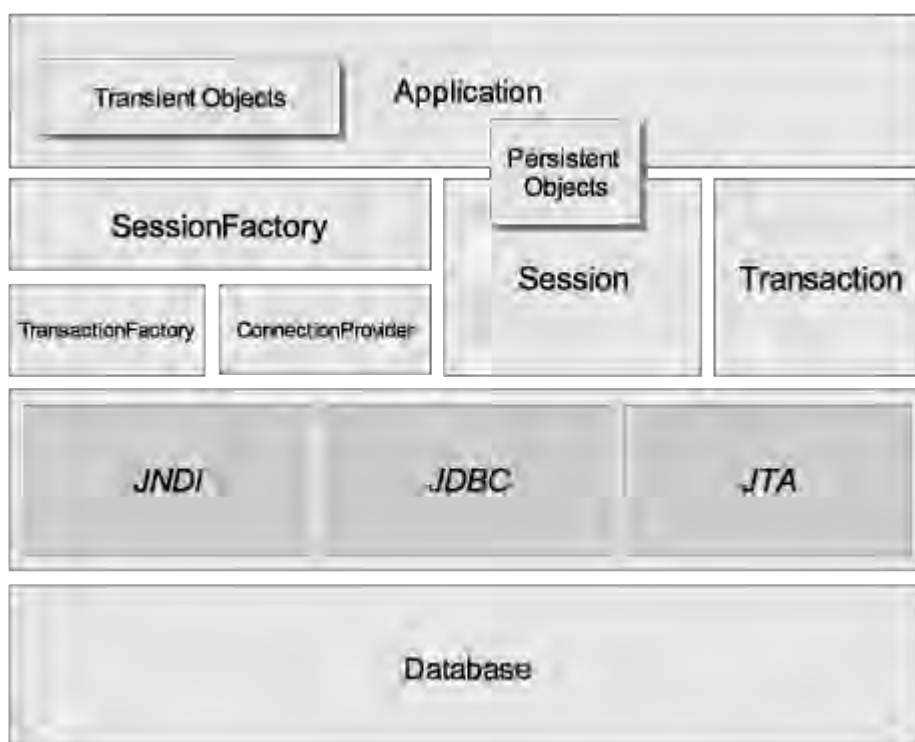
οποία μπορούν να χτιστούν εμπορικές ή δικτυακές εφαρμογές που χρειάζονται μια ικανή RDBMS.

Η έκδοση που χρησιμοποιήθηκε για την παρούσα υλοποίηση ήταν η v9.1. Οι πιο πρόσφατες εκδόσεις διανέμονται δωρεάν από το <http://www.postgresql.org/>.

3.6. Hibernate

Το Hibernate είναι μια πανίσχυρη, υψηλής απόδοσης, αντικειμενοστραφής οντότητα. Επιτρέπει την δημιουργία κλάσεων που είναι συνεχείς και διέπονται από το αντικειμενοστραφές μοντέλο συμπεριλαμβανομένου ιδιοτήτων όπως η συσχέτιση, η κληρονομικότητα, η πολυμορφικότητα κτλ. Επιτρέπει την ερώτηση της βάσης με τη δικιά της γλώσσα (HQL-Hibernate Query Language), μια επίσης αντικειμενοστραφής γλώσσα που μοιάζει πάρα πολύ με την SQL.

Σκοπός του είναι να αντιστοιχίσει τις java κλάσεις με τα tables της βάσης ενώ παρέχει και τη δυνατότητα απευθείας ερώτησης στη βάση δεδομένων καθώς και επιστροφή δεδομένων στο χρήστη. Έτσι απαλλάσσει το χρήστη από την ταλαιπωρία της σύνδεσης μιας εφαρμογής με τη βάση δεδομένων και της επικοινωνίας μαζί της (καθαρή SQL, JDBC) ενώ η εφαρμογή είναι μεταφέρσιμη σε οποιαδήποτε βάση δεδομένων που χρησιμοποιεί SQL.



Το hibernate είναι μια open-source οντότητα, μέρος της σουίτας JBoss Enterprise Middleware System (JEMS), και την οποία μπορεί να βρει κανείς στο <http://www.hibernate.org>. Για την υλοποίηση της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε η έκδοση 3.

Για την εγκατάσταση, το μόνο που χρειάζεται είναι το κατάλληλο jar αρχείο το οποίο και βάζουμε στα classpath της Java καθώς και όσων άλλων εφαρμογών το χρησιμοποιούν.

Τα τελευταία χρόνια δίνεται ιδιαίτερη έμφαση από πλευράς τεχνολογίας στα κινητά τηλέφωνα και συγκεκριμένα στις ανάγκες που μπορούν να καλύψουν. Η εποχή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου για απλή συνομιλία και αποστολή γραπτών μηνυμάτων (sms, mms, ems) έχει περάσει ανεπιστρεπτή. Οι καταναλωτές απαιτούν από τις συσκευές αυτές όλο και περισσότερες δυνατότητες. Αποτέλεσμα αυτών, είναι η ανάπτυξη ισχυρών τηλεφώνων από άποψη hardware και συνεπώς η αναγκαιότητα δημιουργίας λογισμικού που θα εκμεταλλεύεται αυτήν την επεξεργαστική ισχύ γίνεται ολοένα και μεγαλύτερη. Το τελευταίο χρόνο κυκλοφόρησε στην αγορά το λογισμικό της Google για τα κινητά τηλέφωνα, γνωστό ως Android. Το εγχείρημα αυτό υποστηρίχτηκε από την Open Handset Alliance έναν συνεταιρισμό 48 hardware, software και telecom εταιρειών αποφασισμένες να στηρίξουν τον ανοιχτό κώδικα λογισμικού για τις συσκευές. Η συμβολή αυτού του λογισμικού στην ανάπτυξη των υπηρεσιών LBS είναι πάρα πολύ σημαντική καθώς τόσο οι δυνατότητες ανάκτησης θέσης είναι αρκετές όσο και σε επίπεδο λογισμικού με τις εφαρμογές που παρέχει στους χρήστες όσο και με τα πακέτα-βιβλιοθήκες για ανάπτυξη εφαρμογών από τους προγραμματιστές-developers που εκμεταλλεύονται τις τεχνολογίες για εντοπισμό της θέσης του χρήστη.

Συγκεκριμένα το λογισμικό Android παρέχει στους προγραμματιστές τη βιβλιοθήκη com.google.android.maps η οποία δίνει τη δυνατότητα σε κάθε εφαρμογή να δείχνει στο γραφικό της περιβάλλον-οθόνη, έναν χάρτη με μία ευρεία γκάμα εστίασης. Το πλεονέκτημα αυτού του πακέτου είναι το γεγονός πως ο χρήστης δε χρειάζεται να ενεργοποιήσει τον explorer ή κάποιο άλλο πρόγραμμα του κινητού προκειμένου να έχει πρόσβαση σε χάρτες, αλλά απευθείας μπορεί να δει στην εφαρμογή του το χάρτη αρκεί βέβαια να έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο για να μπορέσει να κατεβάσει το τμήμα του χάρτη που θέλει. Επίσης μπορεί να μετακινήσει το χάρτη προς οποιαδήποτε κατεύθυνση ή να αλλάξει επίπεδο εστίασης προκειμένου να έχει μια πιο εποπτική εικόνα. Επίσης εκτός από το πακέτο com.google.android.maps το Android προσφέρει το πακέτο android.location το οποίο δίνει στο προγραμματιστή τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει στις εφαρμογές του το δέκτη gps, το σύστημα του παρόχου για απόκτηση πληροφοριών θέσης από τις κεραίες κινητής τηλεφωνίας και από το ασύρματο δίκτυο στο οποίο είναι συνδεδεμένο το κινητό με τη βοήθεια της google για την απόκτηση μιας περιοχής σύγκλισης για το που βρίσκεται ο χρήστης. Από τις παραπάνω τρεις δυνατότητες η πιο ακριβής είναι ο δέκτης gps και ο λιγότερο ακριβής η χρήση του ασύρματου διαδικτύου. Με το πακέτο αυτό ο προγραμματιστής έχει τη δυνατότητα να ενημερώνει την εφαρμογή του για το πού βρίσκεται ο χρήστης και αν απαιτείται να προβάλλει τη θέση του με το com.google.android.maps πακέτο όπως προαναφέρθηκε. Σημαντικό χαρακτηριστικό του πακέτου android.location είναι πως δεν απαιτείται αναγκαστικά οι πληροφορίες θέσης να ενημερωθούν με το που χρησιμοποιείται το πακέτο αυτό αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθούν πληροφορίες θέσης που είναι out of date και όμως μπορούν να προσδώσουν στην εφαρμογή τις πληροφορίες που ίσως απαιτεί.

3.6.1. Αρχιτεκτονική

Μια νέα πλατφόρμα όπου βασίζεται στο Linux Kernel και η καινοτομία του είναι πως είναι ανοιχτό στο κόσμο, είναι ελεύθερο, και ο οποιοσδήποτε μπορεί να το τροποποιήσει και να φτιάξει μια δικιά του εκδοχή του λειτουργικού. Τα δομικά μέρη της αρχιτεκτονικής του Android είναι ο Linux Kernel και ο προγραμματισμός σε java περιβάλλον, αρκετά διαδεδομένη γλώσσα και συνεπώς προσιτή σε έναν μεγάλο αριθμό

προγραμματιστών που θέλουν να πάρουν μέρος στην εξέλιξη του λογισμικού. Τα βασικά χαρακτηριστικά του είναι τα εξής:

- Application framework το οποίο επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση και αντικατάσταση των components
- Davlik virtual machine optimized για κινητές συσκευές
- Integrated browser βασισμένος στην open source μηχανή WebKit
- Optimized graphics (custom 2D library) (3D βασισμένο στο OpenGL ES 1.0 specification (hardware acceleration optional))
- SQLite for structured data storage
- Multimedia υποστήριξη για σχεδόν όλα τα διάσημα formats video ήχου και εικόνας
- GSM telephony
- Bluetooth, 3G, EDGE και WIFI
- Camera, GPS, compass, και accelerometer 16

Το λογισμικό αυτό βασίζεται στον πυρήνα του Linux έκδοση 2.6 για τις κύριες λειτουργίες όπως:

- Security
- Memory Management
- Process Management
- Network Stack
- Driver Model

Παρόλο που το Android είναι χτισμένο πάνω στο πυρήνα του Linux δεν είναι Linux. Ο πυρήνας δρα σαν abstraction layer μεταξύ του hardware και του υπόλοιπου software stack. Οι βιβλιοθήκες του Android περιλαμβάνουν ένα σετ από C/C++ βιβλιοθήκες που χρησιμοποιούνται από διάφορα components του συστήματος. Αυτές διατίθενται στους προγραμματιστές μέσω του Android application framework. Μερικές από τις βιβλιοθήκες είναι οι παρακάτω:

- System C library - a BSD-derived implementation of the standard C system library (libc), tuned for embedded Linux-based devices
- Media Libraries - based on PacketVideo's OpenCORE; the libraries support playback and recording of many popular audio and video formats, as well as static image files, including MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPG, and PNG
- Surface Manager - manages access to the display subsystem and seamlessly composites 2D and 3D graphic layers from multiple applications
- LibWebCore - a modern web browser engine which powers both the Android browser and an embeddable web view
- SGL - the underlying 2D graphics engine
- 3D libraries - an implementation based on OpenGL ES 1.0 APIs; the libraries use either hardware 3D acceleration (where available) or the included, highly optimized 3D software rasterizer
- FreeType - bitmap and vector font rendering
- SQLite - a powerful and lightweight relational database engine available to all applications



Δυνατότητες Ανάπτυξης Εφαρμογών

Οι εφαρμογές έχουν την ίδια ισχύ, καμία δεν προωθείται περισσότερο από κάποια άλλη ούτε αποκλείει η μία την άλλη. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως οι εφαρμογές που έρχονται μαζί με το Android δεν υπερτερούν σε τίποτα σε σχέση με αυτές που υλοποιεί ένας προγραμματιστής καθώς και αυτός έχει πρόσβαση στα δομικά μέρη της συσκευής. Επίσης το Android υπερτερεί στο γεγονός ότι έχει τη δυνατότητα του multi-tasking δηλαδή πολλαπλές εφαρμογές τρέχουν ταυτόχρονα, ενώ δεν απαιτείται να κλείσει καμία εφαρμογή, όταν ο χρήστης επιλέξει να βγει από μία εφαρμογή αυτή συνεχίζει να εκτελείται στο background. Η υλοποίηση νέων εφαρμογών είναι εύκολη, χρησιμοποιώντας το ανοιχτό λογισμικό-πρόγραμμα eclipse μαζί με το Android SDK. Η δυνατότητα δημιουργίας εφαρμογών δεν είναι δύσκολη, μόλις ο προγραμματιστής αντιληφθεί τη λογική ανάπτυξής της. Οι εφαρμογές στο Android αποτελούνται από τα παρακάτω Components:

- Activities Κυρίως παράθυρα, GUI-συγκροτούνται από Views
- Services Υπηρεσίες που εκτελούνται στο background
- Broadcast Receivers Components που περιμένουν να ενεργοποιηθούν από ένα συμβάν
- Content Providers Αποθηκεύουν τα δεδομένα και τα κρατούν διαθέσιμα σε άλλες εφαρμογές

Ένα σημαντικό γεγονός που ευνοεί την ανάπτυξη εφαρμογών είναι πως το πακέτο Android SDK συνεργάζεται με το eclipse και συνεπώς ο προγραμματιστής μπορεί εύκολα και γρήγορα να βλέπει τις αλλαγές στο κώδικα στον emulator που του παρέχει το Android SDK χωρίς να χρειάζεται να εξάγει κάθε φορά την εφαρμογή και να την εγκαθιστά σε κινητό. Επίσης ο emulator είναι πολύ αξιόπιστος καθώς έχει ακριβώς την ίδια συμπεριφορά αν η εφαρμογή εγκατασταθεί σε ένα κινητό τηλέφωνο Android. Τέλος ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα είναι το γεγονός πως σε αναβαθμίσεις του λογισμικού η εφαρμογή

εξακολουθεί να δουλεύει χωρίς την ανάγκη επανασχεδιασμού κάποιων σημαντικών κομματιών του κώδικα που αφορά την αλληλεπίδραση της εφαρμογής με τα δομικά μέρη- hardware- του κινητού τηλεφώνου.

Υπάρχουσες υλοποιήσεις-εφαρμογές

Όπως προαναφέρθηκε το λογισμικό Android είναι μια νέα πλατφόρμα στην αγορά, ωστόσο η απήχρησή του στο καταναλωτικό κοινό και στην κοινότητα των προγραμματιστών τόσο σε επίπεδο ερασιτεχνικής ενασχόλησης όσο και επαγγελματικά μεμονωμένα ατομικά ή σε επίπεδο εταιρειών είναι μεγάλη και αυτό φαίνεται από την πληθώρα των εφαρμογών που δημιουργούνται κάθε μέρα. Οι εφαρμογές είναι διαθέσιμες στους καταναλωτές- χρήστες κινητών τηλεφώνων Android μέσω της εφαρμογής Market που παρέχεται εγκατεστημένη στο κινητό τηλέφωνο. Εκεί ο κάθε χρήστης μπορεί εύκολα και απλά να αναζητήσει και να βρει εφαρμογές που χρειάζεται ή απλά θέλει να έχει στη συσκευή του. Μπορεί είτε να αναζητήσει μια εφαρμογή περιγράφοντας περιεκτικά σε λίγες λέξεις τι θέλει η εφαρμογή να κάνει είτε αν γνωρίζει το όνομα της εφαρμογής που αναζητεί να το πληκτρολογήσει και στη συνέχεια να την κατεβάσει και να την εγκαταστήσει το σύστημα αυτόματα. Άλλος τρόπος είναι να χρησιμοποιήσει το ήδη διαχωρισμένο σε κατηγορίες menu της εφαρμογής που χωρίζει τις εφαρμογές με βάση το περιεχόμενό τους, δηλαδή με βάση τη κατηγορία εφαρμογής είναι. Οι διαθέσιμες κατηγορίες όπως μέχρι τώρα είναι διαμορφωμένες από την εταιρεία Google είναι:

Αρχικά σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

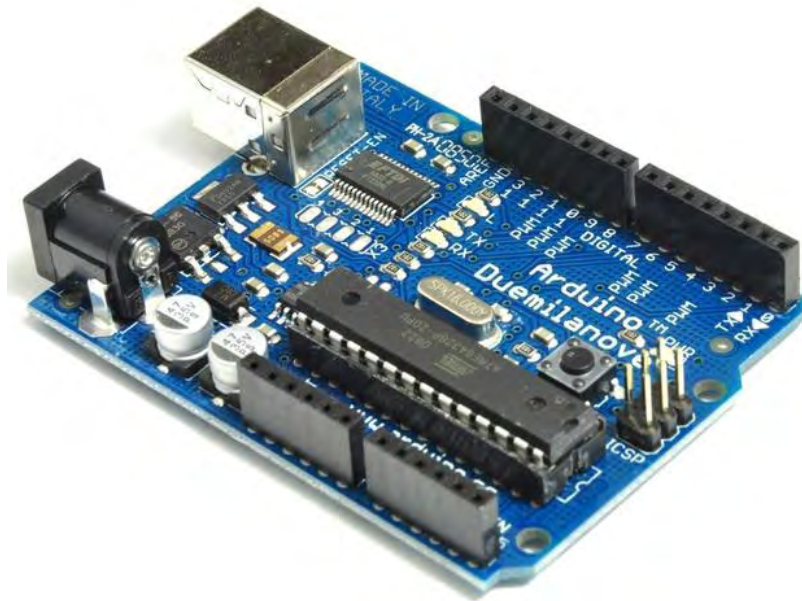
- Applications
- Games

Και η κάθε μία κατηγορία ομαδοποιεί τις εφαρμογές-προγράμματα με βάση τις ανάγκες που καλύπτουν:

- | | | |
|----------------------|-----------------|-------------------|
| • Applications Games | • New & Weather | • Travel |
| • Comics | • Productivity | • Demo |
| • Communication | • Reference | • Arcade & Action |
| • Entertainment | • Shopping | • Brain & Puzzle |
| • Finance | • Social | • Cards & Casino |
| • Health | • Sports | • Casual |
| • LifeStyle | • Themes | |
| • Multimedia | • Tools | |

Στις κατηγορίες αυτές οι εφαρμογές εμφανίζονται και με βάση αν ο χρήστης θέλει να χρησιμοποιήσει εφαρμογές που είναι διαθέσιμες επί πληρωμή ή είναι δωρεάν. Σε μερικές περιπτώσεις ανάλογα ποιος πάροχος εξυπηρετεί έναν χρήστη είναι δυνατόν οι επί πληρωμή εφαρμογές να μην είναι διαθέσιμες γιατί δεν έχουν οριστικοποιηθεί οι συμφωνίες μεταξύ παρόχου και Google για το διαμοιρασμό των εσόδων από αυτές. Υπάρχει όμως η δυνατότητα να αγοράσει ο χρήστης την εφαρμογή από το διαδίκτυο και να την εγκαταστήσει στο κινητό του τηλέφωνο. Σύμφωνα με έρευνες, οι συνολικές εφαρμογές-προγράμματα που υπάρχουν στο Market φθάνουν τις 10,000 περίπου. Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε στα τέλη του περασμένου Σεπτεμβρίου ενώ στις αρχές Μαΐου οι εφαρμογές ήταν περίπου 4900. Φαίνεται ξεκάθαρα πόσο γρήγορα αναπτύσσεται αυτή η κοινότητα και αυτό είναι δυνατόν καθώς το λογισμικό είναι ανοιχτό και ο καθένας μπορεί να δημιουργήσει μια εφαρμογή. Τέλος από αυτές τις εφαρμογές το 64,2% είναι δωρεάν ενώ μόλις το 35,8% είναι επί πληρωμή. Το σημαντικό είναι πως το 81% των προγραμμάτων που διατίθενται στο Market είναι εφαρμογές και μόλις το 19% αφορούν παιχνίδια.

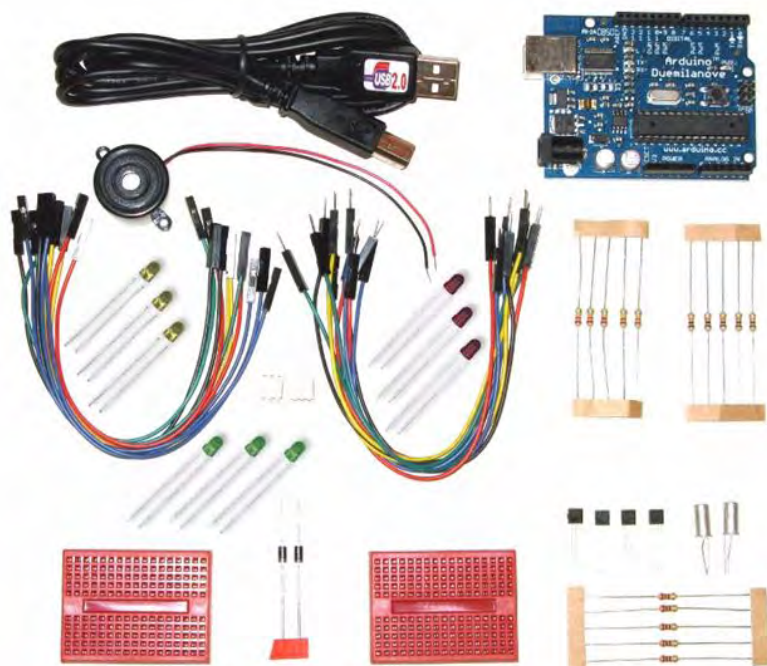
3.7. Arduino



Το Arduino είναι μια «ανοικτού κώδικα» πλατφόρμα «πρωτοτυποποίησης» ηλεκτρονικών βασισμένη σε ευέλικτο και εύκολο στη χρήση hardware και software που προορίζεται για οποιονδήποτε έχει λίγη προγραμματιστική εμπειρία, στοιχειώδεις γνώσεις ηλεκτρονικών και ενδιαφέρεται να δημιουργήσει διαδραστικά αντικείμενα ή περιβάλλοντα. Στην ουσία, πρόκειται για ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega της Atmel και του οποίου όλα τα σχέδια, καθώς και το software που χρειάζεται για την λειτουργία του, διανέμονται ελεύθερα και δωρεάν ώστε να μπορεί να κατασκευαστεί από τον καθένα. Αφού κατασκευαστεί, μπορεί να συμπεριφερθεί σαν ένας μικροσκοπικός υπολογιστής, αφού ο χρήστης μπορεί να συνδέσει επάνω του πολλαπλές μονάδες εισόδου/εξόδου και να προγραμματίσει τον μικροελεγκτή να δέχεται δεδομένα από τις μονάδες εισόδου, να τα επεξεργάζεται και να στέλνει κατάλληλες εντολές στις μονάδες εξόδου. Μάλιστα κάποιος θα μπορούσε να ισχυριστεί - και θα ήταν ένας αρκετά πετυχημένος παραλληλισμός - ότι λειτουργικά το Arduino μοιάζει πολύ με το NXT Brick των Lego Mindstorms NXT. Άλλωστε η ρομποτική είναι μια από τις πολλές εφαρμογές στις οποίες το Arduino διαπρέπει.

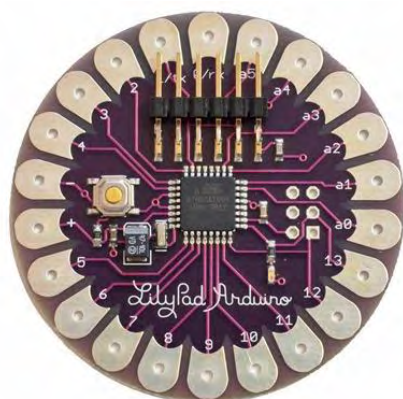
Το Arduino βέβαια, δεν είναι ούτε ο μοναδικός, ούτε και ο καλύτερος δυνατός τρόπος για την δημιουργία μιας οποιασδήποτε διαδραστικής ηλεκτρονικής συσκευής. Όμως το κύριο πλεονέκτημά του είναι η τεράστια κοινότητα που το υποστηρίζει και η οποία έχει δημιουργήσει, συντηρεί και επεκτείνει μια ανάλογου μεγέθους online γνωσιακή βάση. Έτσι, παρότι ένας έμπειρος ηλεκτρονικός μπορεί να προτιμήσει διαφορετική πλατφόρμα ή εξαρτήματα ανάλογα με την εφαρμογή που έχει στον νου του, το Arduino, με το εκτενές documentation, καταφέρνει να κερδίσει όλους αυτούς των οποίων οι γνώσεις στα

ηλεκτρονικά περιορίζονται στα όσα λίγα έμαθαν στο σχολείο.



Ακριβώς επειδή απευθύνεται κυρίως σε αρχάριους των ηλεκτρονικών και επειδή, παρά τις αναλυτικότερες οδηγίες που υπάρχουν, δεν έχουν όλοι τις γνώσεις και τα μέσα να κατασκευάσουν μια ηλεκτρονική πλακέτα, κυκλοφορούν έτοιμες, προκατασκευασμένες πλακέτες Arduino που μπορείτε να προμηθευτείτε για περίπου €25. Με λίγα χρήματα παραπάνω μάλιστα, οι περισσότεροι προμηθευτές διαθέτουν Arduino Starter Kit, τα οποία, εκτός από το ίδιο το Arduino, περιέχουν διάφορα άλλα εξαρτήματα και εργαλεία που μπορεί να χρειαστείτε για τις πρώτες σας εφαρμογές (όπως το απαραίτητο καλώδιο USB για την σύνδεση με τον υπολογιστή, ράστερ, καλώδια, LED, διακόπτες, ποτενσιόμετρα, αντιστάσεις, διόδους, τρανζίστορ κ.λπ.).

Μπορείτε να βρείτε μια λίστα με προμηθευτές του Arduino σε όλο τον κόσμο, κάνοντας κλικ στον σύνδεσμο Buy στον επίσημο ιστοτόπο του Arduino. Οι εκδόσεις του Arduino που κυκλοφορούν στην αγορά είναι διάφορες, άλλες από αυτές επίσημες και άλλες ανεπίσημες. Κυριότερες αυτή τη χρονική περίοδο που γράφεται η παρούσα εργασία είναι οι εξής.



- Arduino Uno
- Arduino Mega 2560
- Arduino Mega
- Arduino Duemilanove
- Arduino Fio
- LilyPad Arduino
- Arduino Extreme

- Arduino Nano
- Arduino USB v2.0

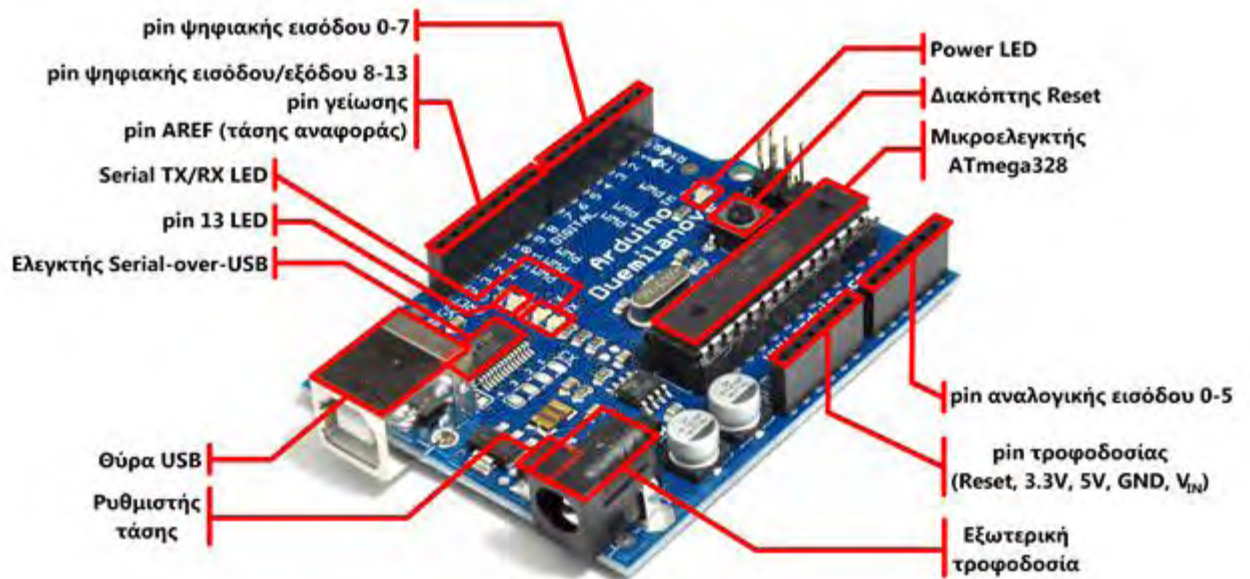
3.7.1. Μικροελεγκτής - η καρδιά του Arduino

Το Arduino βασίζεται στον ATmega328, έναν 8-bit RISC μικροελεγκτή, τον οποίο χρονίζει στα 16MHz. Ο ATmega328 διαθέτει ενσωματωμένη μνήμη τριών τύπων:

- 2Kb μνήμης SRAM που είναι η ωφέλιμη μνήμη που μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα προγράμματά σας για να αποθηκεύουν μεταβλητές, πίνακες κ.λπ. κατά το runtime. Όπως και σε έναν υπολογιστή, αυτή η μνήμη χάνει τα δεδομένα της όταν η παροχή ρεύματος στο Arduino σταματήσει ή αν γίνει reset.
- 1Kb μνήμης EEPROM η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για «ωμή» εγγραφή/ανάγνωση δεδομένων (χωρίς datatype) ανά byte από τα προγράμματά σας κατά το runtime. Σε αντίθεση με την SRAM, η EEPROM δεν χάνει τα περιεχόμενά της με απώλεια τροφοδοσίας ή reset οπότε είναι το ανάλογο του σκληρού δίσκου.
- 32Kb μνήμης Flash, από τα οποία τα 2Kb χρησιμοποιούνται από το firmware του Arduino που έχει εγκαταστήσει ήδη ο κατασκευαστής του. Το firmware αυτό που στην ορολογία του Arduino ονομάζεται bootloader είναι αναγκαίο για την εγκατάσταση των δικών σας προγραμμάτων στον μικροελεγκτή μέσω της θύρας USB, χωρίς δηλαδή να χρειάζεται εξωτερικός hardware programmer. Τα υπόλοιπα 30Kb της μνήμης Flash χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση αυτών ακριβώς των προγραμμάτων, αφού πρώτα μεταγλωττιστούν στον υπολογιστή σας. Η μνήμη Flash, όπως και η EEPROM δεν χάνει τα περιεχόμενά της με απώλεια τροφοδοσίας ή reset. Επίσης, ενώ η μνήμη Flash υπό κανονικές συνθήκες δεν προορίζεται για χρήση runtime μέσα από τα προγράμματά σας, λόγω της μικρής συνολικής μνήμης που είναι διαθέσιμη σε αυτά (2Kb SRAM + 1Kb EEPROM), έχει σχεδιαστεί μια βιβλιοθήκη που επιτρέπει την χρήση όσου χώρου περισσεύει (30Kb μείον το μέγεθος του προγράμματός σας σε μεταγλωττισμένη μορφή).

3.7.2. Είσοδοι - Έξοδοι

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



Επιπλέον, στην πάνω πλευρά του Arduino βρίσκονται 14 θηλυκά pin, αριθμημένα από 0 ως 13, που μπορούν να λειτουργήσουν ως ψηφιακές εισοδοι και έξοδοι. Λειτουργούν στα 5V και καθένα μπορεί να παρέχει ή να δεχτεί το πολύ 40mA. Ως ψηφιακή έξοδος, ένα από αυτά τα pin μπορεί να τεθεί από το πρόγραμμά σας σε κατάσταση HIGH ή LOW, οπότε το Arduino θα ξέρει αν πρέπει να διοχετεύσει ή όχι ρεύμα στο συγκεκριμένο pin. Με αυτόν τον τρόπο μπορείτε λόγω χάρη να ανάψετε και να σβήσετε ένα LED που έχετε συνδέσει στο συγκεκριμένο pin. Αν πάλι ρυθμίσετε ένα από αυτά τα pin ως ψηφιακή είσοδο μέσα από το πρόγραμμά σας, μπορείτε με την κατάλληλη εντολή να διαβάσετε την κατάστασή του (HIGH ή LOW) ανάλογα με το αν η εξωτερική συσκευή που έχετε συνδέσει σε αυτό το pin διοχετεύει ή όχι ρεύμα στο pin (με αυτόν τον τρόπο λόγω χάρη μπορείτε να «διαβάζετε» την κατάσταση ενός διακόπτη). Μερικά από αυτά τα 14 pin, εκτός από ψηφιακές εισοδοι/έξοδοι έχουν και δεύτερη λειτουργία. Συγκεκριμένα:

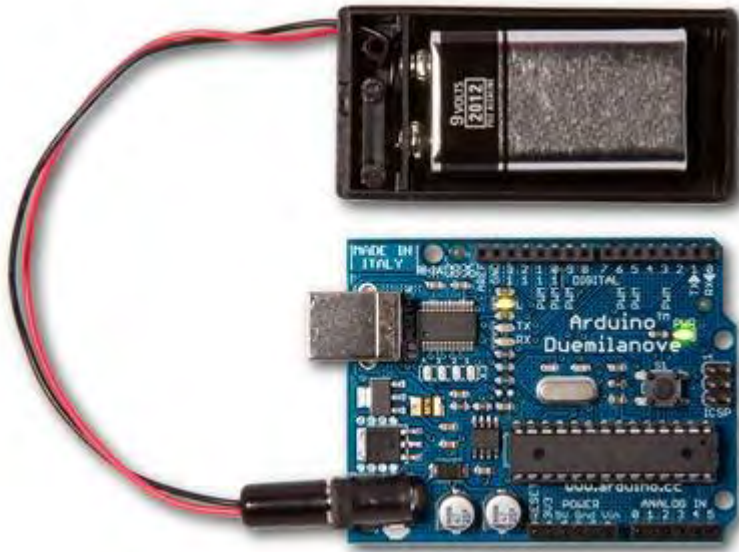
- Τα pin 0 και 1 λειτουργούν ως RX και TX της σειριακής όταν το πρόγραμμά σας ενεργοποιεί την σειριακή θύρα. Έτσι, όταν λόγω χάρη το πρόγραμμά σας στέλνει δεδομένα στην σειριακή, αυτά προωθούνται και στην θύρα USB μέσω του ελεγκτή Serial-Over-USB αλλά και στο pin 0 για να τα διαβάσει ενδεχομένως μια άλλη συσκευή (π.χ. ένα δεύτερο Arduino στο δικό του pin 1). Αυτό φυσικά σημαίνει ότι αν στο πρόγραμμά σας ενεργοποιήσετε το σειριακό interface, χάνετε 2 ψηφιακές εισόδους/εξόδους.
- Τα pin 2 και 3 λειτουργούν και ως εξωτερικά interrupt (interrupt 0 και 1 αντίστοιχα). Με άλλα λόγια, μπορείτε να τα ρυθμίσετε μέσα από το πρόγραμμά σας ώστε να λειτουργούν αποκλειστικά ως ψηφιακές εισοδοι στις οποίες όταν συμβαίνουν συγκεκριμένες αλλαγές, η κανονική ροή του προγράμματος σταματάει *άμεσα* και εκτελείται μια συγκεκριμένη συνάρτηση. Τα εξωτερικά interrupt είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε εφαρμογές που απαιτούν συγχρονισμό μεγάλης ακρίβειας.

- Τα pin 3, 5, 6, 9, 10 και 11 μπορούν να λειτουργήσουν και ως ψευδοαναλογικές έξοδοι με το σύστημα PWM (Pulse Width Modulation), δηλαδή το ίδιο σύστημα που διαθέτουν οι μητρικές των υπολογιστών για να ελέγχουν τις ταχύτητες των ανεμιστήρων. Έτσι, μπορείτε να συνδέσετε λόγω χάρη ένα LED σε κάποιο από αυτά τα pin και να ελέγξετε πλήρως την φωτεινότητά του με ανάλυση 8bit (256 καταστάσεις από 0-σβηστό ως 255-πλήρως αναμμένο) αντί να έχετε απλά την δυνατότητα αναμμένο-σβηστό που παρέχουν οι υπόλοιπες ψηφιακές έξοδοι. Είναι σημαντικό να καταλάβετε ότι το PWM δεν είναι πραγματικά αναλογικό σύστημα και ότι θέτοντας στην έξοδο την τιμή 127, δεν σημαίνει ότι η έξοδος θα δίνει 2.5V αντί της κανονικής τιμής των 5V, αλλά ότι θα δίνει ένα παλμό που θα εναλλάσσεται με μεγάλη συχνότητα και για ίσους χρόνους μεταξύ των τιμών 0 και 5V.

Στην κάτω πλευρά του Arduino, με τη σήμανση ANALOG IN, θα βρείτε μια ακόμη σειρά από 6 pin, αριθμημένα από το 0 ως το 5. Το καθένα από αυτά λειτουργεί ως αναλογική είσοδος κάνοντας χρήση του ADC (Analog to Digital Converter) που είναι ενσωματωμένο στον μικροελεγκτή. Για παράδειγμα, μπορείτε να τροφοδοτήσετε ένα από αυτά με μια τάση την οποία μπορείτε να κυμάνετε με ένα ποτενσιόμετρο από 0V ως μια τάση αναφοράς Vref η οποία, αν δεν κάνετε κάποια αλλαγή είναι προρυθμισμένη στα 5V. Τότε, μέσα από το πρόγραμμά σας μπορείτε να «διαβάσετε» την τιμή του pin ως ένα ακέραιο αριθμό ανάλυσης 10-bit, από 0 (όταν η τάση στο pin είναι 0V) μέχρι 1023 (όταν η τάση στο pin είναι 5V). Η τάση αναφοράς μπορεί να ρυθμιστεί με μια εντολή στο 1.1V, ή σε όποια τάση επιθυμείτε (μεταξύ 2 και 5V) τροφοδοτώντας εξωτερικά με αυτή την τάση το pin με την σήμανση AREF που βρίσκεται στην απέναντι πλευρά της πλακέτας. Έτσι, αν τροφοδοτήσετε το pin AREF με 3.3V και στην συνέχεια δοκιμάσετε να διαβάσετε κάποιο pin αναλογικής εισόδου στο οποίο εφαρμόζετε τάση 1.65V, το Arduino θα σας επιστρέψει την τιμή 512. Τέλος, καθένα από τα 6 αυτά pin, με κατάλληλη εντολή μέσα από το πρόγραμμα μπορεί να μετατραπεί σε ψηφιακό pin εισόδου/εξόδου όπως τα 14 που βρίσκονται στην απέναντι πλευρά και τα οποία περιγράφηκαν πριν. Σε αυτή την περίπτωση τα pin μετονομάζονται από 0~5 σε 14~19 αντίστοιχα.

3.7.3. Τροφοδοσία

Το Arduino μπορεί να τροφοδοτηθεί με ρεύμα είτε από τον υπολογιστή μέσω της σύνδεσης USB, είτε από εξωτερική τροφοδοσία που παρέχεται μέσω μιας υποδοχής φics των 2.1mm (θετικός πόλος στο κέντρο) και βρίσκεται στην κάτω-αριστερή γωνία του Arduino.



Για να μην υπάρχουν προβλήματα, η εξωτερική τροφοδοσία πρέπει να είναι από 7 ως 12V και μπορεί να προέρχεται από ένα κοινό μετασχηματιστή του εμπορίου, από μπαταρίες ή οποιαδήποτε άλλη πηγή DC. Δίπλα από τα pin αναλογικής εισόδου, υπάρχει μια ακόμα συστοιχία από 6 pin με την σήμανση POWER. Η λειτουργία του καθενός έχει ως εξής:

- Το πρώτο, με την ένδειξη RESET, όταν γειωθεί (σε οποιοδήποτε από τα 3 pin με την ένδειξη GND που υπάρχουν στο Arduino) έχει ως αποτέλεσμα την επανεκκίνηση του Arduino.
- Το δεύτερο, με την ένδειξη 3.3V, μπορεί να τροφοδοτήσει τα εξαρτήματά σας με τάση 3.3V. Η τάση αυτή δεν προέρχεται από την εξωτερική τροφοδοσία αλλά παράγεται από τον ελεγκτή Serial-over-USB και έτσι η μέγιστη ένταση που μπορεί να παρέχει είναι μόλις 50mA.
- Το τρίτο, με την ένδειξη 5V, μπορεί να τροφοδοτήσει τα εξαρτήματά σας με τάση 5V. Ανάλογα με τον τρόπο τροφοδοσίας του ίδιου του Arduino, η τάση αυτή προέρχεται είτε άμεσα από την θύρα USB (που ούτως ή άλλως λειτουργεί στα 5V), είτε από την εξωτερική τροφοδοσία αφού αυτή περάσει από ένα ρυθμιστή τάσης για να την «φέρει» στα 5V.
- Το τέταρτο και το πέμπτο pin, με την ένδειξη GND, είναι φυσικά γειώσεις.
- Το έκτο και τελευταίο pin, με την ένδειξη Vin έχει διπλό ρόλο. Σε συνδυασμό με το pin γείωσης δίπλα του, μπορεί να λειτουργήσει ως μέθοδος εξωτερικής τροφοδοσίας του Arduino, στην περίπτωση που δεν σας βολεύει να χρησιμοποιήσετε την υποδοχή του φικ των 2.1mm. Αν όμως έχετε ήδη συνδεδεμένη εξωτερική τροφοδοσία μέσω του φικ, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αυτό το pin για να τροφοδοτήσετε εξαρτήματα με την πλήρη τάση της εξωτερικής τροφοδοσίας (7~12V), πριν αυτή περάσει από τον ρυθμιστή τάσης όπως γίνεται με το pin των 5V.

3.7.4. Ενσωματωμένα κουμπιά και LED

Πάνω στην πλακέτα του Arduino υπάρχει ένας διακόπτης micro-switch και 4 μικροσκοπικά LED επιφανειακής στήριξης. Η λειτουργία του διακόπτη (που έχει την σήμανση RESET) και του ενός LED με την σήμανση POWER είναι μάλλον προφανής. Τα δύο LED με τις σημάνσεις TX και RX, χρησιμοποιούνται ως ένδειξη λειτουργίας του σειριακού interface, καθώς ανάβουν όταν το Arduino στέλνει ή λαμβάνει (αντίστοιχα) δεδομένα μέσω USB. Σημειώστε ότι τα LED αυτά ελέγχονται από τον ελεγκτή Serial-over-USB και συνεπώς δεν λειτουργούν όταν η σειριακή επικοινωνία γίνεται αποκλειστικά μέσω των ψηφιακών pin 0 και 1. Τέλος, υπάρχει το LED με την σήμανση L. Η βασική δοκιμή λειτουργίας του Arduino είναι να του αναθέσετε να αναβοσβήνει ένα LED (θα το δείτε αυτό στην συνέχεια όταν θα φτιάξετε την πρώτη εφαρμογή σας). Για να μπορείτε να το κάνετε αυτό από την πρώτη στιγμή, χωρίς να συνδέσετε τίποτα πάνω στο Arduino, οι κατασκευαστές του σκέφτηκαν να ενσωματώσουν ένα LED στην πλακέτα, το οποίο σύνδεσαν στο ψηφιακό pin 13. Έτσι, ακόμα και αν δεν έχετε συνδέσει τίποτα πάνω στο φυσικό pin 13, αναθέτοντάς του την τιμή HIGH μέσα από το πρόγραμμά σας, θα ανάψει αυτό το ενσωματωμένο LED.

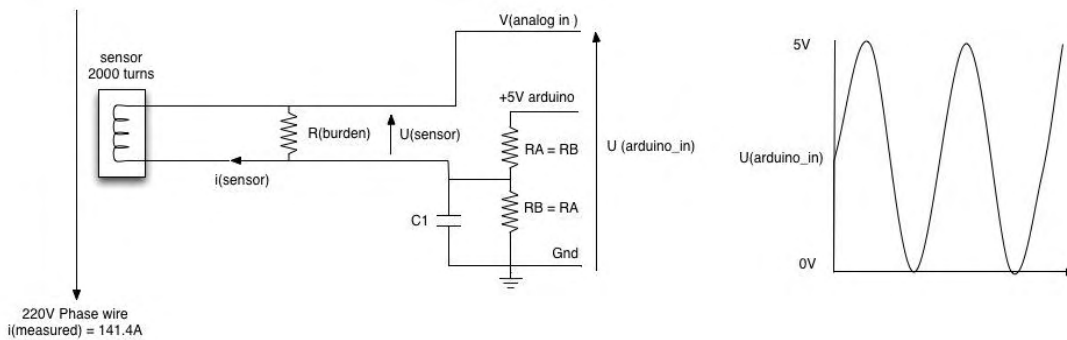
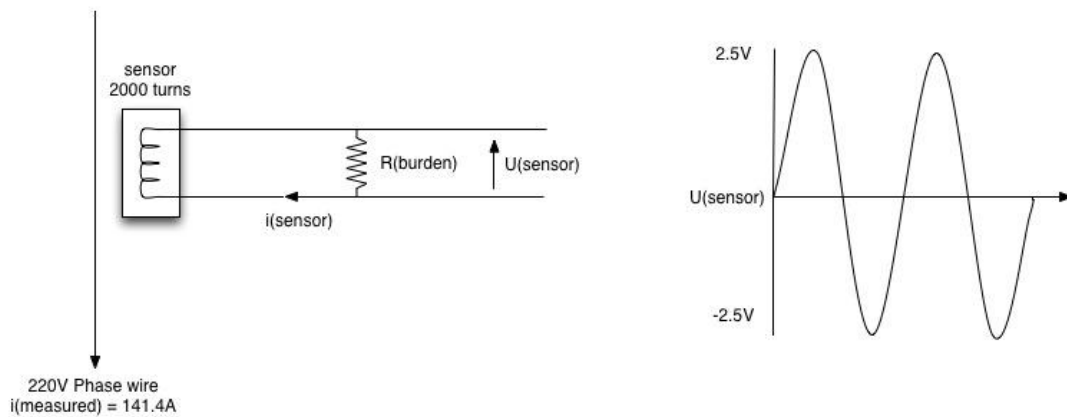
3.7.5. Αισθητήρας μέτρησης κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος



Οι αισθητήρες αυτού του τύπου χαρακτηρίζονται «Μη Επεμβατικοί» καθώς για την ενσωμάτωσή τους στο κύκλωμα στο οποίο μας ενδιαφέρει ο υπολογισμός της κατανάλωσης δεν απαιτεί καμία τροποποίηση της καλωδίωσης, καθώς για την ορθή λειτουργία τους απαιτείται ο εντοπισμός του ενός από τα 3 καλώδια που παρέχουν τροφοδοσία στη συσκευή ή γενικότερα στο ηλεκτρικό κύκλωμα και η απομόνωση του ενός που φέρει το ρεύμα στην συσκευή / κύκλωμα. Η λειτουργία του βασίζεται στην ηλεκτρική επαγωγή που είναι αποτέλεσμα του μαγνητικού πεδίου που σχηματίζεται μεταξύ του πηνίου του αισθητήρα και του αγωγού που φέρει το ηλεκτρικό ρεύμα. Διαβάζοντας το μέγεθος της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που παράγεται από το πηνίο μετράμε την κατανάλωση της συσκευής/ κυκλώματος.

Ο συγκεκριμένος αισθητήρας που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία έχει τη δυνατότητα καταμέτρησης ρεύματος έντασης έως τα 30 Ampere γεγονός που τον καθιστά ιδανικό για χρήση σε κατοικίες με στόχο την τελική μείωση της κατανάλωσης ή ακόμα και τη δημιουργία ενός συστήματος προστασίας από την πιθανή υπερφόρτωση ενός κυκλώματος. Λόγω του ότι μετράμε εναλασσόμενο ρεύμα θα πρέπει την μέτρηση του αισθητηρίου να την μετατρέψουμε σε τάση προσθέτοντας μια αντίσταση στα άκρα του. Ωστόσο η φάση του ρεύματος θα μας έδινε αρνητική τάση γεγονός που αδυνατούμε να

μετρήσουμε με το arduino το οποίο λειτουργεί στα 0 ως 5 Volts. Άρα θα χρειαστεί να φτιάξουμε ένα απλό κυκλωματάκι για να δαιβάσουμε τις μετρήσεις του αισθητήρα.



Κάνοντας χρήση της βιβλιοθήκης EmonLib έχουμε τη δυνατότητα μετατροπής των μετρήσεων του αισθητήρα σε μεγέθη που έχουν νόημα για τον χρήστη που παρακολουθεί την κατανάλωση του ρεύματος σε μια εγκατάσταση. Παρακάτω δίνεται ένα παράδειγμα χρήσης του συγκεκριμένου αισθητηρίου.

```
#include "EmonLib.h"           // Include Emon Library
EnergyMonitor emon1;          // Create an instance

void setup()
{
  Serial.begin(9600);

  emon1.current(5, 60);        // Current: input pin, calibration.
  //calibration is explained bellow
}

void loop()
{
  double Irms = emon1.calcIrms(1480); // Calculate Irms only

  Serial.print(Irms*230.0);     // Apparent power
  Serial.print(" ");
  Serial.println(Irms);        // Irms
}
```

3.7.6. Relay Module

Πρόκειται για μια πλακέτα με βασικό στοιχείο ένα ρελέ. Έχει 2 τριπλές επαφές, μία για το σήμα που θα ελέγξει την λειτουργία του ρελέ, και μία επαφή για τη συσκευή της οποίας θα ελέγξουμε την τροφοδοσία. Στην ουσία η δεύτερη επαφή αποτελείται από τις επαφές NO και NC του ρελέ. Όταν επιθυμούμε να επιτρέπουμε την τροφοδοσία της συσκευής υπό φυσιολογικές συνθήκες και να κόβουμε την παροχή θέτοντας σε λειτουργία το ρελέ, χρησιμοποιούμε την NC επαφή ενώ για την αντίστροφη διαδικασία, δηλαδή η συσκευή μας να τροφοδοτείται μόνο όσο τροφοδοτούμε με ρεύμα το ρελέ, συνδέουμε την επαφή NO. Η μέγιστη τάση που μπορεί να υποστηρίξει το ρελέ αυτό είναι τα 250V και η μέγιστη ένταση τα 10A.



3.7.7. RS232 Breakout Board

Πρόκειται για ένα RS232 breakout board το οποίο διαθέτει ένα MAX 3232 μετατροπέα, ο οποίος μετασχηματίζει το σήμα της σειριακής σε TTL για την επικοινωνία με ψηφιακές συσκευές.

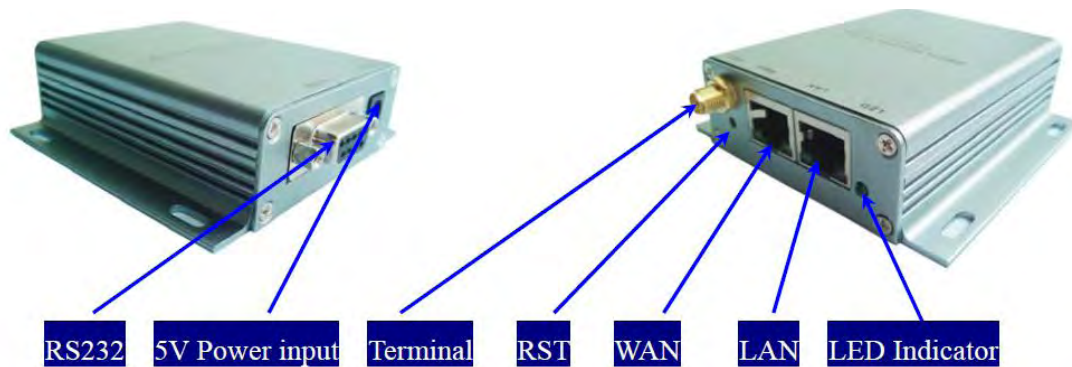


3.7.8. Rs232 Wifi Server

Για την επίτευξη του στόχου της ασύρματης επικοινωνίας της πλατφόρμας του Arduino με το υπόλοιπο δίκτυο των αισθητήρων επιλέχθηκε η συσκευή αυτή η οποία δύναται να διαβάζει ότι της γράφουμε στη σειριακή που έχουμε νωρίτερα συνδέσει στο Arduino και το μήνυμα αυτό γίνεται broadcast στο WIFI δίκτυο στο οποίο είτε έχει συνδεθεί η συσκευή / ή το οποίο έχει δημιουργήσει η συσκευή καθώς μπορεί να λειτουργήσει και ως router. Από την άλλη μεριά ότι request στέλνουμε στον server αυτόν, εγγράφεται στην σειριακή και άρα στο δικό μας setup μπορούμε να το διαβάσουμε από το Arduino.

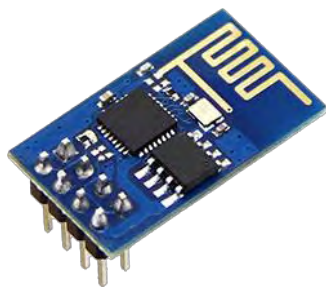


Rs232 Wifi Server (Serial to Ethernet/wifi converter)



3.7.9 WiFi Module - ESP8266

Το δομοστοιχείο ESP8266 είναι ένα SOC (System On a Chip) σύστημα με ενσωματωμένη στοίβα του πρωτοκόλλου TCP/IP που δίνει την δυνατότητα σε οποιονδήποτε μικροελεγκτή να συνδέεται σε ασύρματα δίκτυα Wifi. Το ESP8266 είναι ικανό είτε να φιλοξενήσει μια



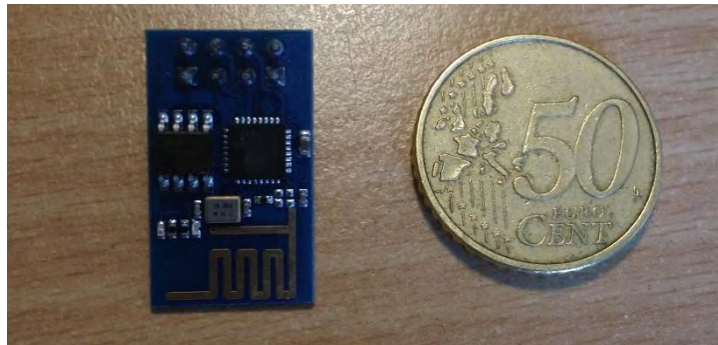
εφαρμογή είτε να απόφορτώσει τις Wifi λειτουργίες από άλλους επεξεργαστές εφαρμογών. Κάθε δομοστοιχείο ESP8266 έρχεται προ – προγραμματισμένο με βάση ένα AT σύνολο εντολών, που σημαίνει, ότι μπορεί ο χρήστης να το συνδέσει σε ένα Arduino και να αποκτήσει την ίδια λειτουργικότητα που θα είχε με οποιοδήποτε wifi shield. Το δομοστοιχείο ESP8266 είναι ένα ιδιαίτερα οικονομικό σύστημα με μεγάλη κοινότητα προγραμματιστών να το ακολουθούν και να το χρησιμοποιούν στην ανάπτυξη εφαρμογών και συστημάτων.

Το συγκεκριμένο δομοστοιχείο έχει εξαιρετικά ισχυρή υπολογιστική ισχύ αλλά και δυνατότητα αποθήκευσης για το μέγεθός του που του επιτρέπει να συνεργάζεται με αισθητήρες αλλά και διάφορες εξειδικευμένες συσκευές ανα εφαρμογή μέσω των GPIO που διαθέτει με ελάχιστο προγραμματισμό και εξαιρετικά ταχύ φόρτωση κατά την ώρα της λειτουργίας του. Ο υψηλός βαθμός ενσωμάτωσης επιτρέπει την ελαχιστοποίηση της εξωτερικής καλωδίωσης. Το ESP8266 υποστηρίζει APSD για εφαρμογές VoIP και τη συνήπαρξη με διεπαφές Bluetooth, περιέχει ένα αυτό-βαθμονομημένο RF που του επιτρέπει να λειτουργεί κάτω από όλες τις συνθήκες χωρίς να απαιτείται η ύπαρξη εξωτερικού RF.

Χαρακτηριστικά:

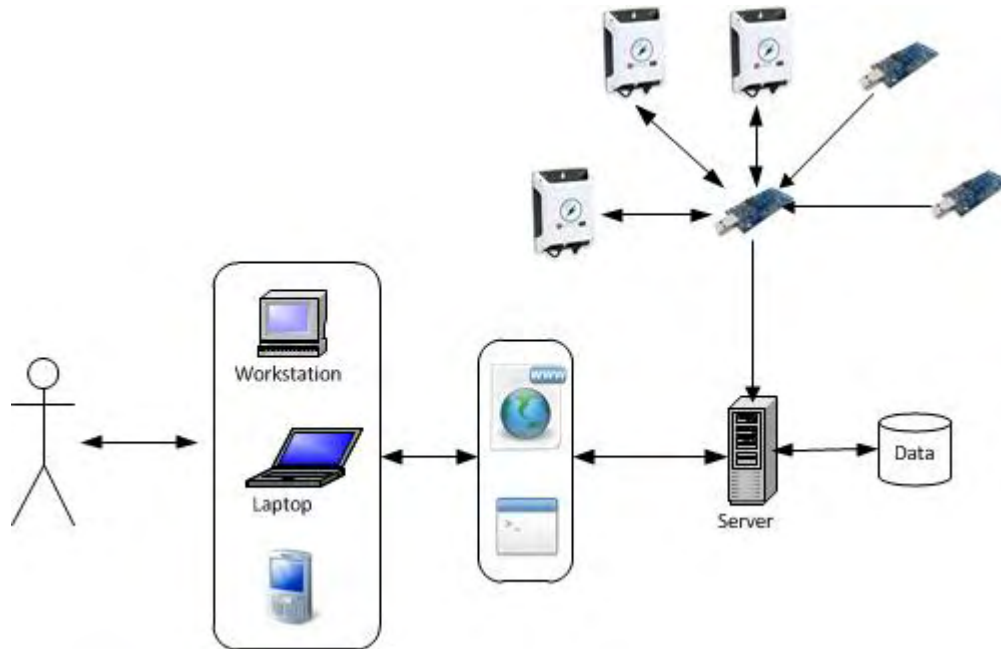
- 802.11 b/g/n
- Λειτουργία Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP
- Ενσωματωμένη υλοποίηση της στοίβας του πρωτοκόλλου TCP/IP

- Integrated TR switch, balun, LNA, power amplifier and matching network
- Integrated PLLs, regulators, DCXO and power management units
- +19.5dBm ισχύς μετάδοσης σε λειτουργία 802.11b
- Power down leakage current of <math><10\mu\text{A}</math>
- Ενσωματωμένος 32-bit επεξεργαστής χαμηλής ισχύος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως επεξεργαστής εφαρμογών
- SDIO 1.1 / 2.0, SPI, UART
- STBC, 1x1 MIMO, 2x1 MIMO
- A-MPDU & A-MSDU aggregation & 0.4ms guard interval
- Χρόνος αφύπνισης και μετάδοσης πακέτων <math><2\text{ms}</math>
- Κατανάλωση σε λειτουργία αναμονής <math><1.0\text{mW}</math> (DTIM3)



4

Αρχιτεκτονική



4.1 Επίπεδο Βάσης Δεδομένων

Στη Βάση Δεδομένων αποθηκεύονται όλες οι πληροφορίες του συστήματος. Οι πληροφορίες αυτές διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τα δεδομένα που αφορούν τους χρήστες, τις εγκαταστάσεις και τους αισθητήρες, δηλαδή τις διακριτές δομές των χώρων, τις κατόψεις των χώρων αλλά και τους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται. Οι πίνακες τις βάσεις παράγονται με τη χρήση του Hibernate, χωρίς δηλαδή να απαιτείται η γραφή εντολών SQL καθώς τα Java Objects που δημιουργούνται από τον κώδικά μας, μετατρέπονται σε πίνακες της βάσης, όπως και οι σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων.

4.2 Επίπεδο Εξυπηρετητή

Ο εξυπηρετητής συντονίζει τη λειτουργία της εφαρμογής στο σύνολό της καθώς αναλαμβάνει την επικοινωνία των εφαρμογών επιπέδου Χρήστη, με τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στη βάση Δεδομένων.

4.3 Επίπεδο Χρήστη

Στο επίπεδο αυτό περιλαμβάνονται τόσο η κύρια εφαρμογή, όσο και την εφαρμογή κινητών συσκευών. Είναι οι δύο διεπαφές που δίνουν στον χρήστη τη δυνατότητα της επικοινωνίας με το σύστημα.

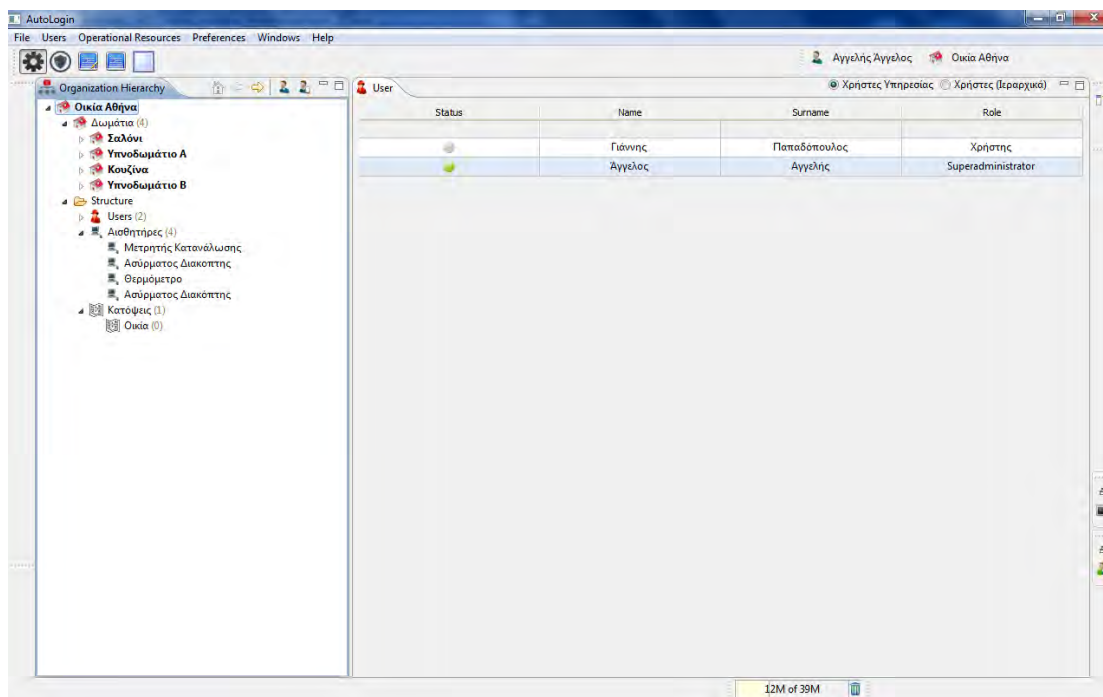
5

Περιγραφή εφαρμογής

5.1 Πλατφόρμα Διαχείρισης

Η Πλατφόρμα διαχείρισης μπορεί να προσφέρεται στους χρήστες είτε σαν προ εγκατεστημένη εφαρμογή είτε μέσω του Java web start. Η δεύτερη εκδοχή είναι η καλύτερη καθώς επιτρέπει να γίνονται αναβαθμίσεις του λογισμικού μας χωρίς να απαιτείται κάποια επιπλέον ενέργεια από το χρήστη. Σε αυτήν την περίπτωση λοιπόν ο χρήστης απλά κατεβάζει μέσω ενός υπερσυνδέσμου την εφαρμογή και δίνοντας τα προσωπικά του στοιχεία όνομα χρήστη και κωδικό μπορεί να εισέλθει στο κύριο μέρος της πλατφόρμας διαχείρισης.

Διατίθενται από την πλατφόρμα διάφορες «Προοπτικές» (“Perspectives”), δηλαδή ομάδες καρτελών – «Όψεις» (“Views”) με διακριτές πληροφορίες. Ωστόσο ο χρήστης έχει την επιλογή του συνδυασμού των όψεων αυτών ακόμα και σε Προοπτικές στις οποίες δεν ανήκουν αυτές, αρκεί να υπάρχει μια λογική συσχέτιση. Στο πλαϊνό μέρος της διεπαφής υπάρχουν και άλλες καρτέλες οι οποίες λειτουργούν σε “Fast View mode” δηλαδή εμφανίζονται μόνο όταν επιλεγούν από το χρήστη και για όσο χρόνο είναι η πρωταρχική επιλογή καρτέλας. Στη συνέχεια ελαχιστοποιούνται και πάλι αφήνοντας τον χρήστη να επιλέγει κάθε φορά ποιό είναι για αυτόν το ιδανικό «στήσιμο» της γραφικής διεπαφής που θα χρησιμοποιεί.



Οι βασικές όψεις που έχουν κατασκευαστεί στην παρούσα εφαρμογή είναι :

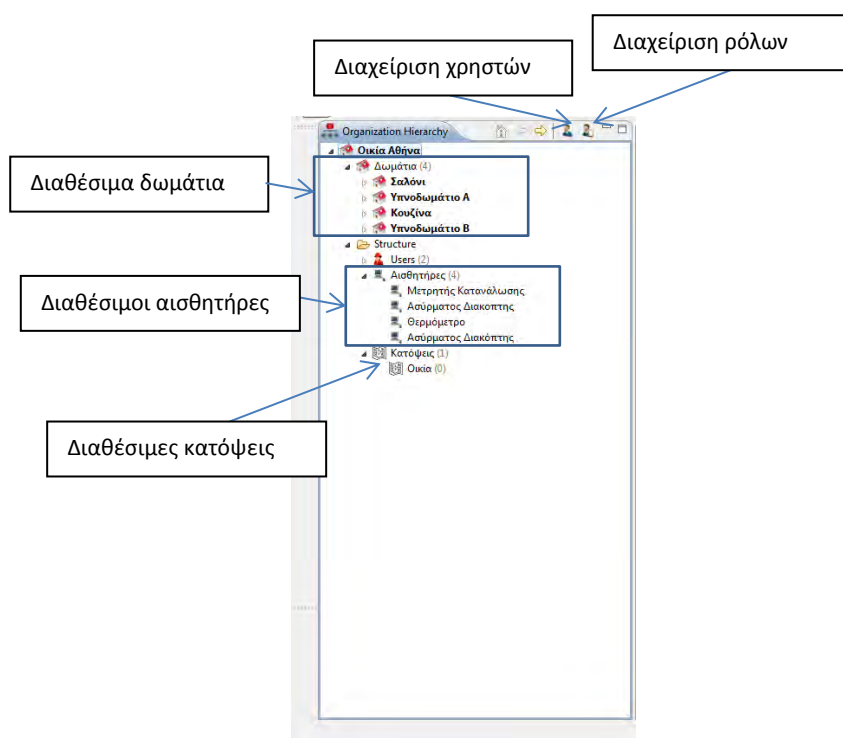
- Γενική Διαχείριση
- Διαχείριση εξοπλισμού
- Διαχείριση Κατώψεων
- Χρήση Κατώψεων

Οι 3 πρώτες όψεις είναι αυτές στις οποίες έχουν πρόσβαση οι χρήστες με δικαιώματα «Διαχειριστή», καθώς πρόκειται για τμήμα της εφαρμογής που δίνει γενικότερα δυνατότητες διαχείρισης. Η τέταρτη όψη είναι διαθέσιμη ανεξάρτητα από τη διαβάθμιση του χρήστη, καθώς είναι η όψη μέσω της οποίας παίρνουμε τα δεδομένα των αισθητήρων . Η περιγραφή που ακολουθεί αναφέρεται στις διαθέσιμες προοπτικές για τον χρήστη με δικαιώματα διαχειριστή. Πιο συγκεκριμένα :

5.1.1 Γενική Διαχείριση

Κάθε χρήστης του συστήματος διαθέτει έναν ρόλο, ο ρόλος αυτός είναι που καθορίζει τα δικαιώματα του χρήστη επάνω στην πλατφόρμα. Κεντρικός ρόλος της εφαρμογής είναι αυτός του Διαχειριστή. Ο ρόλος είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με δικαιώματα που αφορούν στη διαχείριση της εφαρμογής. Αντίστοιχα ο ρόλος Χρήστης είναι αυτός με τα λιγότερα δικαιώματα καθώς στην ουσία μπορεί μόνο να χρησιμοποιεί τα καθορισμένα από το Διαχειριστή δεδομένα της εφαρμογής. Έτσι ένας χρήστης που κατέχει το ρόλο «Χρήστης» οι ενέργειες που μπορεί να εκτελέσει μέσω της εφαρμογής είναι η χρησιμοποίηση των αισθητήρων , για την παρακολούθηση μετρήσεων ή η εκτέλεση ενεργειών από αυτούς τους αισθητήρες που παρέχουν τέτοιες δυνατότητες όπως οι ασύρματοι διακόπτες. Στην άλλη πλευρά ο χρήστης που διαθέτει το ρόλο «Διαχειριστή» έχει το δικαίωμα να προσθέτει κόμβους στο δίκτυο και να προσαρμόζει τις ρυθμίσεις λειτουργίας τους., και προφανώς μπορεί να εκτελεί και όλες τις λειτουργίες που μπορούν να εκτελούν ρόλοι χαμηλότερης βαθμίδας στην ιεραρχία

Η πρώτη Προοπτική που προσφέρεται αποτελείται από 2 όψεις , την «Ιεραρχία Οργάνωσης» και την όψη «Χρήστες». Από την πρώτη όψη , διατίθεται το δέντρο οργάνωσης το οποίο προσφέρει τη γενική εικόνα στον χρήστη για την δομή της εγκατάστασης αλλά και τις προσφερόμενες συσκευές που έχουν ήδη συνδεθεί στο σύστημα, αλλά παράλληλα προσφέρει την δυνατότητα προσθήκης , αλλαγής και διαγραφής οποιουδήποτε από τα παραπάνω , είτε πρόκειται για σύστημα – αισθητήρα, είτε πρόκειται για σχεδιάγραμμα κάτοψης . Παρέχονται επίσης κουμπιά για γρήγορη διαχείριση χρηστών και ρόλων στο



επάνω τμήμα της όψης, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα .

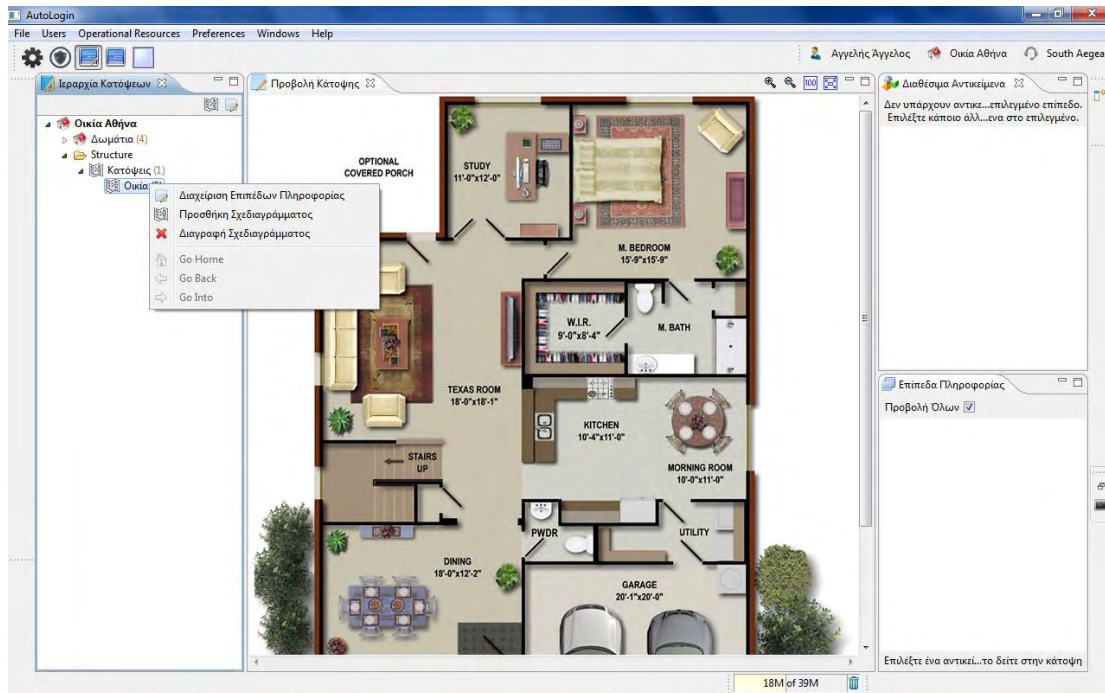
Στην δεύτερη όψη της προοπτικής Γενικής Διαχείρισης φορτώνεται το σύνολο των χρηστών που έχουν δικαίωμα εισόδου στο σύστημα. Με την επιλογή ενός διαμερίσματος στο δέντρο της ιεραρχίας στην πρώτη όψη , ο πίνακας της όψης γεμίζει, φέρνοντας όλους τους χρήστες που υπάγονται στο διαμέρισμα αυτό. Ο κάθε χρήστης μπορεί να ανατεθεί σε ένα από τα διαμερίσματα της εγκατάστασης , ώστε να έχει πρόσβαση ελέγχου μόνο στο διαμέρισμα αυτό αλλά και τα υποδιαμερίσματά του. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει να προβάλει τους χρήστες που υπάγονται είτε μόνο στο συγκεκριμένο διαμέρισμα είτε όλους τους προηγούμενους αλλά και αυτούς που υπάγονται στα υποδιαμερίσματά.



5.2 Οργάνωση Πόρων

Όλοι οι διαθέσιμοι πόροι του συστήματος όπως οι κατόψεις ή οι αισθητήρες προβάλλονται στην Προοπτική "Resource Management" εκτός από το δέντρο οργάνωσης και προσφέρουν στον χρήστη τη γενικότερη εποπτεία της οργάνωσης του συστήματος. Πρόκειται για την καρτέλα μέσω της οποίας ο Διαχειριστής έχει την συνολική εικόνα του εξοπλισμού και της εγκατάστασης. Όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα ο Διαχειριστής έχει τη δυνατότητα να διαχειρίζεται τα διαθέσιμα δωμάτια , τις κατόψεις και τους αισθητήρες που ανήκουν σε αυτές. Στην περίπτωση του απλού Χρήστη , η όψη δεν διατίθεται. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ταξινομήσει τους πόρους με βάση είτε το όνομα είτε τον τύπο τους, και να δει συνοπτικά τα στοιχεία παραμετροποίησης του καθενός ,αλλά και να επιλέξει κάθε έναν ξεχωριστά για την παρουσίαση της αναλυτικής περιγραφής του. Για τον διαχειριστή του συστήματος επιτρέπεται η εισαγωγή νέων αισθητήρων αλλά και η επεξεργασία των ήδη υπάρχοντων. Είναι για παράδειγμα δυνατόν να αλλάξει θέση έναν αισθητήρα ώστε να εμφανίζεται σε ένα άλλο τμήμα της εγκατάστασης ή να του δώσει ένα άλλο ip address.

5.3 Διαχείριση Κατόψεων



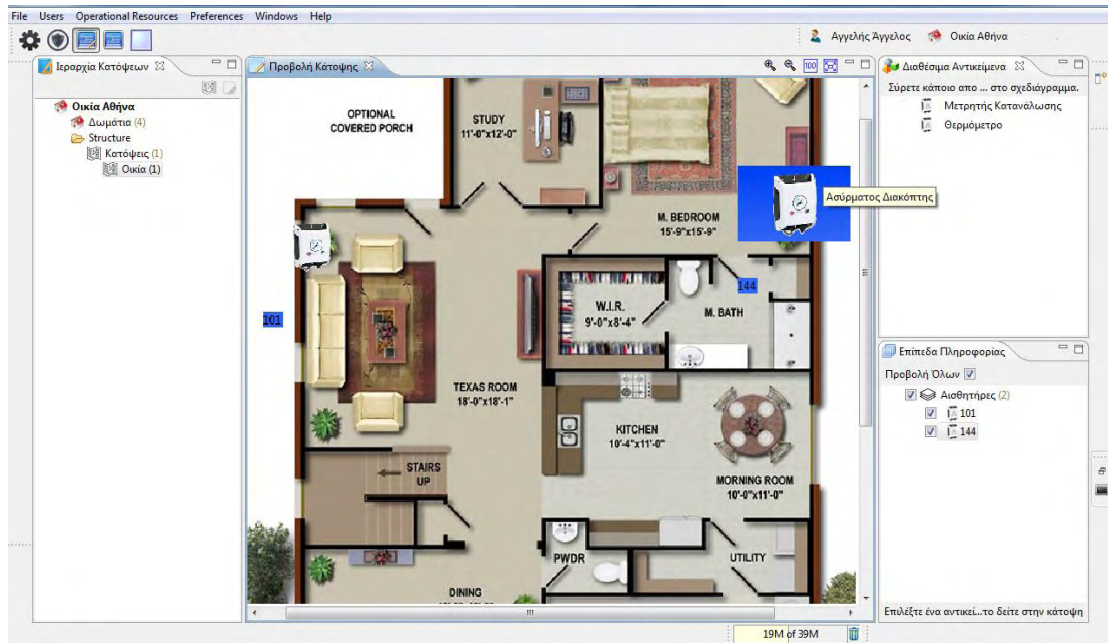
Στην καρτέλα της διαχείρισης κατόψεων ο χρήστης μπορεί να εισάγει νέες κατόψεις, της εγκατάστασης της οποίας επιθυμεί την διαχείριση. Στην εικόνα φαίνονται οι επιλογές για προσθήκη / διαγραφή και επεξεργασία επιπέδων πληροφορίας. Κάθε επίπεδο πληροφορίας μπορεί να διαθέτει διαφορετικά είδη συστημάτων, όπως οι αισθητήρες διαχείρισης ηλεκτρικού ρεύματος, ή κάμερες για την παρακολούθηση του χώρου.

Το κάθε επίπεδο πληροφορίας προσφέρει ένα ή περισσότερα συστήματα προς διαχείριση, ή παρακολούθηση. Τα συστήματα που είναι διαθέσιμα σε κάθε επίπεδο, καθορίζονται από τον Διαχειριστή της εφαρμογής. Έτσι ο Διαχειριστής μέσω του δέντρου ιεραρχίας μπορεί να προσθέτει, να επεξεργάζεται και να διαγράφει αντικείμενα ξεχωριστών τύπων όπως οι αισθητήρες, τα οποία αργότερα είναι διαθέσιμα προς χρήση. Για κάθε αισθητήρα που προσθέτει ο Διαχειριστής φορτώνει και ένα αρχείο ρυθμίσεων για τη σωστή παραμετροποίηση του συστήματος σε σχέση με τον κάθε αισθητήρα. Τα διαθέσιμα επίπεδα πληροφορίας είναι αντιστοιχισμένο σε κάποιο από τα διαμερίσματα, και έτσι διαφορετικά διαμερίσματα έχουν διαφορετικά αντικείμενα διαθέσιμα στο ίδιο επίπεδο πληροφορίας. Τα επίπεδα από τα οποία ο χρήστης μπορεί να επιλέξει αντικείμενα παρουσιάζονται υπό μορφή λίστας στην καρτέλα "Επίπεδα πληροφορίας". Με την επιλογή ενός επιπέδου, τα διαθέσιμα αντικείμενα του επιπέδου αυτού εμφανίζονται στην καρτέλα "Διαθέσιμα Αντικείμενα". Από αυτά ο Χρήστης μπορεί να σύρει οποιοδήποτε επιθυμεί επάνω στην τρέχουσα κάτοψη, τοποθετώντας το στη θέση στην οποία πραγματικά έχει τοποθετηθεί το αντίστοιχο σύστημα.

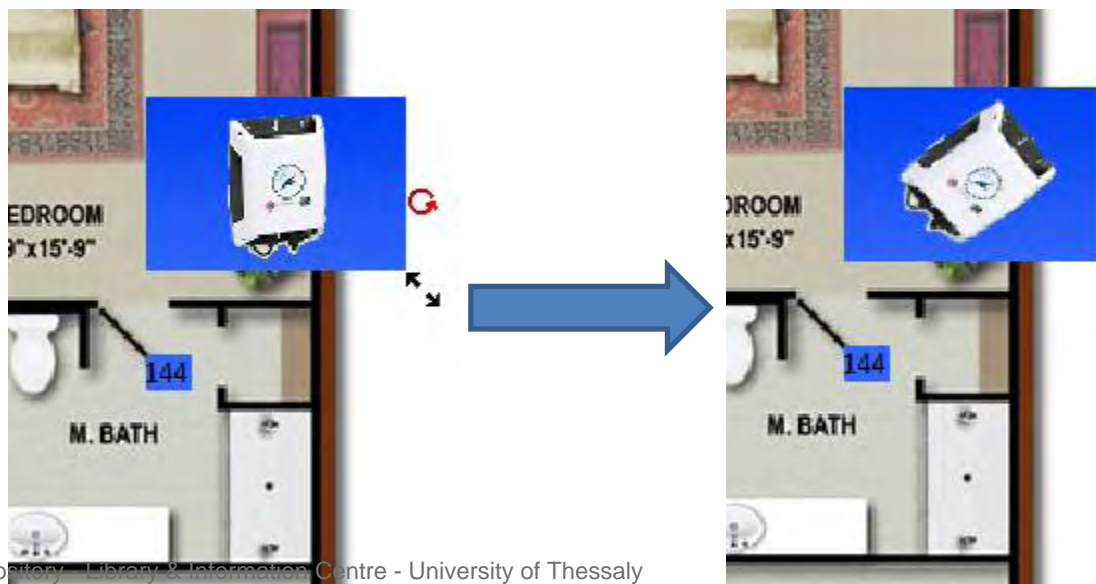
5.3.1 Διαχείριση συστημάτων

Οι προσφερόμενοι αισθητήρες αποτελούν ένα «Επίπεδο Πληροφορίας». Σε κάθε κάτοψη μπορούμε να προσθέσουμε ή να αφαιρέσουμε τέτοια επίπεδα πληροφορίας για να έχουμε το δικαίωμα της χρήσης τους επάνω στην επιλεγμένη κάτοψη. Από το δέντρο

Οργάνωσης ο Διαχειριστής με δεξί κλικ εμφανίζει το μενού επιλογών και μπορεί είτε να επεξεργαστεί τα επίπεδα πληροφορίας. Στη συνέχεια επιλέγει το επίπεδο που επιθυμεί να προσθέσει και το προσθέτει στα επιλεγμένα. Με το κλείσιμο του Wizard, το επίπεδο έχει προστεθεί στα διαθέσιμα και φαίνεται στην όψη που βρίσκεται στο κάτω δεξιά τμήμα της οθόνης.



Για κάθε ένα αντικείμενο ο χρήστης μπορεί να τροποποιήσει την θέση του αλλά και την φορά του επάνω στην κάτοψη. επιλέγοντας με δεξί κλικ ένα αντικείμενο, εμφανίζονται τα εργαλεία με τα οποία οι ενέργειες αυτές είναι διαθέσιμες. Ο χρήστης λοιπόν μπορεί είτε να μεταβάλλει το μέγεθος του εικονιδίου ώστε να ταιριάζει με την κλίμακα της κάτοψης, είτε ακόμα να περιστρέψει το αντικείμενο με στόχο την βέλτιστη δυνατή αναπαράσταση. Περνώντας τον δείκτη του ποντικιού πάνω από οποιοδήποτε αντικείμενο, εμφανίζονται πληροφορίες για τον τρέχοντα κόμβο. Οι πληροφορίες αυτές είναι στην ουσία η περιγραφή που έχει καταχωρήσει στο σύστημα ο Διαχειριστής κατά την δημιουργία του κόμβου στο σύστημα.



Παράρτημα

1	A	B	C	D	E	F
2	Copyright © 2014 EINFODEV, Inc. All rights reserved.					
3	Command	AT+CIPMUX=0		AT+CIPMUX=1		Manual
4	AT	AT<0x0d><0x0a>	<0x0d><0x0a>OK<0x0d><0x0a>	AT<0x0d><0x0a>	<0x0d><0x0a>OK<0x0d><0x0a>	Attention.
5	AT+RST	AT+RST<0x0d><0x0a>	<0x0d><0x0a>OK<0x0d><0x0a>	AT+RST<0x0d><0x0a>	<0x0d><0x0a>OK<0x0d><0x0a>	Reset the unit.
6	AT+GMR		<0x0d><0x0a>Ready<0x0d><0x0a>		<0x0d><0x0a>Ready<0x0d><0x0a>	Retrieving the firmware version Id.
7	AT+CWMODE=? AT+CWMODE? AT+CWMODE=<mode>	AT+GMR<0x0d><0x0a>	150900	AT+GMR<0x0d><0x0a>	150900	Setting operation mode. 1 - client 2 - Access Point 3 - Client and Access Point The access point functionality does not have DHCP function and it has only minimum functionalities. However, it will assign IP address to client and there is not way to do manual IP, manual DNS and other advance IP functionality. This unit only provide minimal functionality.
8	AT+ CWJAP = <ssid>, <pwd > AT+ CWJAP?	AT+CWJAP="ssid", "abcdefgh"<0x0d><0x0a>	<0x0d><0x0a>OK<0x0d><0x0a>	AT+CWJAP="ssid", "abcdefgh"<0x0d><0x0a>	<0x0d><0x0a>OK<0x0d><0x0a>	Joining a network or just an access point.
9	AT+CWLAP	AT+CWLAP<0x0d><0x0a>	<0x0d><0x0a>+CWLAP:(0,"",0)<0x0d><0x0a>CWLAP(4,"ssid",-76)<0x0d><0x0a>CWLAP(3,"another",-80)<0x0d><0x0a>	AT+CWLAP<0x0d><0x0a>	<0x0d><0x0a>+CWLAP:(0,"",0)<0x0d><0x0a>CWLAP(4,"ssid",-76)<0x0d><0x0a>CWLAP(3,"another",-80)<0x0d><0x0a>	Retrieving the list of visible network.
10	AT+CWQAP	AT+CWQAP<0x0d><0x0a>	<0x0d><0x0a>OK<0x0d><0x0a>	AT+CWQAP<0x0d><0x0a>	<0x0d><0x0a>OK<0x0d><0x0a>	Disconnect from current network connection.
11	AT+ CWSAP= <ssid>,<pwd>,<ch>, <sec> AT+ CWSAP?	AT+CWSAP="ESP_9945B5", "abcdefgh", 11, 0<0x0d><0x0a>	<0x0d><0x0a>OK<0x0d><0x0a>	Since security is set to 0 (open), the password is not being used.		Setting up access point ssid, password, RF channel and security scheme. The following is the security scheme: 0 - Open. No security. 1 - WEP. 2 - WPA_PSK 3 - WPA2_PSK 4 - WPA_WPA2_PSK
12		AT+CWLIF<0x0d><0x0a>	192.168.4.100<0x0d><0x0a>OK<0x0d><0x0a>	AT+CWLIF<0x0d><0x0a>	192.168.4.100<0x0d><0x0a>OK<0x0d><0x0a>	Retrieving list of assigned IP addresses.
13	AT+ CIPSTATUS	AT+CIPSTATUS<0x0d><0x0a>	STATUS:3<0x0d><0x0a>+CIPSTATUS:0,"TCP", "10.1.10.20", 23,0<0x0d><0x0a>OK<0x0d><0x0a>	AT+CIPSTATUS<0x0d><0x0a>	STATUS:3<0x0d><0x0a>+CIPSTATUS:0,"TCP", "192.168.4.100", 1624,1<0x0d><0x0a>OK<0x0d><0x0a>	Retrieving the current connection as socket client or socket server.
	AT+CIPSTART=? AT+CIPSTART=? AT+CIPSTART= <id>, <type>, <addr>, <port> AT+CIPSTART= "TCP", "10.1.10.20", 23<0x0d><0x0a>	AT+CIPSTART="TCP", "10.1.10.20", 23<0x0d><0x0a>	<0x0d><0x0a>OK<0x0d><0x0a>	AT+CIPSTART="TCP", "10.1.10.20", 23<0x0d><0x0a>	<0x0d><0x0a>OK<0x0d><0x0a>	Connecting to socket server (TCP or UDP). Connecting using domain name only working with public domain name such as www.yahoo.com but not the name of the clients of the local router or access points since the DNS servers are built-in into the firmware of the unit as follow: 28.4.192.168.4.255.26.2 and 2.64.31.1. The access point IP address is fixed at 192.168.4.1 and the network mask is fixed at 255.255.255.0. More detailed info can be retrieved by executing 'ipconfig /all' in Windows.

	A	B	C	D	E	F
15	AT+CIPSEND=<length> (AT+CIPMUX=0 & AT+CIPMODE=0) AT+CIPSEND=<id>,<length> (AT+CIPMUX=1 & AT+CIPMODE=0) AT+CIPSEND (AT+CIPMUX=0 & AT+CIPMODE=1)	AT+CIPSEND=1<0x0d><0x0e> >	>	AT+CIPSEND=0,1<0x0d><0x0e >	>	Sending by connection channel and by specific length. AT+CIPSEND=<length> is for AT+CIPMODE=0 and AT+CIPMUX=0. AT+CIPSEND=<channel>,<length> is for AT+CIPMODE=0 and AT+CIPMUX=1. Sending data without connection channel and specific length only working when AT+CIPMODE=1 and AT+CIPMUX=0 and sending data using AT+CIPSEND=<length> will reset the unit.
16	AT+CIPCLOSE	AT+CIPCLOSE<0x0d><0x0e>	<0x0d><0x0e>OK<0x0d><0x0e>	AT+CIPCLOSE=0<0x0d><0x0e>	<0x0d><0x0e>OK<0x0d><0x0e>	Close the socket connection.
17	AT+CIFSR	AT+CIFSR<0x0d><0x0e>	<0x0d><0x0e>10.1.10.26<0x0d><0x0e>	AT+CIFSR<0x0d><0x0e>	<0x0d><0x0e>10.1.10.26<0x0d><0x0e>	Retrieving the assigned IP address when the unit is connecting to a network.
18	AT+CIPMUX=<mode> AT+CIPMUX?	AT+CIPMUX=0<0x0d><0x0e>	<0x0d><0x0e>OK<0x0d><0x0e>	AT+CIPMUX=1<0x0d><0x0e>	<0x0d><0x0e>OK<0x0d><0x0e>	Setting single connection (AT+CIPMUX=0) or multi-channel connection (AT+CIPMUX=1). Start at the specified port or stop the server. Default port is 333. <mode> is as follow: 0 - close the socket server 1 - open the socket server
19	AT+CIPSERVER=<mode>[,<port>] (AT+CIPMUX=1)	AT+CIPSERVER=1,23<0x0d><0x0e>	<0x0d><0x0e>OK<0x0d><0x0e>	AT+CIPSERVER=1,23<0x0d><0x0e>	<0x0d><0x0e>OK<0x0d><0x0e>	Setting transparent mode (data from socket client will be send to the serial port as is) or connection channel specific mode (+IPD,<connection channel>,<length>). Data sent from socket client will be broken into multiple unsolicited (+IPD,<connection channel>,<length>) segments. <mode> is as follow: 0 - data received will be send to serial port with +IPD,<connection channel>,<length> format. (AT+CIPMUX={0,1}) 1 - data received will be send to serial port as data stream. (AT+CIPMUX=0)
20	AT+CIPMODE=<mode> AT+CIPMODE?	AT+CIPMODE=1<0x0d><0x0e>	<0x0d><0x0e>OK<0x0d><0x0e>	AT+CIPMODE=1<0x0d><0x0e >	<0x0d><0x0e>OK<0x0d><0x0e>	Setting the automatic socket client disconnection timeout from 1 to 28800 seconds due to inactivities.
21	AT+CIPSTO=<time> AT+CIPSTO?	AT+CIPSTO=28800<0x0d><0x0e>	<0x0d><0x0e>OK<0x0d><0x0e>	AT+CIPSTO=28800<0x0d><0x0e >	<0x0d><0x0e>OK<0x0d><0x0e>	Setting the automatic socket client disconnection timeout from 1 to 28800 seconds due to inactivities.
22	Packetized data from the unit		<0x0d><0x0e>+IPD,0,1:A<0x0d><0x0e>OK<0x0d><0x0e>		<0x0d><0x0e>+IPD,0,1:A<0x0d><0x0e>OK<0x0d><0x0e>	Unsolicited data packet (+IPD,<connection channel>,<length>).

6

Βιβλιογραφία

1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΚΡΙΣΕΩΝ & ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ Διπλωματική Εργασία Αγγελής Άγγελος 2011
2. ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥΣ ΣΕ GIS Διπλωματική Εργασία Βουμβουράκης Ελευθέριος 2011
3. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ Διπλωματική Εργασία Περλεπές Λεωνίδα 2009
4. <http://deltahacker.gr/arduino-intro/>
5. <http://www.homautomation.org/2013/09/17/current-monitoring-with-non-invasive-sensor-and-arduino/>
6. http://en.wikipedia.org/wiki/Smart_grid
7. <http://en.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL>
8. [http://en.wikipedia.org/wiki/Hibernate_\(Java\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Hibernate_(Java))
9. C. Chong, S.P.Kumar “Sensor Networks: Evolution, Opportunities, and Challenges” *Proceedings of the IEEE, vol. 91, no. 8, August 2003*
10. <http://www.tinyos.net/>
11. <http://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>