

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ



Ανάπτυξη Συστήματος Μετρήσεων με τον Αναπτυξιακό
Gumstix Overo Fire

Εργασία Παράδοσης

Ειδικά Θέματα σε Συστήματα Ηλεκτρικών Μετρήσεων

Καλοδήμας Παναγιώτης

Χανιά 2012

Πρόλογος

Η εργασία αυτή διεξήχθη στα πλαίσια του μεταπτυχιακού μαθήματος «Ειδικά Θέματα σε Συστήματα Ηλεκτρικών Μετρήσεων» του τμήματος Ηλεκτρονικών Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών (ΗΜΜΥ) του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Περίληψη

Η εργασία αυτή αναφέρεται στην ανάπτυξη ενός συστήματος παρακολούθησης συσκευών λήψης ηλεκτρικών μετρήσεων και την διαχείριση αυτού μέσω του τοπικού δικτύου. Η συσκευή πάνω στην οποία αναπτύχθηκε το σύστημα αυτό ήταν το αναπτυξιακό κύκλωμα «Gumstix Overo Fire» συνδεδεμένο στη πλακέτα προέκτασης «Chestnut 43» της ίδια εταιρίας (Gumstix).

Ο τρόπος διασύνδεσης με τον χρήστη επιλέχθηκε να είναι το τοπικό δίκτυο καθώς σήμερα η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται παντού και με την ανάπτυξη του κατάλληλου web interface η διαχείριση μπορεί να γίνει μέσω ευρέως χρησιμοποιούμενων συσκευών όπως Η/Υ και κινητά τηλέφωνα. Επιπλέον με τις λειτουργίες που προσφέρουν σήμερα και οι πιο απλοί δρομολογητές δικτύου σύνδεση μπορεί να επιτευχθεί και μέσω του παγκόσμιου διαδικτύου.

Ο χρήστης μπορεί να διαχειριστεί το σύστημα είτε μέσω σύνδεσης πρωτοκόλλου SSH και να δώσει απευθείας εντολές στο σύστημα χρησιμοποιώντας το κέλυφος του λειτουργικού συστήματος linux angstrom που το Gumstix Overo Fire χρησιμοποιεί, είτε μέσω του πρωτόκολλου TCP/IP συνδεδεμένος με τον web server που λειτουργεί στο σύστημα. Για την δεύτερη επιλογή διαμορφώθηκε μια κατάλληλη διεπαφή με την χρήση των τεχνολογιών HTML και PHP.

Εικόνες

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1 - Gumstix Σειρά Overo | 8 |
| Εικόνα 3 - OS Linux..... | 9 |
| Εικόνα 4 - PHP | 9 |
| Εικόνα 5 – Eclipse – Adobe Dreamweaver - Wamp Server | 10 |
| Εικόνα 6 – Λογότυπο Εταιρίας Gumstix | 11 |
| Εικόνα 7 – Gumstix Overo Fire | 11 |
| Εικόνα 8 – Chestnut 43 | 12 |
| Εικόνα 9 – Διάγραμμα δομής λογισμικού | 15 |
| Εικόνα 10 – Κλίση εφαρμογής gpio-manager..... | 16 |
| Εικόνα 12 – gpio-manager : Κλίση εντολής «add» | 17 |
| Εικόνα 13 – gpio-manager : Κλίση εντολής «remove» | 17 |
| Εικόνα 14 – gpio-manager : Κλίση εντολής «get» | 18 |
| Εικόνα 15 – gpio-manager : Κλίση εντολής «set» | 18 |
| Εικόνα 16 – gpio-manager : Κλίση εντολής «monitor» | 19 |
| Εικόνα 17 – gpio-manager : Κλίση εντολής «show»..... | 20 |
| Εικόνα 18 – gpio-manager : Κλίση εντολής «log» | 20 |
| Εικόνα 19 – Κλίση εφαρμογής «gpio-monitor» | 21 |
| Εικόνα 20 – Κλίση εφαρμογής «gpio-service»..... | 22 |
| Εικόνα 21 - LightTpd Server | 23 |
| Εικόνα 22 – Σύνδεση στο Gumstix Overo Fire σε δίκτυο..... | 23 |
| Εικόνα 23 – Web Interface : Αρχική Σελίδα (ALL GPIOs) | 24 |
| Εικόνα 24 – Web Interface : Σελίδα gpio log file view..... | 25 |
| Εικόνα 25 – Web Interface : Σελίδα INPUTS..... | 25 |
| Εικόνα 26 – Web Interface : Σελίδα OUTPUTS..... | 26 |
| Εικόνα 27 – Web Interface : Σελίδα ALL GPIOs | 27 |

| | |
|---|----|
| Εικόνα 28 – Web Interface : Σελίδα ADD GPIO | 27 |
| Εικόνα 29 – Web Interface : Σελίδα REMOVE GPIO | 28 |
| Εικόνα 30 – Web Interface : Σελίδα MONITOR GPIO | 29 |
| Εικόνα 31 – Web Interface : Σελίδα SYSTEM LOG..... | 29 |

Πίνακες

| | |
|--|----|
| Πίνακας 1 - Χαρακτηριστικά Gumstix Overo Fire | 12 |
| Πίνακας 2 – Χαρακτηριστικά Chestnut 43 | 13 |
| Πίνακας 3 - Σύνταξης εντολής «Add» | 16 |
| Πίνακας 4 - Σύνταξης εντολής «Remove» | 17 |
| Πίνακας 5 - Σύνταξης εντολής «Get» | 18 |
| Πίνακας 6 - Σύνταξης εντολής «Set» | 18 |
| Πίνακας 7 - Σύνταξης εντολής «Monitor» | 19 |
| Πίνακας 8 - Σύνταξης εντολής «Show» | 19 |
| Πίνακας 9 - Σύνταξης εντολής «Log» | 20 |
| Πίνακας 9 - Σύνταξη εντολών εφαρμογής gpio-monitor | 21 |

Περιεχόμενα

| | |
|--|-----------|
| 1. Εισαγωγή..... | 8 |
| 1.1 Σκοπός της Εργασίας | 8 |
| 1.2 Στάδια Ανάπτυξης Συστήματος | 8 |
| 1.3 Εργαλεία Ανάπτυξης | 9 |
| 2. Αναπτυξιακό Gumstix | 11 |
| 2.1 Overo Fire | 11 |
| 2.2 Chestnut 43 | 12 |
| 3. Λογισμικό Διαχείρισης | 14 |
| 3.1 Δομή Λογισμικού | 14 |
| 3.2 Gpio Manager | 15 |
| 3.2.1 Προσθήκη Εισόδου/Εξόδου | 16 |
| 3.2.2 Αφαίρεση Εισόδου/Εξόδου | 17 |
| 3.2.3 Ανάγνωση τιμής Εισόδου/Εξόδου | 17 |
| 3.2.4 Αλλαγή τιμής Εισόδου/Εξόδου | 18 |
| 3.2.5 Παρακολούθηση Εισόδου/Εξόδου | 19 |
| 3.2.6 Παρουσίαση Εισόδων/Εξόδων | 19 |
| 3.2.7 Προβολή αρχείου Λειτουργίας (log file) | 20 |
| 3.3 Gpio Monitor | 20 |
| 3.4 Gpio Service | 22 |
| 4. Διεπαφή Web | 23 |
| 4.1 Αρχική Σελίδα | 24 |
| 4.2 Επιλογή Inputs | 25 |
| 4.3 Επιλογή Outputs | 26 |
| 4.4 Επιλογή All Gpios | 26 |
| 4.5 Επιλογή Add Gpio | 27 |
| 4.6 Επιλογή Remove Gpio | 28 |
| 4.7 Επιλογή Monitor Gpio | 28 |
| 4.8 Επιλογή System Log | 29 |
| 5. Συμπεράσματα | 30 |
| 6. Χρήσιμοι Σύνδεσμοι | 31 |

1. Εισαγωγή

1.1 Σκοπός της Εργασίας

Αυτοματισμοί και δίκτυα είναι πλέον κομμάτι της καθημερινότητας μας. Η πλειοψηφία των συσκευών σήμερα προσφέρουν διασύνδεση με τοπικά δίκτυα αλλά και με το παγκόσμιο διαδίκτυο. Μέσα σε αυτά τα πλαίσια αναπτύχθηκε η παρούσα εργασία σκοπός της οποίας ήταν εκπαιδευτικός πάνω στους δύο αυτούς τομείς της τεχνολογίας.

1.2 Στάδια Ανάπτυξης Συστήματος

Στο πεδίο αυτό θα γίνει περιγραφή χωρίς εκτενείς λεπτομέρειες στα στάδια μέσα από τα οποία αναπτύχθηκε το παρών σύστημα. Λεπτομερέστερη περιγραφή δίνετε στα επόμενα κεφάλαια της παρούσας εργασίας.

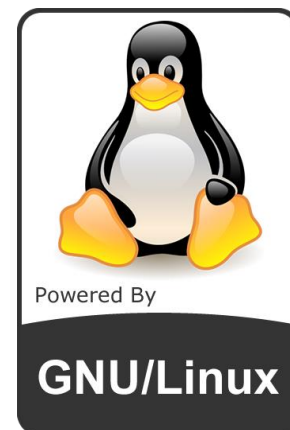
Τα παρακάτω στάδια ξεκινάν από μια βάση στην οποία το αναπτυξιακό κύκλωμα «Gumstix Overo Fire» είναι συνδεδεμένο πάνω σε κάποια πλακέτα υποστήριξης, στην προκειμένη περίπτωση την «Chestnut 43», και έχει εγκατεστημένο κάποιο λειτουργικό σύστημα linux από τις πολλές εκδόσεις που διανέμονται από την εταιρία κατασκευής του. Στην ανάπτυξη του συγκεκριμένου συστήματος χρησιμοποιήσαμε την διανομή linux Angstorm.



Εικόνα 1 - Gumstix
Σειρά Overo

Το πρώτο στάδιο ανάπτυξης του συστήματος ήταν η εγκατάσταση των απαραίτητων οδηγών για να μπορεί η συγκεκριμένη διανομή του λειτουργικού συστήματος να επικοινωνήσει και να διαχειριστεί τις αντίστοιχες εξόδους και εισόδους του αναπτυξιακού και της πλακέτας υποστήριξης. Οι έξοδοι/είσοδοι αυτοί είναι μια πληθώρα γενικής χρήσης ψηφιακοί είσοδοι και έξοδοι (GPIO) καθώς και αναλογικές είσοδοι (ADC) και έξοδοι (DAC).

Στο επόμενο στάδιο χρειάστηκε να αναπτυχθεί ένα αντίστοιχο λογισμικό για την διαχείριση τους. Το λογισμικό αυτό αναπτύχθηκε σε γλώσσα προγραμματισμού C και εκτελεί πληθώρα λειτουργιών όπως προσθήκη και αφαίρεση εισόδων και εξόδων από το σύστημα, αλλαγή των τιμών τους και καταγραφή των αλλαγών σε αρχείο. Περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με το λογισμικό διαχείρισης θα αναφέρονται στο κεφάλαιο 3.



Εικόνα 2 - OS Linux

Το τρίτο στάδιο ανάπτυξης σχετίζεται με την διαμόρφωση του συστήματος με σκοπό την υποστήριξη του πρωτόκολλου δικτύου TCP/IP και την εγκατάσταση ενός web server για την υποστήριξη του web interface που θα προσφέρει ευκολότερη και πιο ευχάριστη διαχείριση στον χρήστη. Έτσι, χρειάστηκε να γίνει εγκατάσταση του λογισμικού υποστήριξης του πρωτοκόλλου TCP/IP καθώς και την εγκατάσταση του «Lighttpd» server και των πακέτων υποστήριξης της πλατφόρμας php για τον σχεδιασμό ενός δυναμικού web interface.

Η σχεδίαση και η υλοποίηση ενός εύχρηστου και ευχάριστου web interface ήταν το επόμενο βήμα της εργασίας. Η υλοποίηση αυτού έγινε με την χρήση των τεχνολογιών HTML και PHP έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να πλοηγηθεί δυναμικά μέσα από ένα εύχρηστο μενού στις διάφορες λειτουργίες του συστήματος και να εκτελέσει ενέργειες διαχείρισης και παρακολούθησης.



Εικόνα 3 - PHP

Τέλος, στο τελευταίο στάδιο υλοποιήθηκε η σύνδεση μεταξύ του λογισμικού και του web interface. Η λειτουργία αυτή στηρίχθηκε πάνω σε αρχές που είχαν σχεδιαστεί ήδη από το στάδιο υλοποίησης του λογισμικού διαχείρισης ώστε να είναι δυνατή η ορθή επικοινωνία των δύο αυτών τεχνολογιών και να αποφευχθούν πιθανές ασυμβατότητες και δυσλειτουργίες.

1.3 Εργαλεία Ανάπτυξης

Για την υλοποίηση του συστήματος διαχείρισης ηλεκτρικών μετρήσεων χρειάστηκε να γίνει χρήση κάποιων εργαλείων λογισμικού. Η χρήση αυτών των εργαλείων

προτείνεται να γίνει πάνω σε λειτουργικό σύστημα Linux, παρόλα αυτά η χρήση του λειτουργικού συστήματος Windows είναι δυνατή, στερώντας όμως από τον σχεδιαστή κάποιες ευκολίες. Για την συγκεκριμένη εργασία έγινε χρήση και των δύο λειτουργικών συστημάτων (Windows 7, Ubuntu 12.04) καθώς χρησιμοποιήθηκαν εργαλεία λογισμικού που λειτουργούν και για τις δύο αυτές εκδόσεις λειτουργικού συστήματος.

Βασικό εργαλείο ανάπτυξης του λογισμικού ήταν το «Eclipse». Το εργαλείο «Eclipse» είναι μια πλατφόρμα ανάπτυξης λογισμικού για διάφορες γλώσσες προγραμματισμού. Για την παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το πακέτο υποστήριξης ανάπτυξης λογισμικού σε γλώσσα C/C++. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν τα πρόσθετα πακέτα,

- Remote System Explorer End-User Runtime plugin
- Target Manager Terminal plugin
- RXTX End-User Runtime plugin

Το πλέον απαραίτητο εργαλείο είναι ο GCC Compiler ο οποίος εγκαθίσταται στο λειτουργικό σύστημα του αναπτυξιακού μας «Gumstix Overo Fire» και είναι απαραίτητος γιατί είναι ο compiler ο οποίος μας δίνει την δυνατότητα να μετατρέψουμε τον κώδικα που αναπτύσσουμε σε εκτελέσιμο αρχείο για το λειτουργικό σύστημα linux Angstorm.

Τέλος, για τον σχεδιασμό του web interface χρησιμοποιήσαμε τα εμπορικά εργαλεία «Adobe Dreamweaver» σαν εργαλείο σχεδίασης και «Wamp Server» σαν εργαλείο προσομοίωσης.



Εικόνα 4 – Eclipse – Adobe Dreamweaver - Wamp Server

2. Αναπτυξιακό Gumstix

Ο υλικός εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση του συστήματος της παρούσας εργασίας ήταν της εταιρίας «Gumstix». Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το ενσωματωμένο (Computer-on-Module) «Overo Fire» και η πλακέτα υποστήριξης «Chestnut 43». Μαζί με το ενσωματωμένο χρησιμοποιήθηκε και μια μνήμη τύπου micro SD ως μέσω αποθήκευσης του λειτουργικού συστήματος.



Εικόνα 5 – Λογότυπο Εταιρίας Gumstix

2.1 Overo Fire

Το ενσωματωμένο «Overo Fire» είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα με επεξεργαστή τον ARM Cortex-A8 και ενσωματωμένες πολλές άλλες μικροσυσκευές. Πάνω στο ίδιο ολοκληρωμένο συνυπάρχουν μια συσκευή wifi 802.11b/g, Bluetooth, DSP processor και micri SD Reader.



Εικόνα 6 – Gumstix Overo Fire

Το «Overo Fire» προσφέρει δυνατότητα σύνδεση με ενσύρματο και ασύρματο δίκτυο, Bluetooth, οθόνη τεχνολογίας touch και κάμερα. Επίσης παρέχει την δυνατότητα διασύνδεση μέσω πρωτοκόλλων USB-2.0, I2C, SPI και άλλα.

Στην υλοποίηση του συστήματος μας χρήσιμα ήταν η δυνατότητα σύνδεση σε δίκτυο καθώς και οι είσοδοι και έξοδοι γενικής χρήσης (GPIOs, ADC, DAC).

Πίνακας 1 - Χαρακτηριστικά Gumstix Overo Fire

| | |
|--------------------------------|--|
| Αρχιτεκτονική | ARM Cortex-A8 |
| Processor | Texas Instruments OMAP 3530 Applications Processor |
| Processor Speed | 720 MHz |
| Digital signal processor (DSP) | C64x+ digital signal processor (DSP) core |
| OpenGL | POWERVR SGX for 2D and 3D graphics acceleration |
| RAM | 512 MB |
| NAND | 512 MB |
| Bluetooth | Included |
| 802.11 b/g | Included |
| microSD card slot | Included |
| Length | 58 mm |
| Width | 17 mm |
| Height | 4.2 mm |

2.2 Chestnut 43

Το αναπτυξιακό «Chestnut 43» είναι μια πλακέτα υποστήριξης για την διασύνδεση των ολοκληρωμένων συστημάτων της σειρά «Overo» της εταιρίας «Gumstix».



Εικόνα 7 – Chestnut 43

Το «Chestnut 43» περιέχει θύρα διασύνδεσης με οθόνη touch, ενσύρματου δικτύου, USB και άλλες, καθώς επίσης και πρόσοψη για σύνδεση εξωτερικών σημάτων. Για το σύστημα μας η πρόσοψη αυτή ήταν η πλέον χρήσιμη μαζί με την διασύνδεση δικτύου.

Πίνακας 2 – Χαρακτηριστικά Chestnut 43

| | |
|--------------------------|--|
| 10/100 Ethernet | 10/100 Ethernet Communications |
| LCD Display Connectivity | 4.3" resistive touch LCD |
| USB Host | Included |
| USB OTG | Included |
| USB Console | Included |
| Battery connector | Battery holder for 6mm rechargeable coin |
| 40-pin header | Not populated |
| Stereo Audio | Stereo Audio In /Out jacks |
| Length | 118.3 mm |
| Width | 67.25 mm |
| Power | 3.5V - 5V |

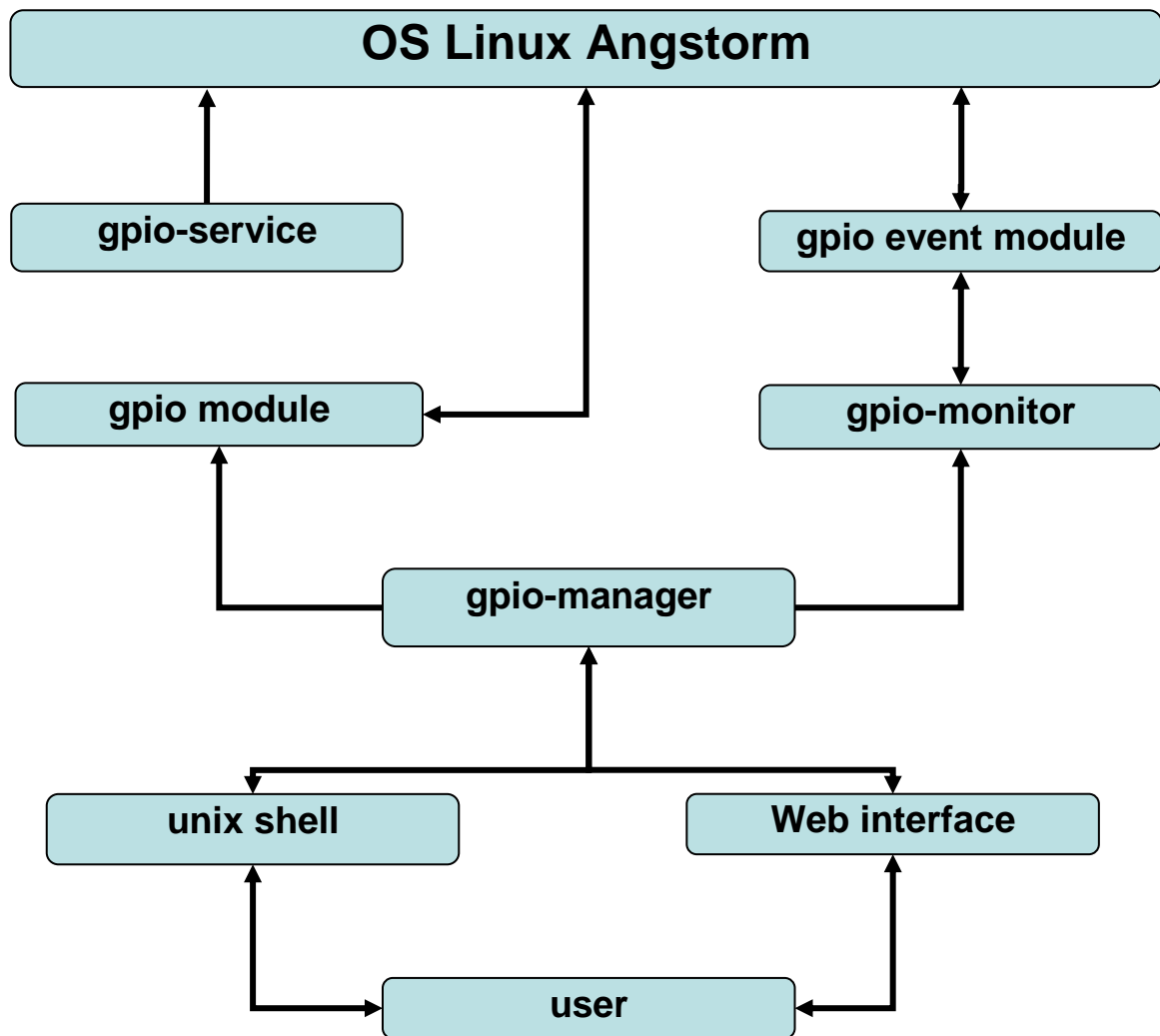
3. Λογισμικό Διαχείρισης

Το λογισμικό διαχείρισης του συστήματος είναι γραμμένο στη γλώσσα προγραμματισμού C με την βοήθεια του εργαλείου «Eclipse» και μεταφρασμένο με τον Compiler GCC του λειτουργικού συστήματος linux Angstorm.

3.1 Δομή Λογισμικού

Το λογισμικό αυτό είναι δομημένο σε διάφορες εφαρμογές οι οποίες εκτελούνται ξεχωριστά και επικοινωνούν μεταξύ τους είτε μέσω κοινόχρηστων αρχείων είναι μέσω «σωληνώσεων» (pipes) που προσφέρει το λειτουργικό σύστημα UNIX. Συγκεκριμένα τρεις είναι αυτές οι εφαρμογές.

1. **Gpio Manager:** Είναι η βασική εφαρμογή διαχείρισης καθώς είναι αυτή που δεσμεύει εισόδους και εξόδους του συστήματος, καθορίζει την κατεύθυνση τους (είσοδος, έξοδος), δίνει τιμές και είναι αυτή με την οποία «μιλάει» ο χρήστης.
2. **Gpio Monitor.** Είναι μια εφαρμογή που βρίσκεται σε λειτουργία καθ' όλη την διάρκεια λειτουργίας του συστήματος. Είναι η εφαρμογή που παρακολουθεί την κατάσταση στην οποία βρίσκονται οι είσοδοι και οι έξοδοι του συστήματος μας και καταγράφει τις αλλαγές τους.
3. **Gpio Service.** Είναι η εφαρμογή η οποία ξεκινά την εκτέλεση της κάθε φορά που η συσκευή «Gusmtix Overo Fire» ενεργοποιείται και ξεκινά την λειτουργία του το λειτουργικό σύστημα. Κύρια λειτουργία της είναι η ενεργοποίηση των υπηρεσιών χρήσης των γενικής χρήσης εισόδων και εξόδων του συστήματος, η αρχικοποίηση και ενεργοποίηση της εφαρμογής Gpio Monitor. Η εφαρμογή αυτή καλείτε κάθε φορά που θέλουμε να ενεργοποιήσουμε ή να απενεργοποιήσουμε το σύστημα ελέγχου των ηλεκτρικών μετρήσεων.



Εικόνα 8 – Διάγραμμα δομής λογισμικού

Στα επόμενα υποκεφάλαια ακολουθεί λεπτομερής περιγραφή των λειτουργιών των παραπάνω εφαρμογών.

3.2 Gpio Manager

Η εφαρμογή «Gpio manager» είναι η κεντρική εφαρμογή του συστήματος διαχείρισης ηλεκτρικών μετρήσεων. Μέσω αυτής ο χρήστης ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί την σύνδεση νέων εισόδων και εξόδων στο σύστημα και διαβάζει τις τιμές τους. Την εφαρμογή αυτή μπορούμε να εκτελέσουμε απλά καλώντας την με το όνομα της (gpio-manager) στο κέλυφος του λειτουργικού και θα μας εμφανίσει το σύνολο εντολών που μπορούμε να του ορίσουμε,

```
root@gumstix:~$: gpio-magager
```

Usage: gpio-manager command args

Command is one of the following:

```
Add      gpio label type :Add a gpio called 'label' as type {input |
output | DAC | ADC }
Remove    label           :Remove a gpio called 'label'
Get       label           :Get status of gpio called 'label'
Set       label value     :Set a gpio called 'label' the value of 'value'
Monitor   label value     :Set monitoring of gpio called {'label' | "all"}
to {ON | OFF}
Show      log             :Show info of all gpios
log       log             :Show log file
```

Εικόνα 9 – Κλίση εφαρμογής gpio-manager

Για όλες οι λειτουργίες που εκτελούμε με την εφαρμογή αυτή, η ίδια κρατάει αρχείο λειτουργίας (log file) στο οποίο καταγράφονται όλες οι επιτυχημένες ή αποτυχημένες κινήσεις. Το αρχείο αυτό μπορούμε να διαβάσουμε απλά καλώντας την εφαρμογή προσθέτοντας το όρισμα «log»

3.2.1 Προσθήκη Εισόδου/Εξόδου

Η προσθήκη εισόδων και εξόδων στο σύστημα γίνεται μέσω της εντολής «Add» ακολουθούμε από το την ακίδα στην οποία έχουμε συνδέσει την αντίστοιχη είσοδο ή έξοδο, το όνομα το οποίο της ορίζουμε και από εδώ και στο εξής με αυτό θα την καλούμε και το είδος της, δηλαδή αν είναι ψηφιακή είσοδο/έξοδο ή αναλογική είσοδος/έξοδος.

Πίνακας 3 - Σύνταξης εντολής «Add»

| Add | gpio | label | Type |
|--------|-------------|-------|---|
| Εντολή | Pin σύνδεση | Όνομα | Input = Ψηφιακή Είσοδος Output = Ψηφιακή Έξοδος ADC = αναλογική είσοδος DAC = αναλογική έξοδος |

Κατά την εκτέλεση της εντολής «add» η εφαρμογή κάνει αίτηση δέσμευσης της συγκεκριμένης εξόδου και αν αυτή είναι επιτυχής την καταχωρεί στο αρχείο

εισόδων-εξόδων. Το αρχείο αυτό περιέχει τα δεδομένα σε μορφή κειμένου διαχωρίζοντας κάθε εγγραφή με τον χαρακτήρα «\n» (new line) έτσι ώστε να μπορούν να είναι εύκολα αναγνώσιμα και προσβάσιμα τόσο από τον χρήστη όσο και από το web interface.

```
root@gumstix:~$: gpio-magager add 146 move_sensor input
Gpio move_sensor added
```

Εικόνα 10 – gpio-manager : Κλίση εντολής «add»

3.2.2 Αφαίρεση Εισόδου/Εξόδου

Η απενεργοποίηση εισόδων και εξόδων από το σύστημα γίνονται με την εντολή «Remove». Η εντολή αυτή κατά την εκτέλεση της κάνει αίτηση στο λειτουργικό σύστημα για αποδέσμευση της εισόδου/εξόδου που συμπεριλαμβάνεται με την εντολή και στην συνέχεια την αφαιρεί από το αρχείο εισόδων/εξόδων.

Πίνακας 4 - Σύνταξης εντολής «Remove»

| Remove | label |
|--------|----------------------|
| Εντολή | Όνομα Εισόδου/Εξόδου |

Τέλος, στέλνει εντολή στην εφαρμογή «gpio-monitor» να σταματήσει να παρακολουθεί τις κινήσεις της συγκεκριμένης εισόδου/εξόδου και διαγράφει το αρχείο λειτουργίας της (log file).

```
root@gumstix:~$: gpio-magager remove move_sensor
Gpio move_sensor removed
```

Εικόνα 11 – gpio-manager : Κλίση εντολής «remove»

3.2.3 Ανάγνωση τιμής Εισόδου/Εξόδου

Η ανάγνωση των τιμών των εισόδων και των εξόδων γίνονται με την εντολή «Get». Η εντολή αυτή κάνει αίτηση στο λειτουργικό σύστημα να την ενημερώσει

για την τιμή της συγκεκριμένης εισόδου/εξόδου. Η ίδια λειτουργία μπορεί να επιτευχθεί και με την ανάγνωση της τελευταίας εγγραφής στο αρχείο λειτουργίας (log file) της συγκεκριμένης εισόδου/εξόδου. Παρόλα αυτά επιλέχθηκε η πρώτη μέθοδος ως πιο απλή. Η δεύτερη μέθοδος χρησιμοποιείται από το web interface καθώς η ανάγνωση από αρχείο είναι πιο εύκολη και σταθερή διαδικασία στην διασύνδεση των δύο τεχνολογιών.

Πίνακας 5 - Σύνταξης εντολής «Get»

| Get | label |
|--------|----------------------|
| Εντολή | Όνομα Εισόδου/Εξόδου |

```
root@gumstix:~$: gpio-magager get move_sensor
move_sensor : 0
```

Εικόνα 12 – gpio-manager : Κλίση εντολής «get»

3.2.4 Αλλαγή τιμής Εισόδου/Εξόδου

Η αλλαγή της τιμής μιας εξόδου γίνεται με την εντολή «Set». Η εντολή αυτή κάνει αίτηση στο λειτουργικό σύστημα να αλλάξει την τιμή της συγκεκριμένης εξόδου. Η καταγραφή των αλλαγών στις τιμές των εξόδων στο αρχείο λειτουργίας τους (log file) γίνεται από την εφαρμογή «gpio-monitor».

Πίνακας 6 - Σύνταξης εντολής «Set»

| Set | label | value |
|--------|----------------------|-------|
| Εντολή | Όνομα Εισόδου/Εξόδου | Τιμή |

```
root@gumstix:~$: gpio-magager set heater 1
heater : 1
```

Εικόνα 13 – gpio-manager : Κλίση εντολής «set»

3.2.5 Παρακολούθηση Εισόδου/Εξόδου

Η παρακολούθηση μιας εισόδου/εξόδου μπορεί να ανασταλεί αν το ζητήσει ο χρήστης. Το σύστημα παρακολουθεί και καταγράφει στο αρχείο λειτουργίας τους (log file) όλες τις αλλαγές στις τιμές των εξόδων και των εισόδων καθώς και σε ένα καθολικό αρχείο λειτουργίας. Η αναστολή και η ενεργοποίηση της λειτουργίας παρακολούθησης γίνεται με την εντολή «Monitor».

```
root@gumstix:~$: gpio-magager monitor move_sensor OFF
move_sensor monitoring : OFF
```

Εικόνα 14 – gpio-manager : Κλίση εντολής «monitor»

Πίνακας 7 - Σύνταξης εντολής «Monitor»

| Monitor | label | value |
|---------|---|-------------------------------------|
| Εντολή | Όνομα Εισόδου/Εξόδου «all» για όλες τις Εισόδους/Εξόδους | ON = Ενεργοποίηση OFF = Αναστολή |

Η εφαρμογή «gpio-manager» κατά την εκτέλεση αυτής της εντολής στέλνει ανάλογες εντολής μέσω σωληνώσεων (pipes) στην εφαρμογή «gpio-monitor» για να της υποδείξει ποιες είσοδοι/έξοδοι είναι προς αναστολή ή ενεργοποίηση μιας και η τελευταία είναι αυτή που εκτελεί την συγκεκριμένη λειτουργία.

3.2.6 Παρουσίαση Εισόδων/Εξόδων

Ο χρήστης μπορεί να ζητήσει με την εντολή «Show» να του προβληθούν στην οθόνη όλες οι είσοδοι και έξοδοι που χρησιμοποιούνται από το σύστημα παρακολούθησης ηλεκτρικών μετρήσεων.

Πίνακας 8 - Σύνταξης εντολής «Show»

| show |
|---------------------------------------|
| Εντολή |
| Η εντολή show δεν δέχεται παραμέτρους |

```
root@gumstix:~$: gpio-magager monitor show
```

```
GPIO pin: 146 | Name: move_sensor | Type: INPUT
GPIO pin: 147 | Name: heater | Type: OUTPUT
GPIO pin: 92 | Name: temperature | Type: ADC
GPIO pin: 98 | Name: light | Type: DAC
```

Εικόνα 15 – *gpio-manager* : Κλίση εντολής «show»

3.2.7 Προβολή αρχείου Λειτουργίας (log file)

Ο χρήστης μπορεί να ζητήσει να του προβληθεί το αρχείο λειτουργίας του συστήματος. Αυτό γίνεται με την εντολή «log» όπως αναφέρθηκε και στην αρχή του κεφαλαίου.

Πίνακας 9 - Σύνταξης εντολής «Log»

log

| | |
|--------|-----------------------------------|
| Εντολή | Η εντολή log δεν έχει παραμέτρους |
|--------|-----------------------------------|

```
root@gumstix:~$: gpio-magager log
```

```
Sep Sun 30/09/12 22:03:12
Operation Success. Add operation, gpio 146 add as move_sensor for type
INPUT
Sep Sun 30/09/12 22:03:45
Operation Success. Add operation, gpio 147 add as heater for type OUTPUT
Sep Sun 30/09/12 22:04:08
Operation Success. Set operation, gpio 147 called heater set to 1
Sep Sun 30/09/12 22:03:45
Operation Error. Set operation, gpio 146 called move_sensor set to 1 failed
```

Εικόνα 16 – *gpio-manager* : Κλίση εντολής «log»

3.3 Gpio Monitor

Η εφαρμογή «gpio-monitor» συνεργάζεται άμεσα με το πρόγραμμα οδήγησης του λειτουργικού συστήματος και διαβάζει συνεχώς τις τιμές των εισόδων και εξόδων για να ανιχνεύει τυχόν αλλαγές. Η εφαρμογή αυτή είναι ενεργοποιημένη καθ' όλη την διάρκεια λειτουργίας του συστήματος σε αντίθεση με την εφαρμογή «gpio-

manager» που εκτελείτε κάθε φορά που επιδιώκεται κάποια από τις λειτουργίες που περιγράψαμε προηγουμένως.

Η ανίχνευση των αλλαγών μπορεί να τροποποιηθεί ανάλογα με τις απαιτήσεις του χρήστη. Μπορεί δηλαδή για μια ψηφιακή είσοδο ή έξοδο να ανιχνεύονται μόνο οι θετικές τιμές (HIGH) ή μόνο οι αρνητικές (LOW) ή και οι δύο (BOTH). Επίσης ο χρήστης μπορεί να επιλέξει την αναστολή παρακολούθησης κάποιας εισόδου/εξόδου. Ωστόσο, οι λειτουργίες αυτές γίνονται εμμέσως με την χρήση της εφαρμογής «gpio-manager» και από αυτήν μεταβιβάζονται ανάλογως μέσω σωληνώσεων (pipes) στην «gpio-monitor».

```
root@gumstix:~$: gpio-monitor
```

```
Usage: gpio-monitor command args
```

```
Command is one of the following:
```

```
start gpio:type:debounce :Start monitor gpio pin 'gpio' for type {HIGH | LOW | BOTH} with debounce time
```

```
stop gpio :Stop monitor gpio pin 'gpio'
```

Εικόνα 17 – Κλίση εφαρμογής «gpio-monitor»

Η εφαρμογή «gpio-monitor» δέχεται δύο ειδών εντολές, την «start» και την «stop». Η πρώτη ενεργοποιεί την παρακολούθηση μιας εισόδου/εξόδου ενώ η δεύτερη την αναστέλλει.

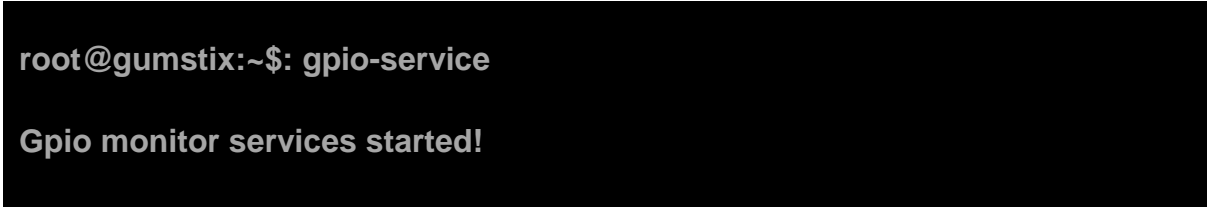
Πίνακας 10 - Σύνταξη εντολών εφαρμογής gpio-monitor

| Εντολή «start» | | | |
|----------------|---|---|---|
| start | gpio | Type | Debounce |
| Εντολή | Το pin εισόδου ή εξόδου για παρακολούθηση | HIGH = Θετική (1) LOW = Αρνητική (0) BOTH = Οποιαδήποτε | Χρόνος διάρκειας αλλαγής για να θεωρηθεί έγκυρη |
| Εντολή «stop» | | | |
| stop | gpio | | |
| Εντολή | Το pin εισόδου ή εξόδου για αναστολή παρακολούθησης | | |

3.4 Gpio Service

Η εφαρμογή «gpio-service» έχει ως λειτουργία την ενεργοποίηση των οδηγών του λειτουργικού συστήματος που απαιτούνται για την εκτέλεση των προηγούμενων δύο εφαρμογών, καθώς και την εκκίνηση εκτέλεσης της εφαρμογής «gpio-monitor» εφόσον το σύστημα μας είναι ενεργοποιημένο από τον χρήστη.

Η εφαρμογή «gpio-service» εντάσσεται στις εφαρμογές εκκίνησης του λειτουργικού συστήματος και εκτελείτε κατά την εκκίνηση του. Με αυτόν τον τρόπο δεν χρειάζεται η ενεργοποίηση το συστήματος παρακολούθησης ηλεκτρικών μετρήσεων από τον χρήστη κάθε φορά που ξεκινά την λειτουργία της η συσκευή «Gusmtix Overo Fire».



```
root@gumstix:~$: gpio-service
```

```
Gpio monitor services started!
```

Εικόνα 18 – Κλίση εφαρμογής «gpio-service»

4. Διεπαφή Web

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενα εδάφια, για την πιο εύχρηστη και εύκολη διαχείριση του συστήματος παρακολούθησης ηλεκτρικών μετρήσεων αναπτύχθηκε ένα web interface. Για την λειτουργία αυτής της εφαρμογής ήταν απαραίτητη η εγκατάσταση και η λειτουργία ενός web server στην συσκευή μας, δυνατότητα που προσφέρεται από το λειτουργικό σύστημα linux Angstorm. Ο web server που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία ήταν ο «LightTpd».



Εικόνα 19 - LightTpd Server

Ο σχεδιασμός της διεπαφής web έγινε με την χρήση της τεχνολογίας HTML και PHP5, γνωστές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται ευρέως στο διαδίκτυο σήμερα για την υλοποίηση ιστοσελίδων παρόμοια με την παρούσα εφαρμογή.

Ο χρήστης μπορεί να έρθει σε επαφή με την web διεπαφή του συστήματος παρακολούθησης ηλεκτρικών μετρήσεων μέσω του τοπικού του δικτύου ή ακόμα και μέσω του διαδικτύου αρκεί να κάνει την σωστή παραμετροποίηση στον εξυπηρετητή δικτύου (Modem Router) που χρησιμοποιεί στο χώρο του. Στην συνέχεια ακολουθεί μια αναλυτική περιγραφή της διεπαφής του συστήματος και του τρόπου λειτουργίας της.



Εικόνα 20 – Σύνδεση στο Gumstix Overo Fire σε δίκτυο

4.1 Αρχική Σελίδα

Η αρχική σελίδα εμφανίζει στον χρήστη έναν πίνακα με όλες τις εισόδους και εξόδους του συστήματος. Ο πίνακας αυτός περιέχει όλα τα στοιχεία των εισόδων/εξόδων (όνομα, pin εισόδου/εξόδου, τύπο, τιμή) καθώς και την επιλογή ανάγνωσης του αρχείου λειτουργίας τους. Ουσιαστικά προβάλλονται τα στοιχεία της επιλογής «All Gpios» από το μενού επιλογών.

Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει να απομονώσει τις εισόδους από τις εξόδους και το αντίστροφο επιλέγοντας την αντίστοιχη επιλογή (Inputs για τις εισόδους, Outputs για τις εξόδους) από το μενού επιλογών.

| Pin | Name | Type | Value | |
|-----|----------|--------|-------|--------------------------|
| 146 | input_1 | INPUT | 0 | View Log |
| 147 | input_2 | INPUT | 1 | View Log |
| 148 | input_3 | INPUT | 1 | View Log |
| 149 | input_4 | ADC | 3.16 | View Log |
| 136 | output_1 | OUTPUT | 0 | View Log |
| 137 | output_2 | OUTPUT | 0 | View Log |
| 138 | output_3 | OUTPUT | 0 | View Log |
| 139 | output_4 | DAC | 2.8 | View Log |

Εικόνα 21 – Web Interface : Αρχική Σελίδα (ALL GPIOS)

Επιλέγοντας την υπερσύνδεση με τίτλο «View Log» στην δεξιά στήλη κάθε γραμμής του πίνακα ο χρήστης μπορεί να διαβάσει το αρχείο λειτουργίας της αντίστοιχης εισόδου ή εξόδου.



Εικόνα 22 – Web Interface : Σελίδα gpio log file view

4.2 Επιλογή Inputs

Επιλέγοντας από το μενού επιλογών την ένδειξη «Inputs» το σύστημα προβάλει στην οθόνη όλες τις εισόδους του (ψηφιακές και αναλογικές) μαζί με τις πληροφορίες που τους αναλογούν όπως φαίνεται στην εικόνα 25.



Εικόνα 23 – Web Interface : Σελίδα INPUTS

4.3 Επιλογή Outputs

Η επιλογή «Outputs» προβάλλει στον χρήστη τις εξόδους τους συστήματος (ψηφιακές και αναλογικές) μαζί με τις πληροφορίες που τους αντιστοιχούν παρόμοια με την επιλογή «Inputs». Ωστόσο, εν αντιθέσει με τις εισόδους, το πεδίο τιμής (Value) του πίνακα είναι επεξεργάσιμο έτσι ώστε να μπορεί ο χρήστης να το αλλάξει. Οι τιμές μεταφέρονται στο σύστημα όταν ο χρήστης πατήσει το κουμπί «Set» δίπλα από το πεδίο της τιμής.



GUMSTIX OVERO FIRE
GPIO CONTROLLER

INPUTS
OUTPUTS
ALL GPIOs
ADD GPIO
REMOVE GPIO
SYSTEM LOG

Outputs

| Pin | Name | Type | Value | | |
|-----|----------|--------|-------|-----|--------------------------|
| 136 | output_1 | OUTPUT | 0 | Set | View Log |
| 137 | output_2 | OUTPUT | 0 | Set | View Log |
| 138 | output_3 | OUTPUT | 0 | Set | View Log |
| 139 | output_4 | DAC | 2.8 | Set | View Log |

Εικόνα 24 – Web Interface : Σελίδα OUTPUTS

4.4 Επιλογή All Gpios

Η επιλογή «All Gpios» προβάλλει στον χρήστη όλες τις εισόδους και εξόδους του συστήματος όπως περιγράφετε στην αρχική σελίδα και φαίνεται παρακάτω στην εικόνα 27.



GUMSTIX OVERO FIRE GPIO CONTROLLER

INPUTS

OUTPUTS

ALL GPIOS

ADD GPIO

REMOVE GPIO

SYSTEM LOG

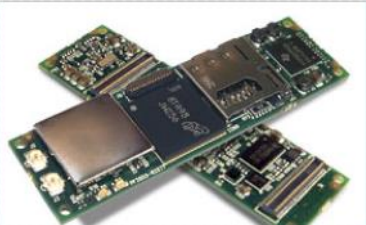
All Gpios

| Pin | Name | Type | Value | |
|-----|----------|--------|-------|--------------------------|
| 146 | input_1 | INPUT | 0 | View Log |
| 147 | input_2 | INPUT | 1 | View Log |
| 148 | input_3 | INPUT | 1 | View Log |
| 149 | input_4 | ADC | 3.16 | View Log |
| 136 | output_1 | OUTPUT | 0 | View Log |
| 137 | output_2 | OUTPUT | 0 | View Log |
| 138 | output_3 | OUTPUT | 0 | View Log |
| 139 | output_4 | DAC | 2.8 | View Log |

Εικόνα 25 – Web Interface : Σελίδα ALL GPIOS

4.5 Επιλογή Add Gpio

Η προσθήκη μιας εισόδου ή εξόδου στο σύστημα γίνεται από την επιλογή «Add Gpio». Εδώ εμφανίζονται στον χρήστη τα πεδία που πρέπει να συμπληρώσει για να εκτελεστεί σωστά η προσθήκη, όπως φαίνεται στην εικόνα 27.



GUMSTIX OVERO FIRE GPIO CONTROLLER

INPUTS

OUTPUTS

ALL GPIOS

ADD GPIO

REMOVE GPIO

SYSTEM LOG

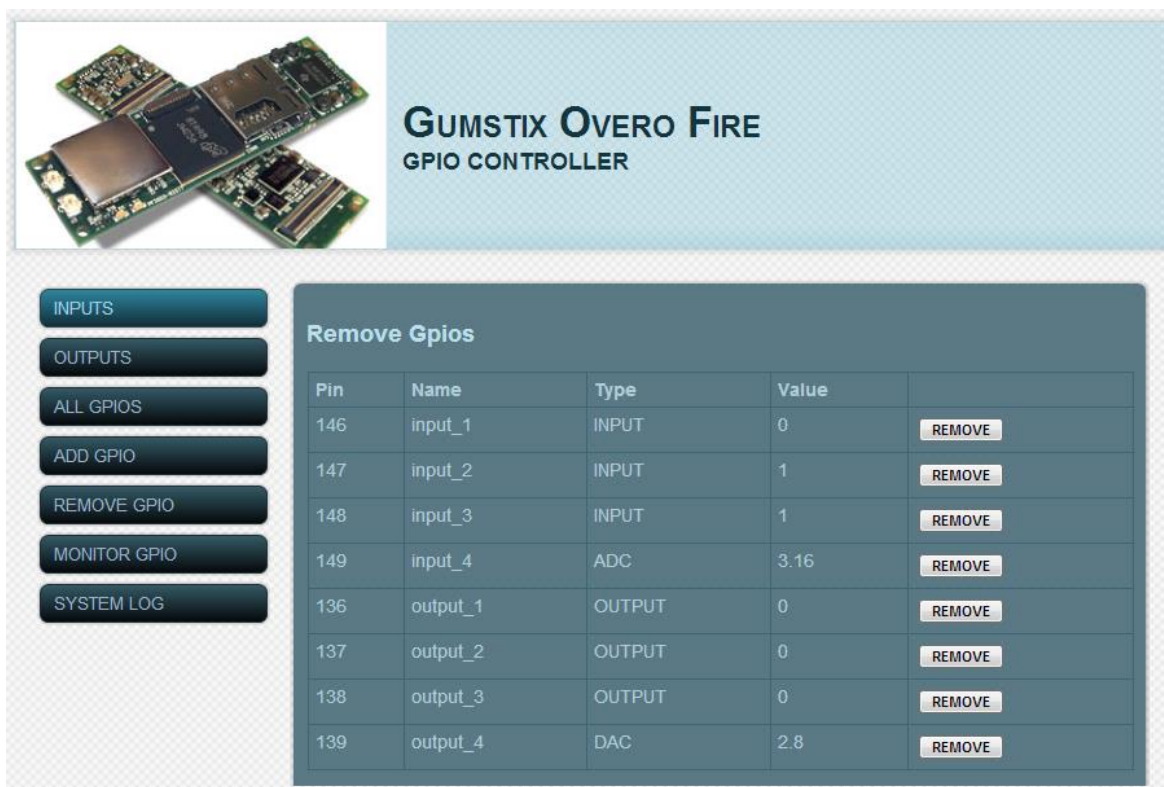
Add New Gpio

| Pin | Name | Type | |
|----------------------|----------------------|--|------------------------------------|
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | INPUT <input type="button" value="v"/> | <input type="button" value="ADD"/> |

Εικόνα 26 – Web Interface : Σελίδα ADD GPIO

4.6 Επιλογή Remove Gpio

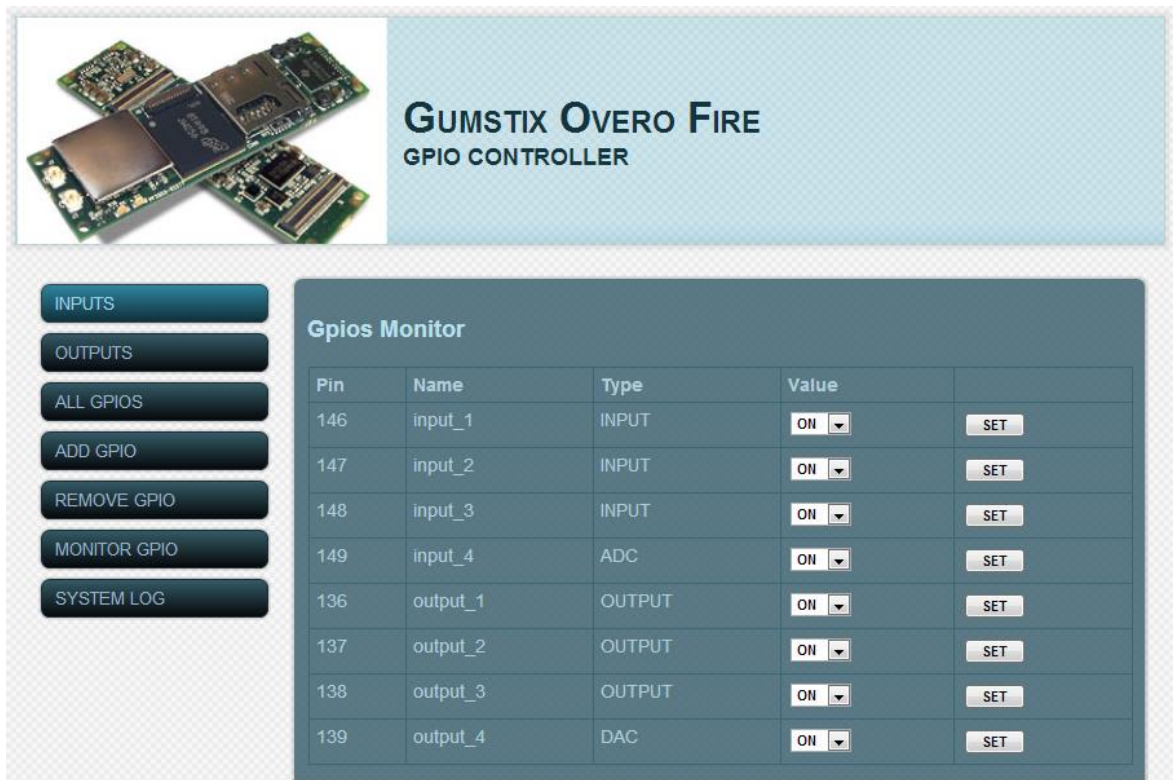
Από την επιλογή «Remove Gpio» γίνεται η διαγραφή των εισόδων και εξόδων από το σύστημα. Η διεπαφή παρουσιάζει όλες τις εισόδους και τις εξόδους στον χρήστη με την επιλογή διαγραφής στη τελευταία στήλη, όπως φαίνεται στην εικόνα 28. Η μεταφορά της εντολής στο σύστημα γίνεται με το πάτημα του ομώνυμου κουμπιού.



Εικόνα 27 – Web Interface : Σελίδα REMOVE GPIO

4.7 Επιλογή Monitor Gpio

Από την επιλογή «Monitor Gpio» ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ποιες εισόδους και εξόδους θα παρακολουθούνται από το σύστημα. Για οποιαδήποτε λόγο ο χρήστης μπορεί να επιθυμεί να σταματήσει την παρακολούθηση κάποιας εισόδου ή εξόδου και η δυνατότητα αυτή του δίνεται από αυτή την επιλογή. Πατώντας το κουμπί «Set» δίπλα σε κάθε τιμή, η τιμή αυτή εφαρμόζεται από το σύστημα.



Εικόνα 28 – Web Interface : Σελίδα MONITOR GPIO

4.8 Επιλογή System Log

Η τελευταία επιλογή είναι η «System Log» η οποία απλά παρουσιάζει στο χρήστη για ανάγνωση το αρχείο λειτουργίας του συστήματος.



Εικόνα 29 – Web Interface : Σελίδα SYSTEM LOG

5. Συμπεράσματα

Ένα πολύ σημαντικό συμπέρασμα με βάση τον εκπαιδευτικό στόχο που είχε η εργασία αυτή όπως αναφέρθηκε και στο πρόλογο, είναι πως η χρήση ενός ευρέως διαδεδομένου λειτουργικού συστήματος ανοιχτού κώδικα σε εφαρμογές ενσωματωμένων συστημάτων προσφέρει στον σχεδιαστή μεγάλου φάσματος δυνατότητες χωρίς υπέρμετρη προσπάθεια. Με άλλα λόγια η εργασία του κάθε ένα αποτελεί σκαλοπάτι για τον επόμενο αφού το λογισμικό είναι ελεύθερο και προσβάσιμο από όλους. Αυτό δίνει μεγάλες δυνατότητες εξέλιξης στον κλάδο των αυτοματισμών και μικροεπεξεργαστών.

Επίσης, η διασύνδεση των συστημάτων σε δίκτυο και η δημιουργία εύχρηστων και ευπαρουσίαστων διεπαφών δίνει στα συστήματα μεγαλύτερη ακόμα αξία καθώς το πιο σημαντικό δεν είναι να μπορεί ένα σύστημα να κάνει πολλά αλλά να μπορεί ο χρήστης του να το χρησιμοποιήσει ανάλογα. Στο παρελθόν έχουν εμφανιστεί συστήματα με μεγάλες δυνατότητες αλλά λόγω δυσχρηστίας τους μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό αυτών των δυνατοτήτων μπόρεσαν να αξιοποιηθούν από τους χρήστες τους.

Τέλος, σε σχέση με το ενσωματωμένο «Gumstix Overo Fire», το συμπέρασμα ήταν πως πρόκειται για μια συσκευή με πολύ μεγάλες δυνατότητες, οι οποίες αξιοποιήθηκαν στο ελάχιστο καθώς το συγκεκριμένο σύστημα δεν τις απαιτούσε. Παρόλα αυτά, το «Gumstix Overo Fire» θα μπορούσε να αποτελέσει υλικό για πολλές και δύσκολες εφαρμογές.

6. Χρήσιμοι Σύνδεσμοι

- [1] Ιστοσελίδα της εταιρίας Gumstix (www.gumstix.com)
- [2] Ιστοσελίδα Gumstix User Wiki (wiki.gumstix.org)
- [3] Ιστοσελίδα Gumstix Developer Center (gumstix.org)
- [4] Ιστοσελίδα της συσκευής Gumstix Overo Fire
(www.gumstix.com/store/product_info.php?products_id=227)
- [5] Ιστοσελίδα της πλακέτας Chestnut 43
(www.gumstix.com/store/product_info.php?products_id=237)
- [6] Ιστοσελίδα εργαλείου ανάπτυξης λογισμικού Eclipse (www.eclipse.org)
- [7] Ιστοσελίδα εργαλείου LightTpd (www.lighttpd.net)
- [8] Ιστοσελίδα γλώσσας script PHP (www.php.net)
- [9] Ιστοσελίδα εργαλείου Adobe Dreamweaver
(www.adobe.com/products/dreamweaver.html)
- [10] Ιστοσελίδα εργαλείου Wamp Server (www.wampserver.com)