

Σχεδιασμός και υλοποίηση κυκλώματος μέτρησης κατανάλωσης ισχύος

Φοιτητής

Φετινίδης Αναστάσιος

Επιβλέπων

Δασυγένης Μηνάς

Μάρτιος 2014

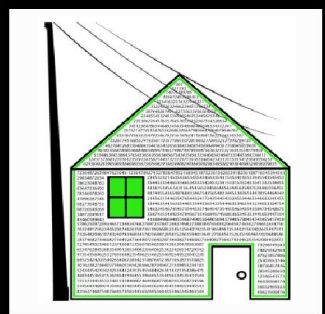


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

19/3/2014



Πλοήγηση
www.fetinidis.info/smart-counter



Περιεχόμενα παρουσίασης

- Εισαγωγή
- Θεωρητικό υπόβαθρο
- Υλικό μέρος του συστήματος
- Λογισμικό μέρος του συστήματος
- Συμπεράσματα
- Επίδειξη λειτουργίας

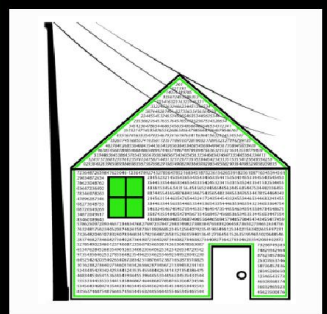


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

19/3/2014



Πλοήγηση
www.fetinidis.info/smart-counter



Καταγραφή απαιτήσεων

Απαιτήσεις υλικού

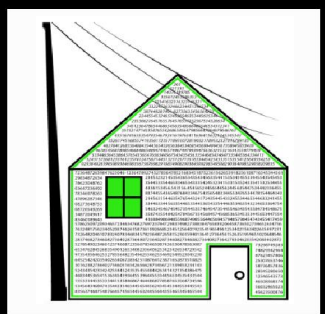
- Κατασκευή συσκευής μέτρησης κατανάλωσης ισχύος οικίας

Απαιτήσεις λογισμικού

- Απομακρυσμένος έλεγχος μέσω διαδικτύου
- Δυνατότητα υποστήριξης πολλών χρηστών
- Υποστήριξη πολλαπλών συσκευών σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές
- Διαχείριση πλατφόρμας

Απαιτήσεις λειτουργίας συσκευής

- Παροχή τροφοδοσίας
- Παροχή δικτυακής υποστήριξης



Λειτουργίες συσκευής

Σκοπός

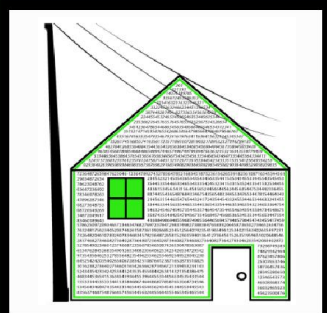
- Έλεγχος κατανάλωσης ισχύος οικίας
- Έλεγχος κατανάλωσης ισχύος μεμονωμένων συσκευών – χώρων

Χρησιμότητα

- Δυνατότητα περιορισμού χρέωσης στη βαθμωτή κλίμακα τιμολογίου
- Διαμόρφωση οικολογικής συνείδησης
- Μελλοντικό ρολόι του παρόχου ηλεκτρικής ενέργειας

Παρόμοιες εμπορικές συσκευές

- Πολύ μεγάλο κόστος αγοράς
- Μέτρηση κατανάλωσης ισχύος μεμονωμένων συσκευών
- Απουσία κεντρικής πλατφόρμας διαχείρισης



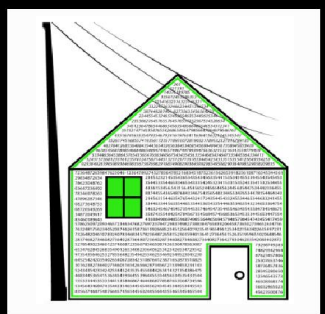
Φάσεις ανάπτυξης

Πρώτη φάση

- Υλοποίηση κυκλώματος και σύνδεση εξαρτημάτων
- Προγραμματισμός μικροελεγκτή για επικοινωνία με τον ιστοχώρο

Δεύτερη φάση

- Ανάλυση απαιτήσεων συστήματος
- Σχεδιασμός βάσης δεδομένων
- Δημιουργία ιστοχώρου
- Τοποθέτηση κυκλώματος σε θήκη μεταφοράς



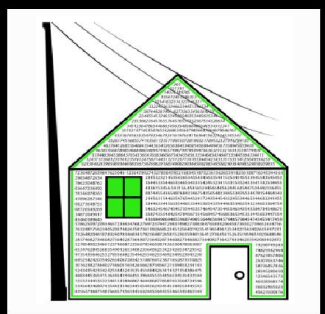
Θεωρητικό υπόβαθρο

Προγραμματισμός ιστοχώρου

- PHP
- MySQL
- HTML 5
- CSS 3
- Javascript 6

Προγραμματισμός συσκευής

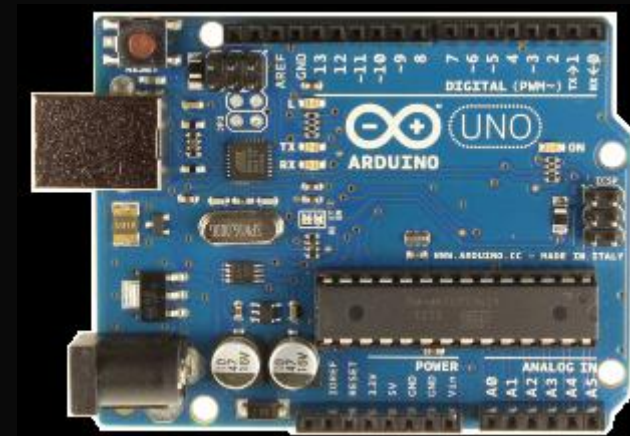
- Arduino Uno
- Arduino Ethernet Shield
- SCT - 013
- Κύκλωμα αντίστασης φορτίου και διαιρέτη τάσης

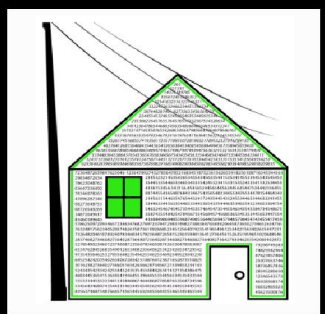


Μικροελεγκτής κυκλώματος

Arduino UNO

- Μικροελεγκτής ATmega328P-PU
- 16MHz συχνότητα επεξεργαστή
- 32KB μνήμη Flash
- Τάση λειτουργίας 5V
- Τάση εισόδου 7 – 12V
- Όρια τάσης εισόδου 6 – 20 V
- 14 ψηφιακοί ακροδέκτες εισόδου/εξόδου
- 6 αναλογικοί ακροδέκτες εισόδου

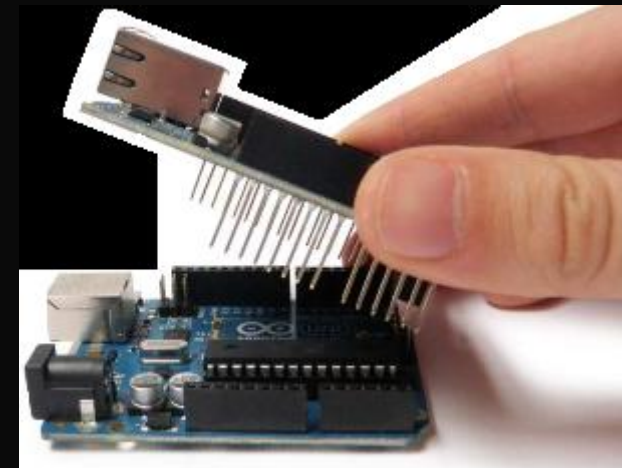


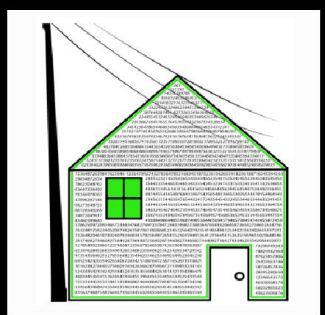


Κάρτα υποστήριξης δικτύου

Arduino Ethernet Shield

- Εφαρμογή ακριβώς πάνω από το Uno
- Μικροελεγκτής W5100
- Υποστήριξη πρωτοκόλλων TCP, UDP
- Μέχρι 4 ταυτόχρονες θύρες επικοινωνίας
- Υποδοχή για κάρτα μνήμης micro sd
- Αποθήκευση δεδομένων σε αρχείο καταγραφής
- Διαμοιρασμός αρχείων μέσω δικτύου
- Φωτεινές ενδείξεις λειτουργίας



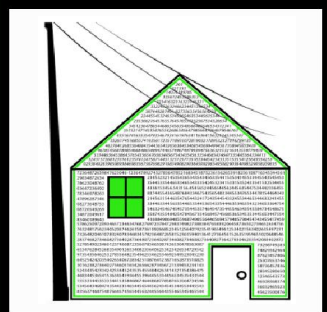


Αισθητήρας ρεύματος

SCT – 013

- Μετασχηματιστής εντάσεως ρεύματος
- Το πρωτεύον πηνίο σχετίζεται με το καλώδιο της φάσης ή του ουδέτερου
- Ρεύμα εισόδου 0 – 100A
- Τάση εξόδου 0 – 50mV
- Λόγος σπειρών 100A/0.05A
- Θερμοκρασία λειτουργίας $-25^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$

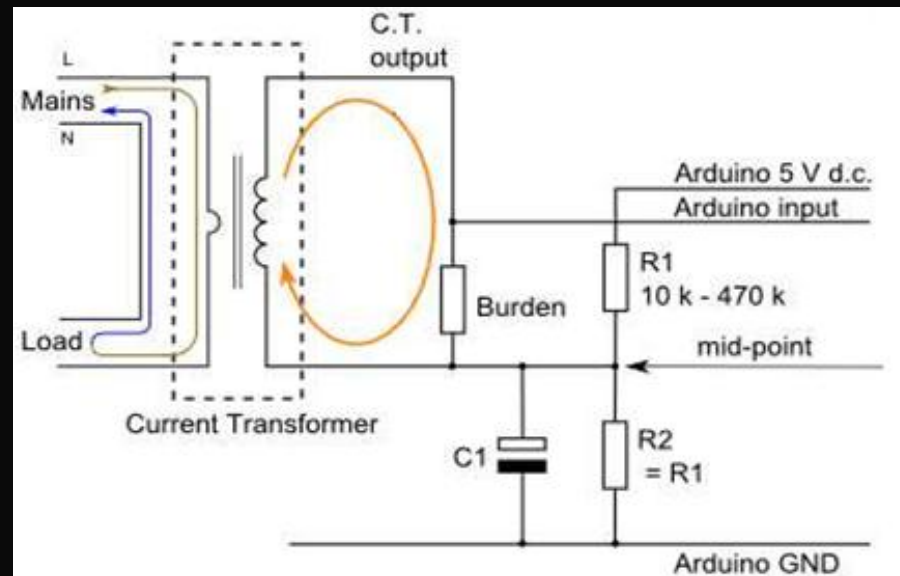


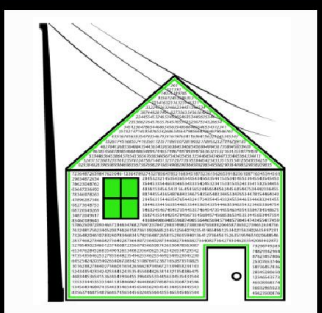


Σχηματικό διάγραμμα κυκλώματος pcb

Κύκλωμα αντίστασης φορτίου και διαιρέτη τάσης

- Δύο αντιστάσεις 10KΩ
- Μία αντίσταση φορτίου 330Ω
- Ένας πυκνωτής 10μF
- Σύνδεση SCT-013, τάσης, γείωσης και αναλογικού ακροδέκτη

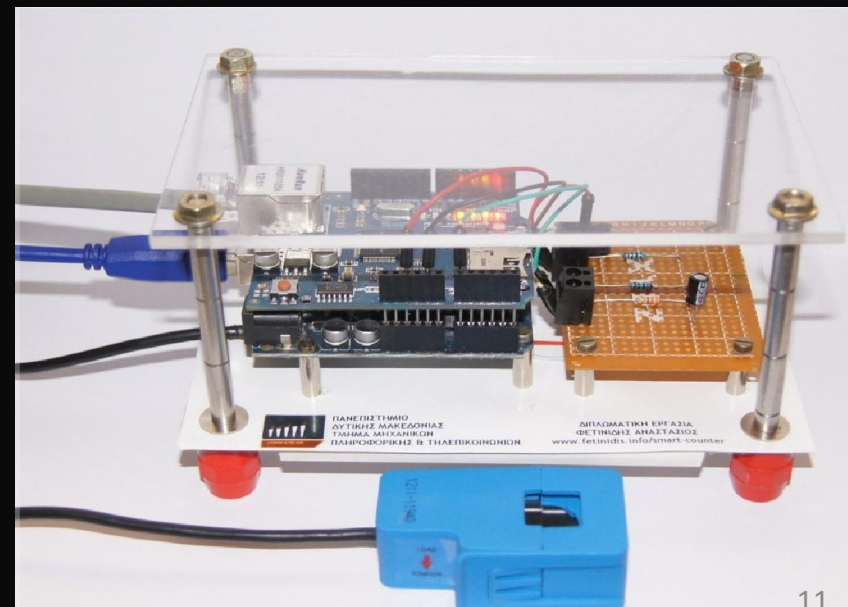
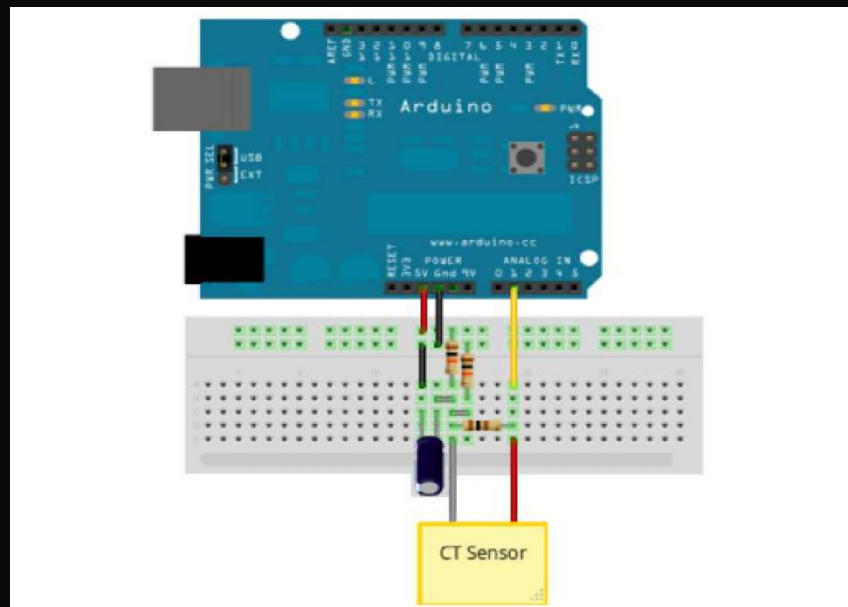


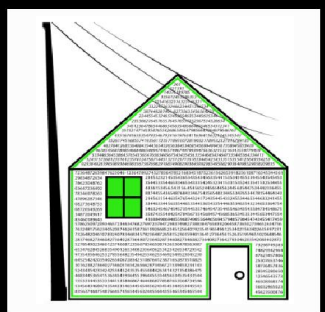


Κύκλωμα συσκευής

Σύνδεση πλακετών και εξαρτημάτων

- Σύνδεση Arduino UNO με το Ethernet Shield
- Σύνδεση SCT – 013 στο κύκλωμα της αντίστασης φορτίου και διαιρέτη τάσης
- Σύνδεση διαιρέτη τάσης με γείωση, τάση και αναλογικό ακροδέκτη του UNO

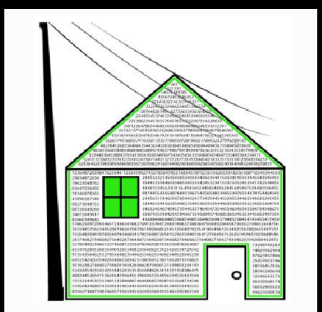




Κόστος υλικών

Αγορά εξαρτημάτων από το εξωτερικό

- Arduino UNO Rev1: 10 €
- Arduino Ethernet Shield: 8 €
- SCT – 013: 8 €
- Αντίσταση φορτίου 330Ω: 0.10 €
- Δύο αντιστάσεις διαιρέτη τάσης 10kΩ: 0.20 €
- Πυκνωτής 10μF: 0.20 €
- Breadboard: 2 €
- **Σύνολο: 28.5 €**



Λογισμικό μέρος του συστήματος

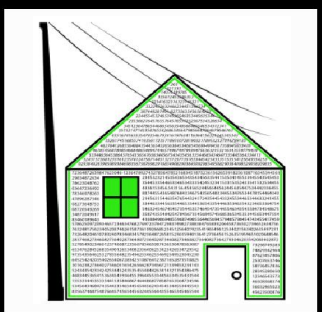
Ανάλυση απαιτήσεων εφαρμογής και σχεδιασμός βάσης δεδομένων

- users
- devices
- groups
- cities
- current
- onlineusers
- stats
- archive

arduino_archive	arduino_stats	arduino_onlineusers	arduino_groups
deviceID : varchar(32)	deviceID : varchar(32)	userID : int(11)	groupID : int(11)
year : year(4)	year : year(4)		groupName : varchar(40)
month : int(2)	month : int(2)		
day : int(2)	day : int(2)		
00th : float	00th : float		
01th : float	01th : float		
02th : float	02th : float		
03th : float	03th : float		
04th : float	04th : float		
05th : float	05th : float		
06th : float	06th : float		
07th : float	07th : float		
08th : float	08th : float		
09th : float	09th : float		
10th : float	10th : float		
11th : float	11th : float		
12th : float	12th : float		
13th : float	13th : float		
14th : float	14th : float		
15th : float	15th : float		
16th : float	16th : float		
17th : float	17th : float		
18th : float	18th : float		
19th : float	19th : float		
20th : float	20th : float		
21th : float	21th : float		
22th : float	22th : float		
23th : float	23th : float		
lastUpdate : timestamp			

arduino_users	arduino_cities	arduino_current
userID : int(11)	cityID : int(2)	deviceID : varchar(32)
email : varchar(40)	city : text	currentConsumption : int(5)
password : varchar(32)		totalConsumption : float
firstName : varchar(30)		hour : int(2)
lastName : varchar(30)		day : int(2)
cityID : int(2)		month : int(2)
address : varchar(40)		year : year(4)
userLevel : enum('user','admin')		registered : enum('yes','no')
active : enum('active','inactive')		counter : int(8)

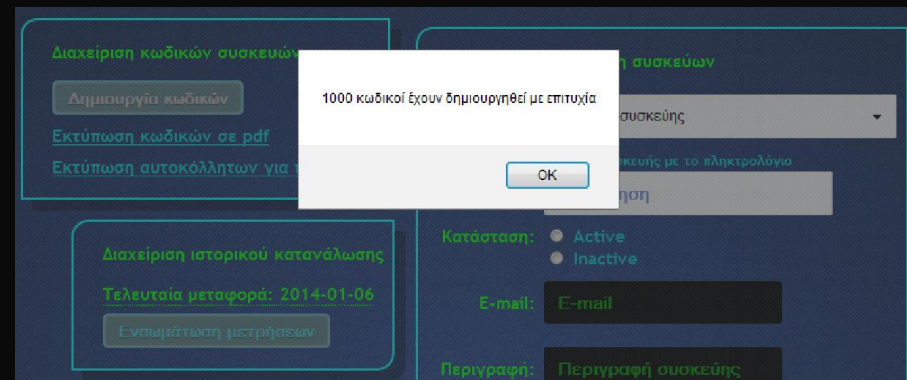
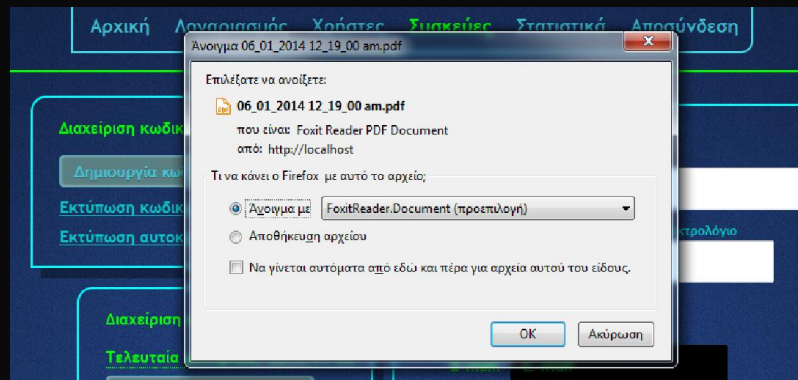
arduino_devices
pingID : varchar(16)
deviceID : varchar(32)
description : text
userID : int(11)
registered : enum('yes','no')
active : enum('active','inactive')
groupID1 : varchar(40)
groupID2 : varchar(40)
groupID3 : varchar(40)

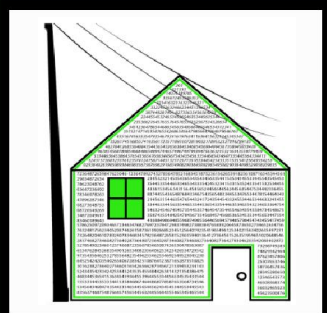


Λειτουργίες ιστοχώρου για διαχειριστή

Δυνατότητες

- Προβολή καταναλώσεων χρηστών
- Τροποποίηση στοιχείων λογαριασμού
- Τροποποίηση στοιχείων λογαριασμών χρηστών και άλλων διαχειριστών
- Τροποποίηση στοιχείων συσκευής μέτρησης κατανάλωσης ισχύος
- Δημιουργία κωδικών για ενεργοποίηση νέων συσκευών
- Εξαγωγή κωδικών συσκευής για εκτύπωση στο στάδιο παραγωγής
- Μεταφορά παλιών μετρήσεων σε αρχείο ιστορικού





Εξαγωγή κωδικών συσκευών

Δυναμική δημιουργία αρχείων κωδικών συσκευών

- Αποθήκευση κωδικών και κατάστασης συσκευών σε αρχείο pdf
- Εκτύπωση αυτοκόλλητων με κωδικούς συσκευών στο στάδιο της παραγωγής

Ping/Device IDs and activity

PDF created via admin Tasos at 06/01/2014 12:16:56 am

#	Ping ID	Device ID	Active
1	30150125141592fa	1510131245e142c93d71f3c4312e70b5	inactive
2	3015015e31933548	15101312465f6fda099ed399993a3445	inactive
3	301501922cbeae89	15101312451004e70de9c71f20083de1	inactive
4	301501ad78c33cf1	15101312466cb1e693c05b4c3ede1229	inactive
5	301501dd6a7c4936	1510131246a96760118d62ec8c229eb2	inactive
6	3015029088a9cfa8	1510131245942e8eb1dcbeb04f9cf67f	inactive
7	301502e21fb779db	151013124685661233f57def183e069c	inactive
8	301502e2259af55f	15101312460a478855e76aea29c35bbd	inactive
9	30150314c9b108b8	151013124657eedfb0ea171fdef945cc	inactive
10	3015032abcd424b4	1510131246f6de30b03d24ff47643bdb	inactive
11	3015039b28c0e2a5	151013124561fe11fb43fd32f89ceb83	inactive
12	301504458ea7b002	151013124521fdc901409e35c4ff01b5	inactive

19/3/2014

Arduino Smart Home Product sticker
Power Measurement

Login and activate ping id: 30150125141592fa

Arduino Smart Home Product sticker
Power Measurement

Login and activate ping id: 3015015e31933548

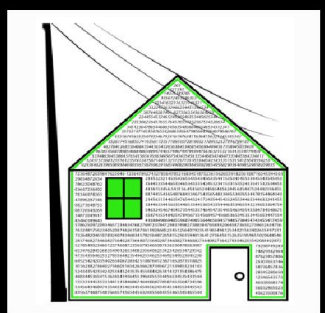
Arduino Smart Home Product sticker
Power Measurement

Login and activate ping id: 301501922cbeae89

Arduino Smart Home Product sticker
Power Measurement

Login and activate ping id: 301501ad78c33cf1

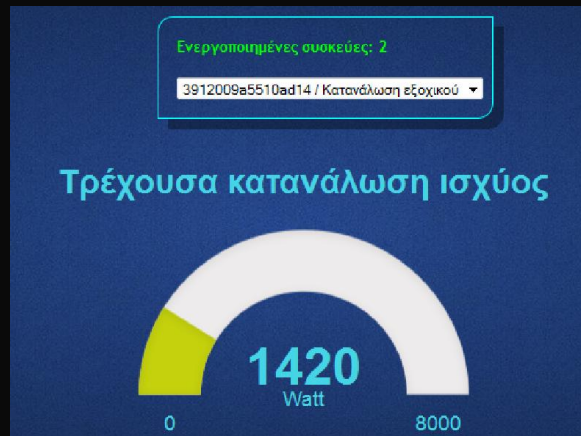
15



Λειτουργίες ιστοχώρου για απλό χρήστη

Δυνατότητες

- Προβολή προσωπικών καταναλώσεων
- Τροποποίηση στοιχείων λογαριασμού
- Ενεργοποίηση συσκευής μέτρησης κατανάλωσης ισχύος
- Τοποθέτηση συσκευής μέτρησης κατανάλωσης ισχύος σε ομάδες συσκευών
- Τροποποίηση στοιχείων συσκευής μέτρησης κατανάλωσης ισχύος
- Επικοινωνία με διαχειριστές μέσω e-mail



Αρχική Λογαριασμός Συσκευές Επικοινωνία Στατιστικά Απουσίαση

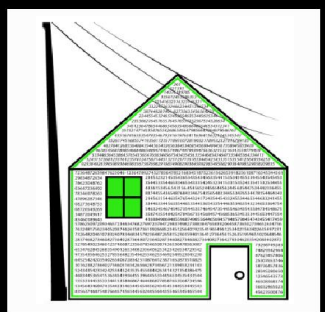
Επικοινωνία με διαχειριστές

Όνομα

Γράψτε εδώ το μήνυμά σας

Αποστολή

© Φετιλίντς Αναστάσιος 2013
ΓνήθΜεση: Μηνός Δισουί εκας
Επιπρωση: HTML 5 | CSS



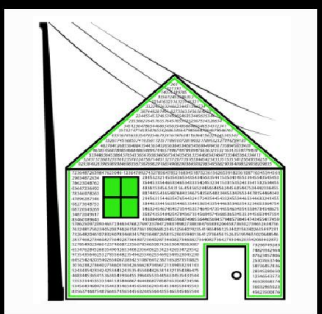
Επικοινωνία συσκευής με ιστοχώρο

Αποστολή μετρήσεων

- Κάθε συσκευή έχει ένα μοναδικό `deviceId` για την πιστοποίηση της



```
mainData="deviceId=12091319178df16e61b5d2828cf0e2f6&consumption="+  
doubleToString(powerRMS, 2);  
client.println("POST /smart-counter/panel/panel_update.php HTTP/1.1");  
client.println("Host: www.fetinidis.info");  
client.println("User-Agent: arduino-ethernet");  
client.println("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded");  
client.println(mainData);
```



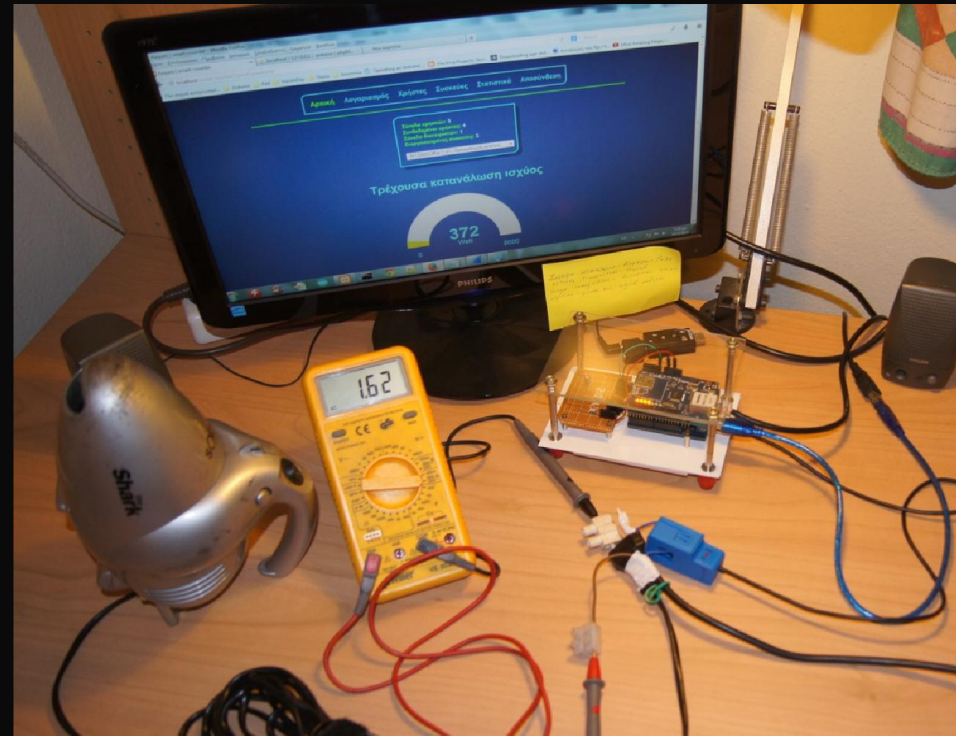
Ακρίβεια μετρήσεων

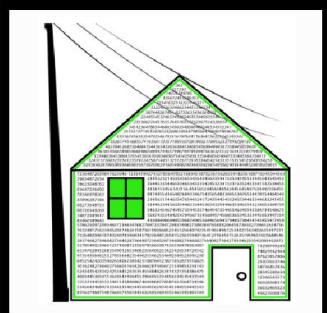
Υπολογισμός τιμής ρεύματος με αμπερόμετρο

- Σύνδεση σε σειρά με το υπόλοιπο κύκλωμα
- Ένδειξη ρεύματος ίση με 1.62A

Ρεύμα που αισθάνεται ο μετασχηματιστής

$$I = \frac{P}{V} = \frac{372}{230} = 1.617 A$$





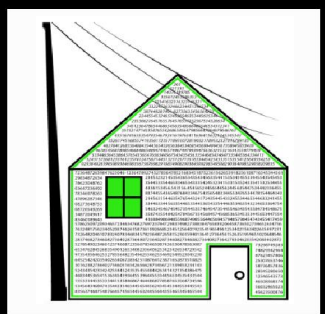
Ασφάλεια και αξιοπιστία συστήματος

Ασφάλεια ιστοχώρου

- Regular expressions για την απόρριψη μη αποδεκτών στοιχείων
- Απουσία cookies
- Εγκαθίδρυση session με είσοδο χρήστη και καταστροφή του με έξοδο
- Έλεγχος χρήστη μεταξύ ερωτημάτων στον ιστοχώρο
- 32 bit κωδικός πιστοποίησης συσκευής με έλεγχο σε κάθε ερώτημα
- 16 bit κωδικός ενεργοποίησης συσκευής
- Μοναδικά ζευγάρια κωδικών πιστοποίησης και ενεργοποίησης συσκευής

Αξιοπιστία συστήματος

- Συνεχή και απροβλημάτιστη λειτουργία της συσκευής επί 2 μήνες
- Ακριβείς μετρήσεις κατανάλωσης ισχύος



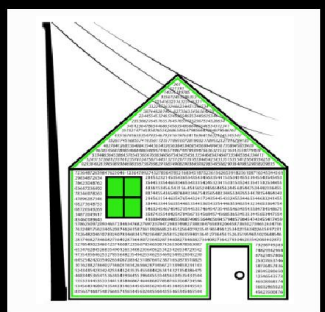
Μετρικές κώδικα

Σύνοψη κώδικα Arduino

- Ένα αρχείο μεγέθους 1.66KB και 68 γραμμών κώδικα

Σύνοψη κώδικα ιστοχώρου

- 84 αρχεία συνολικού μεγέθους 1.56MB
- 51 αρχεία php
- 5 αρχεία css
- 20 αρχεία javascript
- 8 αρχεία εικόνων μεγέθους 892KB



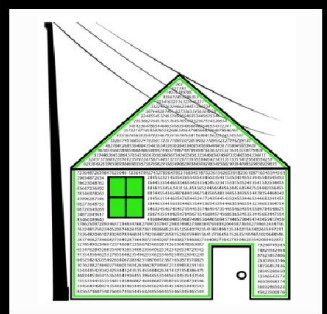
Συμπεράσματα

Σύνοψη διπλωματικής εργασίας

- Σχεδιασμός και υλοποίηση συσκευής μέτρησης κατανάλωσης ισχύος με χαμηλό κόστος, ακρίβεια στις μετρήσεις, ασφάλεια και αξιοπιστία.

Μελλοντικές επεκτάσεις

- Αποθήκευση μετρήσεων σε περίπτωση απώλειας σύνδεσης
- Εφεδρικό κύκλωμα τροφοδοσίας με μπαταρίες
- Δυνατότητα αποστολής μετρήσεων μέσω κυψελωτού δικτύου



Ερωτήσεις ;

Ακολουθεί επίδειξη λειτουργίας