

# ΜΕΛΕΤΗ, ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΟΙΚΙΑΚΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ARDUINO ΣΕ ΤΟΠΙΚΟ ΚΑΙ ΑΠΟΜΑΚΡΙΣΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΛΑΓΟΔΗΜΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ (6082)

# Σκοπός/Αντικείμενο Εργασίας

- Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι η δημιουργία ενός έξυπνου συστήματος αυτοματισμού και ελέγχου οικίας από την αρχή μέχρι το τέλος χωρίς προϋπάρχουσα υποδομή.
- Το σύστημα προϋποθέτει τη χρήση αισθητήρων που αντλούν δεδομένα για την κατάσταση του σπιτιού καθώς και έλεγχο από μικροελεγκτή για την επεξεργασία των σημάτων και τον έλεγχο των αναλογικών και ψηφιακών I/O.

# Τι είναι το Arduino;

- Το Arduino είναι μία πλατφόρμα ανάπτυξης έργων, ανοιχτού κώδικα. Η πλατφόρμα περιλαμβάνει μία απλή πλακέτα μικροελεγκτή μαζί με ένα περιβάλλον ανάπτυξης προγραμμάτων για τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή.
- Το Arduino χρησιμοποιεί μικροελεγκτές Atmel AVR ενώ υπάρχουν παραλλαγές με διαφορετική έκδοση του μικροελεγκτή που διαθέτουν περισσότερες ή λιγότερες δυνατότητες.
- Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή είναι η Wiring C, η οποία αποτελεί παραλλαγή της γλώσσας C++ ενώ μέσα από την προσθήκη βιβλιοθηκών υποστηρίζονται περισσότερες λειτουργίες και δυνατότητες. Το περιβάλλον ανάπτυξης που χρησιμοποιεί το Arduino είναι δανεισμένο από τη γλώσσα Processing.

# Προγραμματισμός διαδικτύου

- HTML
- CSS
- JAVASCRIPT
- PHP

## Βάση δεδομένων

- MYSQL

# Πλατφόρμες ανοιχτού κώδικα που χρησιμοποιήθηκαν

- **XAMPP**: είναι ένα πακέτο προγραμμάτων ελεύθερου λογισμικού ανοιχτού κώδικα και ανεξαρτήτου πλατφόρμας το οποίο περιέχει τον εξυπηρετητή ιστοσελίδων http Apache, την βάση δεδομένων MySQL και ένα διερμηνέα για κώδικα γραμμένο σε γλώσσες προγραμματισμού PHP και Perl.

# Βιβλιοθήκη JavaScript για δημιουργία γραφημάτων από βάση δεδομένων

- **AMCHARTS:** Πρόκειται για μια αυτόνομη και ανεξάρτητη προηγμένη βιβλιοθήκη JavaScript που παρέχει δωρεάν γραφήματα και διαγράμματα σε μορφές όπως στήλη, μπάρες, "πίτα", γραμμική, πυραμίδα κλπ

# Υλικό μέρος συστήματος:

- Το σύστημα μας ελέγχεται από μικροελεγκτή Arduino Mega ο οποίος διαθέτει 54 ψηφιακά και 16 αναλογικά I/O που ελέγχονται από επεξεργαστή ATmega2560 της Atmel χρονισμένο στα 16 MHz με μνήμη Flash 256Kb.
- Ethernet Shield για επικοινωνία με το διαδίκτυο.
- Διαθέτει αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας, αισθητήρα βροχής, φωτοαντίσταση, Bluetooth HC 06, αισθητήρα ρεύματος τύπου CT, αισθητήρα κίνησης, LCD οθόνη και 4 relay.
- Με τους παραπάνω αισθητήρες έχουν προγραμματιστεί κάποια σενάρια αυτοματισμών.

# Αυτοματισμοί:

Καταρχάς όταν θέλουμε να δείξουμε κάποιο αποτέλεσμα ως έξοδο στο Breadboard ενεργοποιούμε κάποια Leds:

- **Αισθητήρας κίνησης:** Όταν ανιχνευτεί κίνηση ενεργοποιείται μία σειρά.
- **Αισθητήρας βροχής:** Όταν παρατηρηθεί βροχή κλείνουν αυτόματα τα παράθυρα και σταματά το αυτόματο σύστημα ποτίσματος.
- **Φωτοαντίσταση:** Μετρώντας φωτεινότητα κάτω από ένα όριο ενεργοποιείται ο εξωτερικός φωτισμός.
- **Αισθητήρας ρεύματος:** Λειτουργεί σαν ηλεκτρονόμος προστασίας από υπέρταση. Όταν ανιχνεύσει συγκεκριμένα ρεύμα πάνω από 4A κλείνει μια συσκευή.
- **Αισθητήρας θερμοκρασίας:** Όταν μετρήσει θερμοκρασία πάνω από 27°C ενεργοποιείται ο κλιματισμός.

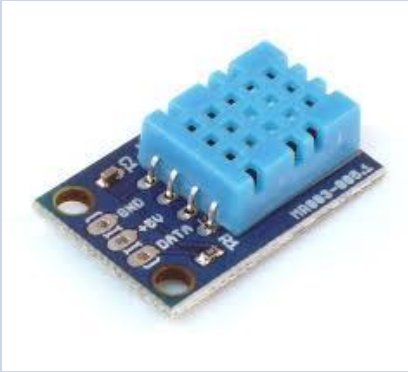
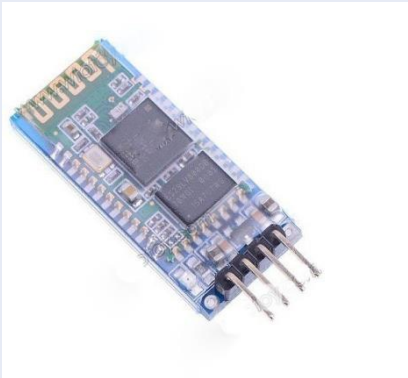
# Εικόνες και χαρακτηριστικά αισθητήρων και συσκευών που χρησιμοποιήθηκαν.

| Αισθητήρας/Συσκευή                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Περιγραφή                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  A PIR motion sensor module. It features a white, dome-shaped lens mounted on a green printed circuit board (PCB). The PCB has several electronic components, including a black integrated circuit, and two orange push-button switches at the bottom. A black connector is visible on the left side. | <p>Αισθητήρας κίνησης PIR. Ανιχνεύει κίνηση σε απόσταση 3-7 μέτρων και άνοιγμα 140°</p>                                                                       |
|  A rain sensor module. It consists of a black rectangular PCB with a grid of small, square sensing elements. A small blue PCB with a potentiometer is attached to the side. A multi-colored ribbon cable with black connectors is connected to the top of the module.                                | <p>Αισθητήρας βροχής. Ανιχνεύει την ύπαρξη νερού πάνω στο αισθητήριο το οποίο είναι μια αντίσταση μεταβλητού μεγέθους. Δίνει αναλογική και ψηφιακή έξοδο.</p> |

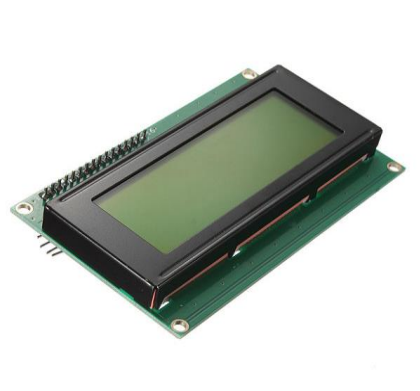
# Εικόνες και χαρακτηριστικά αισθητήρων και συσκευών που χρησιμοποιήθηκαν.

| Αισθητήρας/Συσκευή                                                                 | Περιγραφή                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>Φωτοαντίσταση. Είναι μία μεταβλητή αντίσταση που αλλάζει τιμή ανάλογα με το φως του περιβάλλοντα χώρου.</p>                                                                  |
|  | <p>Αισθητήρας ρεύματος CT. Αποτελεί ένα μετασχηματιστή που λειτουργεί σαν αμπεροτσιμπίδα. Ο χρησιμοποιούμενος αισθητήρας μπορεί να μετρήσει ρεύμα μέχρι 30 A με έξοδο 15mA.</p> |

# Εικόνες και χαρακτηριστικά αισθητήρων και συσκευών που χρησιμοποιήθηκαν.

| Αισθητήρας/Συσκευή                                                                 | Περιγραφή                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>Αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας DHT11. Μετρά θερμοκρασία 0-50°C με απόκλιση <math>\pm 2</math> °C και υγρασία 20-90% με απόκλιση <math>\pm 5\%</math></p> |
|  | <p>Bluetooth HC 06. Λειτουργεί και σαν δέκτης και σαν πομπός και βασική του λειτουργία είναι η μετατροπή της σειριακής θύρας σε Bluetooth.</p>                    |

# Εικόνες και χαρακτηριστικά αισθητήρων και συσκευών που χρησιμοποιήθηκαν.

| Αισθητήρας/Συσκευή                                                                 | Περιγραφή                       |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|   | LCD οθόνη 4x20 με I2C Interface |
|  | 4 Relay Module                  |

# Μετρήσεις και υπολογισμοί καταναλώσεων

- Με τη χρήση της βιβλιοθήκης `emonlib` που μπορούμε να βρούμε στη σελίδα <http://www.openenergymonitor.org> μετράμε  $I_{rms}$ ,  $V_{rms}$ , Ενεργό Ισχύ, Άεργο Ισχύ και Συντελεστή Ισχύος.
- Με μαθηματικούς τύπους μπορούμε να υπολογίσουμε την κατανάλωση σε Wh
- Όλα τα παραπάνω καταχωρούνται στη βάση δεδομένων.
- Παρουσιάζουμε σε γραφήματα την κατανάλωση σε Wh, το  $I_{rms}$ , το  $V_{rms}$ , την P και την S.

# Έλεγχος συστήματος και Ιστορικά δεδομένα

Ο έλεγχος του συστήματος μας μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους:

- Ενδείξεις και χειρισμούς σε LCD οθόνη
- Buttons για τοπικό και άμεσο έλεγχο
- Φωνητικές εντολές μέσω Bluetooth και κινητού τηλεφώνου
- Ιστοσελίδα για απομακρυσμένο έλεγχο
- Παρουσίαση της κατάστασης του σπιτιού και έλεγχο συσκευών στο λογισμικό LabVIEW.

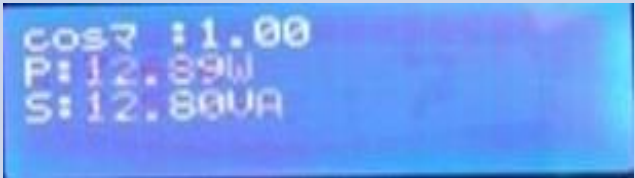
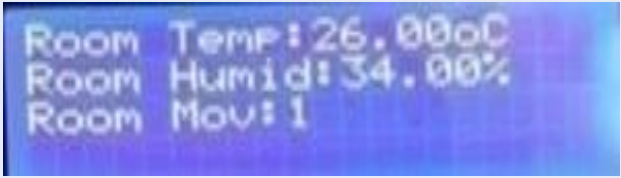
## Ιστορικά δεδομένα:

- Βάση δεδομένων και γραφήματα για παρουσίαση των μετρούμενων τιμών των αισθητήρων.

# Έλεγχος από LCD οθόνη

- Η οθόνη LCD διαθέτει menu 5 καρτελών.
- Σε κάθε μια από τις πρώτες 4 μπορούμε να δούμε σε πραγματικό χρόνο τις μετρήσεις των αισθητήρων.
- Στην τελευταία καρτέλα μπορούμε να κάνουμε χειρισμούς μέσω ενός button και να ενεργοποιήσουμε ένα led βλέποντας την κατάστασή του.
- Η εναλλαγή από τη μία καρτέλα στην άλλη γίνεται με τη χρήση δύο button.

# Έλεγχος από LCD οθόνη

| Καρτέλα menu οθόνης                                                                 | Επεξήγηση                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Αρχική καρτέλα οθόνης που καλωσορίζει τον χρήστη.                                                                       |
|    | Δεύτερη καρτέλα οθόνης που δείχνει τις τρέχουσες μετρήσεις ρεύματος, τάσης και κατανάλωσης σε Wh.                       |
|    | Τρίτη καρτέλα οθόνης που μας δείχνει το συντελεστή ισχύος cosφ, την πραγματική και την άεργο ισχύ.                      |
|   | Στην τέταρτη καρτέλα βλέπουμε μετρήσεις θερμοκρασίας υγρασίας και ανίχνευσης κίνησης.                                   |
|  | Και τέλος στην πέμπτη καρτέλα βλέπουμε την κατάσταση ενός LED την οποία μπορούμε να αλλάξουμε με το πάτημα ενός button. |

# Έλεγχος συσκευών με buttons

- Στον έλεγχο συσκευών με buttons μπορούμε να ενεργοποιήσουμε τοπικά και άμεσα μια συσκευή.
- Με όποια από τις παραπάνω ή τις επόμενες μεθόδους γίνεται έλεγχος μίας συσκευής, το σύστημα ενημερώνεται για την κατάσταση της συσκευής.



# Έλεγχος με φωνητικές εντολές



# Ιστοσελίδα στο Arduino, βάση δεδομένων και γραφήματα

- Δημιουργήσαμε μια ιστοσελίδα που συνδέει όλα τα γραφήματα, την ιστοσελίδα με server το Arduino και τη βάση δεδομένων μας και μας επιτρέπει να περιηγηθούμε σε όλα τα παραπάνω.

# Κεντρική Ιστοσελίδα ελέγχου Συστήματος

## Home Automations Home Page

|                              |
|------------------------------|
| Control Panel                |
| Real Power Chart             |
| Vrms Chart                   |
| Irms Chart                   |
| Temperature & Humidity Chart |
| Wh Chart                     |
| Data Base                    |
| LabVIEW Web                  |



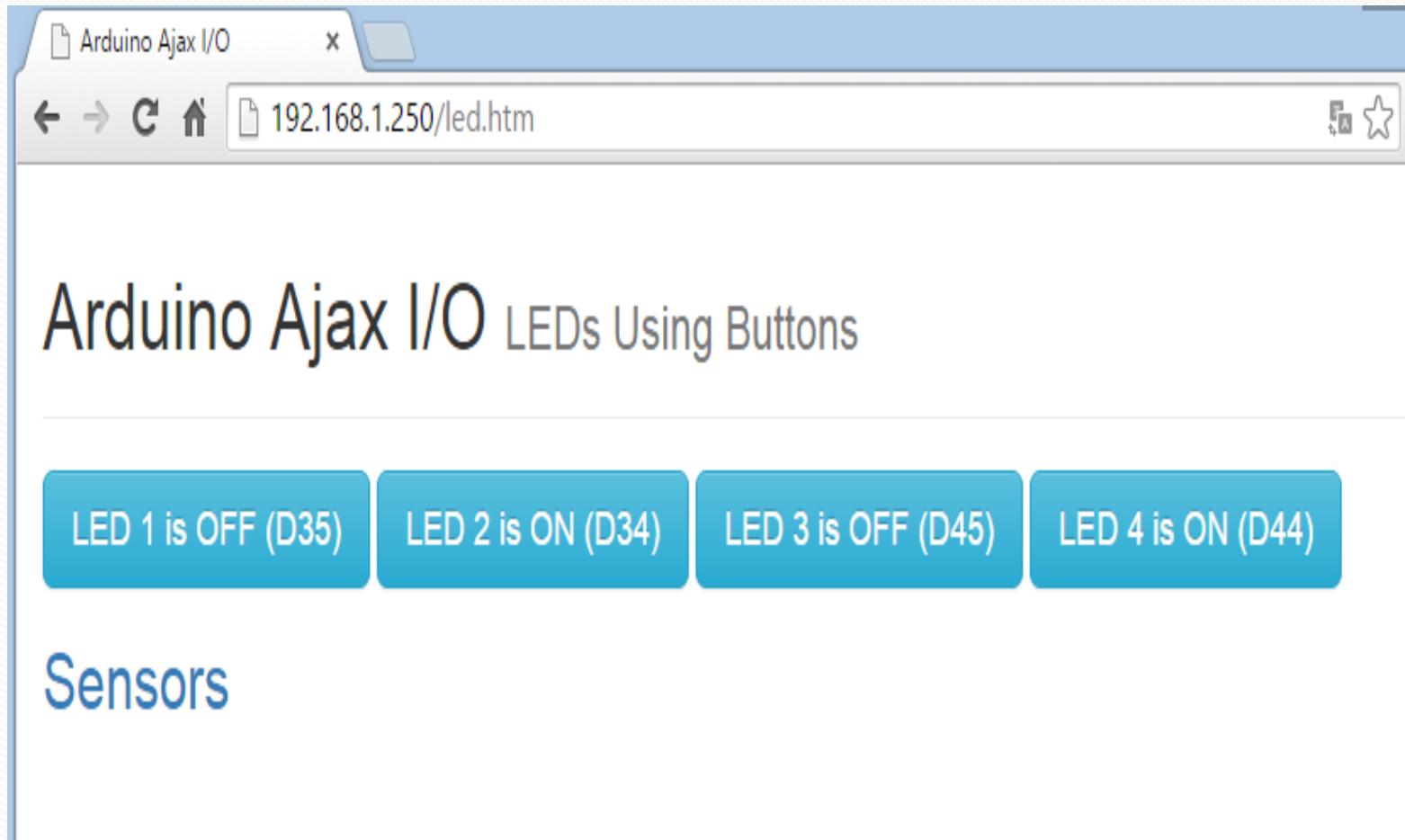
# Έλεγχος από Ιστοσελίδα

- Όσον αφορά τον έλεγχο του συστήματος δημιουργήθηκε μια ιστοσελίδα που χρησιμοποιεί σαν server το Arduino.
- Η ιστοσελίδα αυτή παρουσιάζει τις μετρούμενες τιμές των αισθητήρων και ταυτόχρονα μπορούμε να ελέγξουμε συσκευές ελέγχοντας την κατάστασή τους.
- Η ιστοσελίδα λειτουργεί και σε browser υπολογιστή και σε κινητού τηλεφώνου.

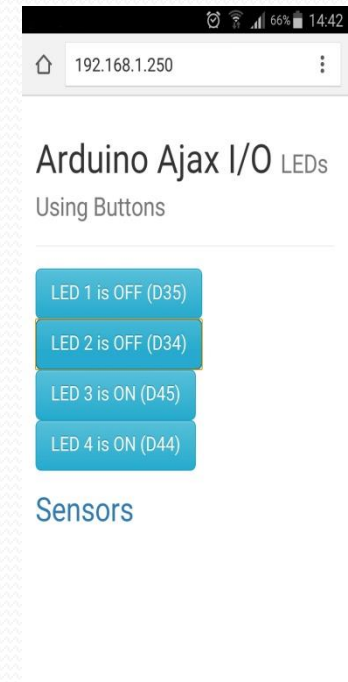
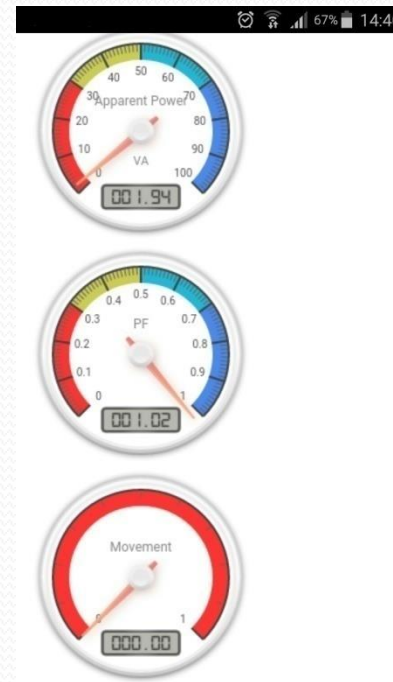
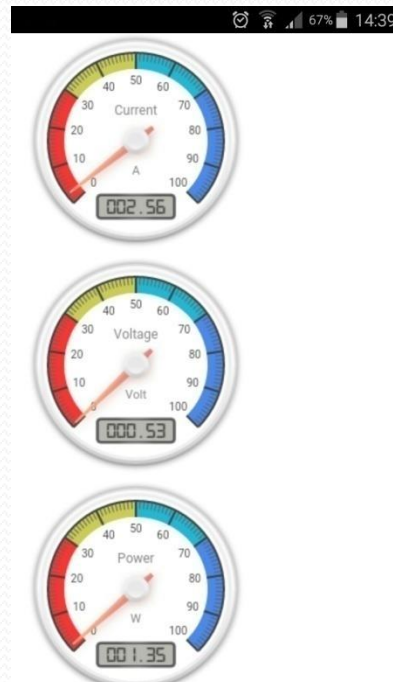
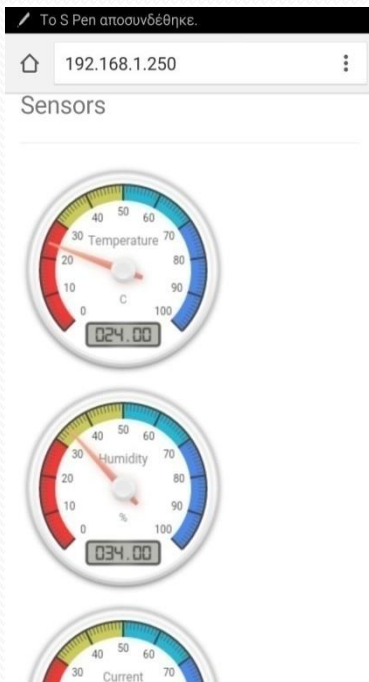
# Έλεγχος από Ιστοσελίδα (Browser υπολογιστή)



# Έλεγχος από Ιστοσελίδα (Browser υπολογιστή)



# Έλεγχος από Ιστοσελίδα (Browser κινητού)



# Βάση δεδομένων

- Επίσης για να έχουμε καλύτερη εικόνα των μετρήσεων μας δημιουργήθηκε και μια βάση δεδομένων σε `mysql` χρησιμοποιώντας το πακέτο λογισμικού `XAMPP`. Εκεί μπορούμε να δούμε την τρέχουσα κατάσταση της οικίας μας αλλά μπορούμε να έχουμε και έλεγχο και για τις ώρες που λείπαμε από το σπίτι.
- Για τη βάση μας χρειάστηκε να δημιουργήσουμε ένα πίνακα σε βάση `mysql` καθώς επίσης και 3 αρχεία `php`. Ένα για να ορίσει την επικοινωνία μεταξύ `MySQL` και `PHP` για να στέλνουμε και για να δεχόμαστε δεδομένα, ένα για να προσθέτει δεδομένα στον πίνακα και ένα για να παρουσιάζουμε τον πίνακα στον browser.

# Δομή βάσης δεδομένων

phpMyAdmin

Server: 127.0.0.1 » Database: test3 » Table: sensors

Browse Structure SQL Search Insert Export Import Privileges Operations Tracking Triggers

| #  | Name                 | Type        | Collation         | Attributes | Null | Default           | Extra          | Action                        |
|----|----------------------|-------------|-------------------|------------|------|-------------------|----------------|-------------------------------|
| 1  | <u>id</u>            | int(11)     |                   |            | No   | None              | AUTO_INCREMENT | Change  Drop  Primary  Unique |
| 2  | <u>event</u>         | timestamp   |                   |            | No   | CURRENT_TIMESTAMP |                | Change  Drop  Primary  Unique |
| 3  | <u>temperature</u>   | varchar(10) | latin1_swedish_ci |            | No   | None              |                | Change  Drop  Primary  Unique |
| 4  | <u>humidity</u>      | varchar(10) | latin1_swedish_ci |            | No   | None              |                | Change  Drop  Primary  Unique |
| 5  | <u>lrms</u>          | varchar(10) | latin1_swedish_ci |            | No   | None              |                | Change  Drop  Primary  Unique |
| 6  | <u>Vrms</u>          | varchar(10) | latin1_swedish_ci |            | No   | None              |                | Change  Drop  Primary  Unique |
| 7  | <u>realPower</u>     | varchar(10) | latin1_swedish_ci |            | No   | None              |                | Change  Drop  Primary  Unique |
| 8  | <u>apparentPower</u> | varchar(10) | latin1_swedish_ci |            | No   | None              |                | Change  Drop  Primary  Unique |
| 9  | <u>powerFactor</u>   | varchar(10) | latin1_swedish_ci |            | No   | None              |                | Change  Drop  Primary  Unique |
| 10 | <u>Wh</u>            | float       |                   |            | No   | None              |                | Change  Drop  Primary  Unique |
| 11 | <u>motion</u>        | varchar(10) | latin1_swedish_ci |            | No   | None              |                | Change  Drop  Primary  Unique |

☐ Check All With selected: Browse Change Drop Primary Unique Index

Print view Relation view Propose table structure Track table Move columns Improve table structure

Add  column(s) ☒ At End of Table ☐ At Beginning of Table ☐ After  Go

+ Indexes

# Πίνακας βάσης δεδομένων στον Browser

## House sensor measurements

| ID   | Date and Time       | Temperature | Humidity | Irms  | Vrms  | RealPower | ApparentPower | PowerFactor | Wh   | Motion |
|------|---------------------|-------------|----------|-------|-------|-----------|---------------|-------------|------|--------|
| 5575 | 2015-09-28 21:32:33 | 27.00°C     | 34.00%   | 3.20A | 9.28V | 26.30Watt | 29.68VA       | 0.89        | 7.35 | 0      |
| 5574 | 2015-09-28 21:32:29 | 26.00°C     | 34.00%   | 3.28A | 9.33V | 27.79Watt | 30.57VA       | 0.91        | 7.31 | 0      |
| 5573 | 2015-09-28 21:32:24 | 27.00°C     | 33.00%   | 3.17A | 9.20V | 26.18Watt | 29.18VA       | 0.90        | 7.27 | 0      |
| 5572 | 2015-09-28 21:32:20 | 27.00°C     | 33.00%   | 3.05A | 9.25V | 26.39Watt | 28.22VA       | 0.94        | 7.24 | 0      |
| 5571 | 2015-09-28 21:32:16 | 27.00°C     | 34.00%   | 3.31A | 9.27V | 26.75Watt | 30.68VA       | 0.87        | 7.2  | 0      |
| 5570 | 2015-09-28 21:32:12 | 27.00°C     | 33.00%   | 3.22A | 9.21V | 26.21Watt | 29.67VA       | 0.88        | 7.16 | 0      |
| 5569 | 2015-09-28 21:32:08 | 27.00°C     | 33.00%   | 3.07A | 9.27V | 26.27Watt | 28.40VA       | 0.92        | 7.13 | 0      |
| 5568 | 2015-09-28 21:32:04 | 27.00°C     | 34.00%   | 3.10A | 9.27V | 26.49Watt | 28.71VA       | 0.92        | 7.09 | 0      |
| 5567 | 2015-09-28 21:31:59 | 27.00°C     | 34.00%   | 3.13A | 9.27V | 26.54Watt | 28.98VA       | 0.92        | 7.05 | 0      |
| 5566 | 2015-09-28 21:31:55 | 28.00°C     | 33.00%   | 3.17A | 9.25V | 26.21Watt | 29.29VA       | 0.89        | 7.02 | 0      |
| 5565 | 2015-09-28 21:31:51 | 27.00°C     | 33.00%   | 3.17A | 9.20V | 26.47Watt | 29.18VA       | 0.91        | 6.98 | 0      |
| 5564 | 2015-09-28 21:31:47 | 27.00°C     | 32.00%   | 3.18A | 9.24V | 26.31Watt | 29.43VA       | 0.89        | 6.94 | 0      |
| 5563 | 2015-09-28 21:31:43 | 27.00°C     | 33.00%   | 3.20A | 9.18V | 26.22Watt | 29.39VA       | 0.89        | 6.91 | 0      |
| 5562 | 2015-09-28 21:31:38 | 28.00°C     | 35.00%   | 3.20A | 9.24V | 26.46Watt | 29.54VA       | 0.90        | 6.87 | 0      |
| 5561 | 2015-09-28 21:31:35 | 27.00°C     | 33.00%   | 3.14A | 9.24V | 26.26Watt | 28.98VA       | 0.91        | 6.83 | 0      |
| 5560 | 2015-09-28 21:31:31 | 27.00°C     | 34.00%   | 3.17A | 9.15V | 26.53Watt | 28.95VA       | 0.92        | 6.8  | 0      |
| 5559 | 2015-09-28 21:31:26 | 27.00°C     | 33.00%   | 3.18A | 9.24V | 26.32Watt | 29.38VA       | 0.90        | 6.76 | 0      |
| 5558 | 2015-09-28 21:31:22 | 27.00°C     | 33.00%   | 3.01A | 9.24V | 26.24Watt | 27.78VA       | 0.94        | 6.72 | 0      |
| 5557 | 2015-09-28 21:31:18 | 27.00°C     | 34.00%   | 3.14A | 9.22V | 26.33Watt | 28.96VA       | 0.91        | 6.69 | 0      |
| 5556 | 2015-09-28 21:31:14 | 27.00°C     | 33.00%   | 2.95A | 9.16V | 24.44Watt | 27.01VA       | 0.90        | 6.65 | 0      |
| 5555 | 2015-09-28 21:31:09 | 27.00°C     | 33.00%   | 3.23A | 9.32V | 27.39Watt | 30.08VA       | 0.91        | 6.62 | 0      |

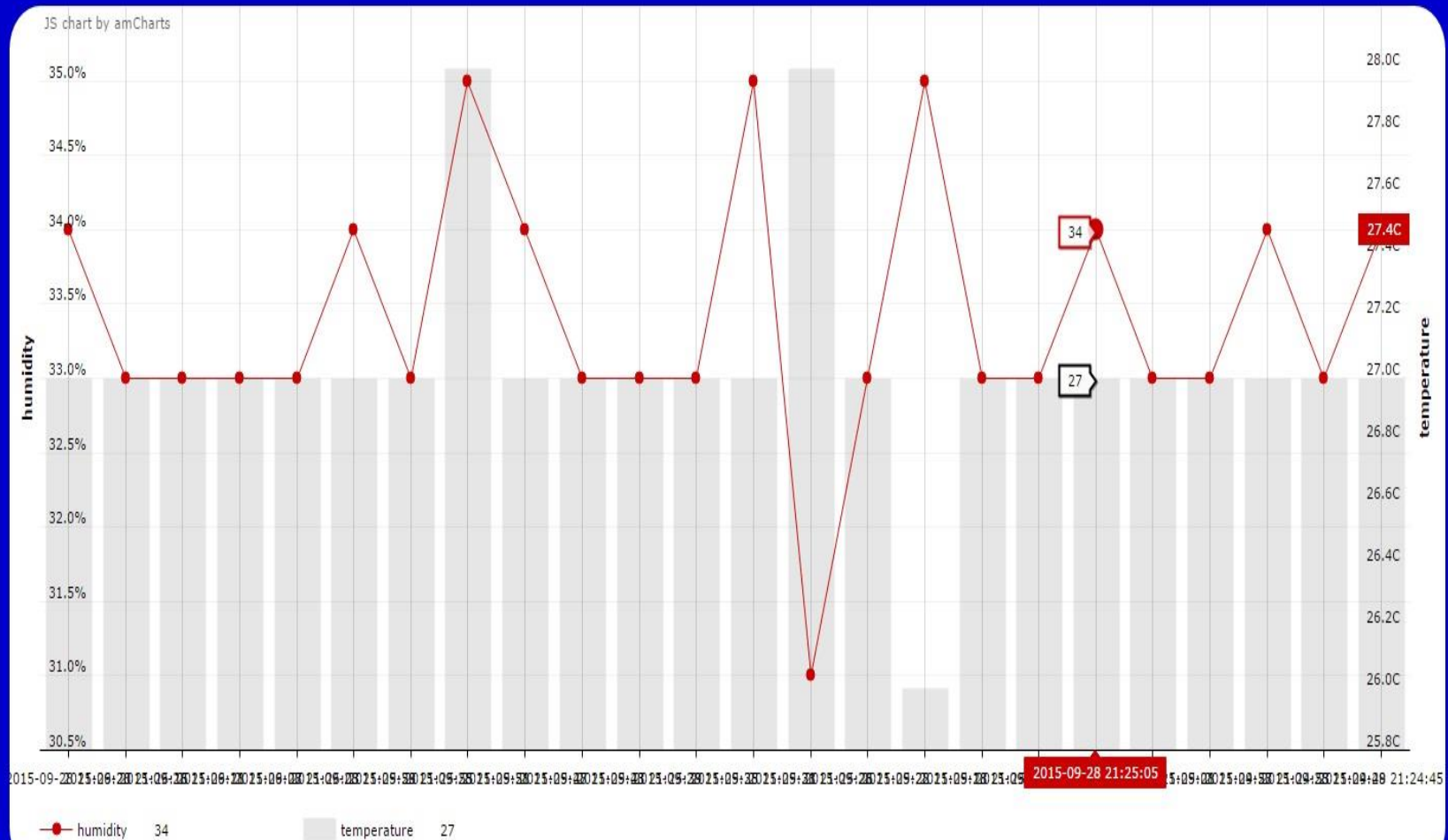
# Γραφήματα

- Για να έχουμε καλύτερη ακόμα αντίληψη των μετρήσεων μας μπορούμε να δούμε τις μετρήσεις μας και σε γραφική παράσταση ως προς το χρόνο.
- Τα γραφήματα δημιουργήθηκαν με τη βοήθεια της βιβλιοθήκης JavaScript AmCharts καθώς επίσης χρειάστηκε και προγραμματισμός σε html και php.
- Τα γραφήματα μέσω ενός αρχείου php επικοινωνούν με τη βάση δεδομένων για να αντλήσουν δεδομένα.

# Γραφήματα



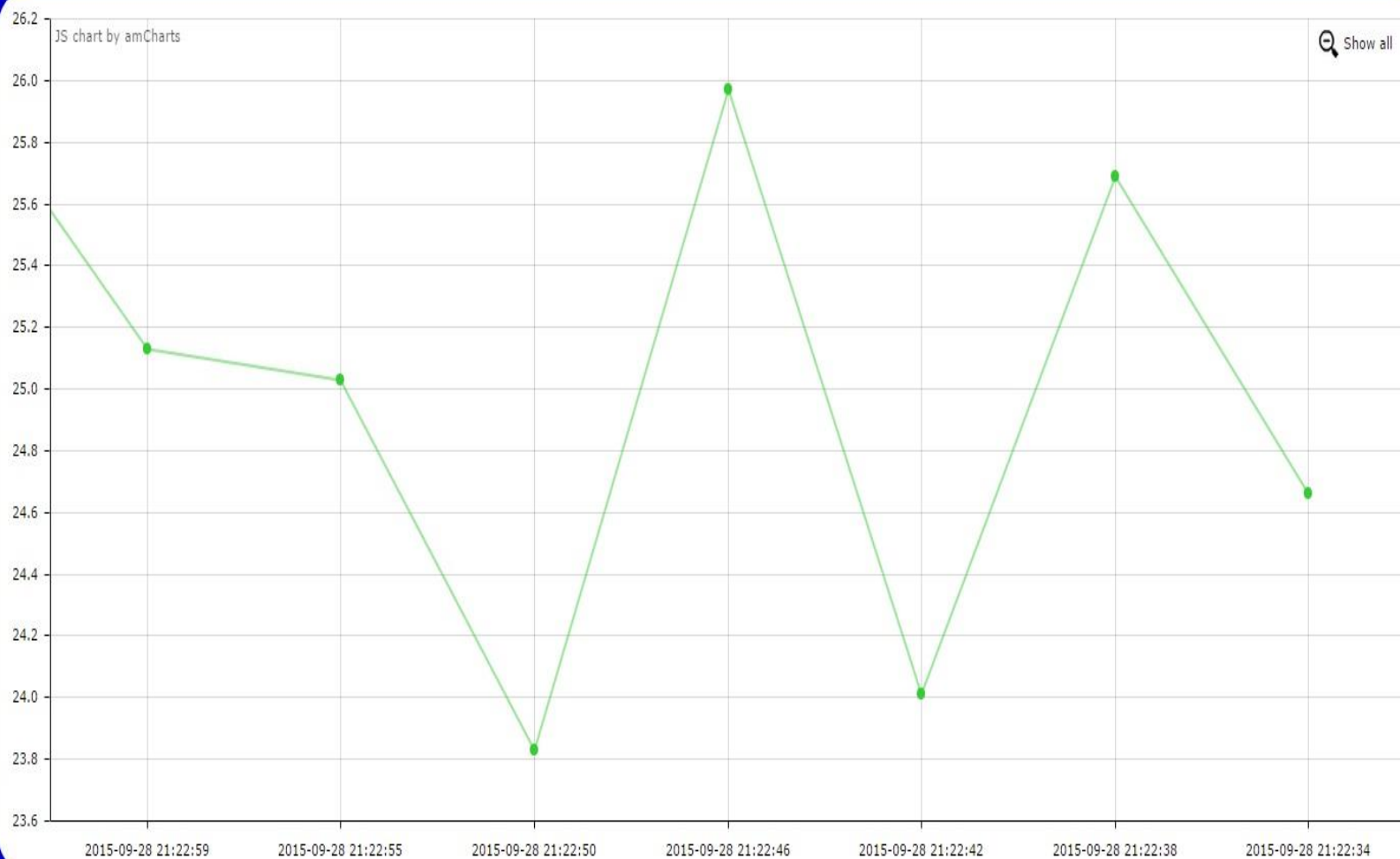
## Temperature and humidity chart



# Γραφήματα



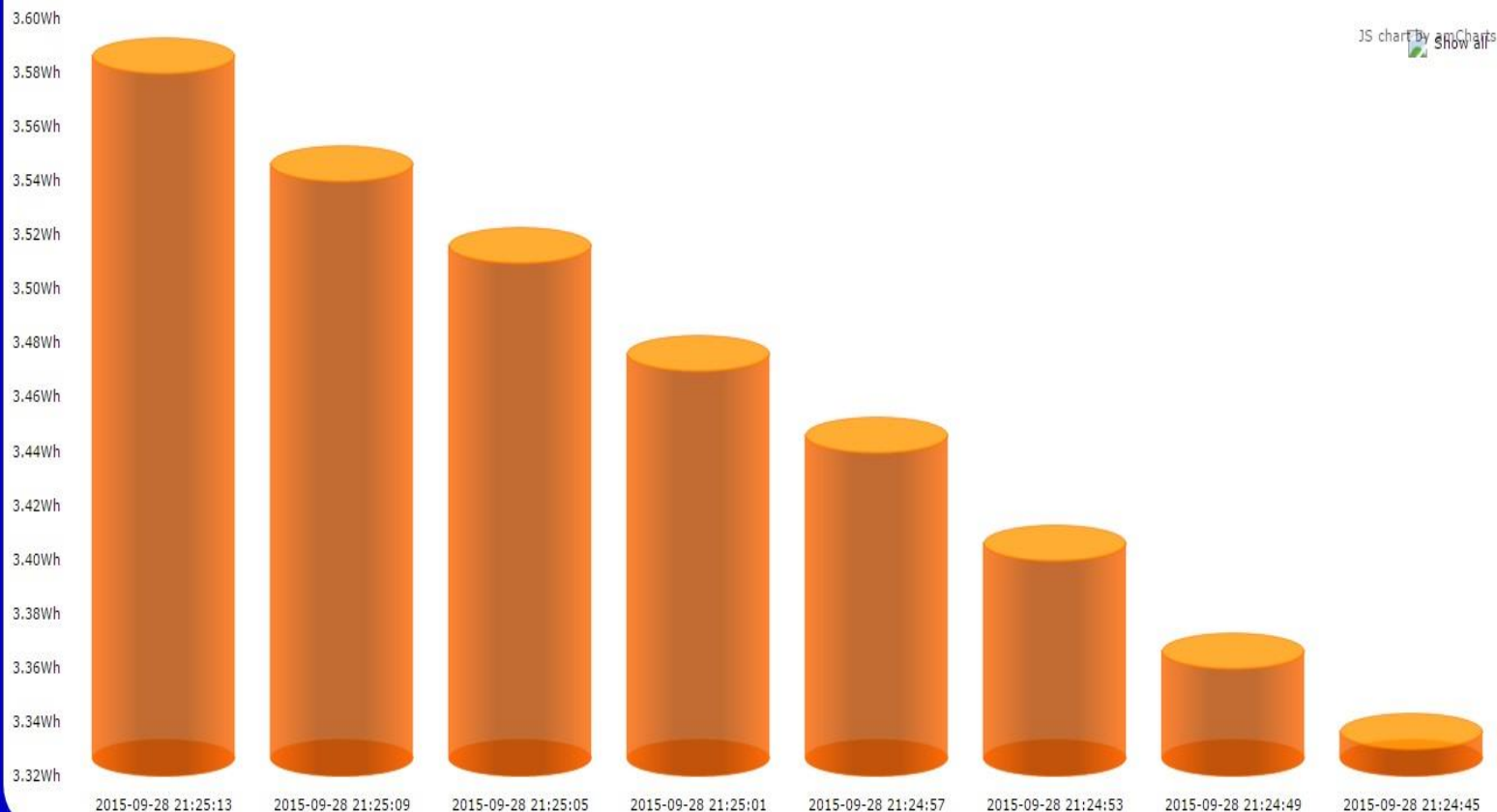
## Real Power



# Γραφήματα



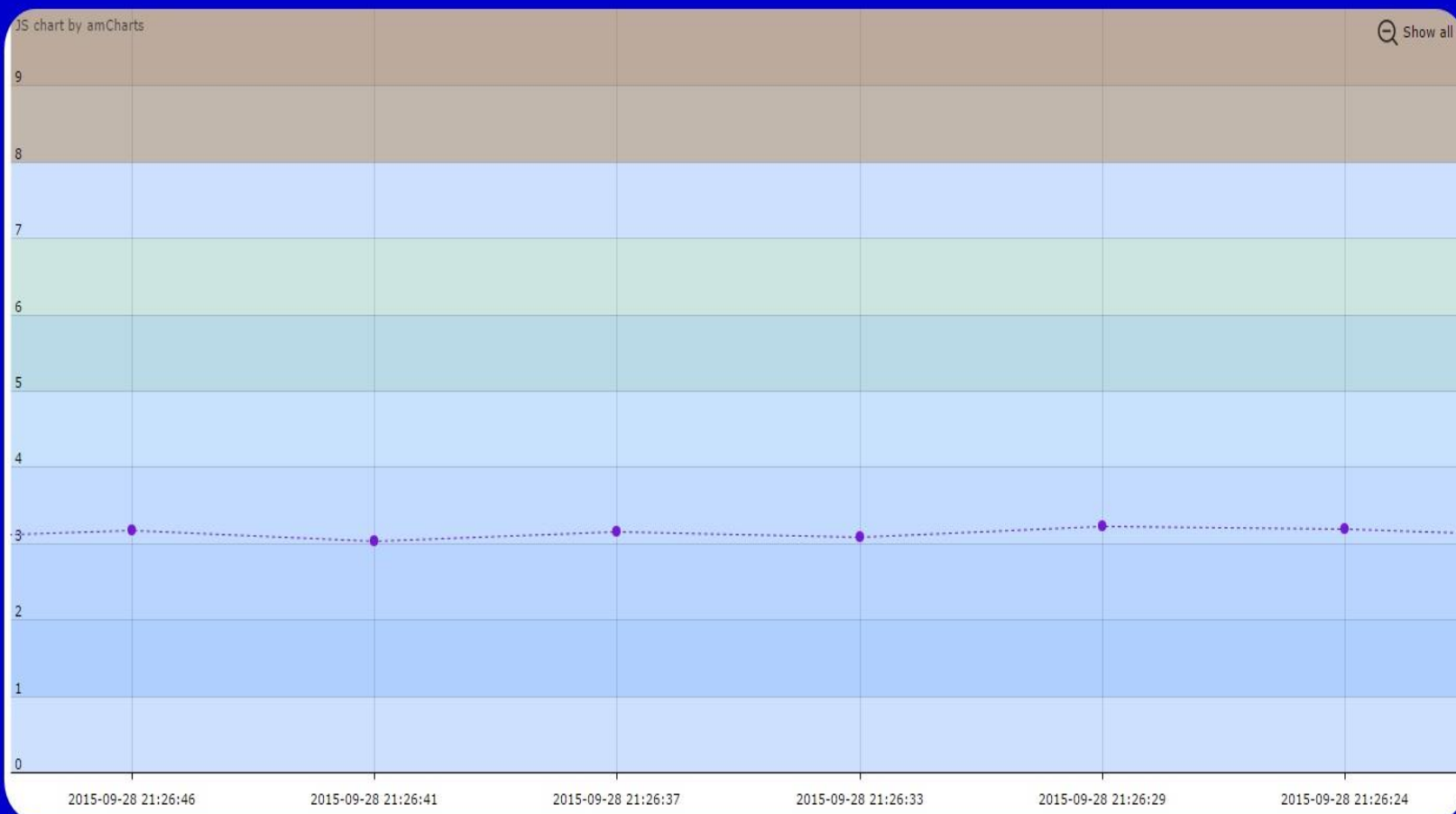
Wh chart



# Γραφήματα



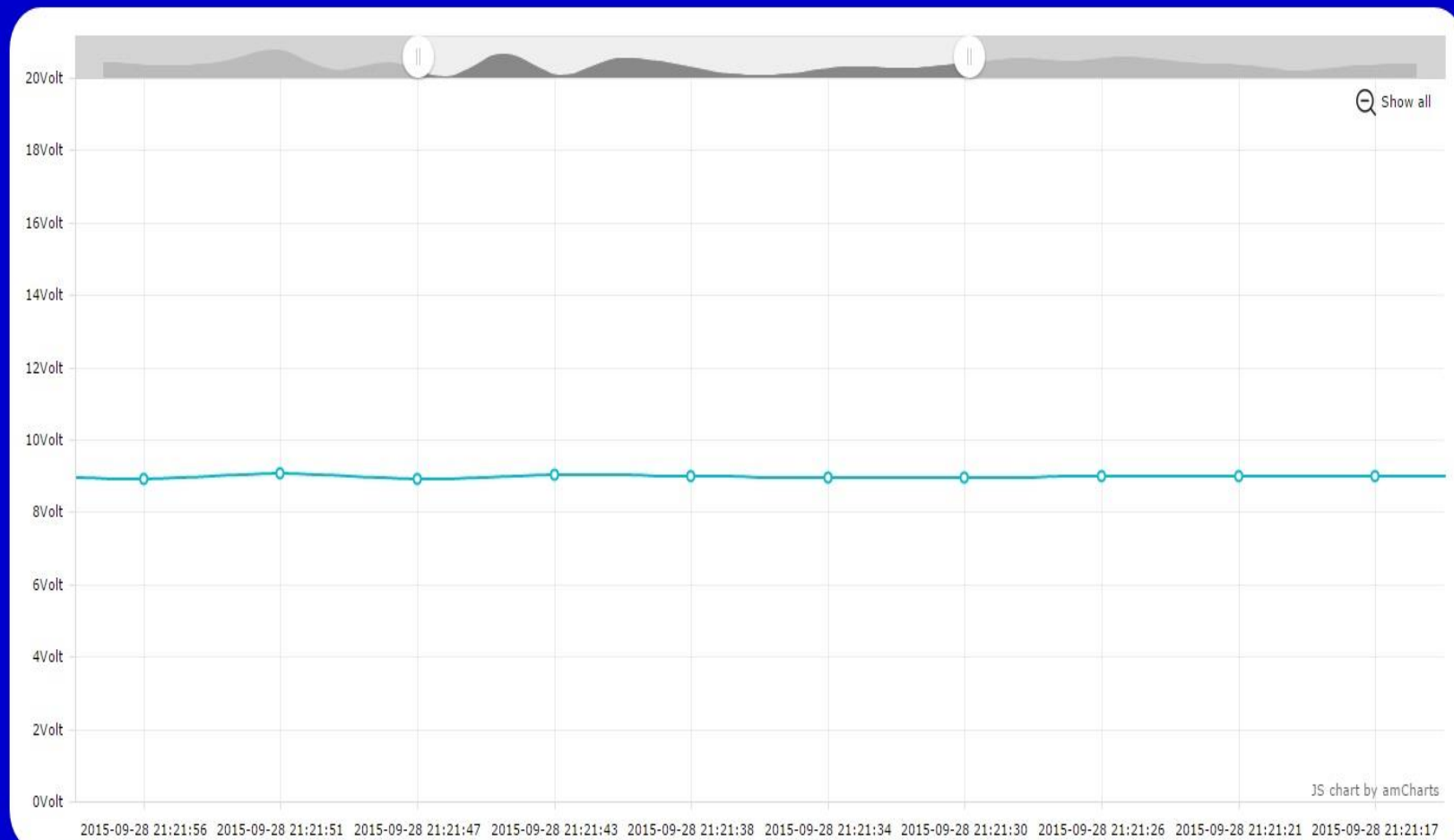
lrms chart



# Γραφήματα



## Vrms chart



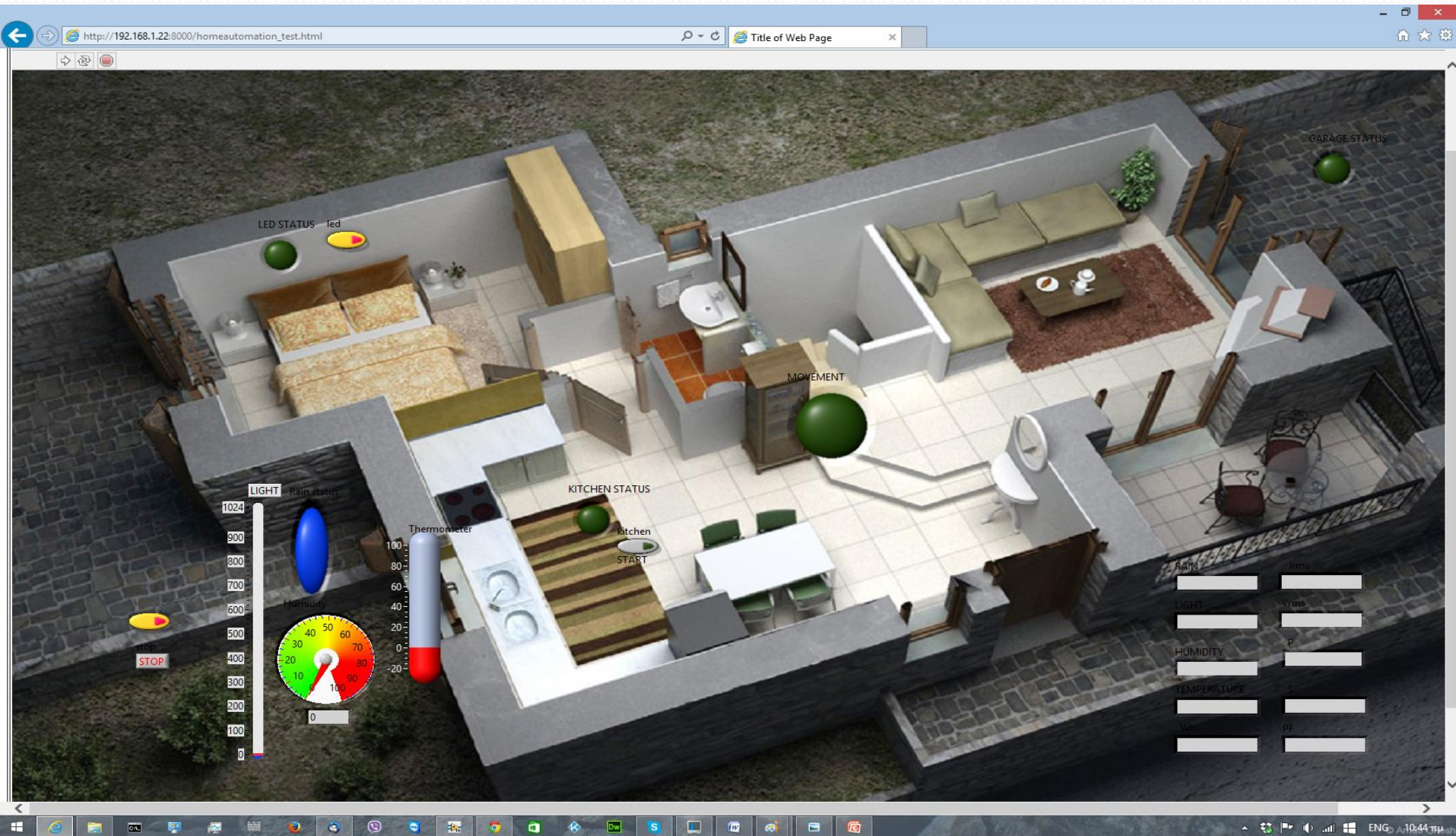
# Έλεγχος από LabVIEW

- Αποτελεί ένα είδος γραφικού προγραμματισμού που λέγεται "G" και σε συνδυασμό με το λογισμικό VISA μπορεί σειριακά να επικοινωνεί με το Arduino δημιουργώντας ένα γραφικό περιβάλλον έλεγχου αυτοματισμών, συσκευών και μετρήσεων.
- Χρησιμοποιώντας λοιπόν το λογισμικό LabVIEW δημιουργήσαμε ένα ακόμα περιβάλλον ελέγχου του συστήματός μας από τον υπολογιστή μας. Διαθέτει επίσης Web Interface το οποίο του επιτρέπει να λειτουργεί στον browser ενός άλλου υπολογιστή που βρίσκεται στο ίδιο δίκτυο. Δυστυχώς δεν μπορεί να λειτουργήσει σε browser κινητού.

# Έλεγχος μέσω LabVIEW στο PC



# Έλεγχος μέσω LabVIEW σε Browser



# Μελλοντικές Επεκτάσεις του συστήματος

- Χρησιμοποίηση περισσότερων μικροελεγτών.
- Προσθήκη περισσότερων αισθητήρων.
- Περισσότερα αυτοματοποιημένα σενάρια με τους διαθέσιμους αισθητήρες.
- Εμβάθυνση στο σημείο του ελέγχου της κατανάλωσης ενέργειας.
- Νέα σενάρια προστασίας του σπιτιού σε περίπτωση κλοπής, πυρκαγιάς ή πλημμύρας.
- Μεγαλύτερη αξιοποίηση των δεδομένων της βάσης με περισσότερα γραφήματα και υπολογισμούς.