



Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης
Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Μηχανικών Αυτοματισμού ΤΕ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ ΜΕ
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΛΕΧΟΥ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΜΕ DTMF (DUAL TONE
MULTI FREQUENCY) ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ
ΜΙΚΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΗ

ΑΛΕΞΗ Α. ΜΟΥΛΛΑΪΜΕΡΙ **A.M.:123006**
ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ Θ. ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ **A.M.:123106**

Επιβλέπων: **ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΗΛΙΟΥΔΗΣ**, Επίκουρος Καθηγητής

Θεσσαλονίκη, Δεκέμβριος 2016

ΔΗΛΩΣΗ ΦΟΙΤΗΤΗ στο εσώφυλλο (copyright notice)

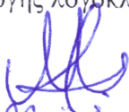
Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία και τα συμπεράσματά της, σε οποιαδήποτε μορφή, αποτελούν συνιδιοκτησία του Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. του Αλεξάνδρειου ΤΕΙ Θεσσαλονίκης και του φοιτητή. Οι προαναφερόμενοι διατηρούν το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής (τμηματικά ή συνολικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να αναφέρεται ο τίτλος, ο συγγραφέας, ο επιβλέπων και το τμήμα του ΑΤΕΙΘ.

Η έγκριση της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. δεν υποδηλώνει απαραίτητα και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ ΜΕ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ
ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΜΕ DTMF (QUAL TONE MULTI FREQUENCY)
ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΝΤΑΣ ΜΙΚΡΟΠΕΞΕΡΓΑΣΤΗ.

Ο υπογεγραμμένος δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα Πτυχιακή Εργασία είναι εξ' ολοκλήρου δικό μου έργο και συγγράφηκε ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε.

Δηλώνω υπεύθυνα ότι κατά τη συγγραφή ακολούθησα την πρόεουσα ακαδημαϊκή δεοντολογία αποφυγής λογοκλοπής και έχω αποφύγει οποιαδήποτε ενέργεια που συνιστά παράπτωμα λογοκλοπής.


Μουταφάρης Αλέξης
(Όνομα, Υπογραφή, Ημερομηνία)

ΔΗΛΩΣΗ ΦΟΙΤΗΤΗ στο εσώφυλλο (copyright notice)

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία και τα συμπεράσματά της, σε οποιαδήποτε μορφή, αποτελούν συνιδιοκτησία του Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. του Αλεξάνδρειου ΤΕΙ Θεσσαλονίκης και του φοιτητή. Οι προαναφερόμενοι διατηρούν το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής (τμηματικά ή συνολικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να αναφέρεται ο τίτλος, ο συγγραφέας, ο επιβλέπων και το τμήμα του ΑΤΕΙΘ.

Η έγκριση της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Σύστημα ελέγχου φορτίου μπαταρίας με ηλεκτρική ενέργεια και υλοποίησης
Ελέγχου ηλεκτρικού φορτίου με DTMF (Dual Tone Multi Frequency)
χρησιμοποιώντας μικροεπεξεργαστή

Ο υπογεγραμμένος δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα Πτυχιακή Εργασία είναι εξ' ολοκλήρου δικό μου έργο και συγγράφηκε ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε.

Δηλώνω υπεύθυνα ότι κατά τη συγγραφή ακολούθησα την πρέπουσα ακαδημαϊκή δεοντολογία αποφυγής λογοκλοπής και έχω αποφύγει οποιαδήποτε ενέργεια που συνιστά παράπτωμα λογοκλοπής.

(Όνομα, Υπογραφή, Ημερομηνία)

Παπαβασιλείου Αθανάσιος



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πρώτα από όλα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους γονείς μας, που ήταν πάντα δίπλα μας, στήριγμά μας όλα τα χρόνια των σπουδών μας και όλους όσους μας βοήθησαν να ολοκληρώσουμε αυτήν την πτυχιακή.

Επίσης ευχαριστούμε τον υπεύθυνο της διπλωματικής μας εργασίας, επίκουρο καθηγητή κ. Βασίλειο Ηλιούδη του τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού για τις πολύτιμες συμβουλές του, την ουσιαστική καθοδήγησή του και το χρόνο που διέθεσε για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Τέλος, ευχαριστούμε τον καθηγητή εφαρμογών κ. Νικόλαο Νικολαΐδη και τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Στυλιανό Ξανθό του τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού για τον χρόνο που διέθεσαν και τις συμβουλές τους.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχει η ανάγκη συμπλήρωσης ή και αντικατάστασης των συμβατικών μορφών ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ηλιακή, αιολική κλπ.). Η φόρτιση της μπαταρίας και ο έλεγχος της είναι πολύ σημαντικές διαδικασίες κατά την συλλογή, αποθήκευση και κατανάλωση της ενέργειας ειδικότερα όταν η ηλεκτρική ενέργεια πρέπει να παρέχεται σε μια απομακρυσμένη περιοχή χωρίς σταθερή ή μόνιμη παροχή ενέργειας. Επιπρόσθετα ο έλεγχος των φορτίων που τροφοδοτούνται είναι σημαντικός παράγοντας για την ομαλή λειτουργία του κύκλου μετατροπής της ανανεώσιμης ενέργειας (π.χ. ηλιακής) σε ηλεκτρική και κατανάλωσής της στα φορτία, ώστε το σύστημα να λειτουργεί ομαλά. Στην εργασία που παρουσιάζεται έχει επιλεγεί η φόρτιση μπαταρίας με ηλιακό πάνελ, ο έλεγχος του επιπέδου φόρτισης και κατανάλωσης ενέργειας στα φορτία. Η συγκεκριμένη λύση είναι πρακτική και λειτουργική, αποτελώντας ένα οικονομικό και ευέλικτο τρόπο αντιμετώπισης μικρών σχετικά ενεργειακών αναγκών σε απομακρυσμένες περιοχές. Επιλέχθηκε ένα 'έξυπνο' σύστημα ελέγχου της αποθηκευμένης ενέργειας, δηλαδή της αποφόρτισης της μπαταρίας, στο οποίο ο χρήστης μπορεί να επέμβει άμεσα στα φορτία, οιαδήποτε στιγμή από απόσταση με την χρήση της κινητής τηλεφωνίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι να σχεδιαστεί ένα σύστημα ελέγχου διαφόρων ηλεκτρικών φορτίων από απόσταση, με τη χρήση DTMF (Dual Tone Multi Frequency) και ο έλεγχος φόρτισης μιας μπαταρίας από ένα ηλιακό πάνελ. Το σύστημα ελέγχει τον μηχανισμό φόρτισης και τα φορτία που χρησιμοποιούμε, δηλαδή κατά τη διάρκεια της ημέρας να σταματά την φόρτιση, αφού η μπαταρία φορτιστεί μέχρι το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο, και κατά τη διάρκεια της νύχτας να απενεργοποιεί τα φορτία αυτόματα, όταν αποφορτίζεται κάτω από το επιτρεπόμενο όριο. Εφόσον η τάση της μπαταρίας του συστήματος είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια, ο χρήστης θα μπορεί να ελέγχει την παρεχόμενη ηλεκτρική ισχύ στα φορτία απομακρυσμένα μόνο με το τηλέφωνο του μέσω του κυκλώματος DTMF. Αρχικά η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω του ηλιακού συλλέκτη (ηλιακό πάνελ) και φορτίζει την μπαταρία με την βοήθεια ενός ειδικά σχεδιασμένου ελεγκτή φόρτισης, που εξασφαλίζει την ομαλή φόρτισης μέσα ελεγχόμενα όρια τάσης. Ένας μικροεπεξεργαστής της οικογένειας ATMEL (atmega32) ελέγχει την κατάσταση διαφόρων φορτίων μέσω ενός relay driver IC. Κάθε φορά που ο χειριστής πιέζει ένα πλήκτρο, το DTMF decoder MT8870 την συχνότητα που λαμβάνει την μετατρέπει σε ισοδύναμο ψηφιακό κωδικό (αριθμό των 4-bits). Η ψηφιακή εντολή που παρέχεται από το MT8870 καθορίζει στην συνέχεια μέσω προγράμματος, που εκτελείται στον μικροεπεξεργαστή θέτοντάς σε κατάσταση ON ή OFF τα ρελέ των αντίστοιχων φορτίων. Επιπρόσθετα ο μικροεπεξεργαστής μέσω του προγράμματος ελέγχει την τάση της μπαταρίας και ανάβει 3 LED αναλόγως την τιμή της. Αν είναι πάνω από 6,4V ανάβει ένα πράσινο LED, από 5,9V μέχρι 6,4V ανάβει ένα κίτρινο LED και από 5,4V μέχρι 5,9V ανάβει ένα κόκκινο LED και κλείνει τα 2 πρώτα φορτία για να μην αποφορτιστεί γρήγορα η μπαταρία. Επίσης αν είναι κάτω από το επιτρεπόμενο όριο (5,4V) αναβοσβήνει το κόκκινο LED και ενεργοποιεί ένα ρελέ ώστε η μπαταρία να μην τροφοδοτεί τα φορτία, άρα απενεργοποιούνται όλα τα φορτία και ο χειριστής δεν μπορεί να επέμβει στα φορτία. Τέλος ο μικροεπεξεργαστής ελέγχει την κατάσταση των φορτίων, ενεργοποιεί ένα πράσινο LED όταν έστω ένα φορτίο είναι σε λειτουργία.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	- 5 -
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	- 6 -
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	- 7 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Έλεγχος φόρτισης μπαταρίας	- 11 -
1.1 Τύποι για τις επαναφορτιζόμενες μπαταρίες μολύβδου (Lead-Acid).....	- 11 -
1.2 Κατηγορίες φωτοβολταϊκών πάνελ.....	- 12 -
1.2.1 Μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πάνελ	- 12 -
1.2.2 Πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πάνελ.....	- 12 -
1.2.3 Υβριδικά πάνελ	- 12 -
1.2.4 Πάνελ λεπτού υμενίου (thin film)	- 13 -
1.3 Κύκλωμα φόρτωσης μπαταρίας.....	- 13 -
1.4 Συνοπτικός οδηγός επιλογής Φ/Β πάνελ και μπαταρίας.....	- 14 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 DTMF Έλεγχος Φορτίων	- 15 -
2.1 Εισαγωγή στο DTMF.....	- 15 -
2.2 Ο Αποκωδικοποιητής MT8870.....	- 16 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Κατασκευή Κυκλωμάτων Φόρτισης Μπαταρίας και Ελέγχου Φορτίων	- 17 -
3.1 Κύκλωμα Φόρτισης Μπαταρίας	- 17 -
3.1.1 Κύκλωμα Φόρτισης Μπαταρίας με Σταθερή Πηγή 12V.....	- 17 -
3.1.2 Κύκλωμα Φόρτισης Μπαταρίας με Φ/Β πάνελ	- 18 -
3.2 Έλεγχος Εκφόρτισης Μπαταρίας.....	- 19 -
3.3 Κύκλωμα DTMF και έλεγχος μπαταρίας με Μικροεπεξεργαστή	- 20 -
3.3.1 Έλεγχος εξόδου DTMF decoder	- 20 -
3.3.2 Έλεγχος εξόδου DTMF decoder και φορτίων με Μικροεπεξεργαστή.....	- 21 -
3.3.3 Έλεγχος τιμής μπαταρίας με τον ADC του Μικροεπεξεργαστή	- 24 -
3.4 Συνδυασμός κυκλώματος ελέγχου φόρτισης και ελέγχου φορτίων.....	- 25 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Πειραματικά Αποτελέσματα	- 26 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Συμπεράσματα	- 28 -
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α Πίνακες και Σχήματα	- 29 -
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β Λογικό Διάγραμμα Κώδικα	- 35 -
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ Κώδικας και Εντολές Μικροελεγκτή	- 38 -
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	- 51 -

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Έλεγχος φόρτισης μπαταρίας

1.1 Τύποι για τις επαναφορτιζόμενες μπαταρίες μολύβδου (Lead-Acid)

Οι συσσωρευτές αποτελούνται από πλάκες μολύβδου, οι οποίες έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν την ενέργεια και να την αποδίδουν όποτε αυτή ζητηθεί. Ειδικά στα φωτοβολείται συστήματα, η εκφόρτιση των συσσωρευτών είναι αρκετά συχνή και σε αρκετά μεγάλο βάθος.

Βαθιά εκφόρτιση συμβαίνει όταν η μπαταρία χρησιμοποιείτε μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα, για παράδειγμα μέσα σε 24 ώρες, μεγάλο μέρος της χωρητικότητας του συσσωρευτή (από 25% μέχρι και το 80% της συνολικής του χωρητικότητας). Κάθε τέτοια εκφόρτιση χαρακτηρίζεται ως κύκλος εκφόρτισης. Κάθε μπαταρία βαθιάς εκφορτίσης διαθέτει μια καμπύλη κύκλων εκφόρτισης. Η καμπύλη αυτή δείχνει πόσους κύκλους μπορεί να δώσει η μπαταρία για κάθε βάθος εκφόρτισης. [1],[2],[20]

Για παράδειγμα, μια μπαταρία μπορεί να είναι ικανή να αντέξει για 1.000 κύκλους χρήσης με εκφορτίσεις βάθους 30%, ή 600 κύκλους χρήσης με εκφορτίσεις βάθους 50% κ.ο.κ.

Για να αντέξει για πολλούς τέτοιους κύκλους φόρτισης-εκφόρτιση, θα πρέπει οι πλάκες μολύβδου του συσσωρευτή να έχουν αρκετά μεγάλο πάχος. Αν είναι λεπτές όπως στις φθηνές μπαταρίες αυτοκινήτου σύντομα θα φθαρούν καταστρέφοντας το συσσωρευτή. Μια εντελώς ενδεικτική ταξινόμηση που θα μπορούσε να γίνει, είναι η εξής (από τον πιο ακατάλληλο τύπο για βαθιές εκφορτίσεις στον πιο κατάλληλο:

Οι χειρότερες μπαταρίες για φωτοβολταϊκά είναι οι μπαταρίες **αυτοκινήτου** και ακολουθούν οι μπαταρίες για **φορτηγά και σκάφη (semi-traction)**. Πολύ καλύτερες είναι οι **AGM deep cycle** που χρησιμοποιούνται πολύ συχνά σε φωτοβολταϊκά συστήματα. Ακόμη καλύτερες σε βαθιές εκφορτίσεις, σε ακραίες συνθήκες χρήσης αλλά και στη μακροζωία είναι οι μπαταρίες **GEL deep cycle**, ενώ τα καλύτερα αλλά και ακριβότερα **OPzS ή OPzV στοιχεία 2V** χρησιμοποιούνται σε μεγαλύτερα συστήματα.

Προσοχή στα **PzS** 2βολτα στοιχεία – χωρίς το **O** στο όνομά τους δηλαδή – που πωλούνται συνήθως για φωτοβολταϊκά συστήματα, δεν είναι και τόσο κατάλληλα για φωτοβολταϊκά αφού δεν έχουν πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής όπως τα OPzS ή OPzV σε χρήση σε φωτοβολταϊκά συστήματα (όπου υπάρχει χαρακτηρισμό “**traction**” σημαίνει μπαταρίες για ηλεκτρικά οχήματα όπως κλάρκ, golf carts, ηλεκτρικά αυτοκίνητα κ.ά.). Πολύ χειρότερες είναι οι μπαταρίες “**semi-traction**“, που απλώς είναι ελαφρώς καλύτερες από τις μπαταρίες αυτοκινήτου.

Όλοι οι τύποι θα δουλέψουν σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα, αλλά θα αχρηστευτεί πολύ συντομότερα ο συσσωρευτής που δεν είναι κατάλληλος για βαθιές εκφορτίσεις (deep cycle). Σε βάθος 3 ετών και άνω, οικονομικά συμφέρουν πάντα και χωρίς εξαίρεση οι ακριβότεροι συσσωρευτές – και μάλιστα με διαφορά.

Οι μπαταρίες αυτοκινήτου για παράδειγμα, έχουν περισσότερες πλάκες αλλά λεπτές, ώστε να αντέχουν πολλά Ampερ για την εκκίνηση ενός οχήματος. Ποτέ όμως δεν εκφορτίζονται έτσι περισσότερο από 5-10% και αμέσως μετά την εκκίνηση το δυναμώ φροντίζει να τις επαναφορτίσει πλήρως. Γι' αυτό αντέχουν άνετα μερικά χρόνια με καθημερινή χρήση, ενώ σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα με καθημερινές βαθιές εκφορτώσεις θα καταστρέφονταν ακόμη και μέσα σε ελάχιστες εβδομάδες!

1.2 Κατηγορίες φωτοβολταϊκών πάνελ

1.2.1 Μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πάνελ

Κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί από ένα μόνο μεγάλο κυλινδρικό κρύσταλλο πυριτίου. Η κατασκευή τους είναι πιο πολύπλοκη, με αποτέλεσμα το υψηλότερο κόστος παραγωγής. [21]

Χαρακτηριστικά:

- Είναι ο πρώτος τύπος φωτοβολταϊκών πάνελ που μπήκε σε μαζική παραγωγή.
- Έχουν καλύτερη σχέση απόδοσης/επιφάνειας από τους άλλους τύπους πάνελ.
- Η ενεργειακή απόδοσή τους κυμαίνεται από 11% - 19%
- Έχουν υψηλότερο κόστος παραγωγής σε σχέση με τα πολυκρυσταλλικά πάνελ.
- Έχουν μεγαλύτερο πάχος υλικού.
- Έχουν σκούρο μπλε ή μαύρο χρώμα.

1.2.2 Πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πάνελ

Κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί σε λεπτά τμήματα, από ράβδους λιωμένου και επανακρυσταλλοποιημένου πυριτίου (το λειωμένο πυρίτιο χύνεται σε καλούπι και στη συνέχεια τεμαχίζεται σε κυψέλες). [21]

Χαρακτηριστικά:

- Η μέθοδος παραγωγής τους είναι φθηνότερη από αυτήν των μονοκρυσταλλικών, για αυτό και η τιμή τους είναι συνήθως λίγο χαμηλότερη.
- Η ενεργειακή απόδοσή τους που κυμαίνεται από 11% - 16% είναι σχετικά μικρότερη από αυτή των μονοκρυσταλλικών, αλλά από τη στιγμή που οι κυψέλες τοποθετούνται μέσα σε ένα πάνελ με άλλες 60, η πραγματική διαφορά σε watt ανά τετραγωνικό μέτρο είναι αμελητέα. Σήμερα, με την ταχύτατη ανάπτυξη της τεχνολογίας, η απόδοσή τους τείνει να αγγίξει την απόδοση των μονοκρυσταλλικών.
- Είναι τα πλέον διαδεδομένα πάνελ παγκοσμίως.
- Έχουν την καλύτερη σχέση κόστους-απόδοσης.
- Έχουν ανοιχτό μπλε, γαλάζιο χρώμα.

1.2.3 Υβριδικά πάνελ

Είναι τα πάνελ που συνδυάζουν περισσότερες από μία από τις γνωστές τεχνολογίες (π.χ. συνδυασμός άμορφου και μονοκρυσταλλικού πυριτίου) Στην αγορά, τα πιο διαδομένα πάνελ αυτής της κατηγορίας είναι κατασκευασμένα από δύο στρώσεις άμορφου πυριτίου γύρω από μια στρώση μονοκρυσταλλικού πυριτίου. [21]

Χαρακτηριστικά:

- Έχουν μεγάλο βαθμό απόδοσης που μπορεί να φτάσει και το 19%.
- Έχουν πολύ καλή συμπεριφορά στην επίδραση της θερμοκρασίας και αξιόλογη απόδοση στον διάχυτο φωτισμό.
- Έχουν αρκετά μεγαλύτερο κόστος κατασκευής.

1.2.4 Πάνελ λεπτού υμενίου (*thin film*)

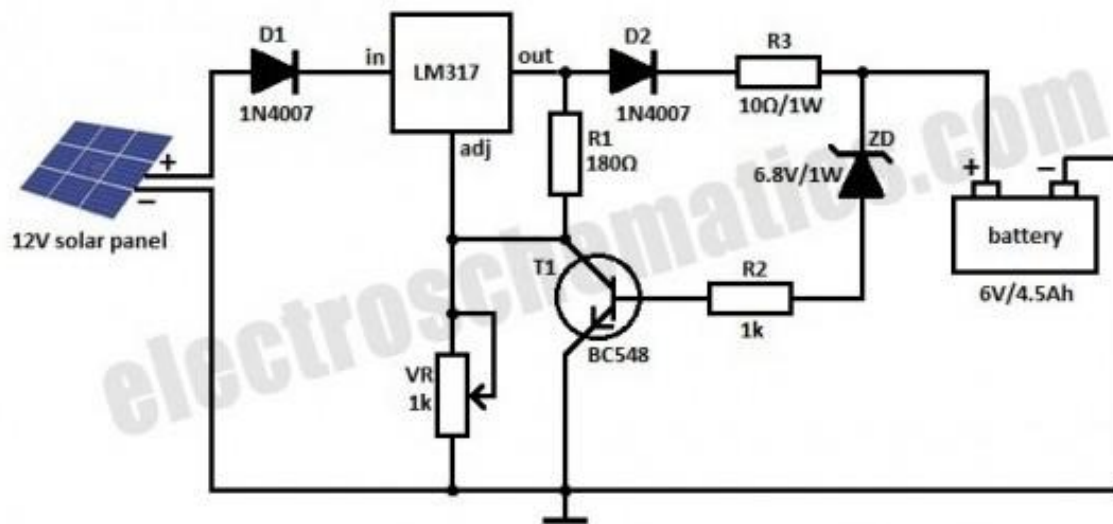
Πρόκειται για μια ευρύτερη κατηγορία, που περιλαμβάνει τα λεγόμενα πάνελ «τρίτης γενιάς» που προέρχονται από πολλές διαφορετικές μεθόδους παραγωγής και επεξεργασίας (π.χ. άμορφου πυριτίου (a-Si), Δισεληνοϊνδιούχου χαλκού (CuInSe₂ ή CIS), Τελουριούχου Καδμίου (CdTe), Αρσενικούχου Γαλλίου (GaAs) κλπ). Τα πάνελ άμορφου πυριτίου που είναι και τα πλέον διαδεδομένα αυτής της κατηγορίας, αποτελούνται από ταινίες λεπτών επιστρώσεων οι οποίες παράγονται με την εναπόθεση ημιαγωγού υλικού (πυρίτιο στην περίπτωση μας) πάνω σε υπόστρωμα υποστήριξης, χαμηλού κόστους όπως από γυαλί ή αλουμίνιο. Ο χαρακτηρισμός άμορφο φωτοβολταϊκό προέρχεται από τον τυχαίο τρόπο με τον οποίο είναι διατεταγμένα τα άτομα του πυριτίου. [21]

Χαρακτηριστικά:

- Έχουν, ονομαστικά, χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες (6% έως 11%).
- Λόγω της μικρότερης ποσότητας πυριτίου που χρησιμοποιείται κατά την παραγωγή τους, η τιμή τους είναι αισθητά χαμηλότερη.
- Αποδίδουν καλύτερα στις υψηλές θερμοκρασίες.
- Τα πάνελ λεπτού υμενίου έχουν καλύτερες αποδόσεις σε σχέση με τα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, όταν υπάρχει διάχυτη ακτινοβολία (συννεφιά).
- Έχουν χαμηλή ενεργειακή πυκνότητα κάτι που σημαίνει ότι για να παράγουμε την ίδια ενέργεια χρειαζόμαστε σχεδόν διπλάσια επιφάνεια σε σχέση με τα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία.
- Αποτελούν καλή λύση όταν υπάρχουν: μεγάλος διαθέσιμος χώρος, σκιάσεις, δυσμενής προσανατολισμός.

1.3 Κύκλωμα φόρτωσης μπαταρίας

Παρακάτω, Εικόνα 1.3 υπάρχει ένα κύκλωμα φορτιστής που χρησιμοποιείται για τη φόρτιση μπαταριών μολύβδου οξέος (Lead Acid) ή νικελίου - καδμίου Ni-Cd χρησιμοποιώντας τη δύναμη της ηλιακής ενέργειας. Το κύκλωμα φορτίζει μια 6 Volt 4,5 Ah επαναφορτιζόμενη μπαταρία για διάφορες εφαρμογές. Ο φορτιστής διαθέτει ρυθμιστή (trimmer) τάσης, ρεύματος και σύστημα αποκοπής υψηλή τάση. Χρησιμοποιεί ένα ηλιακό πάνελ 12 Volt και έναν ρυθμιστή τάσης IC LM317. Το ηλιακό πάνελ αποτελείται από ηλιακά κύτταρα (solar cells) κάθε ένα είναι στα 1,2 βολτ. Το ρεύμα φόρτισης περνά μέσα από το D1 στον ρυθμιστή τάσης LM 317. Στο pin ADJust του LM317 μπορούν να ρυθμιστούν η τάσης και το ρεύμα εξόδου. Η αντίσταση R1 περιορίζει το ρεύμα φόρτισης και η διόδος D2 αποτρέπει την εκφόρτωση του ρεύματος από την μπαταρία. Το τρανζίστορ Q1 και η διόδος Ζένερ ZD ενεργεί ως ένας γενικός διακόπτη περικοπής (cut-off switch) όταν η μπαταρία φορτιστεί πλήρως. Κανονικά το Q1 είναι απενεργοποιημένο και η μπαταρία φορτίζει κανονικά. Όταν η τάση της μπαταρίας αυξάνεται πάνω από 6.8V η ZD άγει και παρέχει ρεύμα βάσης στο Q1, στη συνέχεια γυρίζει σε γείωση την έξοδο του LM317 για να σταματήσει την φόρτιση. [6]



Εικόνα 1.3 Κύκλωμα Φόρτισης Μπαταρίας [6]

1.4 Συνοπτικός οδηγός επιλογής Φ/Β πάνελ και μπαταρίας

Υπολογισμός κατανάλωσης:

$$P[W] \times \text{αριθμ. στοιχείων} \times \text{ώρες λειτουργίας} = xWh \text{ ανα } 24h. [22]$$

$$0,6W \times 4\lambda\mu\pi\epsilon\varsigma \times 8h \text{ (Νύχτα)} = 21 Wh$$

Υπολογισμός μεγέθους των μπαταριών:

$$xWh \times 1,25\{80\% \text{ εκφόρτωση}\} \times (2 - 5)\{\text{χειμερινές μέρες με συννεφιά ή χωρίς ηλιοφάνεια}\} = bWh$$

$$21 * 1,25 = 26,25 Wh = 27 Wh [22]$$

$$bWh / 6V\{\text{Τάση Μπαταρίας}\} = Ah \{\text{Ρευμα Μπαταρίας}\} [22]$$

$$27 / 6 = 4,5 Ah$$

Υπολογισμός μεγέθους ηλιακών συλλεκτών (Φ/Β πάνελ):

$$\frac{xWh + (10-25)\% \{\text{απώλειες του συστήματος}\}}{(6-3) \{\text{ώρες ηλιοφάνειας καλοκαίρι ή χειμώνα το 24h}\}} = fWp \{\text{Watt } \Phi/B\} [22]$$

$$(21 + 5,25) / 4 = 6,56 = 10 Wp \{\text{Ισχύς } \Phi/B\}$$

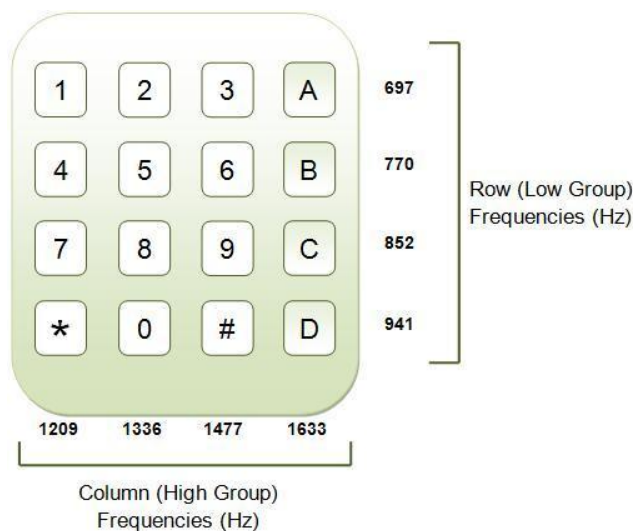
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

DTMF Έλεγχος Φορτίων

2.1 Εισαγωγή στο DTMF

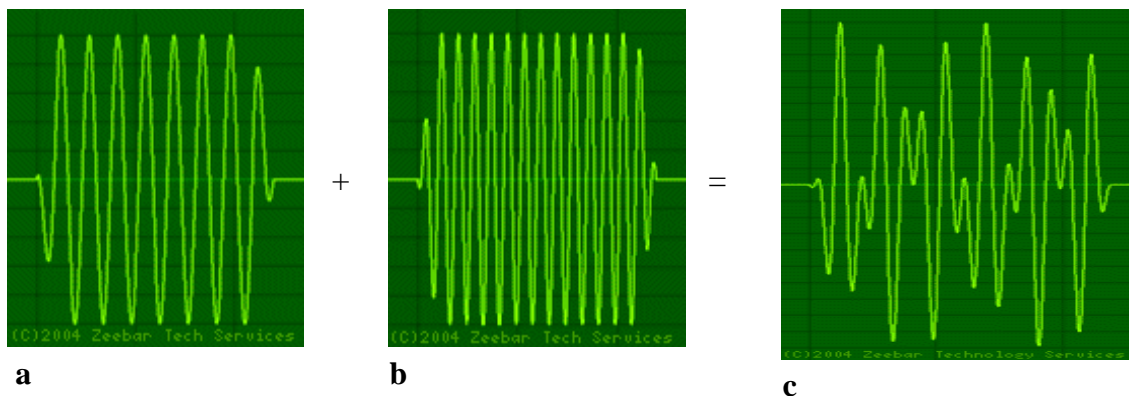
Οι τεχνολογίες τηλεχειρισμού έχουν χρησιμοποιηθεί σε τομείς όπως την αυτοματοποίηση εργοστασίων, εξερεύνηση του διαστήματος, σε περιοχές όπου η ανθρώπινη πρόσβαση είναι δύσκολη. Δεδομένου ότι αυτό έχει επιτευχθεί μερικώς στα εσωτερικά συστήματα, πολλές εταιρίες και εργαστήρια ερευνούν τις μεθόδους που επιτρέπουν στον άνθρωπο να ελέγξει και να επιτηρήσει αποτελεσματικά και εύκολα στο σπίτι ή στην ύπαιθρο. Ο Έλεγχος του εσωτερικού συστήματος ανεξάρτητα από το χρόνο και το χώρο είναι μια σημαντική πρόκληση. Όπως το κινητό τηλέφωνο επιτρέπει στον χρήστη να συνδέεται με εξωτερικές συσκευές μέσω του δικτύου κινητής επικοινωνίας ανεξάρτητα από το χωροχρόνο, το κινητό τηλέφωνο είναι μια κατάλληλη συσκευή για έλεγχο εσωτερικών συστημάτων. Το σύστημα αποτελείται από ένα τηλέφωνο, ανεξαρτήτως τύπου και υπηρεσίας επικοινωνίας και έναν μικροϋπολογιστή που μπορούν να λάβουν την α κλήση από ένα άλλο τηλέφωνο. Υπάρχουσες μέθοδοι για τον έλεγχο και την επιτηρήσει, όπου χρησιμοποιούνται τα κινητά τηλέφωνα έχουν προβλήματα χρήσης, λόγω του κόστους και της ανάγκης για συνεχή έλεγχο. Ένα από τα μειονεκτήματα, είναι η έλλειψη ανάδρασης κατά τη λειτουργία του συστήματος. Στο σύστημα χρησιμοποιείτε το DTMF (Dual Tone Multi Frequency) που παραγάγετε όταν ένα κουμπί από το πληκτρολόγιο του κινητού τηλεφώνου πιέζεται από το χρήστη. Η κάλυψη του δικτύου κινητής επικοινωνίας είναι μεγαλύτερη από αυτή τον LAN, κατά συνέπεια ο χρήστης έχει το πλεονέκτημα των κινητών τηλεφώνων για να ελέγξει το σύστημα.

DTMF είναι ένα σύστημα με τόνους σημάτων που χρησιμοποιούνται στις τηλεπικοινωνίες. Υπάρχουν δώδεκα τυποποιημένα σήματα και τέσσερα πρόσθετα κουμπιά «Α», «Β», «Γ», «Δ», το οποίο είναι κανονικά απαραίτητο στο τηλεφωνικό αριθμητικό πληκτρολόγιο. Κάθε σήμα αποτελείται από δύο τόνους «χαμηλούς» και «υψηλούς» όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. [23]



Εικόνα 2.1.1 Πίνακας συχνοτήτων πληκτρολογίου [24]

Όταν ένα κουμπί πιέζεται σε ένα αριθμητικό πληκτρολόγιο, μια σύνδεση γίνεται που παράγει δύο τόνους συγχρόνως. Αυτοί οι δύο τόνοι προσδιορίζουν το πιεσμένο πλήκτρο στην ελεγχόμενη συσκευή. Ο υπολογισμός της συχνότητας για κάθε κουμπί από το πληκτρολόγιο εκτελείται με την προσθήκη των συχνοτήτων μιας σειράς και μιας στήλης για κάθε αντίστοιχο κουμπί. Παραδείγματος χάριν, προκειμένου να παραχθεί ο τόνος DTMF για το «1», αναμιγνύετε το α καθαρό σήμα 697 Hz με ένα καθαρό σήμα 1209 Hz, Εικόνα 2.1.2. [25]

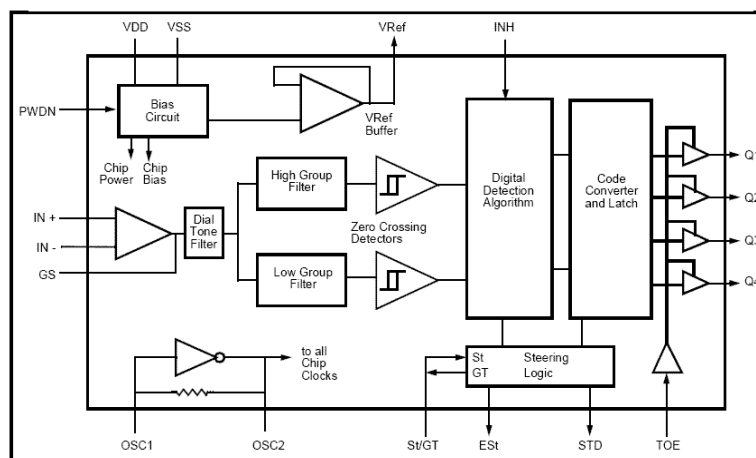


$$697 \text{ Hz Ημιτονικό Σήμα} + 1209 \text{ Hz Ημιτονικό Σήμα} = \text{DTMF Tone "1"}$$

Εικόνα 2.1.2 Δύο σήματα ημιτόνου συνδυάζονται για την δημιουργία του DTMF Τόνου για τον αρ. «1» [26]

2.2 Ο Αποκωδικοποιητής MT8870

Ο αποκωδικοποιητής που χρησιμοποιείται είναι ο MT8870. Δομή, λειτουργίες του MT8870 Εικόνα 2.2.1. Ο MT8870 περιλαμβάνει ένα φίλτρο, που χωρίζει τους υψηλούς και χαμηλούς τόνους από το λαμβανόμενο ζεύγος και ένα ψηφιακό αποκωδικοποιητή που επιβεβαιώνει την συχνότητα και τη διάρκεια του τόνου πριν την μεταφορά του αποτελέσματος των 4-bit κώδικα στον διάυλο εξόδου. Ο MT8870 αποκωδικοποιητής χρησιμοποιεί μια τεχνική ψηφιακής καταμέτρησης για να καθορίσει τις συχνότητες των περιορισμένη τόνων και να επαληθεύσει ότι ανταποκρίνονται στο πρότυπο DTMF των συχνοτήτων. Ένας πολύπλοκος κατά μέσο όρο αλγόριθμος χρησιμοποιείται για να προστατεύει εναντίον τόνων προσομοίωση από ξένα σήματα (όπως η φωνή) ενώ ανέχεται μικρές συχνοτηκές αλλαγές. Ο αλγόριθμος εξασφαλίζει έναν βέλτιστο συνδυασμό ανοησίας στην ανοικτή ομιλία και ανοχής στα παρεμβαίνοντα σήματα (τρίτα σήματα) και στον θόρυβο. Όταν ο ανιχνευτής αναγνωρίζει την ταυτόχρονη παρουσία των δύο έγκυρων τόνων (γνωστό ως σήμα κατάστασης), θέτει 1 την σημαία Early Steering flag (ESt). Οποιαδήποτε μετέπειτα απώλεια του σήματος κατάστασης θα προκαλέσει την σημαία ESt να γίνει 0.



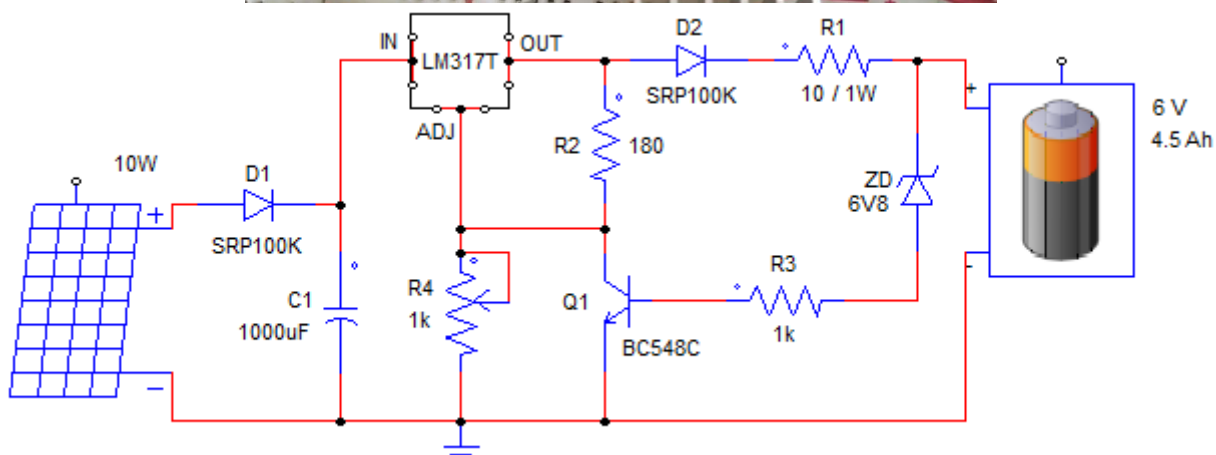
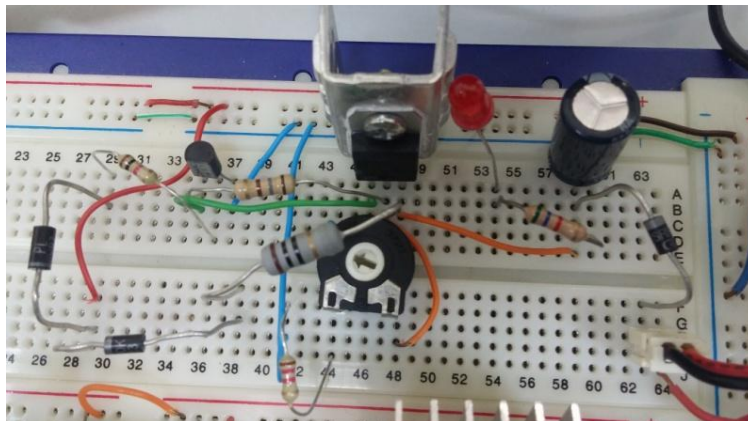
Εικόνα 2.2.1 Λειτουργικό Μπλοκ Διάγραμμα MT8870 [17]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

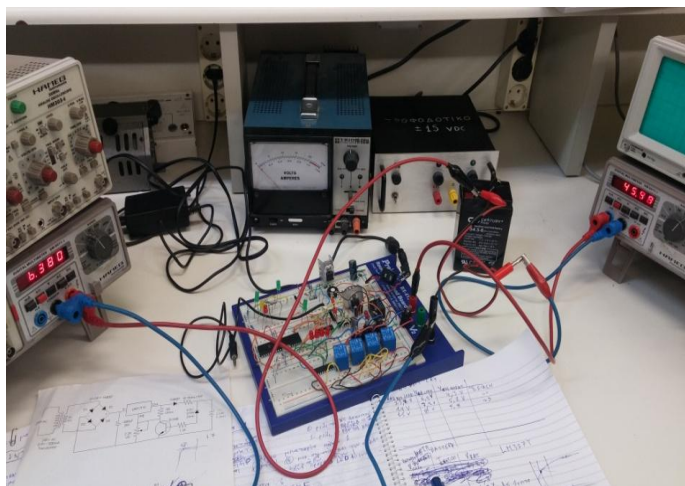
Κατασκευή Κυκλωμάτων Φόρτισης Μπαταρίας και Ελέγχου Φορτίων

3.1 Κύκλωμα Φόρτισης Μπαταρίας

3.1.1 Κύκλωμα Φόρτισης Μπαταρίας με Σταθερή Πηγή 12V



Εικόνα 3.1.1.1 Κύκλωμα φόρτισης μπαταρίας

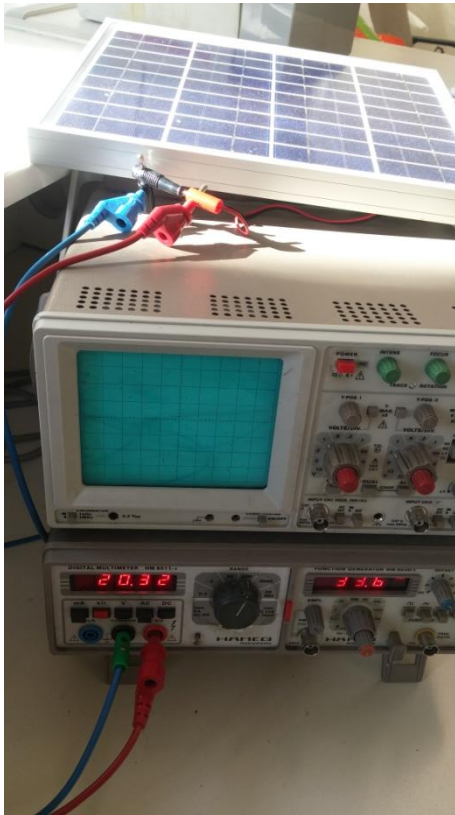


Εικόνα 3.1.1.2 Πείραμα φόρτισης μπαταρίας

Σε αυτό το σημείο της εργασίας ελέγχθηκε το κύκλωμα φόρτισης της μπαταρίας με σταθερή πηγή 12V. Η τάση και το ρεύμα στην μπαταρία φαίνεται αριστερά και δεξιά στα πολύμετρα αντίστοιχα.

3.1.2 Κύκλωμα Φόρτισης Μπαταρίας με Φ/Β πάνελ

Το φωτοβολταϊκό πάνελ που χρησιμοποιήθηκε είναι το παρακάτω.



Τάση Φ/Β πάνελ χωρίς κύκλωμα 21V



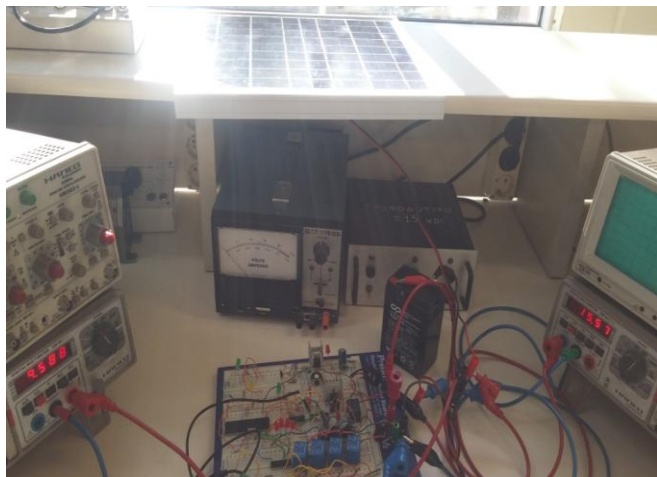
Technical Data	
MODULE TYPE:	MWG-10
Peak Power (Pmax)	(W): 10
Production Tolerance	(%): ±3
Maximum Power Current (Imp)	(A): 0.572
Maximum Power Voltage (Vmp)	(V): 17.49
Short Circuit Current (Isc)	(A): 0.61
Open Circuit Voltage (Voc)	(V): 21.67
Weight	(Kg): 1.1
Dimensions	(mm): 330*290*25
Maximum System Voltage	(VDC): 1000
Wind Resistance	(Pa): 2400

Εικόνα 3.1.2.1 Πολυκρυσταλλικό πάνελ 10w

Χρησιμοποιήθηκε ο συγκεκριμένος τύπος φωτοβολταϊκού επειδή έχει πολύ καλή σχέση κόστους και απόδοσης ενέργειας.

*Φ/Β = φωτοβολταϊκό

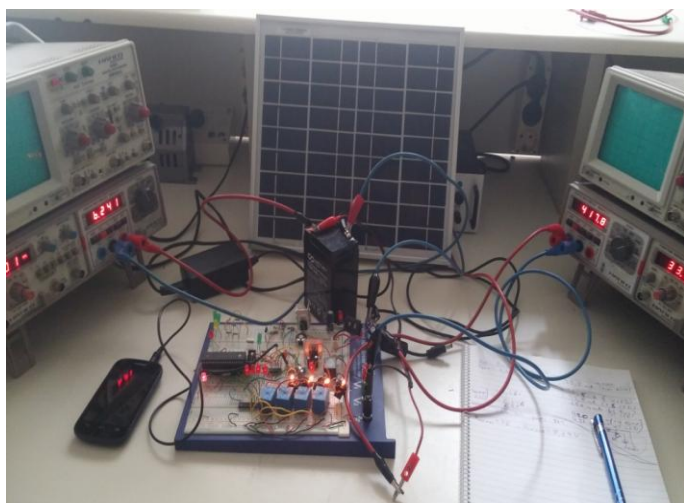
Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η τάση του φωτοβολταϊκού στο κύκλωμα, με αρκετό ήλιο και το ρεύμα φόρτισης μπαταρίας.



Εικόνα 3.1.2.2 Πείραμα ελέγχου φόρτισης μπαταρίας με το Φ/Β

3.2 Έλεγχος Εκφόρτισης Μπαταρίας

Στο σύστημα ελέγχτηκε η εκφόρτιση της μπαταρίας με κατανάλωση ενέργειας τέσσερα ίδια ωμικά φορτία (1.2W 12V), όταν ένα από αυτά είναι σε λειτουργία και όταν όλα είναι σε λειτουργία.

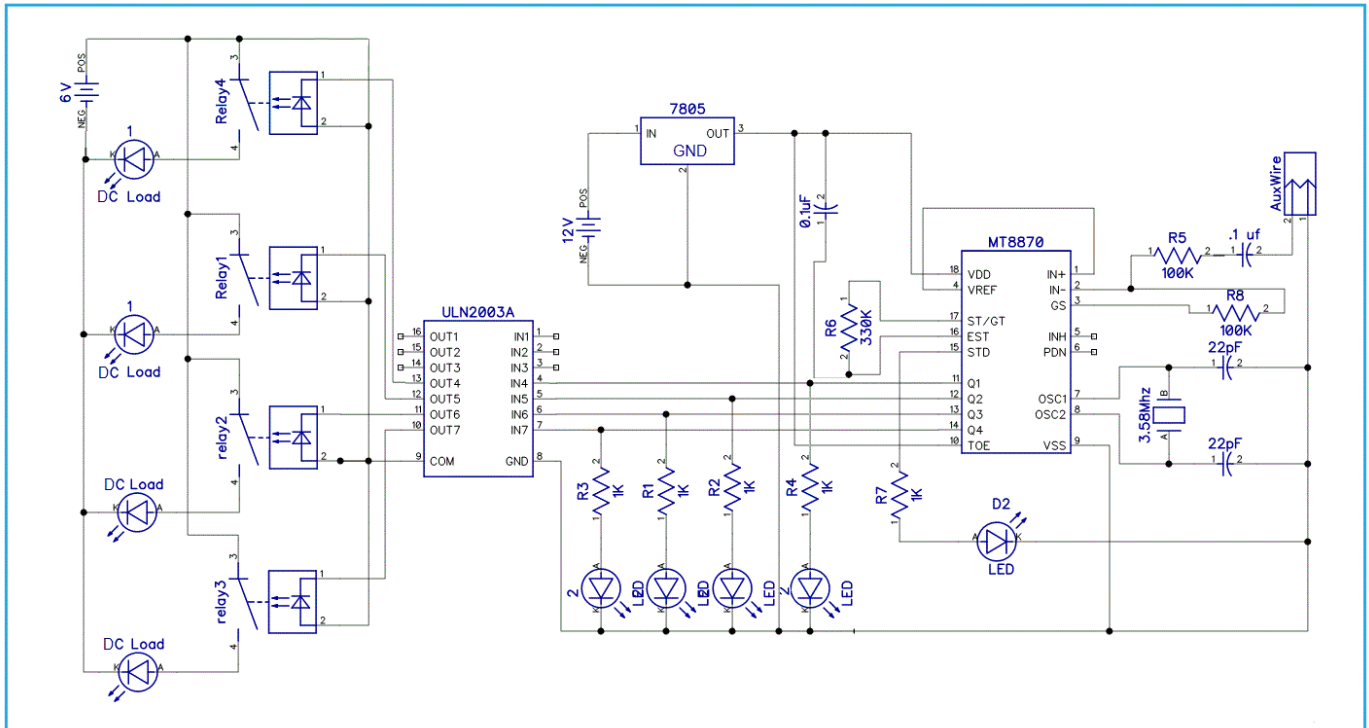


Εικόνα 3.2.1 Τάση μπαταρίας και ρεύμα εκφόρτωσης με 4 φορτία

3.3 Κύκλωμα DTMF και έλεγχος μπαταρίας με Μικροεπεξεργαστή

3.3.1 Έλεγχος εξόδου DTMF decoder

Αρχικά το DTMF decoder, MT8870 ελέγχτηκε με το παρακάτω κύκλωμα. Πατώντας ένα ένα τα κουμπιά από το πληκτρολόγιο του κινητού τηλεφώνου η έξοδος άρα και τα ωμικά φορτία ανάβουν σύμφωνα με τον τεσσάρων bit κώδικα από την έξοδο του αποκωδικοποιητή. [18]

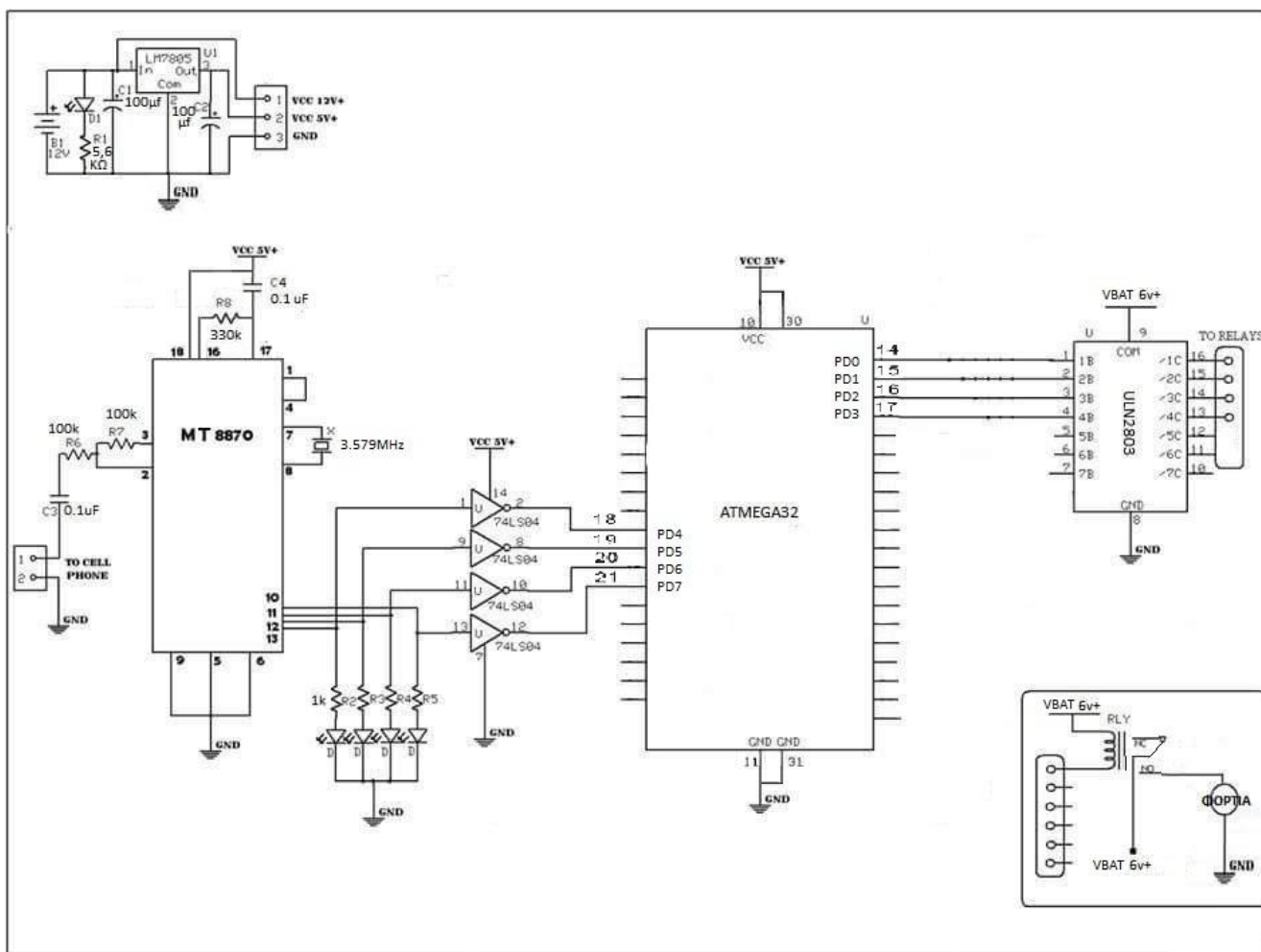


Εικόνα 3.3.1 Κύκλωμα ελέγχου DTMF decoder. [18]

Ο τετράμπιτος κώδικας από την έξοδο του DTMF φαίνεται σε 4 κόκκινα LED στο κύκλωμα. Ένα πράσινο LED απεικονίζει το πάτημα οποιουδήποτε κουμπιού από το πληκτρολόγιο (StD bit).

3.3.2 Έλεγχος εξόδου DTMF decoder και φορτίων με Μικροεπεξεργαστή

Όταν γίνει η κλήση, το τηλέφωνο του συστήματος έχει αυτόματη απάντηση. Έτσι όταν ο χρήστης πληκτρολογήσει κάποιον αριθμό από το ένα μέχρι το τέσσερα (η υπορουτίνα στον μικροεπεξεργαστή του DTMF μπαίνει σε λειτουργία) και γίνει η επιβεβαίωση με το αστεράκι τότε θα ανάψει και το εκάστοτε φορτίο. Με τον ίδιο αριθμό και την δίσωση κλείνει το εκάστοτε φορτίο. Στο σύστημα υπάρχει και ένας αριθμός που λειτουργεί σαν γενικός διακόπτης. Αυτός είναι ο 9, αρα λοιπόν όταν πατηθεί το 9 και μετά το αστεράκι ανάβουν όλα τα φορτία και όταν πατηθεί το 9 και την δίσωση σβήνουν όλα. [27]



Εικόνα 3.3.2.1 Κύκλωμα ελέγχου DTMF decoder και φορτίων.

Έχει τοποθετηθεί ένα κόκκινο LED που υποδεικνύει πως ο μικροεπεξεργαστής βρίσκεται στην υπορουτίνα "dtmf" εάν έχει πατηθεί ένα πλήκτρο από το 1 μέχρι το 4 ή το 9 και δεν έχει επιβεβαιωθεί η λειτουργία ανάμματος με το αστεράκι ή κλεισίματος με την δίσωση του αντίστοιχου φορτίου.



Εικόνα 3.3.2.2 Πάτημα '1' και ''*



Εικόνα 3.3.2.3 Πάτημα '1' και '#'



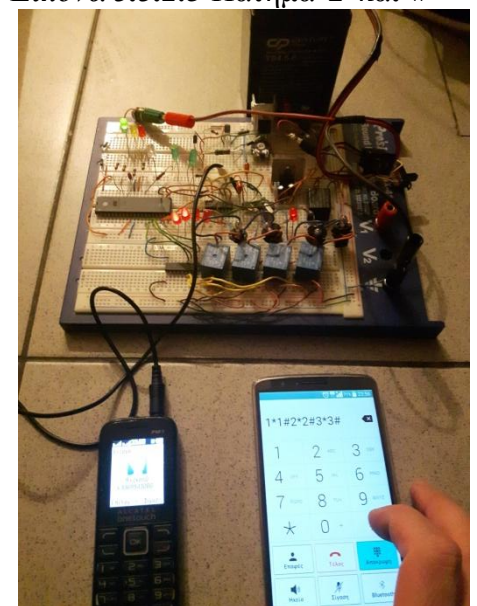
Εικόνα 3.3.2.4 Πάτημα '2' και ''*



Εικόνα 3.3.2.5 Πάτημα '2' και '#'



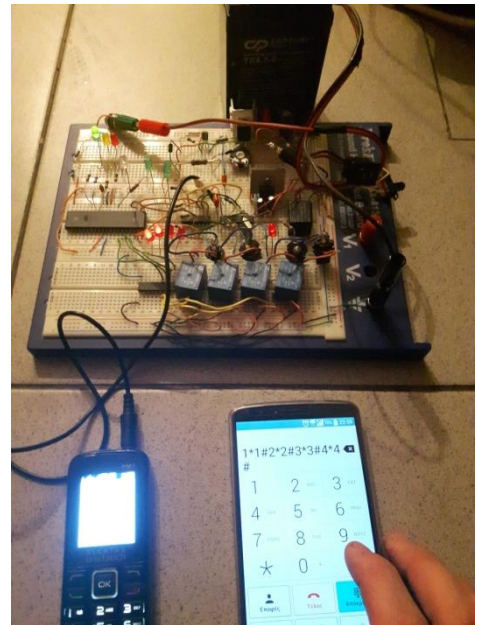
Εικόνα 3.3.2.6 Πάτημα '3' και ''*



Εικόνα 3.3.2.7 Πάτημα '3' και '#'



Εικόνα 3.3.2.8 Πάτημα '4' και ''*



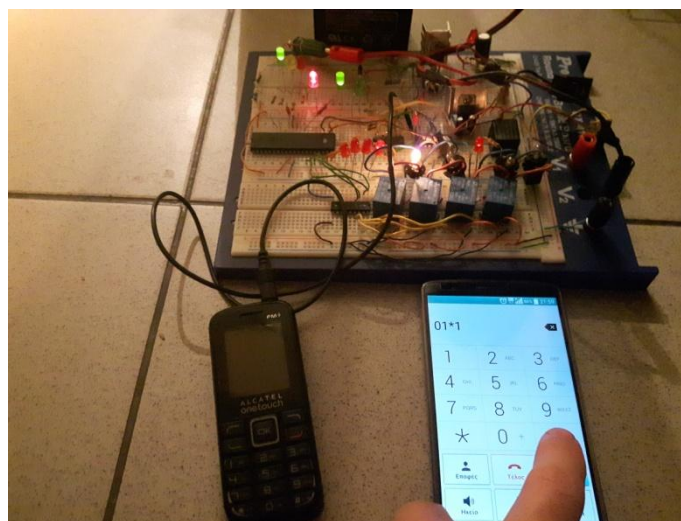
Εικόνα 3.3.2.9 Πάτημα '4' και '#'



Εικόνα 3.3.2.10 Πάτημα '9' και ''*



Εικόνα 3.3.2.11 Πάτημα '9' και '#'

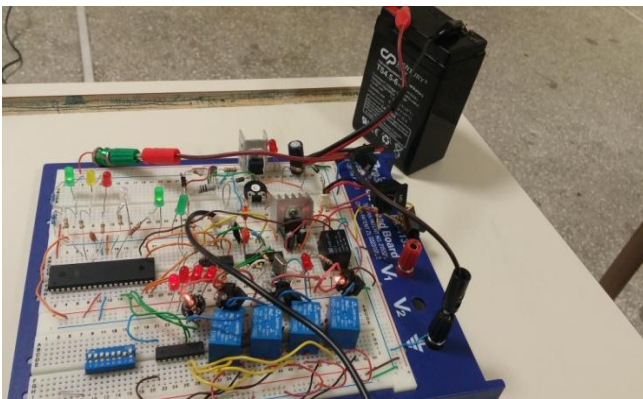


Εικόνα 3.3.2.12 Πάτημα '1' και περιμένει '' ή '#' ή '0' στην υπορουτίνα thIDTMF για 5-10 λεπτά*

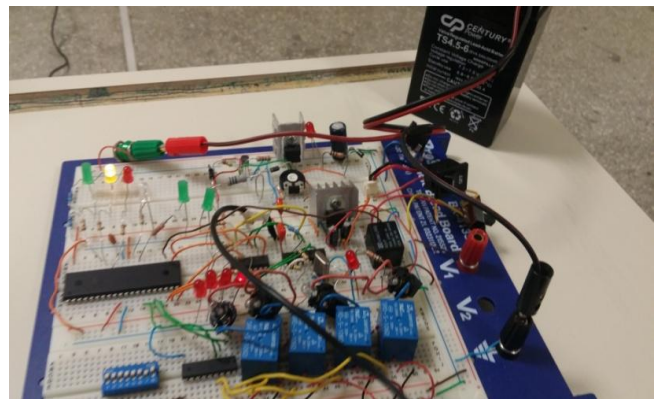
3.3.3 Έλεγχος τιμής μπαταρίας με τον ADC του Μικροεπεξεργαστή

Το σύστημα ελέγχει την στάθμη της μπαταρίας. Για τον έλεγχο της τάσης χρησιμοποιείτε ο μετατροπέας από αναλογικό σε ψηφιακό ADC του μικροεπεξεργαστή. Χρησιμοποιείτε διαιρέτης τάσης για να μπορέσουν τα 6V να συνδεθούν στην θύρα A στον μικροεπεξεργαστή. Ο διαιρέτης χρησιμοποιεί 2 αντισταση τον 10KΩ. Οι τιμές των αντιστάσεων δεν είναι πολύ μεγάλες για να μην έχουμε θόρυβο, αλλά ούτε πολύ μικρές για να μην έχουμε ρεύμα.

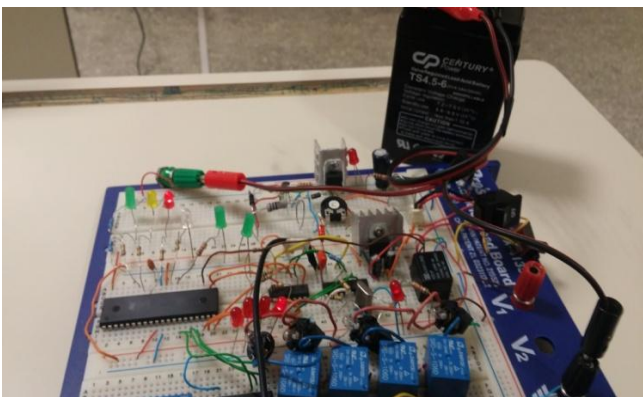
Αν η τάση της μπαταρίας είναι πάνω από 6,4V ανάβει ένα πράσινο LED Εικόνα 3.3.3.1, αν είναι πάνω από 5,9V ανάβει ένα κίτρινο LED Εικόνα 3.3.3.2 και αν είναι πάνω από 5,4V ανάβει ένα κόκκινο LED Εικόνα 3.3.3.3 και απενεργοποιεί τα δυο πρώτα φορτία. Εάν η τιμή έχει πέσει κάτω από 5,4V ο μικροεπεξεργαστής αναβοσβήνει το κόκκινο LED κάθε 2 δευτερόλεπτα και κλείνει όλα τα φορτία, απενεργοποιεί την μπαταρία από τα φορτία ενεργοποιώντας το ρελέ 5, Εικόνα 3.3.3.4.



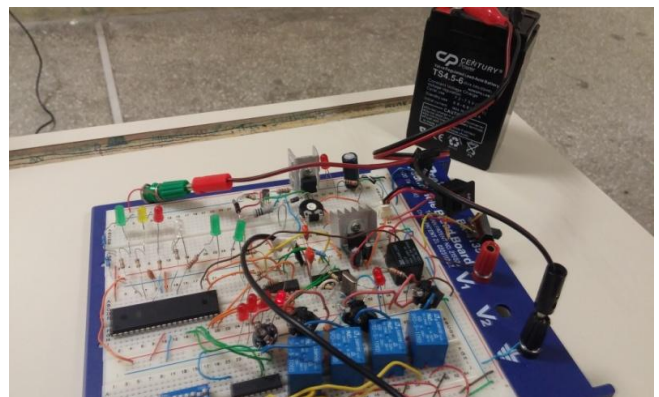
Εικόνα 3.3.3.1 Πράσινο LED



Εικόνα 3.3.3.2 Κίτρινο LED



Εικόνα 3.3.3.3 Κόκκινο LED



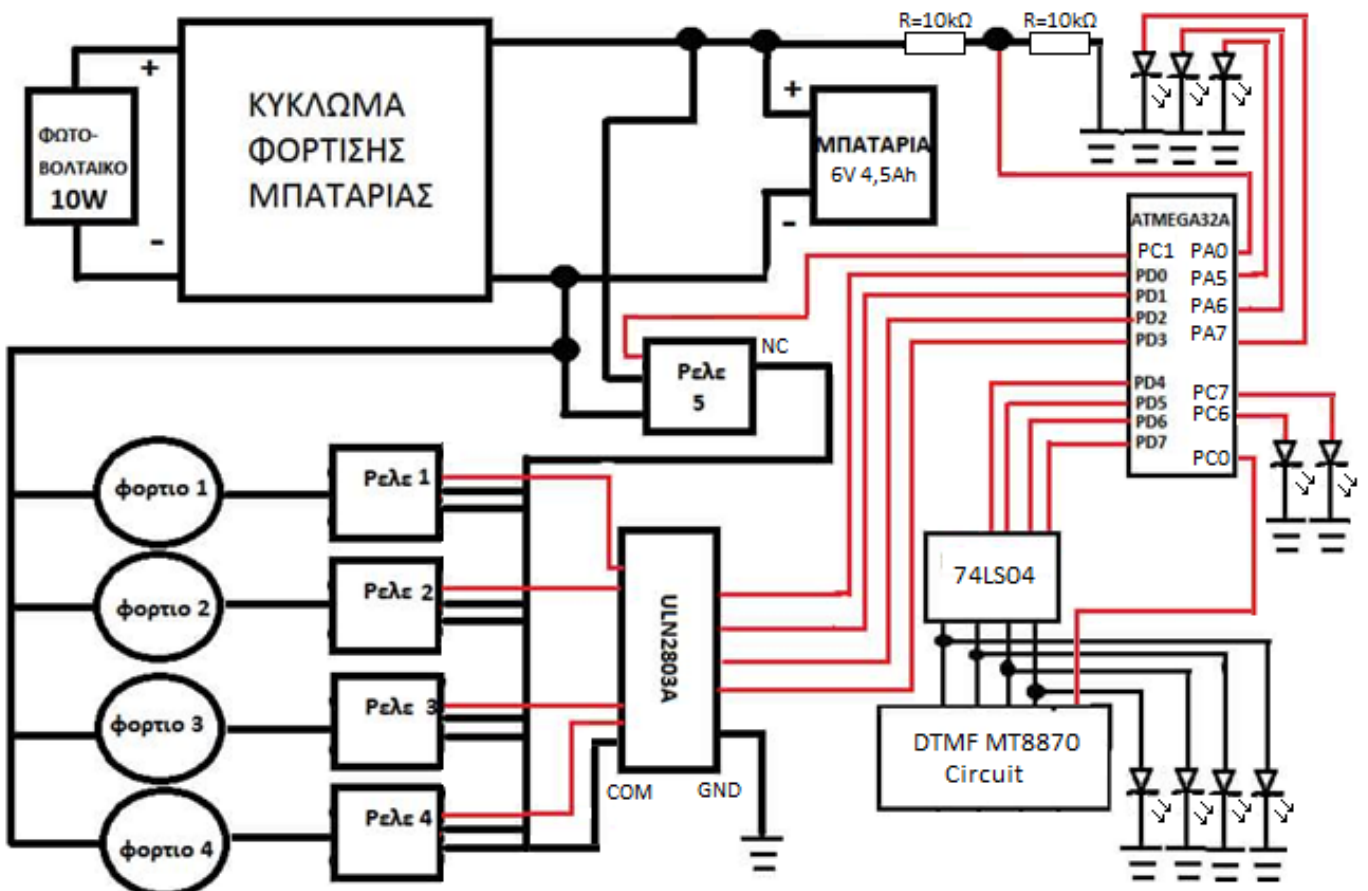
Εικόνα 3.3.3.4 Αναβοσβήνει Κόκκινο LED

Στον μικροεπεξεργαστή η τάση της μπαταρίας ελέγχεται σε δυαδική μορφή από τον Analog to Digital Converter (ADC) στην θύρα A0.

$$\frac{\text{Τάση Μπαταρίας}}{\text{Διαιρέτη τάσης}} = \text{Μισή Τάση (Vin)}, \text{ADC} = \frac{V_{IN} \cdot 1024}{V_{REF}} [9], \text{ 8 high bits Διαδική Μορφή ADC}$$

$$\begin{aligned} \frac{6,4V}{2} = 3,2V, \quad \text{ADC} &= 3,2 * \frac{1024}{5} \approx 655, \quad 0b10100011|11 \\ \frac{5,9V}{2} = 2,95V, \quad \text{ADC} &= 2,95 * \frac{1024}{5} \approx 604, \quad 0b10010111|00 \\ \frac{5,4V}{2} = 2,7V, \quad \text{ADC} &= 2,7 * \frac{1024}{5} \approx 552, \quad 0b10001010|00 \end{aligned}$$

3.4 Συνδυασμός κυκλώματος ελέγχου φόρτισης και ελέγχου φορτίων



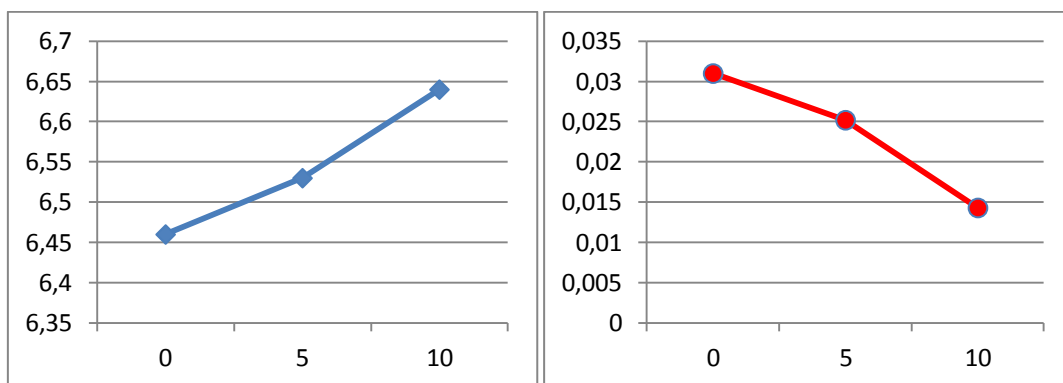
Εικόνα 3.4 Τελικό κύκλωμα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Πειραματικά Αποτελέσματα

ΦΟΡΤΙΣΗ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ

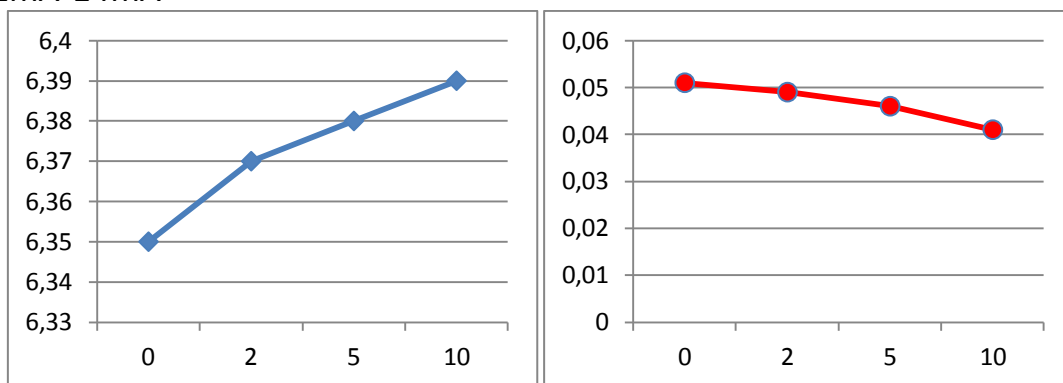
Παρακάτω απεικονίζονται μερικές μετρήσεις σε δυο σημεία της μπαταρίας.



Διάγραμμα 4.1 Καμπύλη τάσης μπαταρίας και ρεύμα φόρτισης συνάρτηση χρόνου

$V_{bat}=6,46V - 6,64V$

$I_{CHbat}= 31mA-14mA$



Διάγραμμα 4.2 Καμπύλη τάσης μπαταρίας και ρεύμα φόρτισης συνάρτηση χρόνου

$V_{bat}= 6,35V - 6,39V$

$I_{CHbat}= 51mA - 41mA$

Όταν αυξάνεται η τάση φόρτισης, μειώνεται το ρεύμα φόρτισης. Αυτό σημαίνει ότι το σύστημα ελέγχου της φόρτισης με την διόδο Zener δουλεύει σωστά. Πλησιάζοντας η τάση φόρτισης στα 6,8V, το ρεύμα φόρτισης της μπαταρίας σχεδόν θα μηδενιστεί σταματώντας την διαδικασία φόρτισης και προστατεύοντας την μπαταρία από υπερφόρτιση. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι έλεγχος φόρτισης είναι αποτελεσματικός.

Στον Πίνακα 4.1 παρουσιάζονται μερικές τιμές κατά την φόρτιση της μπαταρίας με το Φ/Β

VCHRG	VbatCHRG	IbatCHRG	VΦ/B
6,496V	6,35V	17mA	9,6V
6,7V	6,34V	30mA	10V
6,75V	6,39V	45mA	10,4V

Πίνακας 4.1 Μετρήσεις φόρτισης με Φ/Β πάνελ

ΕΚΦΟΡΤΙΣΗ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ

$I_{BAT} = 23,5\text{mA}$ (Χωρίς ενεργοποιημένα φορτία)

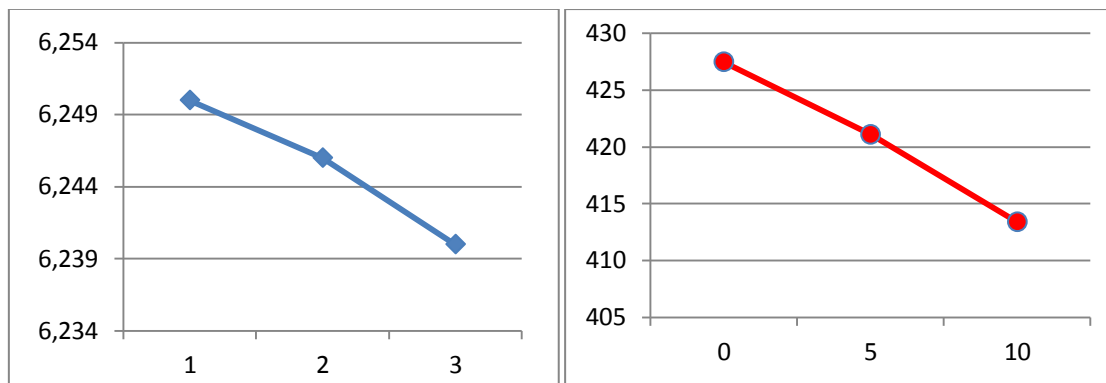
$I_{BAT} = 34\text{mA}$ (Με 5 ενεργοποιημένα LED)

$I_{BAT} = 128,4\text{mA}$ (Με 1 ωμικό φορτίο και 5 ενεργοποιημένα LED)

$V_{BAT} = 6,25\text{V}$ και $I_{BAT} = 431\text{mA}$ (Με 4 ωμικό φορτίο και 5 ενεργοποιημένα LED)

$V_{BAT} = 6,236\text{V}$ και $I_{BAT} = 420\text{mA}$ (Με 4 ωμικό φορτίο και 5 ενεργοποιημένα LED)

$V_{BAT} = 6,235\text{V}$ και $I_{BAT} = 413\text{mA}$ (Με 4 ωμικό φορτίο και 5 ενεργοποιημένα LED)



Διάγραμμα 4.3 Καμπύλη τάσης μπαταρίας σε V και ρεύμα εκφόρτωσης σε mA συνάρτηση χρόνου

$V_{BAT} = 6,24 - 6,25\text{V}$ και $I_{BAT} = 413,4 - 427,5\text{ mA}$ (Με 4 ωμικό φορτίο)

Για να αποφορτιστεί η μπαταρία στο 80% της με 4 ωμικά φορτία (1,2W 12V) χρειάζεται λίγο παραπάνω από 10 ώρες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Συμπεράσματα

Το σύστημα που δημιουργήθηκε είναι πολύ αποτελεσματικό, έχει δοκιμαστεί και αποδίδει. Η φόρτιση της μπαταρίας μάλιστα γίνεται σε πολύ γρήγορους χρόνους. Είναι ένας απλός τρόπος φόρτισης μπαταρίας, εντάσσεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και το σημαντικότερο, είναι πολύ οικονομικό. Το πιο χρήσιμο σημείο που επωφελή τον χρήστη είναι ο απομακρυσμένος έλεγχος των φορτίων που γίνεται με το DTMF. Έτσι δεν χρειάζεται να παραβρίσκεται στο σημείο όπου είναι τοποθετημένο το σύστημα μας. Σε άλλες περιπτώσεις απαιτείται για έλεγχο η παρουσία του τεχνικού στο σημείο ή τοποθετούνται ακριβότερα συστήματα απομακρυσμένου έλεγχου.

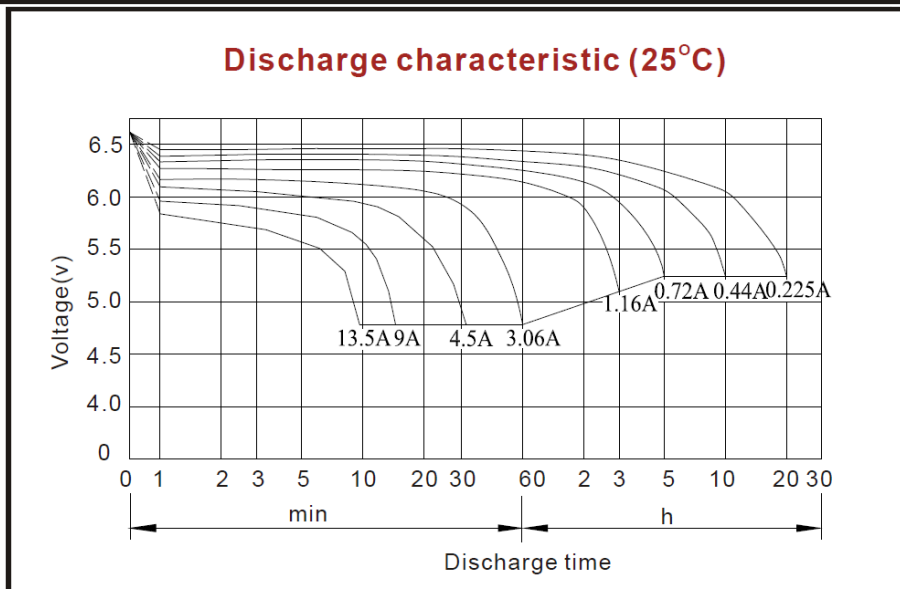
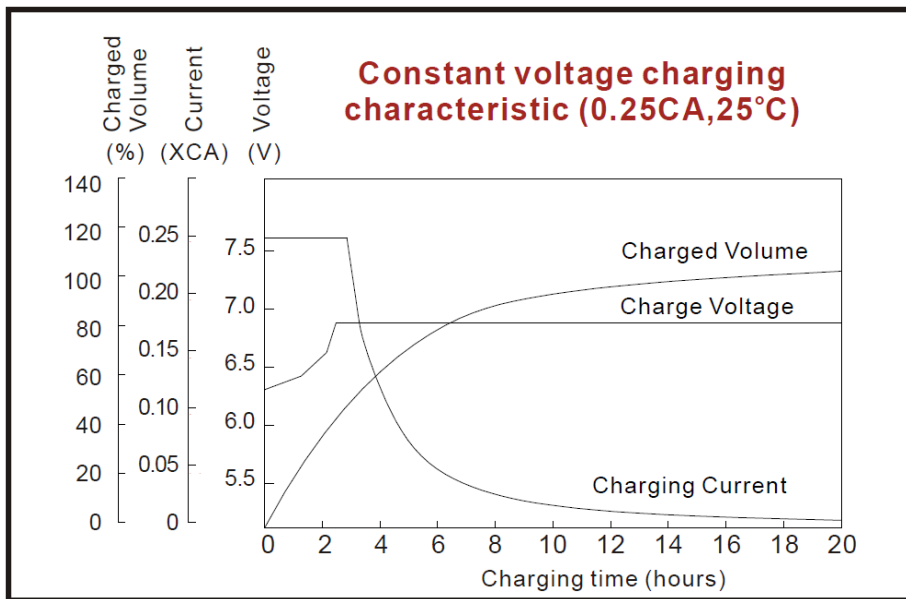
Μελλοντικές Επεκτάσεις και Βελτιώσεις

Υπάρχουν διάφορες παραμετροποιήσεις που θα μπορούσε να εμπλουτιστεί η εργασία μελλοντικά. Οι κύριες επεκτάσεις:

- 1) Να ενταθεί ένας κωδικός PIN που θα πρέπει να εισάγει ο χρήστης προκειμένου να έχει πρόσβαση στον έλεγχο των φορτίων με το DTMF.
- 2) Να χρησιμοποιηθεί ανάδραση με μικρόφωνο, μέσω του τηλεφώνου. ο χειριστής να ακούει έναν ήχο έτσι να καταλαβαίνει ποια φορτία είναι ανοιχτά και την κατάσταση της μπαταρίας.
- 3) Να προστεθεί στο σύστημα ένα ακόμα κύκλωμα με το οποίο θα γίνεται φόρτιση του κινητού τηλεφώνου που βρίσκεται μαζί με το σύστημα μας.
- 4) Να μπορεί ο χειριστής να λειτουργεί τα φορτία και την ημέρα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Πίνακες και Σχήματα



Discharge Constant Current (Amperes at 77°F/25°C)

Discharge Constant Power (Watts at 77°F/25°C)

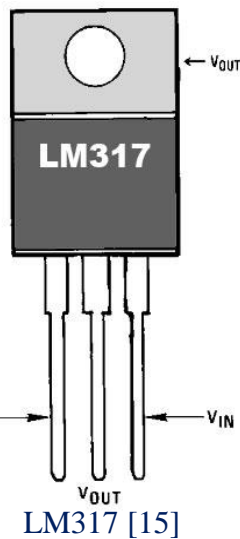
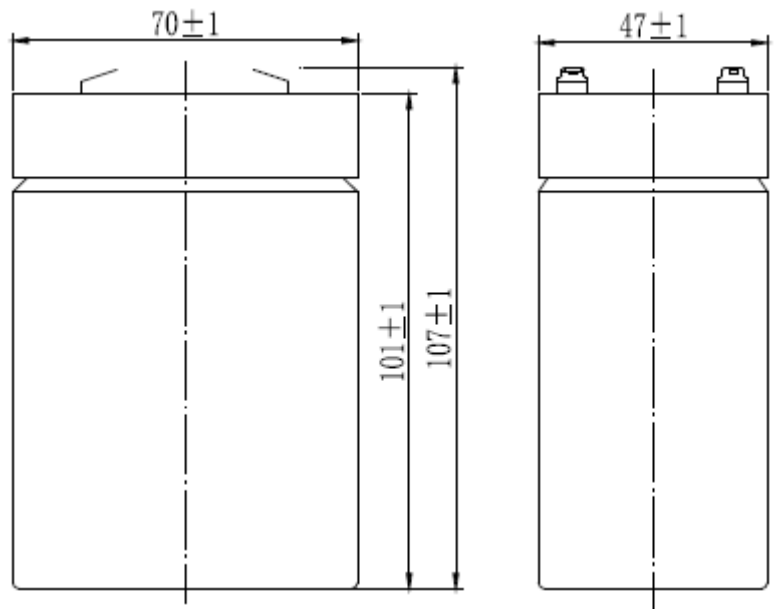
End Point Volts/Cell	5min	10min	15min	30min	1h	3h	5h	10h	20h
1.60V	16.0	11.2	9.00	4.80	3.06	1.24	0.78	0.47	0.233
1.65V	15.2	10.7	8.60	4.61	2.95	1.20	0.76	0.46	0.231
1.70V	14.3	10.1	8.19	4.41	2.83	1.16	0.74	0.45	0.228
1.75V	13.4	9.5	7.77	4.19	2.71	1.11	0.72	0.44	0.225
1.80V	12.5	9.0	7.33	3.98	2.58	1.06	0.69	0.43	0.221

End Point Volts/Cell	5min	10min	15min	30min	45min	1h	2h	3h	5h
1.60V	32.0	22.3	17.1	9.67	7.50	5.800	3.41	2.46	1.59
1.65V	30.0	21.0	16.3	9.18	7.14	5.56	3.31	2.40	1.56
1.70V	28.0	19.7	15.5	8.69	6.78	5.300	3.20	2.34	1.53
1.75V	26.0	18.4	14.8	8.18	6.40	5.050	3.08	2.27	1.50
1.80V	24.1	17.1	13.8	7.68	6.00	4.780	2.94	2.19	1.46

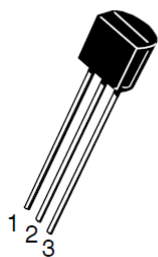
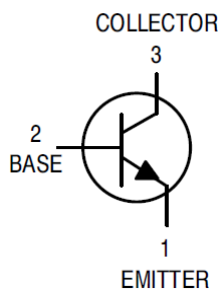
Διαγράμματα και πίνακες φόρτωση και εκφόρτισης μπαταρίας 6V 4,5Ah. [14]



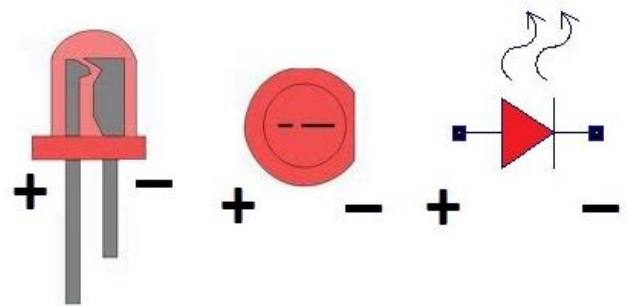
Μπαταρία 6V 4,5Ah [28]



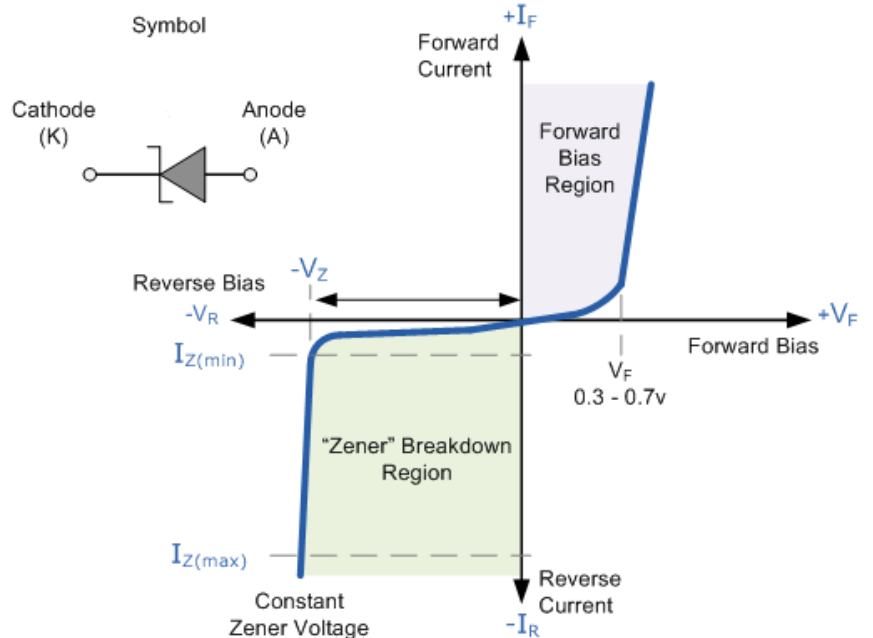
LM317 [15]



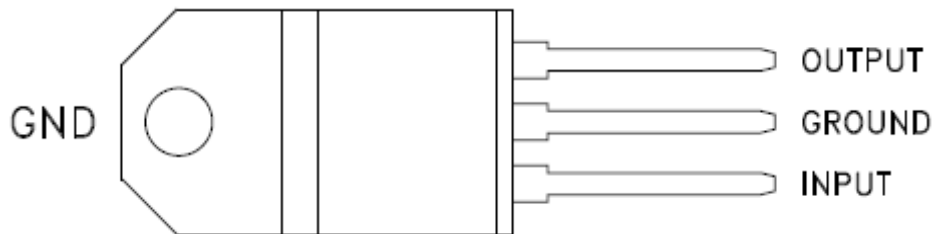
BC548 [13]



LED [29]



ZENER 6V8 1,3W [30]



LM7805 [31], [18]

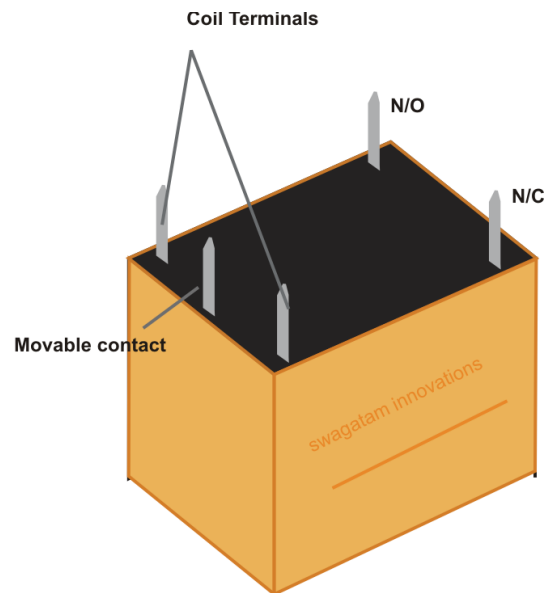
F _{LOW}	F _{HIGH}	Key (ref.)	OE	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
ANY	ANY	ANY	L	Z	Z	Z	Z

L = logic low, H = logic high, Z = high impedance

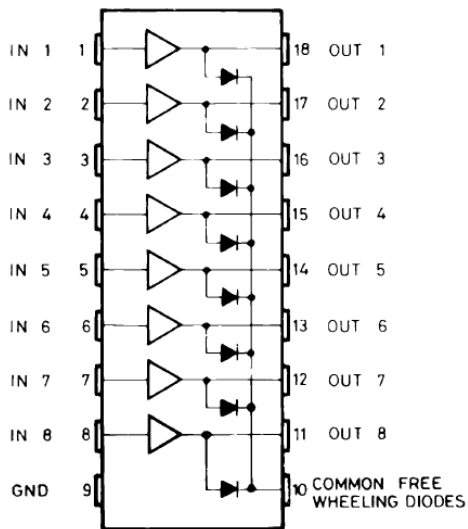
Πίνακας συχνοτήτων DTMF [32]



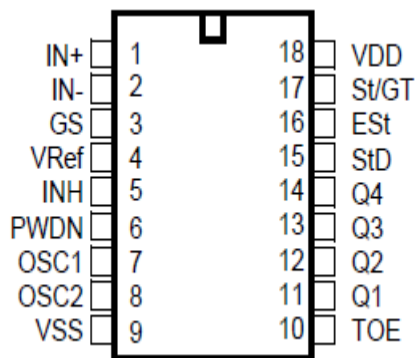
Audio Jack [33]



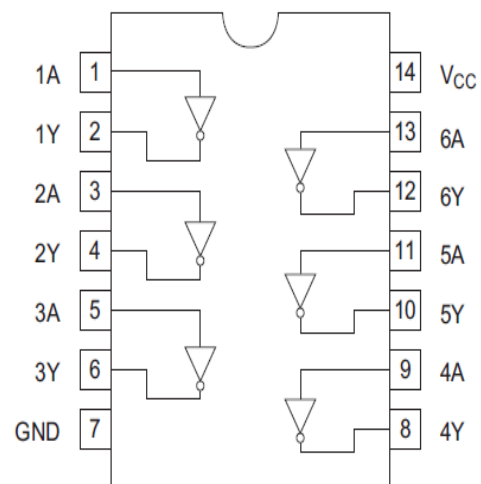
Ακροδέκτες του Ρελέ [34]



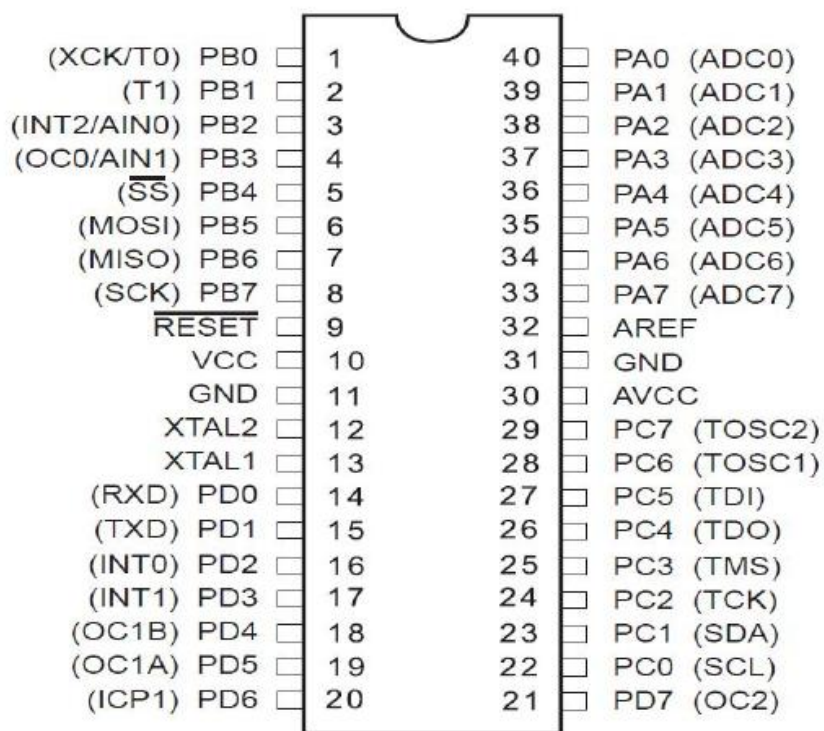
ULN2803A [16]



Διάγραμμα ακροδεκτών MT8870 [17]



74LS04 [18]



Διάγραμμα ακροδεκτών του ATmega32.[8]

Τιμοκατάλογος εξαρτημάτων, κυκλώματος ελέγχου φόρτισης μπαταρίας

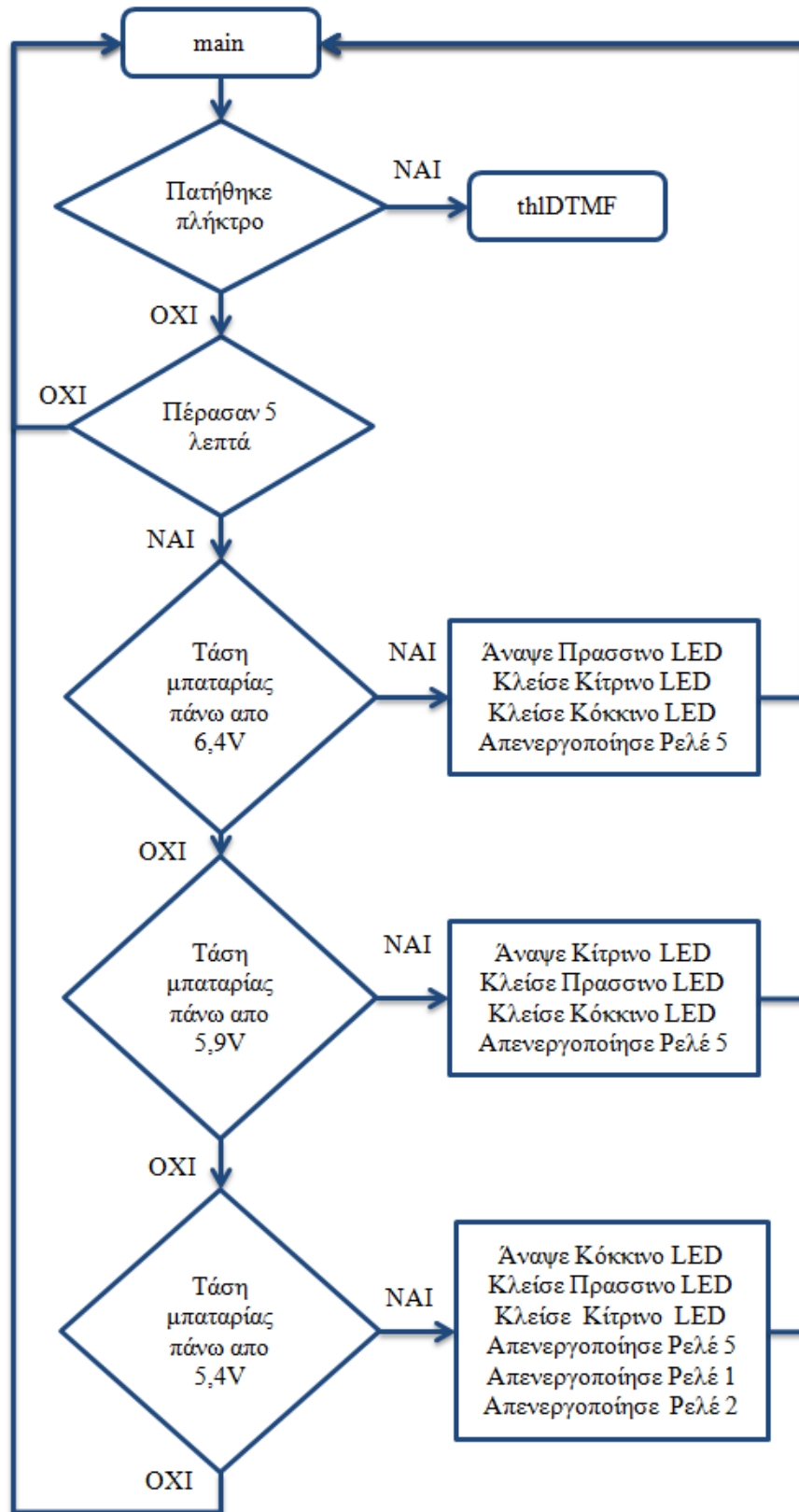
α/α	Περιγραφή/ Χαρακτηρισμός Υλικού	Ονομασία/ Μέγεθος Υλικού	Τιμή Εξαρτήματος	Ποσότητα	Τελική Τιμή
1	Φ/Β Πάνελ	12V / 10W	30,00 €	1	30,00 €
2	Μπαταρία Μολύβδου Οξέος Century Power TS	6V 4,5Ah / 20HR	6,50 €	1	6,50 €
3	Σταθεροποιητής Τάσης ST με Ψήκτρα	LM317T, 1,5A	1,00 €	1	1,00 €
4	Τρανζίστορ NPN PHILIPS	BC548C	0,10 €	1	0,10 €
5	Αντίσταση	10Ω / 1W	0,05 €	1	0,05 €
6	Αντιστάσεις	180Ω ±5%, 1kΩ ±5%	0,02 €	3	0,06 €
7	Ρυθμιζόμενη Αντίσταση Τρίμμερ	1kΩ ±5%	0,25 €	1	0,25 €
8	Ηλεκτρολυτικός Πυκνωτής	1000μF, 25V	0,16 €	1	0,16 €
9	LED 5 mm	Κόκκινο	0,05 €	1	0,05 €
10	Δίοδος Zener	6V8 / 1,3W	0,60 €	1	0,60 €
11	Διόδους	SRP100K	0,34 €	2	0,68 €
12	Διακόπτης ON/OFF		0,30 €	2	0,60 €
13	Καλωδιάκια	Έγχρωμα	0,00 €	1	0,00 €
			ΣΥΝΟΛΟ €	=	40,05 €

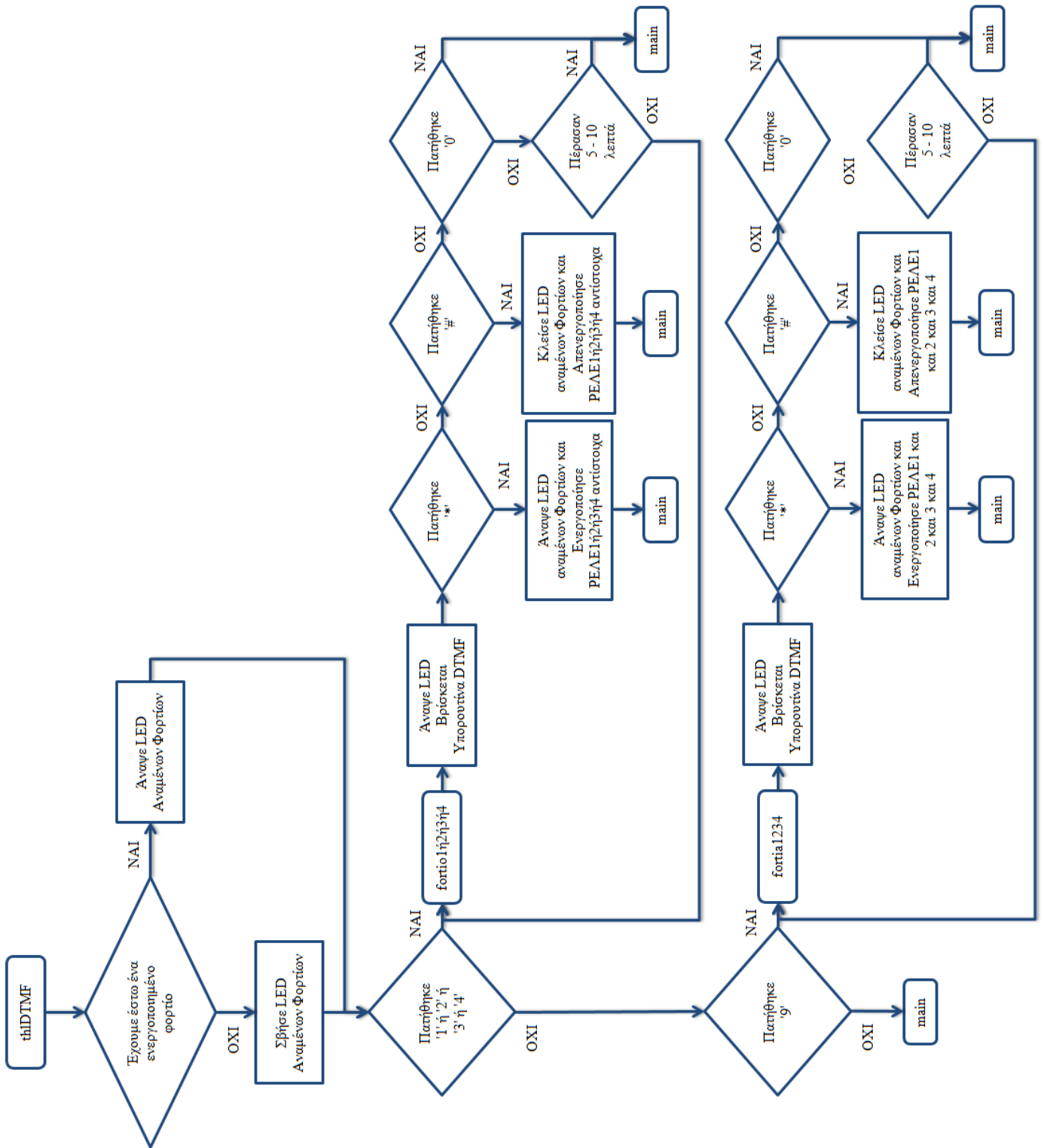
Τιμοκατάλογος εξαρτημάτων, κυκλώματος ελέγχου φορτίων

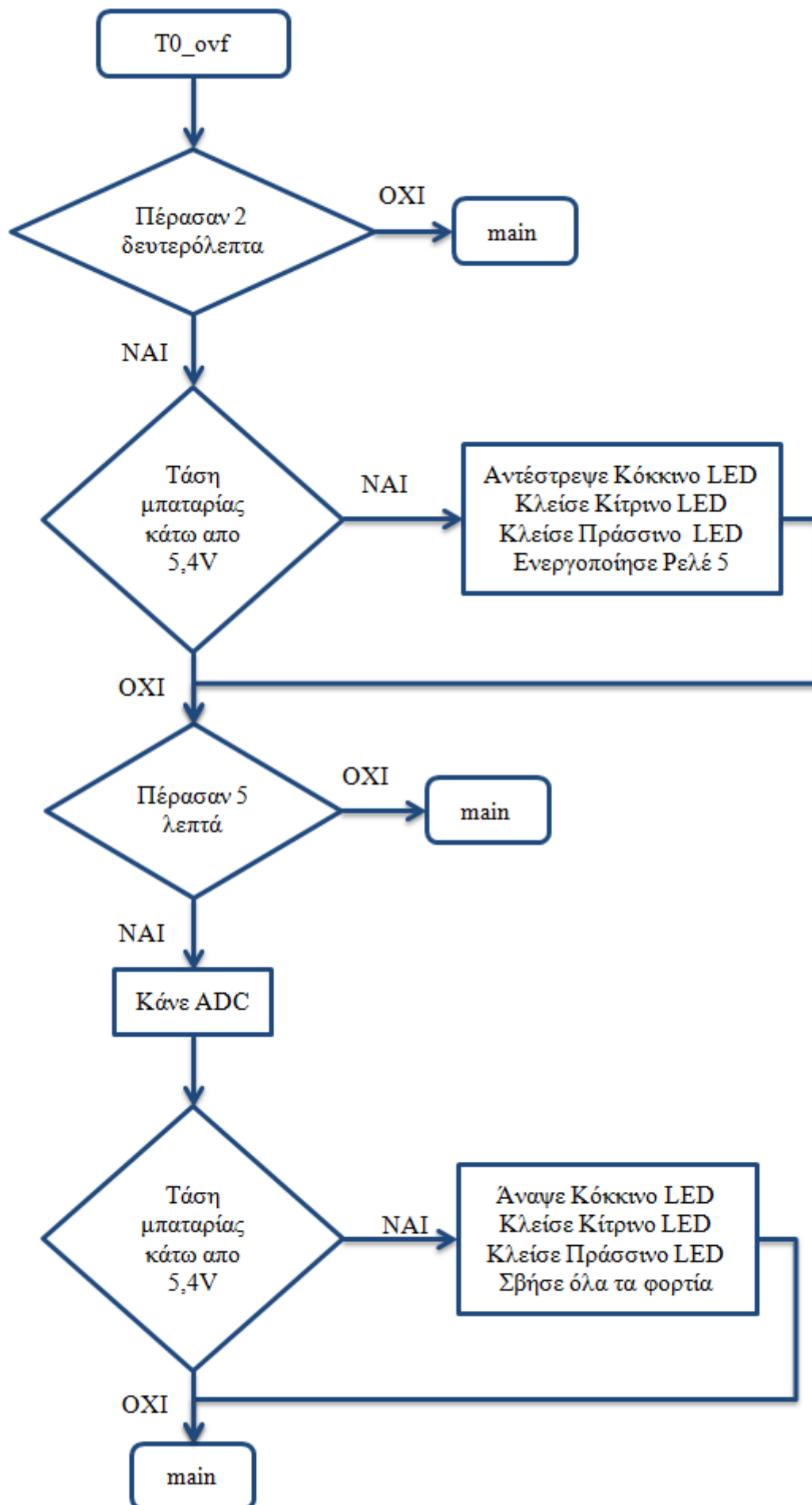
α/α	Περιγραφή/ Χαρακτηρισμός Υλικού	Ονομασία/ Μέγεθος Υλικού	Τιμή Εξαρτήματος	Ποσότητα	Τελική Τιμή
1	USB Download Programmer Emulator Debugger	AVR JTAG ICE	7,00 €	1	7,00 €
2	Κρύσταλλο OSC	3,579545 MHz	0,80 €	1	0,80 €
3	Σταθεροποιητής Τάσης 5V	LM7805	0,70 €	1	0,70 €
4	Μικροεπεξεργαστής	ATMEGA32A	9,00 €	1	9,00 €
5	DTMF Decoder	MT8870DE	0,90 €	1	0,90 €
6	Πύλη NOT	HD74LS04P	0,70 €	1	0,70 €
7	ST, Οχτώ Darlington array	ULN2803A	0,45 €	1	0,45 €
8	Αντίσταση	330kΩ ±1%	0,05 €	1	0,05 €
9	Αντιστάσεις	1kΩ ±5%	0,02 €	11	0,22 €
10	Αντιστάσεις	205kΩ ±5%	0,02 €	2	0,04 €
11	Αντιστάσεις	100kΩ ±5%	0,02 €	2	0,04 €
12	Ηλεκτρολυτικοί Πυκνωτές	100μF, 25V	0,04 €	2	0,08 €
13	Πυκνωτές	22pF	0,05 €	2	0,10 €
14	Πυκνωτές	0,1μF	0,05 €	5	0,25 €
15	Καλώδιο ηχείου Jack		0,00 €	1	0,00 €
16	Ρελέ SANYOU	6V	0,70 €	5	3,50 €
17	Κόκκινα, Κίτρινα, Πράσινα	LED	0,06 €	11	0,66 €
			ΣΥΝΟΛΟ €	=	24,49 €

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Λογικά Διαγράμματα του Κώδικα







ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Κώδικας και Εντολές Μικροελεγκτή

```
.INCLUDE "m32def.inc"
.INCLUDE "D:\AVR\DTMFthl\DTMFthl.asm"

.EQU PhoneDTMF= PORTD
.EQU adcIn= PORTA ;PA0 ADC input και PA7,6,5 LED τάσης Μπαταρίας

.DEF temp=R16 ;Γενικοί καταχωριτές
.DEF tempH=R17

.DEF tempT0=R18 ; Καταχωριτές για χιονιστή T0 5 λεπτά
.DEF tempHT0=R19

.DEF timhADCL=R20 ; Καταχωριτές για τον A/D μετατροπέα
.DEF timhADCH=R21

.DEF tempE=R22 ; Καταχωριτές για σημαίες: bit0 χαμηλή μπαταρία,
;bit1 πέρασαν 2 δευτερόλεπτα, bit2 πέρασαν 5 λεπτά
.DEF DTMFIn=R23 ;Bits από DTMF

.DEF FortiaAn=R24 ;Αναμμένα φορτία
.DEF dtmfOut=R25 ;Μετρητής για 5-10 λεπτά

.CSEG

.ORG $000
    RJMP init ; Reset vector

.ORG $016
    RJMP T0_ovf ; Interrupt vector T0 OVF
init:
    LDI temp, LOW(RAMEND) ;Αρχικοποίηση stack pointer
    OUT SPL, temp
    LDI temp, HIGH(RAMEND)
    OUT SPH, temp

    LDI tempE, 0 ; Αρχικοποιήσεις καταχωρητών
    LDI temp,0
    LDI FortiaAn, 0

    SBI DDRC,7 ;Είναι στην ρουτίνα DTMF
    SBI DDRC,6 ;Τουλάχιστον 1 ΦΟΡΤΙΟ ανοιχτό
```

SBI DDRC,1	; NC RELE φορτίων από μπαταρία
CBI PORTC,1	;PC1=0 άρα RELE off φορτία δουλεύουν
CBI DDRC,0	;DTMF StD πατήθηκε κουμπί
LDI temp,0x0F	;PD 0,1,2,3= έξοδοι
OUT PhoneDTMF-1,temp	;PD 4,5,6,7= είσοδοι
SBI adcin-1,5	;LED πράσινο μπαταρίας
SBI adcin-1,6	;LED κίτρινο μπαταρίας
SBI adcin-1,7	;LED κόκκινο μπαταρίας
CALL ADC_Init	
SEI	
main:	
SBIS PINC,0	;DTMF πατήθηκε κουμπί
CALL thlDTMF	
CBI PORTC,7	
SBRS tempE,2	;Έλεγχος 5 λεπτά
RJMP main	
CBR tempE,4	;tempE bit2=0 ΠΕΡΑΣΑΝ 5 ΛΕΠΤΑ
CPI timhADCH,0b10100011	; Έλεγχος Τάσης Μπαταρίας με 6,4V
BRSB batG	
CPI timhADCH,0b10010111	;Έλεγχος Τάσης Μπαταρίας με 5,9V
BRSB batM	
CPI timhADCH,0b10001010	; Έλεγχος Τάσης Μπαταρίας με 5,4V
BRSB batA	
RJMP main	
batG:	;Γεμάτη Μπαταρία
SBI adcin,5	
CBI adcin,6	
CBI adcin,7	
CBI PORTC,1	;Ενεργοποίησε τάση φορτίων
RJMP main	

```

batM:                                     ;Μισή Μπαταρία (90%)
    SBI adcin,6
    CBI adcin,7
    CBI adcin,5
    CBI PORTC,1                           ;Ενεργοποίησε τάση φορτίων

    RJMP main

batA:                                     ;Αηδιάζει Μπαταρία
    SBI adcin,7
    CBI adcin,6
    CBI adcin,5
    CBI PORTC,1                           ;Ενεργοποίησε τάση φορτίων

    CBI PhoneDTMF,0                       ;Κλείσιμο 2 πρώτων φορτίων
    CBI PhoneDTMF,1

    RJMP main

T0_ovf:
    PUSH temp
    IN temp ,SREG
    PUSH temp

    DEC tempT0
    BRNE endT0
    LDI tempT0,30                          ;Πέρασαν 2 sec

    SBRS tempE,0                           ;Έλεγχος αν είναι Χαμηλή Μπαταρία
    RJMP t0151

    IN temp,adcin-2                        ;Χαμηλή Μπαταρία για αντίστροφη led
    SBRS temp,7
    SBI adcin,7
    SBRC temp,7
    CBI adcin,7

    CBI adcin,5                            ;Κλείσε πράσινο LED
    CBI adcin,6                            ;Κλείσε κίτρινο LED
    SBI PORTC,1                           ;Απενεργοποίησε Μπαταρία από Φορτία

```


t0151:

DEC tempHT0
BRNE endT0

LDI tempHT0,151 ;Πέρασαν 5 λεπτά

SBR tempE,4 ; tempE bit2=1 πέρασαν 5 λεπτά

SBI ADCSRA,ADIF
SBI ADCSRA,ADSC ;Enable, Start, NO Auto Trigger,

CALL ADCint

CBR tempE,1 ; tempE bit0=0 για να ΜΗΝ αναβοσβήνει LED
;Χαμηλής Μπαταρία

CPI timhADCH,0b10001010 ;Έλεγχος τιμής μπαταρίας με 5,4V
BRSH endT0

SBR tempE,1 ; tempE bit0=1 για να αναβοσβήνει LED
;Χαμηλής Μπαταρία

SBI adcin,7 ;Άνοιξε κόκκινο LED
CBI adcin,5 ;Κλείσε πράσινο LED
CBI adcin,6 ;Κλείσε κίτρινο LED

CBI PhoneDTMF,0 ;Σβήσε φορτία
CBI PhoneDTMF,1
CBI PhoneDTMF,2
CBI PhoneDTMF,3

endT0:

POP temp
OUT SREG, temp
POP temp

RETI

ADCint:

IN timhADCL, ADCL ;Διάβασε ADC
IN timhADCH, ADCH ;Οι R20 και R21 δεσμεύονται από τη ρουτίνα ADC
RET

```

ADC_Init:
    CBI adcin-1,0
    CBI adcin,0                ;Απενεργοποίησε pullup

    LDI temp,0b01100000       ;Εσωτερική Vref=5V,αριστερή
    OUT ADMUX, temp           ;στοίχιση και επιλογή αναλογικού καναλιού 0

    LDI temp,0b11000101       ;Enable, Start, NO Auto Trigger,
    OUT ADCSRA, temp          ;prescaler 32 125 KHz, ξεκίνα την μετατροπή

    IN timhADCL, ADCL         ;Διάβασε ADC
    IN timhADCH, ADCH
    CBI PORTC,1               ;Ενεργοποίησε Μπαταρία από Φορτία
    CBR tempE,1               ; tempE bit0=0 για να ΜΗΝ αναβοσβήνει LED.
                                ;Χαμηλής Μπαταρία
    SBI adcin, 5              ;Άναψε πράσινο LED Μπαταρίας

    LDI tempT0, 30            ;Αρχικοποιήσεις μετρητών για 5 λεπτά
    LDI tempHT0,151

    LDI temp,(1<<CS02)|(0<<CS01)|(1<<CS00) ;P=1024
    OUT TCCR0, temp

    LDI temp,(1<<TOIE0)
    OUT TIMSK, temp          ; Ενεργοποίηση των διακοπών των T0

    RET

;-----INCLUDE-----

.CSEG

.ORG $100
thIDTMF:
    LDI dtmfOut, 0

    CPI FortiaAn, 0x10        ;Έλεγχος αν έχουμε αναμμένα φορτία
    BRSH LEDon
    CBI PORTC,6

b0:
    IN DTMFIn, PhoneDTMF-2    ;Διάβασμα PIND τα 4 high Bits
    SWAP DTMFIn               ;Αντιμετάθεση, NOT και μηδενισμός high bits
    COM DTMFIn
    ANDI DTMFIn,0x0F

    CPI DTMFIn, 0x01          ;Έλεγχος αν πατήθηκε "1"

```

BREQ fortio1jump

CPI DTMFIn, 0x02

;Έλεγχος αν πατηθηκε "2"

BREQ fortio2jump

CPI DTMFIn, 0x03

;Έλεγχος αν πατηθηκε "3"

BREQ fortio3jump

CPI DTMFIn, 0x04

;Έλεγχος αν πατηθηκε "4"

BREQ fortio4jump

CPI DTMFIn, 0x09

;Έλεγχος αν πατηθηκε "9"

BREQ fortia1234jump

RET

LEDOn:

SBIS PINC,1

;NAI Τουλαχιστον 1 ΦΟΡΤΙΟ ανοιχτο

SBI PORTC,6

RJMP b0

fortio1jump:

RJMP fortio1

fortio2jump:

RJMP fortio2

fortio3jump:

RJMP fortio3

fortio4jump:

RJMP fortio4

fortia1234jump:

RJMP fortia1234

//-----ΠΑΤΗΘΗΚΕ ΤΟ 1-----

fortio1:

SBI PORTC,7

;Είναι στην ρουτίνα DTMF

IN DTMFIn, PhoneDTMF-2

;Διάβασμα του DTMF κώδικα

SWAP DTMFIn

COM DTMFIn

ANDI DTMFIn,0x0F

CPI DTMFIn, 0x0A

;Έλεγχος αν πατήθηκε "0"

BREQ fortio1main

;Αν ΝΑΙ πάνε στην APXH

CPI DTMFIn, 0x0B

;Έλεγχος αν πατήθηκε "*"

BREQ fortio1on

```

CPI DTMFIn, 0x0C                ;Έλεγχος αν πατήθηκε "#"
BREQ fortio1off

SBRC tempE,2                    ;Έλεγχος 5-10 λεπτά
Rjmp fortio1b

Rjmp fortio1

fortio1b:
INC dtmfOut
CBR tempE,4                      ; tempE bit2= 0 ΠΕΡΑΣΑΝ 5 ΛΕΠΤΑ

SBRC dtmfOut,1
RET

Rjmp fortio1

fortio1on:
SBI PhoneDTMF,0                ;Άναψε ΦΟΡΤΙΟ 1
ORI FwtaAn, 0x10
RET

fortio1off:
CBI PhoneDTMF,0                ;Κλείσε ΦΟΡΤΙΟ 1
ANDI FortiaAn, 0b11101111

fortio1main:
RET

//-----ΠΑΤΗΘΗΚΕ ΤΟ 2-----
fortio2:
SBI PORTC,7                     ;Είναι στην ρουτίνα DTMF

IN DTMFIn, PhoneDTMF-2         ;Διάβασμα του DTMF κώδικα
SWAP DTMFIn
COM DTMFIn
ANDI DTMFIn,0x0F

CPI DTMFIn, 0x0A                ;Έλεγχος αν πατήθηκε "0"
BREQ fortio2main                ;Αν ΝΑΙ πάνε στην ΑΡΧΗ

CPI DTMFIn, 0x0B                ;Έλεγχος αν πατήθηκε "*"
BREQ fortio2on

CPI DTMFIn, 0x0C                ;Έλεγχος αν πατήθηκε "#"
BREQ fortio2off

```

SBRC tempE,2 ;Έλεγχος 5-10 λεπτά
RJMP fortio2b

RJMP fortio2

fortio2b:

INC dtmfOut
CBR tempE,4 ; tempE bit2= 0 ΠΕΡΑΣΑΝ 5 ΛΕΠΤΑ

SBRC dtmfOut,1
RET

RJMP fortio2

fortio2on:

SBI PhoneDTMF,1 ;Άναψε ΦΟΡΤΙΟ 2
ORI FortiaAn, 0x20
RET

fortio2off:

CBI PhoneDTMF,1 ;Κλείσε ΦΟΡΤΙΟ 2
ANDI FortiaAn, 0b11011111

fortio2main:

RET

//-----ΠΑΤΗΘΗΚΕ ΤΟ 3-----

fortio3:

SBI PORTC,7 ;Είναι στην ρουτίνα DTMF

IN DTMFIn, PhoneDTMF-2 ;Διάβασμα του DTMF κώδικα

SWAP DTMFIn

COM DTMFIn

ANDI DTMFIn,0x0F

CPI DTMFIn, 0x0A ;Έλεγχος αν πατήθηκε "0"

BREQ fortio3main ;Αν ΝΑΙ πάνε στην ΑΡΧΗ

CPI DTMFIn, 0x0B ;Έλεγχος αν πατήθηκε "*"

BREQ fortio3on

CPI DTMFIn, 0x0C ;Έλεγχος αν πατήθηκε "#"

BREQ fortio3off

SBRC tempE,2 ;Έλεγχος 5-10 λεπτά

RJMP fortio3b

RJMP fortio3

fortio3b:

INC dtmfOut

CBR tempE,4

; tempE bit2= 0 ΠΕΡΑΣΑΝ 5 ΛΕΠΤΑ

SBRC dtmfOut,1

RET

RJMP fortio3

fortio3on:

SBI PhoneDTMF,2

;Άναψε ΦΟΡΤΙΟ 3

ORI FortiaAn, 0x40

RET

fortio3off:

CBI PhoneDTMF,2

;Κλείσε ΦΟΡΤΙΟ 3

ANDI FortiaAn, 0b10111111

fortio3main:

RET

//-----ΠΑΤΗΘΗΚΕ ΤΟ 4-----

fortio4:

SBI PORTC,7

;Είναι στην ρουτίνα DTMF

IN DTMFIn, PhoneDTMF-2

;Διάβασμα του DTMF κώδικα

SWAP DTMFIn

COM DTMFIn

ANDI DTMFIn,0x0F

CPI DTMFIn, 0x0A

;Έλεγχος αν πατήθηκε "0"

BREQ fortio4main

;Αν ΝΑΙ πάνε στην ΑΡΧΗ

CPI DTMFIn, 0x0B

;Έλεγχος αν πατήθηκε "*"

BREQ fortio4on

CPI DTMFIn, 0x0C

;Έλεγχος αν πατήθηκε "#"

BREQ fortio4off

SBRC tempE,2

;Έλεγχος 5-10 λεπτά

RJMP fortio4b

RJMP fortio4

fortio4b:

INC dtmfOut
CBR tempE,4

; tempE bit2= 0 ΠΕΡΑΣΑΝ 5 ΛΕΠΤΑ

SBRC dtmfOut,1
RET

RJMP fortio4

fortio4on:

SBI PhoneDTMF,3
ORI FortiaAn, 0x80
RET

;Άναψε ΦΟΡΤΙΟ 4

fortio4off:

CBI PhoneDTMF,3
ANDI FortiaAn, 0b01111111

;Κλείσε ΦΟΡΤΙΟ 4

fortio4main:

RET

//-----ΠΑΤΗΘΗΚΕ ΤΟ 9-----

fortia1234:

SBI PORTC,7

;Είναι στην ρουτίνα DTMF

IN DTMFIn, PhoneDTMF-2
SWAP DTMFIn
COM DTMFIn
ANDI DTMFIn,0x0F

;Διάβασμα του DTMF κώδικα

CPI DTMFIn, 0x0A
BREQ fortio1234main

;Έλεγχος αν πατήθηκε "0"
;Αν ΝΑΙ πάνε στην ΑΡΧΗ

CPI DTMFIn, 0x0B
BREQ fortia1234on

;Έλεγχος αν πατήθηκε "*"

CPI DTMFIn, 0x0C
BREQ fortia1234off

;Έλεγχος αν πατήθηκε "#"

SBRC tempE,2
RJMP fortia1234b

;Έλεγχος 5-10 λεπτά

RJMP fortia1234

fortia1234b:

INC dtmfOut
CBR tempE,4

; tempE bit2= 0 ΠΕΡΑΣΑΝ 5 ΛΕΠΤΑ

SBRC dtmfOut,1
RET

RJMP fortia1234

fortia1234on:

SBI PhoneDTMF,0
SBI PhoneDTMF,1
SBI PhoneDTMF,2
SBI PhoneDTMF,3
ORI FortiaAn, 0xF0
RET

;Άναψε όλα τα ΦΟΡΤΙΑ

fortia1234off:

CBI PhoneDTMF,0
CBI PhoneDTMF,1
CBI PhoneDTMF,2
CBI PhoneDTMF,3
ANDI FortiaAn, 0b00001111

;Κλείσε όλα τα ΦΟΡΤΙΑ

fortio1234main:

RET

Ρεπερτόριο Εντολών του ATmega32. [8]

Μνημο- νικό	Ορί- σματα	Περιγραφή	Εργασία	Σημεί- ες	Πλήθος παλμών
ARITHMETIC AND LOGIC INSTRUCTIONS = ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΤΟΛΕΣ					
ADD	Rd, Rr	Add Registers = Πρόσθεση καταχωρητών	$Rd \leftarrow Rd + Rr$	HSVNZC	1
ADC	Rd, Rr	Add with Carry = Πρόσθεση με κρατούμενο	$Rd \leftarrow Rd + Rr + C$	HSVNZC	1
ADIW	RdI, K	Add Immediate to Word = Άμεση πρόσθεση σε λέξη	$Rdh:Rdl \leftarrow Rdh:Rdl + K$	ZCNVS	2
SUB	Rd, Rr	Subtract Registers = Αφαίρεση καταχωρητών	$Rd \leftarrow Rd - Rr$	HSVNZC	1
SUBI	Rd, K	Subtract Immediate = Αφαίρεση σταθεράς από καταχωρητή	$Rd \leftarrow Rd - K$	HSVNZC	1
SBC	Rd, Rr	Subtract with Carry Registers = Αφαίρεση με κρατούμενο καταχωρητών	$Rd \leftarrow Rd - Rr - C$	HSVNZC	1
SBCI	Rd, K	Subtract with Carry Immediate = Αφαίρεση με κρατούμενο σταθεράς από καταχωρητή	$Rd \leftarrow Rd - K - C$	HSVNZC	1
SBIW	RdI, K	Subtract Immediate from Word = Αφαίρεση σταθεράς από λέξη	$Rdh:Rdl \leftarrow Rdh:Rdl - K$	ZCNVS	2
AND	Rd, Rr	Λογικό AND καταχωρητών	$Rd \leftarrow Rd \cdot Rr$	SNZ,V=0	1
ANDI	Rd, K	Λογικό AND μεταξύ καταχωρητή και σταθεράς	$Rd \leftarrow Rd \cdot K$	SNZ,V=0	1
OR	Rd, Rr	Λογικό OR καταχωρητών	$Rd \leftarrow Rd \vee Rr$	SNZ,V=0	1
ORI	Rd, K	OR Immediate = Λογικό OR καταχωρητή με σταθερά	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	SNZ,V=0	1
EOR	Rd, Rr	XOR μεταξύ καταχωρητών	$Rd \leftarrow Rd \oplus Rr$	SNZ,V=0	1
COM	Rd	One's Complement = Συμπλήρωμα ως προς 1	$Rd \leftarrow \$FF - Rd$	SNZ, V=0,C=1	1
NEG	Rd	Negate (Two's complement)=Αντιστροφή πρόσημου (συμπλήρωμα ως προς 2)	$Rd \leftarrow \$00 - Rd$	HSVNZC	1
SBR	Rd, K	Set Bit(s) in Register = Κάνε ένα το/τα bit/bits σε καταχωρητή	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	SNZ,V=0	1
CBR	Rd, K	Clear bit(s) in Register = Μηδένισε το/τα bit/bits σε καταχωρητή	$Rd \leftarrow Rd \cdot (\$FF - K)$	SNZ,V=0	1
INC	Rd	Increment = Αύξηση	$Rd \leftarrow Rd + 1$	SVNZ	1
DEC	Rd	Decrement = Μείωση	$Rd \leftarrow Rd - 1$	SVNZ	1
TST	Rd	Test for Zero or Minus = Έλεγξε για 0 ή αρνητικό	$Rd \leftarrow Rd \cdot Rd$	SNZ,V=0	1
CLR	Rd	Clear Register = Μηδένισε τον καταχωρητή	$Rd \leftarrow Rd \oplus Rd$	S=V=N= 0, Z=1	1
SER	Rd	Set Register = Κάνε 1 τον καταχωρητή	$Rd \leftarrow \$FF$	Καμία	1
MUL	Rd, Rr	Multiply Unsigned = Πολλαπλασιασμός απροσημαστων	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	ZC	2
MULS	Rd, Rr	Multiply Signed = Πολλαπλασιασμός προσημασμένων	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	ZC	2
MULSU	Rd, Rr	Multiply Signed with Unsigned = Πολλαπλασιασμός προσημασμένου επί απροσημαστο	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	ZC	2
FMUL	Rd, Rr	Fractional Multiply Unsigned = Κλασματικός πολλαπλασιασμός απροσημαστων	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \ll 1$	ZC	2
FMULS	Rd, Rr	Fractional Multiply Signed = Κλασματικός πολλαπλασιασμός προσημασμένων	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \ll 1$	ZC	2
FMULSU	Rd, Rr	Fractional Multiply Signed with Unsigned = Κλασματικός πολλαπλασιασμός προσημασμένου επί απροσημαστο	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \ll 1$	ZC	2
BRANCH INSTRUCTIONS = ΕΝΤΟΛΕΣ ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΗΣ					
RJMP	k	Relative Jump = Σχετική διακλάδωση	$PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	2
IJMP		Indirect Jump to (Z) = Σχετική διακλάδωση στη δ/νση που περιέχεται στον Z	$PC \leftarrow Z$	Καμία	2
JMP	k	Direct Jump = Απευθείας διακλάδωση	$PC \leftarrow k$	Καμία	3
RCALL	k	Relative Subroutine Call = Σχετική κλήση υπορουτίνας	$\text{Στοιβα} \leftarrow PC, PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	3
ICALL		Indirect Call to (Z) = Έμμεση κλήση υπορουτίνας στη δ/νση που περιέχεται στον Z	$\text{Στοιβα} \leftarrow PC, PC \leftarrow Z$	Καμία	3
CALL	k	Direct Subroutine Call = Απευθείας κλήση σε υπορουτίνα	$\text{Στοιβα} \leftarrow PC, PC \leftarrow k$	Καμία	4
RET		Subroutine Return = Επιστροφή από υπορουτίνα	$PC \leftarrow \text{Στοιβα}$	Καμία	4
RETI		Interrupt Return = Επιστροφή από ρουτίνα διακοπής	$PC \leftarrow \text{Στοιβα}$	I	4
CPSE	Rd, Rr	Compare and Skip if Equal = Σύγκρινε και πήδα αν είναι ίσα	$\text{if } (Rd=Rr), PC \leftarrow PC + 2 \text{ (ή } 3)$	Καμία	1 / 2 / 3
CP	Rd, Rr	Compare = Σύγκρινε	$Rd - Rr$	HSVNZC	1
CPC	Rd, Rr	Compare with Carry = Σύγκρινε με κρατούμενο	$Rd - Rr - C$	HSVNZC	1
CPI	Rd, K	Compare Register with Immediate=Σύγκρινε τον καταχωρητή με την άμεση σταθερά	$Rd - K$	HSVNZC	1
SBRC	Rr, b	Skip if Bit in Register is Cleared = Πήδα αν το bit του καταχωρητή είναι 0	$\text{if } (Rr(b)=0), PC \leftarrow PC + 2 \text{ (ή } 3)$	Καμία	1 / 2 / 3
SBRs	Rr, b	Skip if Bit in Register is Set = Πήδα αν το bit του καταχωρητή είναι 1	$\text{if } (Rr(b)=1), PC \leftarrow PC + 2 \text{ (ή } 3)$	Καμία	1 / 2 / 3
SBIC	P, b	Skip if Bit in I/O Register is Cleared=Πήδα αν το bit του καταχωρητή I/O είναι 0	$\text{if } (P(b)=0), PC \leftarrow PC + 2 \text{ (ή } 3)$	Καμία	1 / 2 / 3
SBIS	P, b	Skip if Bit in I/O Register is Set = Πήδα αν το bit του καταχωρητή I/O είναι 1	$\text{if } (P(b)=1), PC \leftarrow PC + 2 \text{ (ή } 3)$	Καμία	1 / 2 / 3
BRBS	s, k	Branch if Status Flag is Set = Διακλάδωση αν η σημαία κατάστασης είναι 1	$\text{if } (SREG(s)=1), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BRBC	s, k	Branch if Status Flag Cleared = Διακλάδωση αν η σημαία κατάστασης είναι 0	$\text{if } (SREG(s)=0), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BREQ	k	Branch if Equal = Διακλάδωση αν είναι ίσα	$\text{if } (Z=1), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BRNE	k	Branch if Not Equal = Διακλάδωση αν όχι ίσα	$\text{if } (Z=0), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BRCS	k	Branch if Carry Set = Διακλάδωση αν το κρατούμενο είναι 1	$\text{if } (C=1), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BRCC	k	Branch if Carry Cleared = Διακλάδωση αν το κρατούμενο είναι 0	$\text{if } (C=0), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BRSH	k	Branch if Same or Higher = Διακλάδωση αν είναι ίδιο ή μεγαλύτερο	$\text{if } (C=0), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BRLO	k	Branch if Lower = Διακλάδωση αν είναι μικρότερο	$\text{if } (C=1), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BRMI	k	Branch if Minus = Διακλάδωση αν είναι αρνητικό	$\text{if } (N=1), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BRPL	k	Branch if Plus= Διακλάδωση αν είναι θετικό	$\text{if } (N=0), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BRGE	k	Branch if Greater or Equal, Signed = Διακλάδωση αν ίσα, προσημασμένα	$\text{if } (N \oplus V=0), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BRLT	k	Branch if Less Than Zero, Signed = Διακλάδωση αν μικρότερο, προσημασμένα	$\text{if } (N \oplus V=1), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BRHS	k	Branch if Half Carry Flag Set=Διακλάδωση αν η σημαία ημκρατούμενου είναι 1	$\text{if } (H=1), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BRHC	k	Branch if Half Carry Flag Clear=Διακλάδωση αν η σημαία ημκρατούμενου είναι 0	$\text{if } (H=0), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BRTS	k	Branch if T Flag Set = Διακλάδωση αν η σημαία T είναι 1	$\text{if } (T=1), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BRTC	k	Branch if T Flag Cleared = Διακλάδωση αν η σημαία T είναι 0	$\text{if } (T=0), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BRVS	k	Branch if Overflow Flag is Set = Διακλάδωση αν η σημαία υπερχείλισης είναι 1	$\text{if } (V=1), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BRVC	k	Branch if Overflow Flag Cleared = Διακλάδωση αν η σημαία υπερχείλισης είναι 0	$\text{if } (V=0), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BRIE	k	Branch if Interrupt Enabled=Διακλάδωση αν οι διακοπές είναι ενεργοποιημένες	$\text{if } (I=1), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2
BRID	k	Branch if Interrupt Disabled=Διακλάδωση αν οι διακοπές είναι απενεργοποιημένες	$\text{if } (I=0), PC \leftarrow PC + k + 1$	Καμία	1 / 2

DATA TRANSFER INSTRUCTIONS = ΕΝΤΟΛΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ					
MOV	Rd,Rr	Move Between Registers = Μετακίνηση μεταξύ καταχωρητών	$Rd \leftarrow Rr$	Καμία	1
MOVW	Rd, Rr	Copy Register Word = Μετακίνηση λέξεων μεταξύ καταχωρητών	$Rd+1:Rd \leftarrow Rr+1:Rr$	Καμία	1
LDI	Rd, K	Load Immediate = Άμεση φόρτωση	$Rd \leftarrow K$	Καμία	1
LD	Rd, X	Load Indirect = Έμμεση φόρτωση	$Rd \leftarrow (X)$	Καμία	2
LD	Rd, X+	Load Indirect and Post Increment = Έμμεση φόρτωση και μετά-αύξηση	$Rd \leftarrow (X), X \leftarrow X + 1$	Καμία	2
LD	Rd, -X	Load Indirect and Pre Decrement = Έμμεση φόρτωση και προ-μείωση	$X \leftarrow X - 1, Rd \leftarrow (X)$	Καμία	2
LD	Rd, Y	Load Indirect = Έμμεση φόρτωση	$Rd \leftarrow (Y)$	Καμία	2
LD	Rd, Y+	Load Indirect and Post Increment = Έμμεση φόρτωση και μετά-αύξηση	$Rd \leftarrow (Y), Y \leftarrow Y + 1$	Καμία	2
LD	Rd, -Y	Load Indirect and Pre Decrement = Έμμεση φόρτωση και προ-μείωση	$Y \leftarrow Y - 1, Rd \leftarrow (Y)$	Καμία	2
LDD	Rd, Y+q	Load Indirect with Displacement = Έμμεση φόρτωση με μετατόπιση	$Rd \leftarrow (Y + q)$	Καμία	2
LD	Rd, Z	Load Indirect = Έμμεση φόρτωση	$Rd \leftarrow (Z)$	Καμία	2
LD	Rd, Z+	Load Indirect and Post Increment = Έμμεση φόρτωση και μετά-αύξηση	$Rd \leftarrow (Z), Z \leftarrow Z + 1$	Καμία	2
LD	Rd, -Z	Load Indirect and Pre Decrement = Έμμεση φόρτωση και προ-μείωση	$Z \leftarrow Z - 1, Rd \leftarrow (Z)$	Καμία	2
LDD	Rd, Z+q	Load Indirect with Displacement = Έμμεση φόρτωση με μετατόπιση	$Rd \leftarrow (Z + q)$	Καμία	2
LDS	Rd, K	Load Direct from SRAM = Απευθείας φόρτωση από την SRAM	$Rd \leftarrow (k)$	Καμία	2
ST	X, Rr	Store Indirect = Έμμεση φύλαξη	$(X) \leftarrow Rr$	Καμία	2
ST	X+, Rr	Store Indirect and Post-Increment = Έμμεση φύλαξη με μετά-αύξηση	$(X) \leftarrow Rr, X \leftarrow X + 1$	Καμία	2
ST	-X, Rr	Store Indirect and Pre-Decrement = Έμμεση φύλαξη με προ-μείωση	$X \leftarrow X - 1, (X) \leftarrow Rr$	Καμία	2
ST	Y, Rr	Store Indirect = Έμμεση φύλαξη	$(Y) \leftarrow Rr$	Καμία	2
ST	Y+, Rr	Store Indirect and Post-Increment = Έμμεση φύλαξη με μετά-αύξηση	$(Y) \leftarrow Rr, Y \leftarrow Y + 1$	Καμία	2
ST	-Y, Rr	Store Indirect and Pre-Decrement = Έμμεση φύλαξη με προ-μείωση	$Y \leftarrow Y - 1, (Y) \leftarrow Rr$	Καμία	2
STD	Y+q, Rr	Store Indirect with Displacement = Έμμεση φύλαξη με μετατόπιση	$(Y + q) \leftarrow Rr$	Καμία	2
ST	Z, Rr	Store Indirect = Έμμεση φύλαξη	$(Z) \leftarrow Rr$	Καμία	2
ST	Z+, Rr	Store Indirect and Post-Increment = Έμμεση φύλαξη με μετά-αύξηση	$(Z) \leftarrow Rr, Z \leftarrow Z + 1$	Καμία	2
ST	-Z, Rr	Store Indirect and Pre-Decrement = Έμμεση φύλαξη με προ-μείωση	$Z \leftarrow Z - 1, (Z) \leftarrow Rr$	Καμία	2
STD	Z+q, Rr	Store Indirect with Displacement = Έμμεση φύλαξη με μετατόπιση	$(Z + q) \leftarrow Rr$	Καμία	2
STS	k, Rr	Store Direct to SRAM = Απευθείας φύλαξη στη SRAM	$(k) \leftarrow Rr$	Καμία	2
LPM		Load Program Memory = Φόρτωση μνήμης προγράμματος	$R0 \leftarrow (Z)$	Καμία	3
LPM	Rd, Z	Load Program Memory = Φόρτωση μνήμης προγράμματος	$Rd \leftarrow (Z)$	Καμία	3
LPM	Rd, Z+	Load Program Memory and Post Inc=Φόρτωση μνήμης προγράμματος με μετά-αύξηση	$Rd \leftarrow (Z), Z \leftarrow Z + 1$	Καμία	3
SPM		Store Program Memory = Φύλαξη μνήμης προγράμματος	$(Z) \leftarrow R1:R0$	Καμία	-
IN	Rd, P	In Port = Είσοδος από θύρα	$Rd \leftarrow P$	Καμία	1
OUT	P, Rr	Out Port = Έξοδος σε θύρα	$P \leftarrow Rr$	Καμία	1
PUSH	Rr	Push Register on Stack = Ωθηση καταχωρητή στη στοίβα	Στοίβα $\leftarrow Rr$	Καμία	2
POP	Rd	Pop Register from Stack = Ανάσυρση από τη στοίβα σε καταχωρητή	$Rd \leftarrow$ Στοίβα	Καμία	2

ΕΝΤΟΛΕΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ BIT					
SBI	P, b	Set Bit in I/O Register = Θέσε το bit στον καταχωρητή I/O	$I/O(P, b) \leftarrow 1$	Καμία	2
CBI	P, b	Clear Bit in I/O Register = Μηδένισε το bit στον καταχωρητή I/O	$I/O(P, b) \leftarrow 0$	Καμία	2
LSL	Rd	Logical Shift Left = Λογική ολίσθηση αριστερά	$Rd(n+1) \leftarrow Rd(n), Rd(0) \leftarrow 0$	HSVNZC	1
LSR	Rd	Logical Shift Right = Λογική ολίσθηση δεξιά	$Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), Rd(7) \leftarrow 0$	HSVZC, N=0	1
ROL	Rd	Rotate Left Through Carry = Περιστροφή αριστερά μέσω του κρατούμενου	$Rd(0) \leftarrow C, Rd(n+1) \leftarrow Rd(n), C \leftarrow Rd(7)$	HSVNZC	1
ROR	Rd	Rotate Right Through Carry = Περιστροφή δεξιά μέσω του κρατούμενου	$Rd(7) \leftarrow C, Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), C \leftarrow Rd(0)$	SVNZC	1
ASR	Rd	Arithmetic Shift Right = Αριθμητική ολίσθηση δεξιά	$Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), n=0:6$	SVNZC	1
SWAP	Rd	Swap Nibbles = Αντιμετάθεση nibbles	$Rd(3:0) \leftrightarrow Rd(7:4)$	Καμία	1
BSET	s	Flag Set = Θέσε τη σημαία (s \leftarrow 1)	$SREG(s) \leftarrow 1$	SREG	1
BCLR	s	Flag Clear = Μηδένισε τη σημαία	$SREG(s) \leftarrow 0$	SREG	1
BST	Rr, b	Bit Store from Register to T = Φύλαξη bit από καταχωρητή στην T	$T \leftarrow Rr(b)$	T	1
BLD	Rd, b	Bit Load from T to Register = Φόρτωση bit από T σε καταχωρητή	$Rr(b) \leftarrow T$	Καμία	1
SEC		Set Carry = Θέσε το κρατούμενο	$C \leftarrow 1$	C	1
CLC		Clear Carry = Μηδένισε το κρατούμενο	$C \leftarrow 0$	C	1
SEN		Set Negative Flag = Θέσε τη σημαία αρνητικού	$N \leftarrow 1$	N	1
CLN		Clear Negative Flag = Μηδένισε τη σημαία αρνητικού	$N \leftarrow 0$	N	1
SEZ		Set Zero Flag = Θέσε τη σημαία μηδενός	$Z \leftarrow 1$	Z	1
CLZ		Clear Zero Flag = Μηδένισε τη σημαία μηδενός	$Z \leftarrow 0$	Z	1
SEI		Global Interrupt Enable = Γενική ενεργοποίηση διακοπών	$I \leftarrow 1$	I	1
CLI		Global Interrupt Disable = Γενική απενεργοποίηση διακοπών	$I \leftarrow 0$	I	1
SES		Set Signed Test Flag = Θέσε τη σημαία του πρόσημου	$S \leftarrow 1$	S	1
CLS		Clear Signed Test Flag = Μηδένισε τη σημαία του πρόσημου	$S \leftarrow 0$	S	1
SEV		Set 2's Complement Overflow = Θέσε την υπερχείλιση συμπληρώματος ως προς 2	$V \leftarrow 1$	V	1
CLV		Clear 2's Complement Overflow=Μηδένισε τη σημαία υπερχείλ συμπληρώμ ως προς 2	$V \leftarrow 0$	V	1
SET		Set T in SREG = Θέσε την T (T \leftarrow 1) στον SREG	$T \leftarrow 1$	T	1
CLT		Clear T in SREG = Μηδένισε την T στον SREG	$T \leftarrow 0$	T	1
SHE		Set Half Carry Flag = Θέσε τη σημαία ημικρατούμενου	$H \leftarrow 1$	H	1
CLH		Clear Half Carry Flag = Μηδένισε τη σημαία ημικρατούμενου	$H \leftarrow 0$	H	1
NOP		No Operation = Καμία λειτουργία		Καμία	1
SLEEP		Sleep = Ύπνος	Βλέπε το κείμενο	Καμία	1
WDR		Watchdog Reset	Βλέπε το κείμενο	Καμία	1
BREAK		Break = Σταμάτημα	On Chip Debug=Εκσφαλμάτωση εντός ολοκληρωμένου	Καμία	Δεν ορίζεται

Rd = Καταχωρητής προορισμού

k = Σταθερά (διεύθυνση)

X, Y, Z = Καταχωρητές έμμεσης διεύθυνσης

Rr = Καταχωρητής προέλευσης

b = Bit σε καταχ. αρχείου ή σε καταχ. I/O (3 bits)

A = Διεύθυνση I/O

K = Σταθερά (δεδομένο)

s = Bit στον καταχωρητή κατάστασης (3 bits),

q = μετατόπιση της έμμεσης προσπέλασης (6 bits)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] David Linden, Thomas Reddy, (2001) *Handbook of Batteries*. 3rd edition. Michigan: Mc Graw-Hill.
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/Lead%E2%80%93acid_battery
- [3] Antonio Luque, Steven Hegedus, (2003) *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. England: John Wiley & Sons Ltd
- [4] <https://en.wikipedia.org/wiki/Photovoltaics>
- [5] Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, (2007) *ΕΝΑΣ ΠΡΑΚΤΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ ΓΙΑ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ*. <http://www.env-edu.gr/Documents/Φωτοβολταϊκά%20-%20Ένας%20πρακτικός%20οδηγός.pdf>
- [6] <http://www.electroschematics.com/4746/solar-charger-circuit/>
- [7] Νικόλαος Νικολαΐδης, (2005) *Ασκήσεις, Πειράματα και Εφαρμογές με τον 8051*. Τόμος Α και Β.
- [8] Νικόλαος Νικολαΐδης, (2014) *Εργαστηριακές Ασκήσεις ΜΙΚΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ*. ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης Τμήμα Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε.
- [9] Νικόλαος Νικολαΐδης, (2015) *Εργαστηριακές Ασκήσεις ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ*. ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης Τμήμα Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε.
- [10] Electrical and Electronics. DTMF based home automation 6 devices control. http://eeemagazine.blogspot.gr/2010_10_01_archive.html
- [11] Edits World. 8051 Based DTMF Control AC Appliances <http://www.editsworld.com/microcontroller/8051-projects/dtmf-control-ac-appliances/#.WEnGVS2LS00>
- [12] <http://circuitdigest.com/electronic-circuits/dtmf-based-home-automation-system>
- [13] PHILIPS, (1997) *BC546; BC547; BC548, NPN general purpose transistors*.
- [14] Vision, (2003-9) *CP645 6V 4.5Ah(20hr)*.
- [15] STMicroelectronics, (1999) *LM117/217 LM317, 1.2V TO 37V VOLTAGE REGULATOR*.
- [16] STMicroelectronics, (2012) *ULN2801A, ULN2802A, ULN2803A, ULN2804A*.
- [17] Zarlink Semiconductor, (2006) *MT8870D/MT8870D-1, ISO2-CMOS Integrated DTMF Receiver*.
- [18] Renesas Technology Corp, (2005) *HD74LS04 / HD74LS05*
- [19] STMicroelectronics, (2016) *L78 Positive voltage regulator ICs*
- [20] <https://www.ilektronio-batteries.com>
- [21] <https://sites.google.com/site/photovoltaicssystems93/eide-photovoltaikon-systematon>

- [22] <http://www.eshops.gr/batteries-photovoltaics.html>
- [23] <http://www.engineersgarage.com/tutorials/dtmf-dual-tone-multiple-frequency>
- [24] <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGYM-B105/386/2552,9968/>
- [25] <http://acomelectronics.com/forum/viewtopic.php?t=76>
- [26] https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CF%80%CE%B5%CE%BE%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1_%CF%83%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82
- [27] <http://www.polar-electric.com/DTMF/Index.html>
- [28] <https://www.emimikos.gr/PB-645/>
- [29] https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%AF%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CF%82_%CE%B5%CE%BA%CF%80%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%AE%CF%82_%CF%86%CF%89%CF%84%CF%8C%CF%82
- [30] <http://www.tme.eu/en/details/1.3w-6v8/tht-zener-diodes/>
- [31] <https://www.fairchildsemi.com/pf/Lm/LM7805.html>
- [32] <http://www.circuitsgallery.com/2012/07/dtmf-cell-phone-controlled-home-appliances-automation-project.html>
- [33] <http://www.circuitbasics.com/how-to-hack-a-headphone-jack/>
- [34] <http://www.zeppy.io/discover/us/industrial-automation-control>