



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ &
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Μία Εναλλακτική Πρόταση Για Τον Αυτόματο Έλεγχο
Οικιακών Καταναλώσεων Και Εφαρμογή Στο «Έξυπνο Σπίτι»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Δημήτριος Τ. Καρακούσης

Επιβλέπων : Κωνσταντίνος Γ. Καραγιαννόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2008



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ &
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Μία Εναλλακτική Πρόταση Για Τον Αυτόματο Έλεγχο Οικιακών Καταναλώσεων Και Εφαρμογή Στο «Έξυπνο Σπίτι»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Δημήτριος Τ. Καρακούσης

Επιβλέπων : Κωνσταντίνος Γ. Καραγιαννόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 19^η Μαρτίου 2008.

.....
Κωνσταντίνος
Καραγιαννόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Περικλής Μπούρκας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Νικόλαος Θεοδώρου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2008

.....
Δημήτριος Καρακούσης

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Δημήτριος Καρακούσης, 2008

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρούμε την ανάπτυξη μιας εναλλακτικής προσέγγισης για αυτό που ονομάζουμε ως «Έξυπνο Σπίτι», δηλαδή ουσιαστικά την αυτοματοποίηση ορισμένων οικιακών καταναλώσεων με σκοπό την πιο άνετη διαβίωση μέσα σε μια τυπική οικία. Η πρωτοτυπία της εργασίας συνίσταται ότι η εγκατάσταση που προτείνεται μπορεί να υλοποιηθεί με απλά ηλεκτρολογικά εξαρτήματα, άμεσα διαθέσιμα στην αγορά, και χωρίς να απαιτούνται ειδικές γνώσεις.

Αρχικά αναλύεται το βασικό ηλεκτρολογικό εξάρτημα της εγκατάστασης, ο ηλεκτρονόμος μανδάλωσης, ενώ παρουσιάζονται περιληπτικά και διάφορα άλλα ηλεκτρολογικά εξαρτήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μια εγκατάσταση τέτοιου τύπου. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται μετρήσεις που έγιναν στο εργαστήριο χρησιμοποιώντας το κύκλωμα που προτείνεται, βασικό στοιχείο του οποίου είναι ο ηλεκτρονόμος μανδάλωσης. Οι μετρήσεις αποσκοπούν στο να μελετηθεί η συμπεριφορά του κυκλώματος κατά τη διάρκεια μεταβατικών καταστάσεων, όπως είναι ο χειρισμός ενός διακόπτη, ενώ παράλληλα προτείνονται τρόποι αντιμετώπισης των προβλημάτων που εμφανίζονται.

Επιπροσθέτως, γίνεται μια εφαρμογή και παρατίθενται πλήρη ηλεκτρολογικά σχέδια της οικιακής εγκατάστασης και των πινάκων, ενώ αναλύονται πλήρως οι ιδιαιτερότητες των συνδέσεων καθώς και τι δυνατότητες μπορεί να έχει μια τέτοια εγκατάσταση. Προτείνονται τρόποι με τους οποίους θα μπορούσε να ενισχυθεί ή να αναβαθμιστεί η εγκατάσταση, λαμβάνοντας υπόψη την εξέλιξη στις πιο πρόσφατες και σύγχρονες τεχνολογίες που αφορούν στις οικιακές καταναλώσεις. Τέλος, διατυπώνονται γενικά σχόλια και συμπεράσματα και ιδιαίτερα σχετικά με την απλότητα και την πρωτοτυπία της εγκατάστασης.

Λέξεις – κλειδιά

Ηλεκτρολογική εγκατάσταση, ηλεκτρονόμος μανδάλωσης, έξυπνο σπίτι, ηλεκτρολογικός πίνακας, αυτοματοποίηση, PLC, ρευματοδότης, συστήματα προστασίας, απομακρυσμένος έλεγχος

Abstract

The scope of this thesis was an attempt at developing an alternative to the traditional concept of “Smart Home”, which basically means the automation of several household appliances or devices, resulting in a more comfortable stay inside the house. This alternative installation is truly unique, because it can be created using simple electrical devices, commonly found in the market, without requiring special education or training.

Initially, the basic electrical device of this installation is presented, the Latching Relay. Several other electrical or electronic devices which might be of some use to this type of installation are presented. In addition, there is a chapter about various experiments and measurements done in the laboratory, using the circuit we propose, the core element of which was a latching relay. This is done in order to observe the circuit’s behaviour during transitional phases, e.g. when using a switch. Solutions for problems that may potentially arise are also proposed.

The next chapter is dedicated to a realistic example of the innovative installation, including detailed electrical drawings of the house and the corresponding electrical board. All connections are analyzed and examples of possible uses of this installation are proposed. Additionally, some proposals for future improvement of the installation are included, taking into consideration the latest technological achievements concerning household appliances. As a conclusion, there are general comments and also additional comments on the simplicity and effectiveness of the installation.

Keywords

Electrical installation, latching relay, smart home, electrical board, automation, PLC, power outlet, protection systems, remote control

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
1.1 ΗΛΕΚΤΡΟΝΟΜΟΣ ΜΑΝΔΑΛΩΣΗΣ.....	12
1.2 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	14
1.2.1 <i>Περί γειώσεων</i>	15
1.2.2 <i>Περί τροφοδότησης</i>	15
1.2.3 <i>Μέτρα ασφαλείας</i>	16
1.2.4 <i>Επιλογή και εγκατάσταση ηλεκτρολογικού υλικού</i>	18
ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	23
ΈΡΕΥΝΑ ΑΓΟΡΑΣ.....	25
3.1 ΟΙΚΟΣ Α.....	26
3.1.1 <i>Αποζεύκτες</i>	26
3.1.2 <i>Ηλεκτρονόμοι Ελέγχου</i>	27
3.1.3 <i>Ηλεκτρονόμοι Διεπαφής</i>	28
3.1.4 <i>Ηλεκτρονόμοι Ημέρας - Νύχτας</i>	28
3.1.5 <i>Ηλεκτρονόμοι μανδάλωσης (καστάνιας)</i>	29
3.1.6 <i>Μετασχηματιστές Τάσης</i>	29
3.1.7 <i>Μπουτόν Ράγας</i>	30
3.1.8 <i>Ρυθμιστές Φωτισμού (Dimmer)</i>	30
3.1.9 <i>Ανιχνευτές κίνησης</i>	31
3.1.10 <i>Αυτόματος Κλιμακοστασίου</i>	32
3.1.11 <i>Ρελέ χρονικά</i>	32
3.1.12 <i>Αυτόματες Ασφάλειες</i>	33
3.1.13 <i>Ηλεκτρονόμοι Διαφυγής</i>	33
3.2 ΟΙΚΟΣ Β	34
3.2.1 <i>Απαγωγείς Υπερτάσεων</i>	34
3.2.2 <i>Ηλεκτρονικοί Μετρητές Ενέργειας</i>	35
3.2.3 <i>Μετασχηματιστές Απομόνωσης</i>	35
3.2.4 <i>Πυκνωτές Αντιστάθμισης</i>	36
ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΕΓΙΝΑΝ	37
4.1 <i>ΚΥΚΛΩΜΑ ΔΟΚΙΜΗΣ</i>	37
4.2 <i>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ</i>	38
4.3 <i>ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΚΥΜΑΤΟΜΟΡΦΕΣ</i>	39
4.4 <i>ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΠΕΡΤΑΣΕΩΝ</i>	48
4.4.1 <i>Πυκνωτές</i>	48
4.4.2 <i>Ψαλιδιστής τάσης</i>	49
ΜΙΑ ΤΥΠΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ	51
5.1 <i>ΚΑΤΟΨΕΙΣ</i>	53
5.2 <i>ΣΧΕΔΙΑ ΠΙΝΑΚΑ</i>	61
ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.....	67
ΣΧΟΛΙΑ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	71
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	73

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Ηλεκτρονόμος Μανδάλωσης (ηλεκτρολογικό)	13
Σχήμα 2: Ηλεκτρονόμος Μανδάλωσης (μηχανολογικό).....	13
Σχήμα 3: Ηλεκτρονόμος Μανδάλωσης (φωτογραφία)	14
Σχήμα 4: Τριπολικός Αποζεύκτης.....	26
Σχήμα 5: Ηλεκτρονόμος Ελέγχου	27
Σχήμα 6: Ηλεκτρονόμος Διεπαφής	28
Σχήμα 7: Μπουτόν Ράγας.....	30
Σχήμα 8: Ανιχνευτής Κίνησης	31
Σχήμα 9: Κύκλωμα Δοκιμής	38
Σχήμα 10: Εναλλακτικό Κύκλωμα Δοκιμής	39
Σχήμα 11: Δοκιμή 1 - Κυματομορφή Α	40
Σχήμα 12: Δοκιμή 1 - Κυματομορφή Β	41
Σχήμα 13: Δοκιμή 2 - Κυματομορφή Α	42
Σχήμα 14: Δοκιμή 2 - Κυματομορφή Β	43
Σχήμα 15: Δοκιμή 3 - Κυματομορφή Α	44
Σχήμα 16: Δοκιμή 3 - Κυματομορφή Β	45
Σχήμα 17: Δοκιμή 4 - Κυματομορφή Α	46
Σχήμα 18: Δοκιμή 4 - Κυματομορφή Β	46
Σχήμα 19: Εύρος Υπερτάσεων	47
Σχήμα 20: Περιορισμός Υπερτάσεων με Πυκνωτή	48
Σχήμα 21: Ψαλιδιστής Τάσης.....	49
Σχήμα 22: Αρχιτεκτονική Κάτοψη.....	52
Σχήμα 23: Φωτιστικά - Ρευματοδότες - Μπουτόν	54
Σχήμα 24: Κύκλωμα Ελέγχου	56
Σχήμα 25: Κύκλωμα Ισχύος.....	59
Σχήμα 26: Σχέδιο Πίνακα (Αυτοματοποιημένες Γραμμές).....	62
Σχήμα 27: Σχέδιο Πίνακα (Παραδοσιακές Γραμμές).....	64

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αλματώδης εξέλιξη της τεχνολογίας τις τελευταίες δεκαετίες έχει οδηγήσει σε νέους ορίζοντες σχετικά με τις εφαρμογές που μπορούν να πραγματοποιηθούν. Ειδικά για τα πεδία εφαρμογών του Ηλεκτρολόγου Μηχανικού, η εξέλιξη αυτή είναι εμφανής και αναγνωρίσιμη στην Ηλεκτρική Ενέργεια, στις Τηλεπικοινωνίες, στην Ηλεκτρονική και στην Πληροφορική. Μάλιστα, πολλές από τις νέες τεχνολογίες βρίσκουν άμεσα εφαρμογή και στην καθημερινή ζωή.

Ένα από τα επιτεύγματα αυτά που έχουν άμεσο αντίκτυπο και στην καθημερινή ζωή, είναι το λεγόμενο «Έξυπνο Σπίτι». Ως «έξυπνο σπίτι» ορίζουμε ένα σύνολο οικιακών εγκαταστάσεων και συσκευών ελέγχου που έχουν ως σκοπό να αυτοματοποιήσουν βασικές λειτουργίες μιας οικίας, όπως π.χ. η έναρξη λειτουργίας της θέρμανσης μια προκαθορισμένη ώρα, το αυτόματο άνοιγμα ή κλείσιμο των παραθυρόφυλλων, η αυτόματη χρήση του θερμοσίφωνα, το άναμμα των φώτων ανάλογα με την ανίχνευση κίνησης κλπ. Αυτές οι οικιακές εγκαταστάσεις μαζί με τις συσκευές προγραμματισμού και ελέγχου (συνήθως PLC) πωλούνται γενικά ως έτοιμα πακέτα από τις ηλεκτρολογικές εταιρίες, και μάλιστα σε σχετικά υψηλή τιμή, χωρίς να παρέχεται η δυνατότητα να παρέμβει ο καταναλωτής στον εξοπλισμό και χωρίς να μπορεί να χρησιμοποιήσει δικά του υλικά και δικά του σχέδια διασύνδεσης. Εντούτοις, στην αγορά υπάρχει διαθέσιμο πλήθος συσκευών κατάλληλων για χρήση σε μια τέτοια εφαρμογή, καθώς και μεγάλη ποικιλία ηλεκτρολογικού εξοπλισμού που μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί από έναν ιδιώτη για να κατασκευαστεί μια απλή και οικονομική εγκατάσταση «έξυπνου σπιτιού».

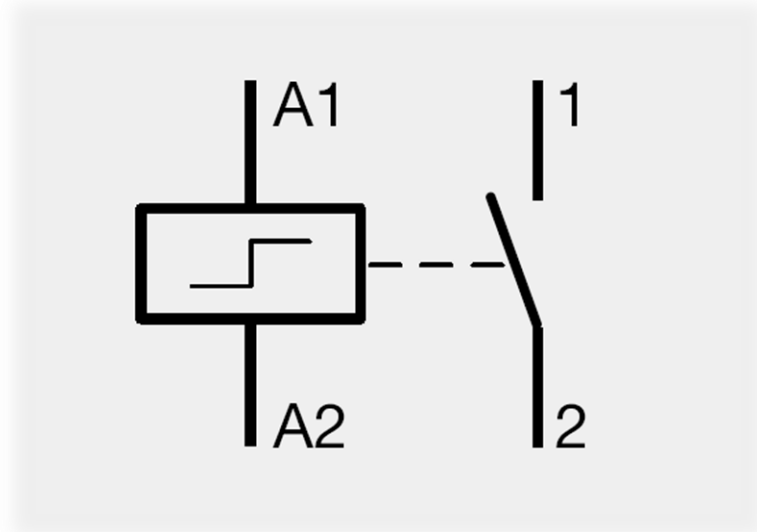
Για το σκοπό αυτό θα αναλυθεί ο εξοπλισμός που θα χρειαστεί και θα προταθούν λύσεις για τα προβλήματα που θα παρουσιαστούν. Επίσης, θα αναφερθούν ενδεικτικά πιθανές χρήσεις που μπορεί να έχει το βασικό κύκλωμα έτσι ώστε να επιτελεί λειτουργίες «έξυπνου σπιτιού». Στη συνέχεια, θα παρουσιαστεί και θα αναλυθεί ένα πρότυπο κύκλωμα

το οποίο στήθηκε στο εργαστήριο και ως σκοπό είχε να γίνουν ορισμένες μετρήσεις τάσης, ρεύματος και κατανάλωσης, οι οποίες θα συμπεριληφθούν και θα σχολιαστούν. Τέλος, θα παρουσιαστεί και μια τυπική κάτοψη οικίας με την ηλεκτρολογική εγκατάσταση, τις πιθανές λειτουργίες αυτοματοποίησης των καταναλώσεων καθώς και σχέδιο του κεντρικού πίνακα της εγκατάστασης αυτής. Ως επίλογος, θα ακολουθήσουν συμπεράσματα και σχόλια.

Θα πρέπει να σημειωθεί πως ολόκληρη η ηλεκτρολογική εγκατάσταση και οι λειτουργίες της θα βασιστούν πάνω σε ένα συγκεκριμένο είδος ηλεκτρονόμου, που ονομάζεται ηλεκτρονόμος μανδάλωσης. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ηλεκτρονόμου αυτού παρουσιάζονται στο υποκεφάλαιο που ακολουθεί.

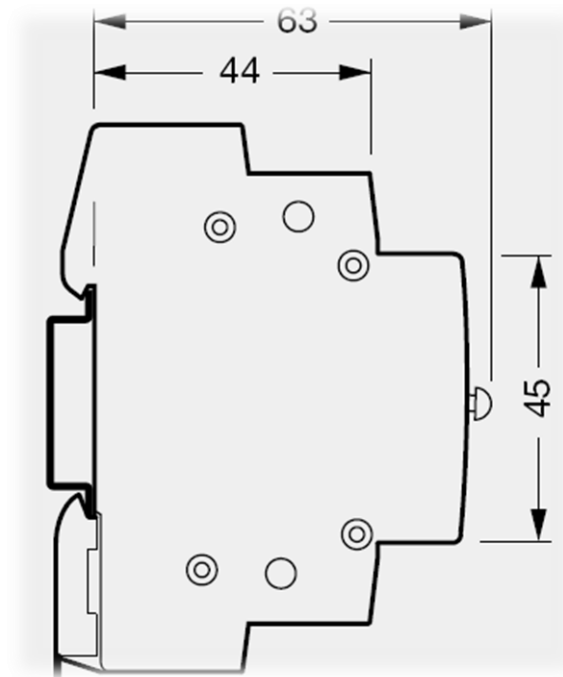
1.1 Ηλεκτρονόμος μανδάλωσης

Για το κύκλωμα ελέγχου του «έξυπνου σπιτιού», θα χρησιμοποιηθεί ένας ειδικός τύπος ηλεκτρονόμου, γνωστός ως «ηλεκτρονόμος μανδάλωσης ή καστάνιας» (latching relay). Το χαρακτηριστικό που τον κάνει να διαφέρει από τα υπόλοιπα είδη ηλεκτρονόμων, είναι ότι οπλίζει με ένα παλμό τάσης, παραμένει οπλισμένος (μανδαλώνει) ακόμα και αν αφαιρεθεί αυτός ο παλμός τάσης, και αποπλίζει με τον ίδιο παλμό τάσης. Λειτουργεί ουσιαστικά σαν ένας αποζεύκτης, τον οποίο χειριζόμαστε με παλμούς τάσης και όχι χειροκίνητα. Στην πιο απλή εφαρμογή, αυτοί οι παλμοί τάσης μπορεί να προέρχονται από ένα διακόπτη με επαναφορά, ενώ μπορούν να υπάρξουν πιο σύνθετες εφαρμογές όπου οι εντολές δίνονται από μια κεντρική συσκευή ελέγχου τύπου PLC. Ένα ηλεκτρολογικό σχεδιάγραμμα μονοπολικού ηλεκτρονόμου μανδάλωσης είναι το παρακάτω:



Σχήμα 1: Ηλεκτρονόμος Μανδάλωσης (ηλεκτρολογικό)

Όπως φαίνεται στο σχήμα, το σήμα ελέγχου (παλμός τάσης) εφαρμόζεται μεταξύ των επαφών A1 και A2 και έχει σαν συνέπεια να μανδάλώνει ο ηλεκτρονόμος σε ανοιχτή ή σε κλειστή θέση, μέχρι να εφαρμοστεί ο επόμενος παλμός τάσης. Το κύκλωμα το οποίο θέλουμε να ελέγξουμε συνδέεται στις επαφές 1 και 2. Ένα μηχανολογικό σχέδιο του μοντέλου που θα χρησιμοποιήσουμε φαίνεται παρακάτω:



Σχήμα 2: Ηλεκτρονόμος Μανδάλωσης (μηχανολογικό)

Επίσης, για λόγους πληρότητας παραθέτουμε και μια πραγματική φωτογραφία του (μονοπολικού) μοντέλου:



Σχήμα 3: Ηλεκτρονόμος Μανδάλωσης (φωτογραφία)

Το μοντέλο που απεικονίζεται στη φωτογραφία είναι το EPN 510 το οποίο λειτουργεί με τάση πηνίου 230V AC. Το μοντέλο EPN 511 που θα χρησιμοποιηθεί για δοκιμές είναι όμοιο εξωτερικά, αλλά λειτουργεί με τάση πηνίου 12V AC.

1.2 Κανονισμός ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ενδέχεται να είναι πρωτοποριακές και να προσαρμόζονται στις επιθυμίες του ιδιοκτήτη, θα πρέπει όμως όλες να ακολουθούν ορισμένους κανόνες, για λόγους ασφάλειας αλλά και τυποποίησης. Λόγω του ότι η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με μια εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση, κρίνουμε σκόπιμο να αναφέρουμε περιληπτικά ορισμένους βασικούς κανόνες, που πρέπει να τηρούνται σε κάθε σύγχρονη ηλεκτρική εγκατάσταση. Οι κανόνες αυτοί έχουν διατυπωθεί από τον Ελληνικό Οργανισμό Τυποποίησης (ΕΛ.Ο.Τ) και έχουν συγκεντρωθεί

στο δημοσίευμα με τίτλο ΕΛ.Ο.Τ HD 384. Η αναλυτική παρουσίασή τους ξεφεύγει από τους σκοπούς της διπλωματικής εργασίας, επομένως θα παρουσιαστούν περιληπτικά μόνο οι βασικότεροι κανόνες.

1.2.1 Περί γειώσεων

Τα συστήματα γειώσεων ταξινομούνται ανάλογα με τη σχέση του συστήματος τροφοδότησης με τη γη και τη σχέση των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών της εγκατάστασης με τη γη. Στα συστήματα TN υπάρχει άμεση σύνδεση του ουδέτερου με τη γη (χωρίς αντίσταση) και άμεση ηλεκτρική σύνδεση των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών με τον ουδέτερο του συστήματος τροφοδότησης. Ο ουδέτερος και ο αγωγός προστασίας μπορούν είτε να συνδυάζονται σε ολόκληρο το κύκλωμα, είτε σε ένα μέρος του, είτε να είναι χωριστοί. Στα συστήματα γείωσης TT ο ουδέτερος είναι άμεσα συνδεδεμένος με τη γη, ενώ τα εκτεθειμένα αγωγή μέρη συνδέονται με ηλεκτρόδια γείωσης ηλεκτρικά ανεξάρτητα από τη γείωση του συστήματος τροφοδότησης. Τέλος, στα συστήματα γείωσης IT, όλα τα ενεργά μέρη είναι μονωμένα προς τη γη (ή ένα σημείο συνδέεται με τη γη μέσω μιας αντίστασης μεγάλης τιμής), ενώ τα εκτεθειμένα αγωγή μέρη είναι γειωμένα. Ενδέχεται να μην υπάρχει ουδέτερος.

1.2.2 Περί τροφοδότησης

Για κάθε πηγή τροφοδότησης από τη ΔΕΗ, πρέπει να επιβεβαιώνονται συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της τάσης και του ρεύματος, τα οποία περιληπτικά είναι τα εξής:

- Η φύση και η συχνότητα του ρεύματος.
- Η τιμή της ονομαστικής τάσης.
- Η τιμή του ρεύματος βραχυκυκλώματος στην αρχή της εγκατάστασης.
- Η δυνατότητα ικανοποίησης διαφόρων απαιτήσεων της εγκατάστασης, π.χ. μέγιστη ζήτηση.

Κάθε ανεξάρτητο κύκλωμα πρέπει να έχει ξεχωριστή αναχώρηση από τον πίνακα διανομής. Η τροφοδότηση των κυκλωμάτων από τον πίνακα γίνεται με κριτήριο την

ευκολία χειρισμών, απομόνωσης και αποκατάστασης της τροφοδότησης μετά από κάποια βλάβη. Οι ηλεκτρικές γραμμές κάθε κυκλώματος δε θα πρέπει να έρχονται σε επαφή με τις γραμμές κάποιου άλλο κυκλώματος.

Όπου κρίνεται απαραίτητο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν εφεδρικές τροφοδοτήσεις, οι οποίες μπορεί να είναι συσσωρευτές, ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη, ή μια επιπλέον ανεξάρτητη τροφοδότηση από το δίκτυο διανομής. Η εφεδρική τροφοδότηση μπορεί να καταταγεί ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας σε αυτόματη ή μη αυτόματη, ενώ οι αυτόματες χωρίζονται σε περαιτέρω υποκατηγορίες ανάλογα με το χρόνο μεταγωγής τους.

1.2.3 Μέτρα ασφαλείας

Σε κάθε ηλεκτρική εγκατάσταση πρέπει να τηρούνται ορισμένοι βασικοί κανόνες ασφαλείας, προκειμένου να μην υπάρξουν ατυχήματα που ενδέχεται να κοστίσουν ακόμα και ανθρώπινες ζωές. Τα βασικά μέτρα ασφαλείας που λαμβάνονται, παρουσιάζονται περιληπτικά παρακάτω.

Η προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας για πολύ χαμηλές τάσεις χωρίς καμία σύνδεση με τη γη ή με ένα μόνο σημείο της πηγής ή του κυκλώματος συνδεδεμένο με τη γη, εξασφαλίζεται όταν η ονομαστική τάση δεν υπερβαίνει τα 50V (RMS) για εναλλασσόμενο ρεύμα, ή 120V για συνεχές ρεύμα. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η τροφοδότηση γίνεται είτε από ένα μετασχηματιστή απομόνωσης ασφαλείας, είτε από μία ηλεκτροχημική πηγή, είτε από άλλες πηγές ανεξάρτητες από οποιαδήποτε ηλεκτρική τροφοδότηση, είτε από ηλεκτρονικές διατάξεις σύμφωνες με τα αντίστοιχα πρότυπα. Τα ενεργά μέρη των κυκλωμάτων πρέπει να είναι διαχωρισμένα από οποιοδήποτε κύκλωμα και το ίδιο ισχύει και για τους αγωγούς τους. Οι ρευματοδότες και ρευματολήπτες πρέπει να αποκλείουν τη σύνδεση συσκευής με τάση διαφορετική από εκείνη για την οποία προορίζονται. Ακόμα, τα ενεργά μέρη των κυκλωμάτων δεν πρέπει να συνδέονται προς τη γη, ή προς άλλα ενεργά μέρη, ή προς αγωγούς προστασίας που ανήκουν σε άλλα κυκλώματα. Η μόνωση για τα κυκλώματα αυτά πρέπει να μπορεί να αντέξει εναλλασσόμενη τάση ενεργούς τιμής 500V για 1 λεπτό.

Για λόγους προστασίας έναντι άμεσης επαφής, όλα τα ενεργά μέρη πρέπει να διαθέτουν μόνωση, η οποία πρέπει να είναι ανθεκτική σε χημικές, ηλεκτρικές ή θερμικές επιδράσεις. Όλοι οι ρευματοδότες πρέπει να διαθέτουν ακροδέκτη γείωσης. Ως ένα

πρόσθετο μέτρο προστασίας, εφαρμόζεται η χρήση διατάξεων διαφορικής προστασίας με ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας ίσο ή μικρότερο από 30mA. Η τροφοδότηση πρέπει να διακόπτεται αυτομάτως, όταν ανιχνευθεί ένα σφάλμα που προκαλεί την εμφάνιση επικίνδυνης τάσης επαφής (μεγαλύτερης από 50V για εναλλασσόμενο ή 120V για συνεχές ρεύμα) στα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη. Για μια τυπική οικιακή εγκατάσταση με εναλλασσόμενη τάση 230V, ο χρόνος διακοπής πρέπει να είναι το πολύ ίσος με 0.4s.

Εκτός από την προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας, επιβάλλεται να υπάρχουν και άλλες μορφές προστασίας, π.χ. έναντι θερμικών επιδράσεων. Ειδικότερα, πρέπει να αποτρέπεται η καύση ή ανάφλεξη υλικών, η πρόκληση εγκαυμάτων και η δυσμενής επίδραση στην ασφαλή λειτουργία. Τα υλικά πρέπει να είναι ανθεκτικά σε υψηλές θερμοκρασίες, να βρίσκονται σε ασφαλή απόσταση από εύφλεκτες ουσίες και να είναι ανθεκτικά έναντι ηλεκτρικού τόξου. Προκειμένου να αποφεύγεται ο κίνδυνος εγκαύματος, υπάρχουν συγκεκριμένα όρια θερμοκρασιών σε κανονική χρήση για προσιτά μέρη εξοπλισμού. Τα όρια αυτά έχουν ως εξής:

- Για όργανα χειρισμού που προβλέπεται να κρατούνται στο χέρι, το όριο είναι 55°C για μεταλλικά υλικά και 65°C για μη μεταλλικά υλικά.
- Για μέρη που προβλέπεται να εγγίζονται αλλά όχι να κρατούνται στο χέρι, το όριο είναι 70°C για μεταλλικά υλικά και 80°C για μη μεταλλικά υλικά.
- Για μέρη που δεν προβλέπεται να εγγίζονται κατά την κανονική λειτουργία, το όριο είναι 80°C για μεταλλικά υλικά και 90°C για μη μεταλλικά υλικά.

Επιπροσθέτως, προβλέπονται και προστασίες έναντι υπερθερμάνσεων, είτε με τεχνητή κυκλοφορία αέρα είτε με διακοπή της λειτουργίας χρησιμοποιώντας θερμοστάτη.

Ιδιαίτερη μέριμνα λαμβάνεται και για την προστασία έναντι υπερεντάσεων, υπερφορτίσεων και βραχυκυκλωμάτων. Τέτοιες προστασίες πραγματοποιούνται συνήθως είτε με διακόπτες ισχύος, είτε με ασφάλειες. Η διακοπή θα πρέπει να γίνεται προτού η ανύψωση της θερμοκρασίας προκαλέσει μόνιμες βλάβες στα υλικά ή στο περιβάλλον. Η ικανότητα διακοπής της διάταξης προστασίας πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με το μέγιστο αναμενόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης στη θέση εγκατάστασής της. Οι προστασίες έναντι υπερφορτίσεων και έναντι βραχυκυκλωμάτων μπορούν να συνδυαστούν σε μια ενιαία διάταξη προστασίας.

Επιπλέον, ισχύουν συγκεκριμένοι κανόνες και σε ότι αφορά στη μη αυτόματη απομόνωση και διακοπή κυκλωμάτων. Συγκεκριμένα, σε κάθε εγκατάσταση πρέπει να προβλέπεται μια γενική διάταξη διακοπής και απομόνωσης η οποία θα διακόπτει την τροφοδότηση ολόκληρης της εγκατάστασης και θα την απομονώνει από το σύστημα τροφοδότησης. Η διάταξη αυτή πρέπει να είναι τοποθετημένη σε προσιτό σημείο και να μπορεί να διακόπτει το μέγιστο ρεύμα που προβλέπεται να διέρχεται από αυτή σε κανονικές συνθήκες. Επίσης, αν ένα κύκλωμα έχει δυνατότητα τροφοδοσίας από περισσότερα του ενός σημεία ή πηγές, πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα απομόνωσης από κάθε μία από τις δυνατές τροφοδοτήσεις. Όπου είναι απαραίτητο πρέπει να χρησιμοποιούνται κατάλληλα μέσα για την εκφόρτιση της αποθηκευμένης ηλεκτρικής ενέργειας. Διατάξεις επείγουσας διακοπής προβλέπονται για τα τμήματα της εγκατάστασης στα οποία μπορεί να εμφανιστεί ένας απρόβλεπτος κίνδυνος (π.χ. ηλεκτροπληξία).

1.2.4 Επιλογή και εγκατάσταση ηλεκτρολογικού υλικού

Στο παρόν υποκεφάλαιο θα ασχοληθούμε περιληπτικά με τη διαδικασία επιλογής και εγκατάστασης του ηλεκτρολογικού υλικού σε μια τυπική κατοικία. Η διαδικασία αυτή πρέπει να ακολουθεί συγκεκριμένους κανόνες, οι οποίοι ορίζονται στο πρότυπο ΕΛ.Ο.Τ HD 384.

Το υλικό πρέπει να είναι γενικά κατάλληλο για την ονομαστική τάση της εγκατάστασης και να μπορεί να φέρει ακόμα και ρεύμα σφάλματος για όσο χρονικό διάστημα καθορίζεται από τις διατάξεις προστασίας. Επίσης, πρέπει να εξασφαλίζεται η τήρηση των μέτρων προστασίας και να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις για τη σωστή λειτουργία της εγκατάστασης. Ο ουδέτερος αγωγός και ο αγωγός προστασίας πρέπει να είναι αναγνωρίσιμοι από το χρωματισμό τους, ενώ δεν επιτρέπεται στις ηλεκτρικές γραμμές η χρήση αγωγών με χρώμα κίτρινο ή πράσινο. Ανάλογα με το είδος των χρησιμοποιούμενων αγωγών και καλωδίων, οι ηλεκτρικές γραμμές μπορούν να εγκατασταθούν με έναν από τους ακόλουθους τρόπους:

- Χωρίς στερέωση.
- Απευθείας στερέωση.
- Μέσα σε σωλήνα ή οχετό ή κανάλι.
- Πάνω σε φορέα καλωδίων ή βραχίονες ή εσχάρες καλωδίων.

- Σε μονωτήρες.
- Με φέρον σύρμα.

Σε περίπτωση τοποθέτησης μονωμένων αγωγών ή μονοπολικών καλωδίων κυκλωμάτων εναλλασσόμενου ρεύματος, μέσα σε περιβλήματα από σιδηρομαγνητικό υλικό, πρέπει όλοι οι αγωγοί κάθε κυκλώματος να περιέχονται μέσα στο ίδιο περίβλημα. Οι ηλεκτρικές γραμμές πρέπει να είναι κατάλληλες για τη μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία του περιβάλλοντος στο οποίο εγκαθίστανται, ενώ σε περίπτωση που πρέπει να αποφευχθούν επιδράσεις από εξωτερικές πηγές θερμότητας μπορούν να χρησιμοποιούνται άλλες μέθοδοι, όπως π.χ. προστατευτικά διαφράγματα. Ανάλογα μέτρα πρέπει να λαμβάνονται και για άλλες ανεπιθύμητες καταστάσεις, όπως π.χ. παρουσία νερού, χλωρίδας ή πανίδας, ηλιακής ακτινοβολίας, στερεών ξένων σωμάτων, διαβρωτικών ή ρυπαντικών ουσιών, ανέμου, σεισμικών δονήσεων, μηχανικών κρούσεων, δονήσεων και λοιπών μηχανικών καταπονήσεων.

Το μέγιστο ρεύμα που επιτρέπεται να διαρρέει έναν αγωγό, δεν επιτρέπεται να είναι μεγαλύτερο από εκείνη την τιμή που θα προκαλέσει μέγιστη θερμοκρασία 70°C για υλικό μόνωσης από PVC και 90°C για μόνωση τύπου XLPE ή EPR. Διευκρινίζεται ότι ως «θερμοκρασία περιβάλλοντος» λαμβάνεται υπόψη εκείνη του μέσου που περιβάλλει την ηλεκτρική γραμμή όταν δεν κυκλοφορεί ρεύμα.

Ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να γίνει για το τι αγωγοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν και τι διατομές πρέπει να έχουν αυτοί. Το πρότυπο ΕΛ.Ο.Τ HD 384 ορίζει με σαφήνεια το υλικό και τις διατομές των αγωγών ανάλογα με τη χρήση τους. Συγκεκριμένα, για μόνιμες εγκαταστάσεις ορίζονται τα παρακάτω:

- Οι μονωμένοι αγωγοί που χρησιμοποιούνται για κυκλώματα ισχύος και κυκλώματα φωτισμού, πρέπει να είναι είτε από χαλκό διατομής 1.5mm² είτε από αλουμίνιο διατομής 16mm².
- Οι μονωμένοι αγωγοί που χρησιμοποιούνται για κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης πρέπει να είναι από χαλκό διατομής 0.5mm².
- Οι γυμνοί αγωγοί που χρησιμοποιούνται για κυκλώματα ισχύος πρέπει να είναι είτε από χαλκό διατομής 10mm², είτε από αλουμίνιο διατομής 16mm².

- Οι γυμνοί αγωγοί που χρησιμοποιούνται για κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης πρέπει να είναι από χαλκό διατομής 4mm^2 .

Αντίστοιχα, σε περίπτωση εύκαμπτων συνδέσεων χρησιμοποιούνται μονωμένοι αγωγοί, ως εξής:

- Για τροφοδότηση συγκεκριμένης συσκευής, χαλκός διατομής σύμφωνης με το αντίστοιχο πρότυπο.
- Για οποιαδήποτε άλλη χρήση, καθώς και για κυκλώματα πολύ χαμηλής τάσης, χαλκός διατομής 0.75mm^2 .

Στην πλειονότητα των οικιακών εφαρμογών, ο ουδέτερος αγωγός πρέπει να έχει την ίδια διατομή με τον αγωγό (ή τους αγωγούς) φάσεων. Επίσης, υπό κανονικές συνθήκες, η πτώση τάσης από την αρχή της εγκατάστασης μέχρι το σημείο σύνδεσης οποιασδήποτε ηλεκτρικής συσκευής δεν πρέπει να υπερβαίνει το 4% της ονομαστικής τάσης.

Ο ΕΛ.Ο.Τ έχει επίσης θεσπίσει κανόνες και σε ότι αφορά στις διατάξεις γείωσης και τους αγωγούς προστασίας. Συγκεκριμένα, η τιμή της αντίστασης γείωσης πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις προστασίας και λειτουργίας της εγκατάστασης και να διατηρεί συνεχώς αυτή την ιδιότητα, ενώ τα ρεύματα σφάλματος και διαρροής προς γη πρέπει να κυκλοφορούν χωρίς να προκαλούνται θερμικές, μηχανικές και ηλεκτρικές καταπονήσεις. Επιπλέον, οι διατάξεις γείωσης πρέπει να έχουν αντοχή και στις αναμενόμενες εξωτερικές συνθήκες. Στις οικιακές εγκαταστάσεις, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας από τους ακόλουθους τύπους γείωσης:

- Ράβδοι γείωσης ή σωλήνες.
- Ταινίες γείωσης ή σύρματα.
- Πλάκες γείωσης.
- Ηλεκτρόδια γείωσης ενσωματωμένα στα θεμέλια (θεμελιακή γείωση).
- Μεταλλικός σπλισμός σκυροδέματος μέσα στο έδαφος.
- Μεταλλικοί σωλήνες νερού.
- Άλλες κατάλληλες υπόγειες κατασκευές.

Οι αγωγοί γείωσης που είναι θαμμένοι στο έδαφος, αν διαθέτουν προστασία έναντι διάβρωσης και μηχανική προστασία πρέπει να έχουν ελάχιστη διατομή η οποία υπολογίζεται από τον τύπο $S = \sqrt{\frac{I^2 t}{k}}$, όπου I η τιμή του ρεύματος σφάλματος για ένα σφάλμα αμελητέας σύνθετης αντίστασης, t ο χρόνος λειτουργίας της διάταξης που επιτελεί τη διακοπή και k συντελεστής που εξαρτάται από το υλικό του αγωγού προστασίας. Αν οι αγωγοί δε διαθέτουν μηχανική προστασία, η ελάχιστη διατομή είναι 16mm² για χαλκό και γαλβανισμένο χάλυβα. Αν οι αγωγοί δε διαθέτουν προστασία έναντι διάβρωσης, η ελάχιστη διατομή είναι 25mm² για χαλκό και 50mm² για σίδηρο. Ως αγωγοί προστασίας μπορούν να χρησιμοποιούνται είτε αγωγοί πολυπολικών καλωδίων, είτε μονωμένοι ή γυμνοί αγωγοί, είτε μεταλλικά περιβλήματα καλωδίων ή σωλήνες, είτε ορισμένα ξένα αγώγιμα στοιχεία.

Για εγκαταστάσεις σε χώρους με ειδικές απαιτήσεις, εφαρμόζονται επιπλέον των προαναφερθέντων και ορισμένα ειδικά μέτρα προστασίας και ενδεχομένως ιδιαίτερος εξοπλισμός, η ανάλυση των οποίων όμως ξεφεύγει από το φάσμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Τέτοιοι χώροι με ειδικές απαιτήσεις μπορεί να είναι π.χ. λουτρά, κολυμβητικές δεξαμενές, σάουνες, εργοτάξια, γεωργικές και κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις, χώροι με αγώγιμα τοιχώματα, κατασκηνώσεις, μαρίνες και εκθέσεις ή περίπτερα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Όπως προαναφέρθηκε, μπορεί σήμερα κανείς να απευθυνθεί σε γνωστές εταιρίες ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και να αγοράσει έτοιμα πακέτα εγκαταστάσεων τύπου «έξυπνου σπιτιού», τα οποία συμπεριλαμβάνουν τις συσκευές ελέγχου, τις συνδέσεις, καθώς και συσκευές τύπου PLC, οι οποίες δέχονται προγραμματισμό ανάλογα με τις επιθυμίες του ιδιοκτήτη. Για αυτά τα έτοιμα πακέτα «έξυπνου σπιτιού» έχουν κατατεθεί πατέντες από τις ηλεκτρολογικές εταιρίες, με αποτέλεσμα να προσφέρονται σε ιδιαίτερα υψηλή τιμή και με συγκεκριμένα μόνο χαρακτηριστικά. Επίσης, ο ιδιοκτήτης με αυτό τον τρόπο συνήθως δεσμεύεται να χρησιμοποιεί μελλοντικά προϊόντα της ίδιας μόνο εταιρίας, για παράδειγμα τα ανταλλακτικά σε περίπτωση βλάβης. Είναι προφανές ότι, για να μεγιστοποιηθεί το κέρδος των εταιριών, περιορίζονται οι επιλογές και οι ελευθερίες του καταναλωτή.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η δημιουργία μιας πλατφόρμας «έξυπνου σπιτιού», η οποία θα παρέχει παρόμοιες δυνατότητες με τα έτοιμα πακέτα των ηλεκτρολογικών εταιριών, αλλά θα μπορεί να κατασκευαστεί εξ' ολοκλήρου με ηλεκτρολογικά υλικά που είναι άμεσα διαθέσιμα ελεύθερα στην αγορά. Με τον τρόπο αυτό, ο ενδιαφερόμενος καταναλωτής θα μπορεί να στήσει από μόνος του μια εγκατάσταση «έξυπνου σπιτιού», με πολύ χαμηλότερο κόστος και με τη δυνατότητα να την τροποποιήσει όπως αυτός επιθυμεί οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Επιπλέον, παρέχονται περισσότερες ελευθερίες στον ιδιοκτήτη σχετικά με το ποια προϊόντα θα επιλέξει μελλοντικά για μια πιθανή αναβάθμιση ή επέκταση της εγκατάστασης, καθώς και περισσότερη ευελιξία και μικρότερο κόστος αντικατάστασης ή επισκευής σε περίπτωση βλάβης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

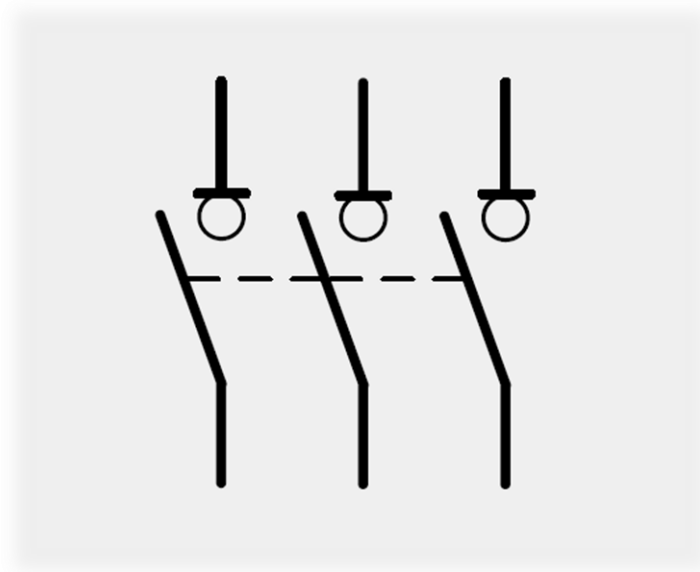
ΈΡΕΥΝΑ ΑΓΟΡΑΣ

Για να μπορέσουμε να αποφανθούμε σχετικά με τις λεπτομέρειες της εγκατάστασης (π.χ. μέγεθος καλωδίων, ισχύς μετασχηματιστή και ηλεκτρονόμων, χαρακτηριστικά ασφαλείας), θα κατασκευάσουμε ένα πρότυπο κύκλωμα στο εργαστήριο στο οποίο θα γίνουν διάφορες μετρήσεις ρεύματος, πτώσης τάσης και μεταβατικών φαινομένων. Προκειμένου να κατασκευαστεί το πρότυπο κύκλωμα δοκιμής, του οποίου κεντρικό στοιχείο είναι ο ηλεκτρονόμος μανδάλωσης, αλλά και για να αποκομίσουμε μια συνολική εικόνα για τις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές τεχνολογίες που έχουν άμεση εφαρμογή σήμερα, χρειάστηκε να διεξαχθεί μια εκτεταμένη έρευνα αγοράς. Για το σκοπό αυτό, επεξεργαστήκαμε πλήρεις καταλόγους ηλεκτρολογικού υλικού δύο γνωστών και καθιερωμένων στο χώρο εταιριών. Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας, θα ονομάσουμε τις δύο ηλεκτρολογικές εταιρίες «Οίκος Α» και «Οίκος Β». Στους εν λόγω καταλόγους βρέθηκε μεγάλη ποικιλία ηλεκτρονόμων κάθε είδους, μεταξύ αυτών και μανδάλωσης, αλλά και άλλων συσκευών ηλεκτρολογικού εξοπλισμού που είναι χρήσιμες σε κάθε εγκατάσταση, και κατ' επέκταση μπορούν να βρουν εφαρμογή και στο «έξυπνο σπίτι». Οι κατηγορίες ηλεκτρολογικού εξοπλισμού καθώς και τα πιο αντιπροσωπευτικά μοντέλα των εταιριών, παρουσιάζονται παρακάτω:

3.1 Οίκος Α

3.1.1 Αποζεύκτες

Ο αποζεύκτης χρησιμεύει στο να απομονώνει ένα κύκλωμα ή μια εγκατάσταση από την τάση της ΔΕΗ. Δεν ενδείκνυται να διακόπτουμε μεγάλα ρεύματα (άρα και ισχείς) με έναν αποζεύκτη. Ένα απλό διάγραμμα ενός τριπολικού αποζεύκτη είναι το εξής:



Σχήμα 4: Τριπολικός Αποζεύκτης

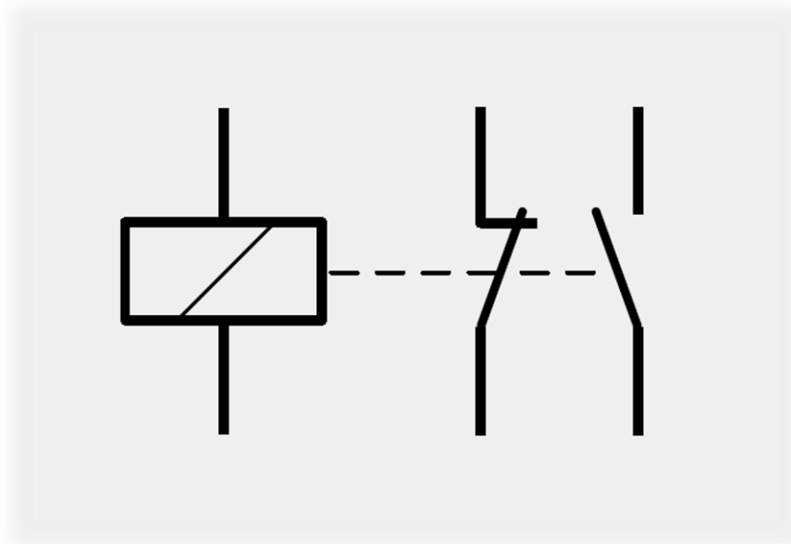
Ο Οίκος Α διαθέτει μονοπολικούς, διπολικούς, τριπολικούς και τετραπολικούς με ουδέτερο αποζεύκτες, εναλλασσόμενης τάσης, για οικιακή ή και βιομηχανική χρήση. Συγκεκριμένα, υπάρχουν διαθέσιμα τα παρακάτω μοντέλα:

- 25A, 250V ή 400V
- 32A, 250V ή 400V
- 40A, 250V ή 400V
- 63A, 250V ή 400V
- 80A, 250V ή 400V
- 100A, 250V ή 400V

Τα μοντέλα των 250V είναι οι μονοπολικοί και διπολικοί αποζεύκτες, ενώ τα μοντέλα των 400V είναι οι τριπολικοί και οι τετραπολικοί με ουδέτερο.

3.1.2 Ηλεκτρονόμοι Ελέγχου

Οι ηλεκτρονόμοι ελέγχου χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο ηλεκτρικών κυκλωμάτων χαμηλής ισχύος, δηλαδή για ρεύματα μέχρι 16A. Οι ηλεκτρονόμοι αυτοί, σε αντίθεση με τους μανδάλωσης, απαιτούν συνεχή τροφοδοσία στο πηνίο τους για να παραμείνουν οπλισμένοι. Συνήθως διαθέτουν είτε 1 NO (Normally Open, κανονικά ανοικτή) και 1 NC (Normally Closed, κανονικά κλειστή) επαφές, είτε 2 NO και 2 NC. Για παράδειγμα, ένα τυπικό σχεδιάγραμμα ηλεκτρονόμου ελέγχου είναι το παρακάτω:



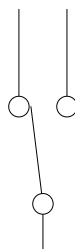
Σχήμα 5: Ηλεκτρονόμος Ελέγχου

Ο Οίκος A έχει στη γκάμα του τα παρακάτω μοντέλα:

- Πηνίο 230V AC 50Hz, κύκλωμα ισχύος 16A 250V AC
- Πηνίο 24V AC 50Hz, κύκλωμα ισχύος 16A 250V AC
- Πηνίο 12V AC 50Hz, κύκλωμα ισχύος 16A 250V AC

3.1.3 Ηλεκτρονόμοι Διεπαφής

Οι ηλεκτρονόμοι αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται για να αλλάξουμε τη θέση μιας επαφής, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 6: Ηλεκτρονόμος Διεπαφής

Με την εφαρμογή σήματος στο πηνίο, η επαφή μετακινείται δεξιά και έτσι αλλάζει η τοπολογία του κυκλώματος ισχύος. Ο Οίκος A διαθέτει τα παρακάτω μοντέλα:

- Πηνίο 10 – 26V AC/DC, κύκλωμα ισχύος 5A 230V, ελάχιστο ρεύμα ενεργοποίησης 10mA 12V DC
- Πηνίο 230V AC 50Hz, κύκλωμα ισχύος 5A 230V, ελάχιστο ρεύμα ενεργοποίησης 10mA 12V DC

3.1.4 Ηλεκτρονόμοι Ημέρας - Νύχτας

Οι ηλεκτρονόμοι αυτού του τύπου λειτουργούν όπως ένας απλός ηλεκτρονόμος ελέγχου, με τη διαφορά ότι έχουν και ένα χειροκίνητο διακόπτη On – Off, ο οποίος μπορεί να ρυθμιστεί και σε αυτόματη λειτουργία. Κατ' αυτό τον τρόπο, μπορούμε να έχουμε χειροκίνητο σπλισμό, με την επιλογή να επανέλθει η αυτόματη λειτουργία στην επόμενη τροφοδοσία του πηνίου. Επίσης, διαθέτουν και δυνατότητα για πλήρη απενεργοποίηση. Τα μοντέλα που διαθέτει ο Οίκος A είναι τα εξής:

- 2 NO επαφές, 230V 20A
- 1 NO και 1 NC επαφή, 230V 20A
- 3 NO επαφές, 230V 20A

3.1.5 Ηλεκτρονόμοι μανδάλωσης (καστάνιας)

Αυτός ο τύπος του ηλεκτρονόμου, τα χαρακτηριστικά του οποίου έχουν εξηγηθεί παραπάνω, θα αποτελέσει το κύριο εξάρτημα που θα χρησιμοποιήσουμε για τους σκοπούς της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Στην αγορά μπορεί να βρει κανείς μια μεγάλη ποικιλία ηλεκτρονόμων μανδάλωσης, μεταξύ αυτών και τα ακόλουθα μοντέλα του Οίκου A, σε διάφορους συνδυασμούς NO και NC επαφών:

- 16A, 230V AC / 110V DC
- 16A, 48V AC / 24V DC
- 16A, 24V AC / 12V DC
- 16A, 12V AC
- 16A, 8V AC
- 16A, 110V AC

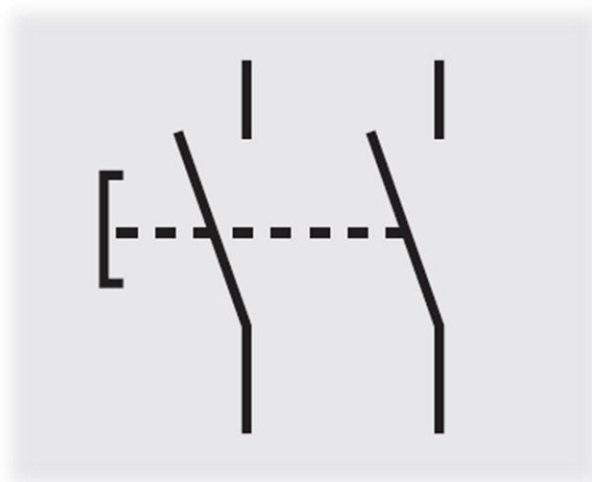
3.1.6 Μετασχηματιστές Τάσης

Οι μετασχηματιστές εναλλασσόμενης τάσης μικρής ισχύος μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διάφορες οικιακές ή και επαγγελματικές εφαρμογές, όπως για παράδειγμα κουδούνια, βομβητές, συστήματα ασφαλείας, χειρισμό ηλεκτρονόμων και διακοπών, τοπικό φωτισμό και άλλες παρόμοιες περιπτώσεις. Η ισχύς τους είναι γενικά μικρή, από 4VA έως 63VA. Τυπικά παραδείγματα μετασχηματιστών τάσης που διαθέτει ο Οίκος A είναι τα εξής:

- Είσοδος 230V AC, έξοδος 8-12V AC, ισχύς 4VA
- Είσοδος 230V AC, έξοδος 8-12V AC, ισχύς 8VA
- Είσοδος 230V AC, έξοδος 8-12V AC, ισχύς 16VA
- Είσοδος 230V AC, έξοδος 12-24V AC, ισχύς 16VA
- Είσοδος 230V AC, έξοδος 12-24V AC, ισχύς 25VA
- Είσοδος 230V AC, έξοδος 12-24V AC, ισχύς 40VA
- Είσοδος 230V AC, έξοδος 12-24V AC, ισχύς 63VA

3.1.7 Μπουτόν Ράγας

Τα μπουτόν αυτά μπορούν να στερεωθούν πάνω στον πίνακα ή σε άλλα μέρη πάνω σε ράγες. Παρέχουν απλό έλεγχο φορτίου και κατασκευάζονται σε δύο διαφορετικές παραλλαγές: απλής πίεσεως και διπλής πίεσεως με μανδάλωση. Και οι δύο αυτές παραλλαγές διατίθενται σε διάφορους συνδυασμούς NO και NC επαφών, καθώς επίσης και με ή χωρίς ενδεικτική λυχνία LED. Ένα σχεδιάγραμμα ενός διπολικού μπουτόν με 2 NO επαφές φαίνεται παρακάτω:



Σχήμα 7: Μπουτόν Ράγας

3.1.8 Ρυθμιστές Φωτισμού (Dimmer)

Οι ρυθμιστές φωτισμού έχουν μεγάλη εφαρμογή σε ένα σύγχρονο «έξυπνο σπίτι». Η λειτουργία τους συνίσταται στο να ρυθμίζουν την ένταση του φωτισμού ανάλογα με τις εντολές που λαμβάνουν. Ο Οίκος Α προσφέρει ενδεικτικά τα ακόλουθα μοντέλα:

- Ράγας 300W, πυρακτώσεως και αλογόνου 220V, αλογόνου 12V, με σιδηρομαγνητικό είτε ηλεκτρονικό μετασχηματιστή
- Ράγας 300W, πυρακτώσεως και αλογόνου 220V, αλογόνου 12V, με ηλεκτρονική ένδειξη ποσοστού ρύθμισης επί τοις εκατό
- Ράγας 1000W, πυρακτώσεως και αλογόνου 220V, αλογόνου 12V, με δυνατότητα προγραμματισμού

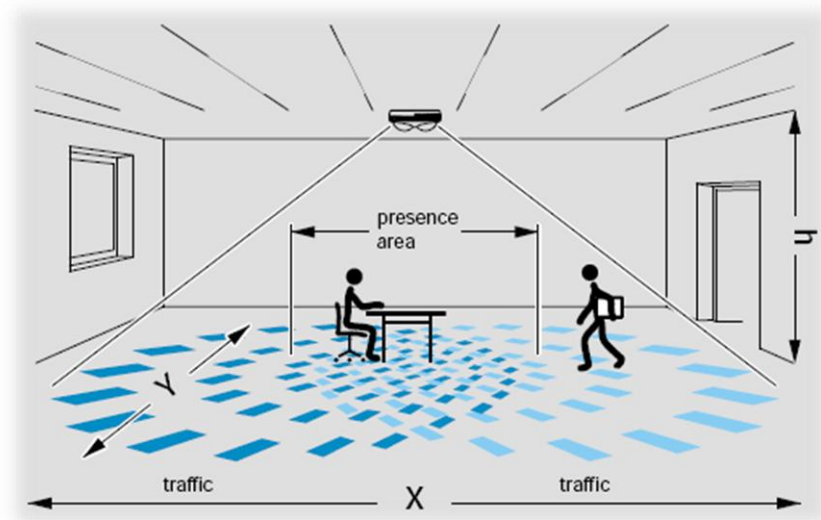
- Πιλότος Dimmer ράγας 1-10V, με δυνατότητα και για διαφορετικές μνήμες φωτισμού

3.1.9 Ανιχνευτές κίνησης

Όντας ένα από τα πιο βασικά στοιχεία ενός σύγχρονου «έξυπνου σπιτιού», οι ανιχνευτές κίνησης παράγουν σήμα μόλις ανιχνευθεί κίνηση σε μια συγκεκριμένη γωνία την οποία καλύπτουν. Το σήμα αυτό μπορεί έπειτα να οδηγηθεί σε έναν ηλεκτρονόμο μανδάλωσης (ή σε μια κεντρική συσκευή ελέγχου τύπου PLC) έτσι ώστε να ανάψει αυτόματα το φως. Σύμφωνα με την έρευνα αγοράς, ο Οίκος Α διαθέτει τα ακόλουθα μοντέλα ανιχνευτών κίνησης:

- Επίτοιχοι, με ρυθμιζόμενη γωνία 140°, σε λευκό ή μαύρο χρώμα
- Επίτοιχοι, με ρυθμιζόμενη γωνία 200°, σε λευκό ή μαύρο χρώμα
- Οροφής εξωτερικός, γωνία 360°
- Οροφής χωνευτός, γωνία 360°

Ένα εποπτικό σχήμα στο οποίο φαίνεται η περιοχή που καλύπτει ένας ανιχνευτής κίνησης οροφής, είναι το παρακάτω:



Σχήμα 8: Ανιχνευτής Κίνησης

3.1.10 Αυτόματος Κλιμακοστασίου

Αυτοί οι αυτόματοι διακόπτες έχουν ευρεία χρήση σε όλα τα κλιμακοστάσια οικιών και επαγγελματικών χώρων, καθώς επιτρέπουν το αυτόματο σβήσιμο των φώτων του κλιμακοστασίου μετά από κάποιο προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Τα μοντέλα που προσφέρει ο Οίκος Α είναι τα ακόλουθα:

- 24 δευτερόλεπτα ως 12 λεπτά, 230V, 50/60Hz AC
- Επέκταση για προειδοποίηση σβησίματος 24 δευτερολέπτων, 230V
- Με δύο προγράμματα
- Με προειδοποίηση 24 δευτερολέπτων πριν την απενεργοποίηση του φωτισμού

3.1.11 Ρελέ χρονικά

Οι ηλεκτρονόμοι αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου απαιτείται κάποια χρονοκαθυστέρηση. Σε ένα «έξυπνο σπίτι» μπορούμε να ενσωματώσουμε πολλές τέτοιες εφαρμογές, όπως για παράδειγμα το άναμμα/σβήσιμο των φώτων ή του θερμοσίφωνα, η λειτουργία του κλιματιστικού και του ηχοσυστήματος ή η λειτουργία της ηλεκτρικής κουζίνας. Τα μοντέλα που διατίθενται από τον Οίκο Α είναι τα εξής:

- 12V ως 48V AC/DC, 230V AC, καθυστέρηση στην ενεργοποίηση 0.1 sec – 10h, 1 επαφή αναστροφής 10A – 250V AC
- 12V ως 48V AC/DC, 230V AC, καθυστέρηση στη διακοπή 0.1 sec – 10h, 1 επαφή αναστροφής 10A – 250V AC
- 12V ως 48V AC/DC, 230V AC, ρύθμιση μέγιστου χρόνου λειτουργίας 0.1 sec – 10h, 1 επαφή αναστροφής 10A – 250V AC
- 12V ως 48V AC/DC, 230V AC, σταθερός (ρυθμίσιμος) χρόνος λειτουργίας, ανεξαρτήτως της διάρκειας της εντολής 0.1 sec – 10h, 1 επαφή αναστροφής 10A – 250V AC
- 12V ως 48V AC/DC, 230V AC, συμμετρικοί παλμοί on/off (φλας) 0.1 sec – 10h, 1 επαφή αναστροφής 10A – 250V AC
- 12V ως 48V AC/DC, 230V AC, πολυλειτουργία (μία από τις ανωτέρω λειτουργίες) 0.1 sec – 10h, 1 επαφή αναστροφής 10A – 250V AC

3.1.12 Αυτόματες Ασφάλειες

Σε κάθε οικιακή, επαγγελματική και βιομηχανική εγκατάσταση, ένα από τα κυριότερα ζητήματα που καλείται να αντιμετωπίσει ο ηλεκτρολόγος μηχανικός είναι η ασφάλεια έναντι βραχυκυκλωμάτων, υπερτάσεων ή υπερρευμάτων. Οι αυτόματες ασφάλειες (μικροαυτόματοι) είναι το τυπικό στοιχείο ασφάλειας που χρησιμοποιείται στις σύγχρονες εγκαταστάσεις. Ο Οίκος Α διαθέτει αυτόματες ασφάλειες μονοπολικές, διπολικές, τριπολικές και τετραπολικές (με ουδέτερο ή χωρίς) για ονομαστική ένταση ρεύματος 0.5A, 1A, 2A, 3A, 4A, 6A, 10A, 16A, 20A, 25A, 32A, 40A, 50A και 63A. Επίσης, για εγκαταστάσεις μεγαλύτερης ισχύος διατίθενται και ασφάλειες 80A, 100A και 125A.

3.1.13 Ηλεκτρονόμοι Διαφυγής

Ένα άλλο εξίσου σημαντικό στοιχείο ασφαλείας για κάθε σύγχρονη εγκατάσταση, είναι οι ηλεκτρονόμοι διαφυγής έντασης. Ο ηλεκτρονόμος αυτός επενεργεί αυτόματα (και πολύ γρήγορα) όταν ανιχνευθεί διαρροή ρεύματος μεταξύ φάσης και γείωσης μεγαλύτερη από ένα συγκεκριμένο όριο. Από τον Οίκο Α μπορεί να προμηθευτεί κανείς τα ακόλουθα ρελέ διαφυγής:

- Ευαισθησία 30mA, ονομαστικό ρεύμα 40A AC (διπολικό ως και τετραπολικό)
- Ευαισθησία 30mA, ονομαστικό ρεύμα 63A AC (διπολικό ως και τετραπολικό)
- Ευαισθησία 30mA, ονομαστικό ρεύμα 80A AC (διπολικό ως και τετραπολικό)
- Ευαισθησία 30mA, ονομαστικό ρεύμα 100A AC (διπολικό ως και τετραπολικό)
- Ευαισθησία 300mA, ονομαστικό ρεύμα 40A AC (διπολικό ως και τετραπολικό)
- Ευαισθησία 300mA, ονομαστικό ρεύμα 63A AC (διπολικό ως και τετραπολικό)
- Ευαισθησία 300mA, ονομαστικό ρεύμα 80A AC (διπολικό ως και τετραπολικό)
- Ευαισθησία 300mA, ονομαστικό ρεύμα 100A AC (διπολικό ως και τετραπολικό)
- Διπολικό, τριπολικό, τετραπολικό με στιγμιαία αντίδραση και σταθερή ευαισθησία 30mA
- Διπολικό, τριπολικό, τετραπολικό με ρυθμιζόμενο χρόνο αντίδρασης ως 150ms και ευαισθησία 300mA – 500mA – 1A

Εκτός από τις ανωτέρω κατηγορίες ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, υπάρχουν πολλά ακόμα εξαρτήματα τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε μια σύγχρονη εγκατάσταση «έξυπνου σπιτιού», όπως για παράδειγμα ερμάρια, πίνακες, κλειδαριές, ράγες, συστήματα καλωδίωσης, ασφαλειοθήκες, μπάρες συνδέσεως, θερμομαγνητικοί διακόπτες, αντικεραυνικές προστασίες, ραγοδιακόπτες, ρευματοδότες, ενδεικτικά ράγας LED, βολτόμετρα – αμπερόμετρα, μετασχηματιστές έντασης, μετρητές ρεύματος, μετρητές ωρών, επιτηρητές, διαχωριστές φορτίου, θερμοστάτες, αναλογικοί – ψηφιακοί χρονοδιακόπτες, αυτόματοι απενεργοποιητές τάσης, φώτα ασφαλείας, σετ τηλεφωνικής ειδοποίησης, διακόπτες φορτίου ράγας, μεταγωγικοί διακόπτες φορτίου και διακόπτες με μαχαιρωτές ασφάλειες.

3.2 Οίκος Β

Η δεύτερη εταιρία ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, ουσιαστικά προσφέρει περίπου τα ίδια προϊόντα με την πρώτη, και μάλιστα με παρόμοια τεχνικά χαρακτηριστικά. Εντούτοις, αξίζει να αναφέρουμε ορισμένα προϊόντα που διαθέτει μόνο ο οίκος Β, τα οποία μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε μια σύγχρονη ηλεκτρολογική εγκατάσταση.

3.2.1 Απαγωγείς Υπερτάσεων

Οι απαγωγείς υπερτάσεων χρησιμοποιούνται για την προστασία του ηλεκτρολογικού και ηλεκτρονικού υλικού των εγκαταστάσεων από ατμοσφαιρικές ή βιομηχανικές μεταβατικές υπερτάσεις. Είναι εφοδιασμένοι με αποσπώμενα φυσίγγια, ενδεικτικό παράθυρο για την απεικόνιση της κατάστασής τους, καθώς και εφεδρεία που επιτρέπει τη λειτουργία τους μετά την απαγωγή της υπέρτασης και μέχρι την αλλαγή τους. Μπορούν να τοποθετηθούν είτε στο γενικό πίνακα χαμηλής τάσης εγκαταστάσεων, είτε στους υποπίνακες κτηρίων και οικιών. Απαιτείται ένα τεμάχιο για κάθε φάση και άλλο ένα για τον ουδέτερο. Ο οίκος Β διαθέτει τα εξής μοντέλα:

- Μονοφασικός για μέγιστο ρεύμα 15kA
- Μονοφασικός για μέγιστο ρεύμα 40kA
- Μονοφασικός για μέγιστο ρεύμα 65kA

- Τριφασικός για μέγιστο ρεύμα 100kA
- Απαγωγέας υπερτάσεων γραμμών data και τηλεφώνου

3.2.2 Ηλεκτρονικοί Μετρητές Ενέργειας

Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται σε οικιακές ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις για να μετρηθεί το ποσό της ενέργειας (kWh) που καταναλώθηκε σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (συνήθως σε μηνιαία βάση). Είναι τριφασικοί και μπορούν να στερεωθούν στον πίνακα (πλάτος 6 στοιχείων). Ο οίκος Β προσφέρει τα παρακάτω μοντέλα:

- Μέτρηση απευθείας μέχρι 56A, 3x230/400V, με έξοδο παλμών (100 παλμοί/kWh)
- Μέτρηση μέσω Μ/Σ (δευτερεύον μέχρι 5A), 3x230/400V, με έξοδο παλμών (1 παλμός/kWh)

3.2.3 Μετασχηματιστές Απομόνωσης

Οι μετασχηματιστές αυτού του τύπου έχουν μέτρια ισχύ, δεν αλλάζουν το επίπεδο της τάσης και χρησιμοποιούνται όταν χρειάζεται να απομονώσουμε ηλεκτρικά το κύκλωμα που είναι συνδεδεμένο στο πρωτεύον από αυτό που είναι συνδεδεμένο στο δευτερεύον. Με αυτό τον τρόπο μπορούν να αποφευχθούν βλάβες στο κύκλωμα του δευτερεύοντος ακόμα κι αν υπάρξει βλάβη (π.χ. βραχυκύκλωμα) στο κύκλωμα του πρωτεύοντος. Προαιρετικά μπορούν να εξοπλιστούν και με αισθητήριο όργανο θερμοκρασίας. Η εταιρία Β διαθέτει τα παρακάτω μοντέλα για οικιακή ή βιομηχανική χρήση:

- 3kVA, 230/230V, 50Hz
- 5kVA, 230/230V, 50Hz
- 7.5kVA, 230/230V, 50Hz
- 10kVA, 230/230V, 50Hz

3.2.4 Πυκνωτές Αντιστάθμισης

Συχνά απαιτείται, ακόμα και σε οικιακές εγκαταστάσεις, να υπάρξει αντιστάθμιση αέργου ισχύος έτσι ώστε να διορθωθεί ο συντελεστής ισχύος της εγκατάστασης και να αποφευχθούν επιπλέον κόστη και απώλειες. Αυτό επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση πυκνωτών αντιστάθμισης, συχνά με την προσθήκη ενός αυτόματου προγραμματιζόμενου ρυθμιστή συντελεστή ισχύος. Τυπικά φορτία που παρουσιάζουν έντονα επαγωγική συμπεριφορά είναι οι κινητήρες (π.χ. ανελκυστήρας πολυκατοικίας) και οι μηχανές κλιματισμού στα κτήρια γραφείων. Η εταιρία διαθέτει τις ακόλουθες συστοιχίες πυκνωτών αντιστάθμισης:

- Πυκνωτής 5kVAr/5.4kVAr, 400V/415V
- Πυκνωτής 10kVAr/10.8kVAr, 400V/415V
- Πυκνωτής 12.5kVAr/13.5kVAr, 400V/415V
- Πυκνωτής 15.1kVAr/16.2kVAr, 400V/415V
- Πυκνωτής 16.7kVAr/18kVAr, 400V/415V

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως ο οίκος B διαθέτει μεγάλη ποικιλία από βιομηχανικούς ρευματοδότες και ρευματολήπτες προδιαγραφών IP 44.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΕΓΙΝΑΝ

4.1 Κύκλωμα δοκιμής

Όπως προαναφέρθηκε, ο ηλεκτρονόμος μανδάλωσης έχει το χαρακτηριστικό ότι οπλίζει και αφοπλίζει με τον ίδιο παλμό τάσης. Για τη συγκεκριμένη εφαρμογή, θα χρησιμοποιήσουμε ένα δείγμα, του οίκου A, που λειτουργεί με εναλλασσόμενη τάση 12V και έχει τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Συχνότητα λειτουργίας 50Hz
- Τάση ενεργοποίησης 12V AC
- Μέγιστο ρεύμα 16A
- Κατανάλωση κατά την έναρξη 24VA
- Ηλεκτρική αντοχή 150000 λειτουργίες
- Μηχανική αντοχή 500000 λειτουργίες
- Ρεύμα ανοικτού κυκλώματος 8mA
- Μέγιστη διάρκεια εφαρμογής τάσης στο πηνίο 1h
- Ελάχιστη διάρκεια εφαρμογής τάσης 0.1s
- Θερμοκρασία λειτουργίας -5 ως 40°C
- Θερμοκρασία αποθήκευσης -40 ως 80°C

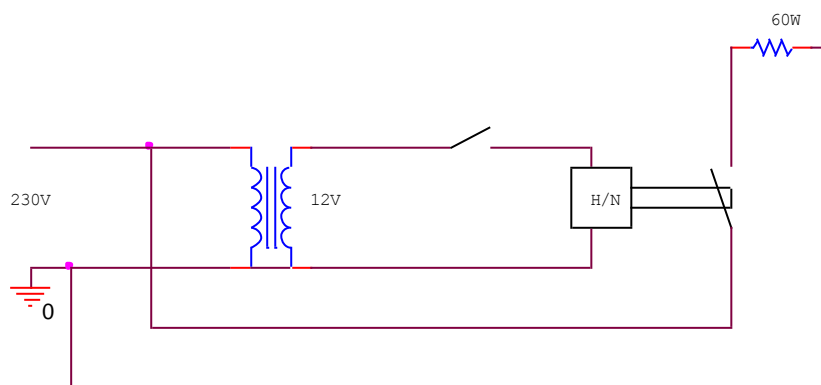
Στα πλαίσια της προσπάθειας να μετρηθούν ορισμένα σημαντικά μεγέθη σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας, στήθηκε στο εργαστήριο ένα μοντέλο κυκλώματος εφαρμογής «έξυπνου σπιτιού», το οποίο περιελάμβανε τα παρακάτω στοιχεία:

- Ηλεκτρονόμος μανδάλωσης
- Μετασχηματιστής 230V/12V με κοινό και γειωμένο ουδέτερο
- Λαμπτήρας πυρακτώσεως 60W, 230V
- Διακόπτης με επαναφορά (μπουτόν)
- Καλώδια συνδέσεων, συμπεριλαμβανομένου καλωδίου UTP 20m

Ο μετασχηματιστής είναι ισχύος 1kVA, συχνότητας 50-60Hz και δίνει μέγιστο ρεύμα 5A.

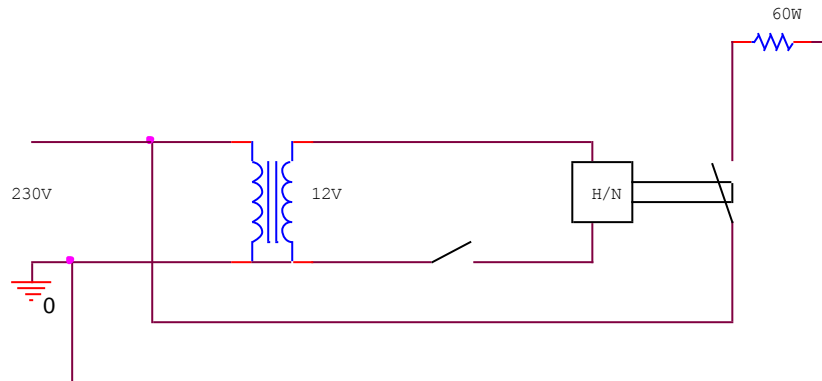
4.2 Περιγραφή Διαδικασίας

Από το δίκτυο της ΔΕΗ τροφοδοτούμε το πρωτεύον του μετασχηματιστή, έχοντας προηγουμένως γεφυρώσει τους ουδέτερους του πρωτεύοντος και του δευτερεύοντος. Ο μετασχηματιστής δίνει στο δευτερεύον εναλλασσόμενη τάση 12V. Στην πρώτη εφαρμογή του κυκλώματος, ο διακόπτης θα τοποθετηθεί στη φάση του δευτερεύοντος, επομένως στο καλώδιο τροφοδοσίας των 12V παρεμβάλλουμε το διακόπτη, ο οποίος διαθέτει ελατήριο επαναφοράς (μπουτόν). Από το διακόπτη φέρουμε καλώδιο απευθείας για την είσοδο του πηνίου ελέγχου του ηλεκτρονόμου, ενώ την έξοδό του τη συνδέουμε στον ουδέτερο του δευτερεύοντος. Για της συνδέσεις του κυκλώματος ελέγχου (πηνίου) χρησιμοποιήθηκε καλώδιο UTP. Το κύκλωμα ισχύος αποτελείται από έναν απλό λαμπτήρα πυρακτώσεως 60W, τον οποίο συνδέουμε με καλώδια στο δίκτυο της ΔΕΗ, παρεμβάλλοντας στη φάση 230V τον ηλεκτρονόμο. Ένα σχεδιάγραμμα του κυκλώματος παρατίθεται παρακάτω:



Σχήμα 9: Κύκλωμα Δοκιμής

Παράλληλα, δοκιμάστηκε και μια δεύτερη συνδεσμολογία, με το διακόπτη να βρίσκεται στον ουδέτερο, μετά από τον ηλεκτρονόμο. Το κύκλωμα για αυτή την εναλλακτική συνδεσμολογία φαίνεται παρακάτω:



Σχήμα 10: Εναλλακτικό Κύκλωμα Δοκιμής

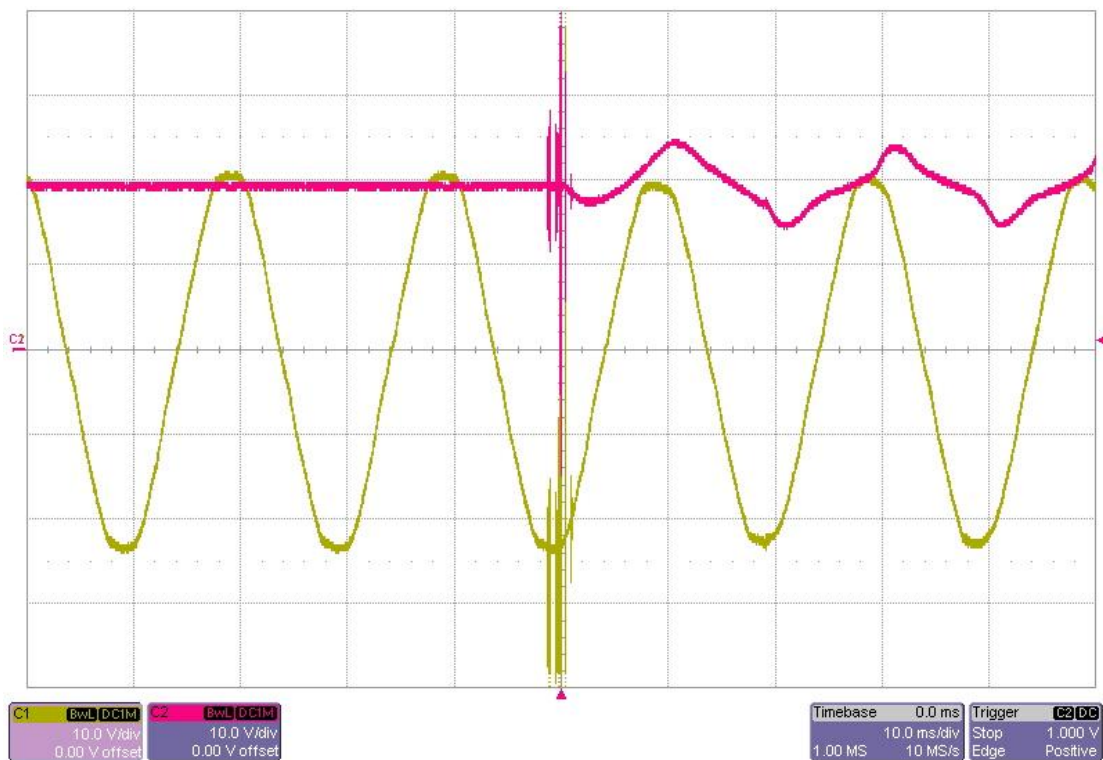
Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε ένας ειδικός ηλεκτρονικός παλμογράφος, 200MHz και 2Gsamples/s, ο οποίος έχει τη δυνατότητα να λαμβάνει και να αποθηκεύει στιγμιαία παλμογραφήματα του μεταβατικού φαινομένου που παρουσιάζεται τη στιγμή που πατάει κανείς το διακόπτη. Το φαινόμενο αυτό μας ενδιαφέρει, για να αποφανθούμε για το κατά πόσο ένα τυπικό καλώδιο UTP θα μπορέσει να υποστεί τις εμφανιζόμενες υπερτάσεις, χωρίς να υπάρξει διάσπαση της μόνωσής του.

4.3 Μετρήσεις – Κυματομορφές

Όταν χειρίζεται κανείς το διακόπτη, το πηνίο του ηλεκτρονόμου διαρρέεται από ρεύμα, με αποτέλεσμα αυτός να οπλίζει. Ο συγκεκριμένος τύπος ηλεκτρονόμου έχει την ιδιότητα ότι μανδαλώνει, με αποτέλεσμα να παραμένει οπλισμένος ακόμα και αν απομακρύνουμε το χέρι μας από το διακόπτη, κάτι που θα έχει ως αποτέλεσμα τη διακοπή του ρεύματος που ρέει στο πηνίο. Για να αφοπλίσει ο ηλεκτρονόμος, αρκεί να εφαρμόσουμε την ίδια τάση, δηλαδή να χειριστούμε και πάλι το διακόπτη. Η διαδικασία αυτή είναι προφανές ότι αποτελεί ένα μεταβατικό φαινόμενο, το οποίο αναπόφευκτα οδηγεί σε υπερτάσεις. Αυτές οι υπερτάσεις μετρήθηκαν, σε διάφορα σημεία του κυκλώματος, με τον ηλεκτρονικό παλμογράφο. Το σημείο αναφοράς της τάσης είναι ο γειωμένος ουδέτερος.

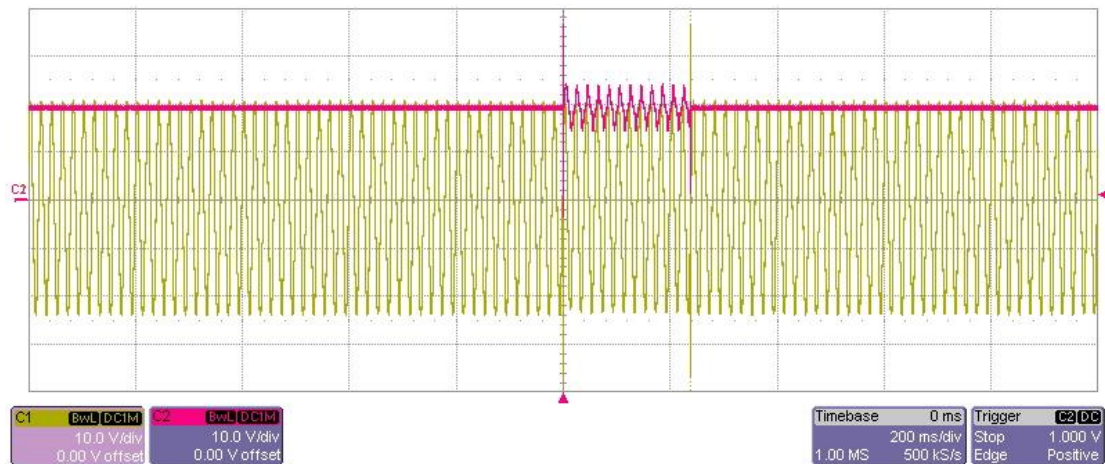
Το πρώτο κανάλι του παλμογράφου (κίτρινη κυματομορφή) αντιστοιχεί στην τάση μεταξύ του ουδετέρου και διαφόρων σημείων που αναλύονται στη συνέχεια. Το δεύτερο κανάλι του παλμογράφου (κόκκινη κυματομορφή), για την πρώτη συνδεσμολογία κυκλώματος αντιστοιχεί πάντα στην τάση μεταξύ του ουδετέρου και του σημείου αμέσως μετά το πηνίο του ηλεκτρονόμου. Ουσιαστικά, αυτό που μεσολαβεί μεταξύ των δύο αυτών σημείων είναι το καλώδιο UTP. Για τη δεύτερη συνδεσμολογία, η κόκκινη κυματομορφή αντιστοιχεί στην τάση μεταξύ του σημείου αμέσως μετά το διακόπτη και του ουδετέρου.

Αρχικά, η μέτρηση αφορά στην έξοδο του μετασχηματιστή. Οι κυματομορφές είναι οι ακόλουθες:



Σχήμα 11: Δοκιμή 1 - Κυματομορφή Α

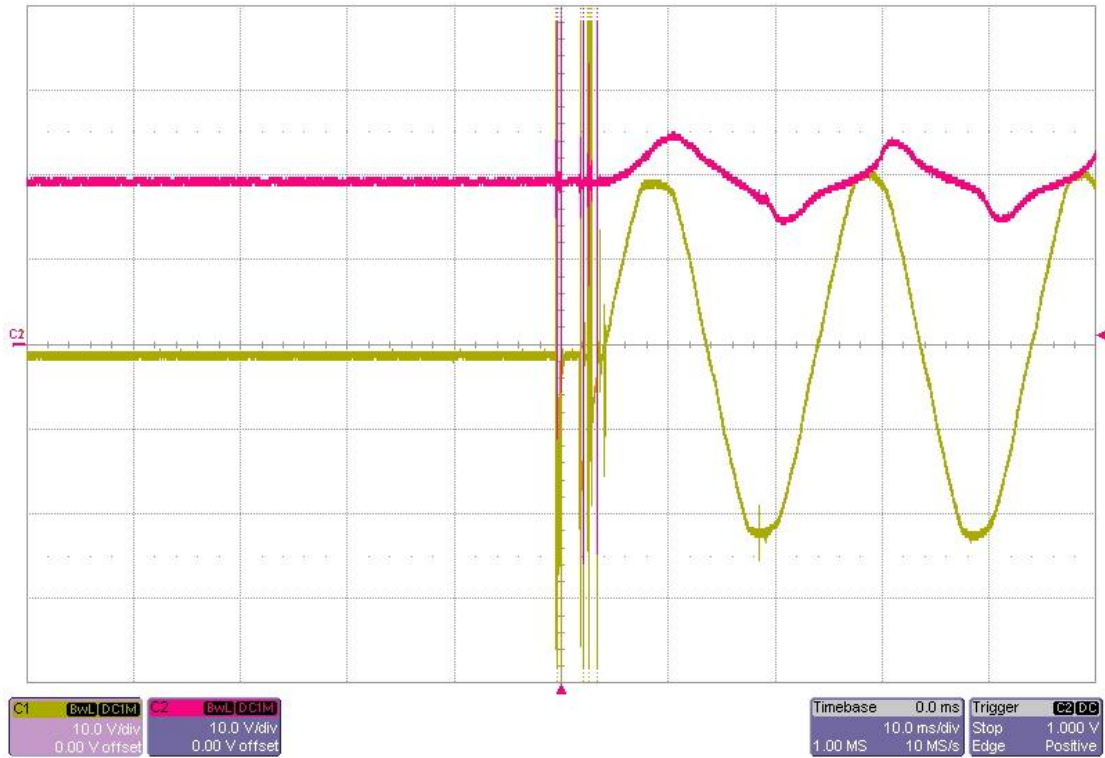
Επίσης, στο ακόλουθο διάγραμμα φαίνεται πώς αλλάζουν οι τάσεις κατά τη διάρκεια που έχουμε πατημένο το διακόπτη:



Σχήμα 12: Δοκιμή 1 - Κυματομορφή Β

Παρατηρούμε πως, ενώ στην τάση εξόδου του μετασχηματιστή δεν υπάρχει κάποια βύθιση διαρκείας, εντούτοις εμφανίζονται στιγμιαίες έντονες υπερτάσεις, οι οποίες δεν είναι αμελητέες σε σχέση με το πλάτος της τάσης. Το ίδιο συμβαίνει και με την πτώση τάσης πάνω στο καλώδιο UTP, στο οποίο μάλιστα οι εμφανιζόμενες υπερτάσεις είναι ακόμα μεγαλύτερες.

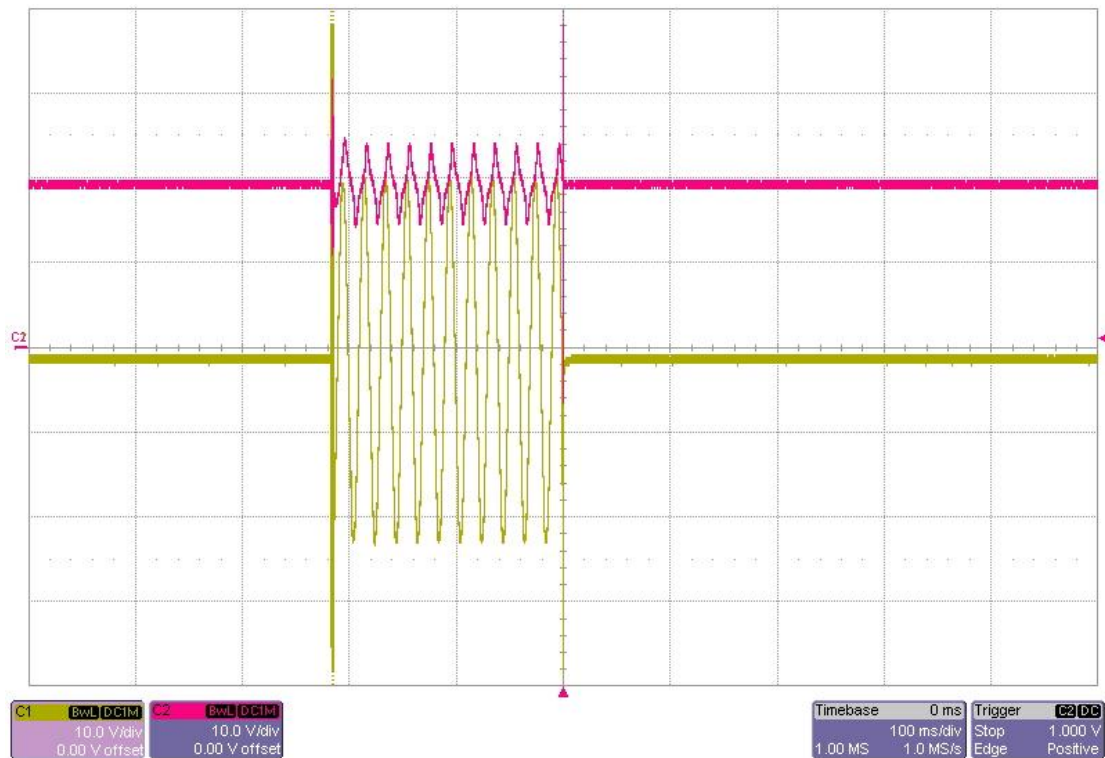
Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία, αλλά τοποθετώντας τώρα το probe του πρώτου καναλιού στο σημείο αμέσως μετά το διακόπτη, παίρνουμε τις εξής κυματομορφές:



Σχήμα 13: Δοκιμή 2 - Κομματομορφή Α

Παρατηρούμε πως το φαινόμενο είναι ίδιο με την προηγούμενη περίπτωση, μάλιστα εδώ ίσως εμφανίζεται και σε μεγαλύτερο βαθμό. Οι στιγμιαίες υπερτάσεις και στα δύο κανάλια ξεπερνούν κατά πολύ ακόμα και τη μέγιστη τιμή της εναλλασσόμενης τάσης.

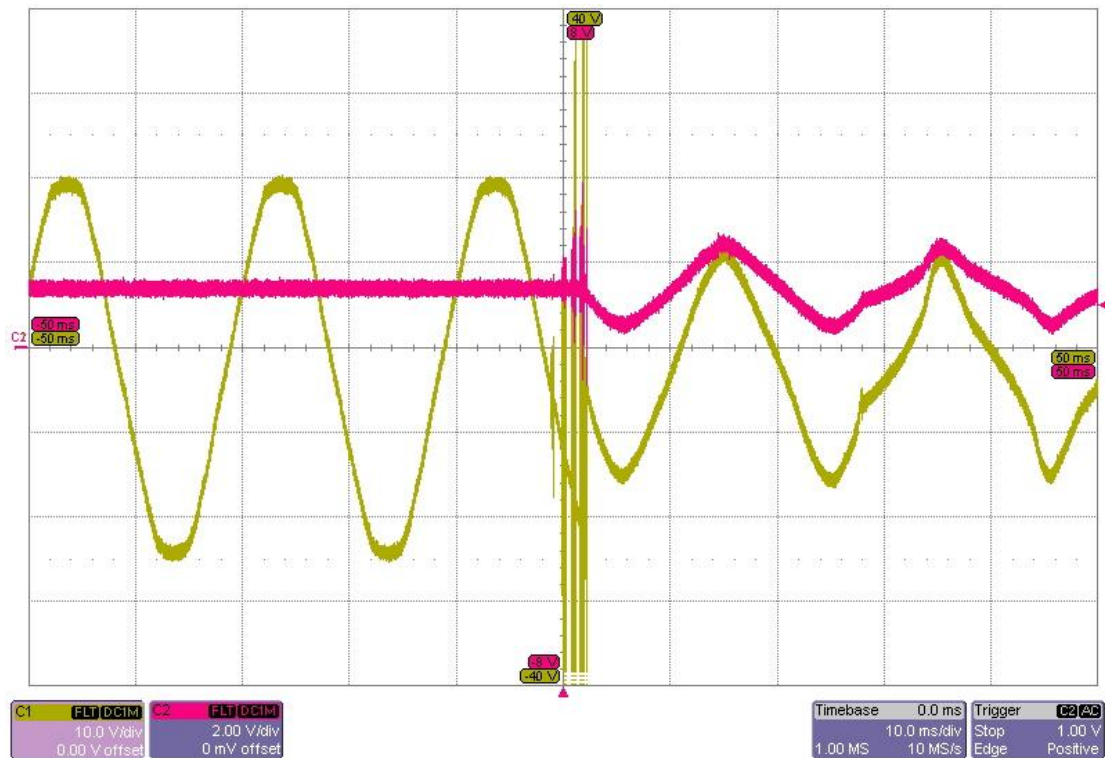
Για μια γενικότερη επισκόπηση του φαινομένου κατά τη διάρκεια που κρατάμε πατημένο το διακόπτη, παρατίθεται το παρακάτω σχεδιάγραμμα:



Σχήμα 14: Δοκιμή 2 - Κυματομορφή Β

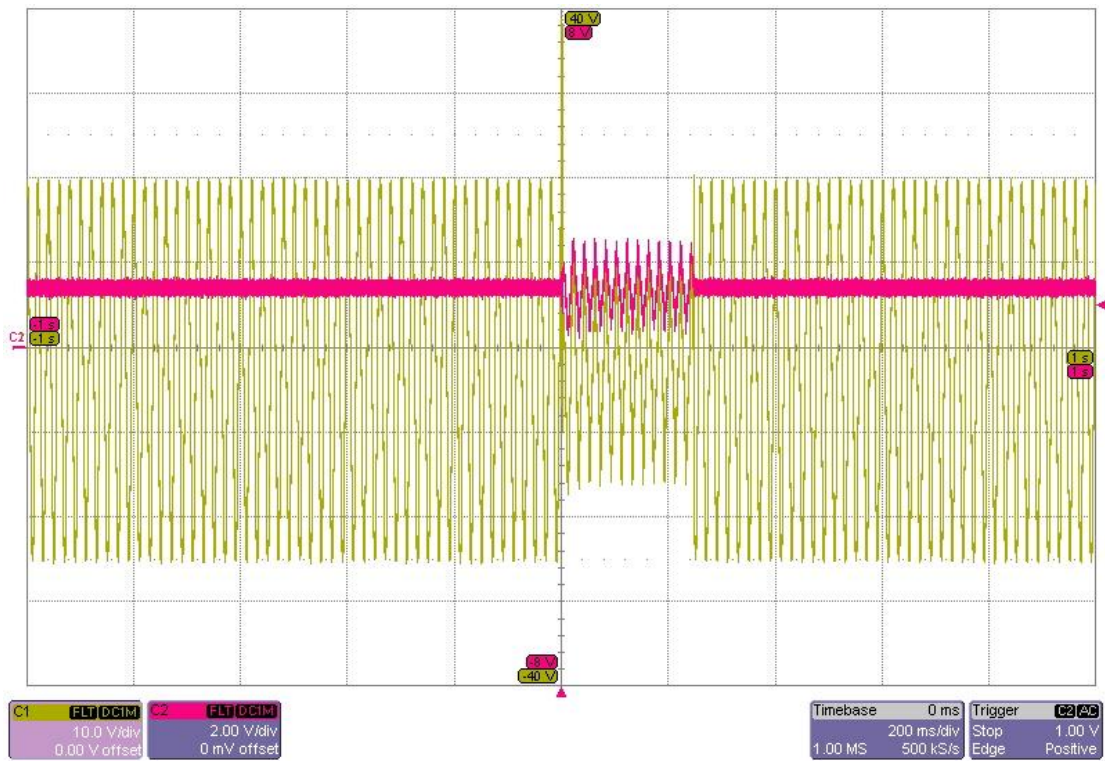
Σε αυτό το σχεδιάγραμμα φαίνεται ακόμα πιο καθαρά πως οι υπερτάσεις έχουν μεγάλη τιμή.

Αλλάζοντας τώρα τη συνδεσμολογία του κυκλώματος, συνδέουμε 20m καλωδίου UTP μετά το πηνίο του ηλεκτρονόμου, ενώ ο διακόπτης ακολουθεί αμέσως μετά το καλώδιο αυτό. Τέλος, ακολουθούν άλλα 20m καλωδίου UTP μεταξύ του διακόπτη και του ουδέτερου κόμβου του μετασχηματιστή. Το probe του πρώτου καναλιού τοποθετείται αμέσως μετά το πηνίο του ηλεκτρονόμου. Οι κυματομορφές υπερτάσεων που παίρνουμε είναι οι εξής:



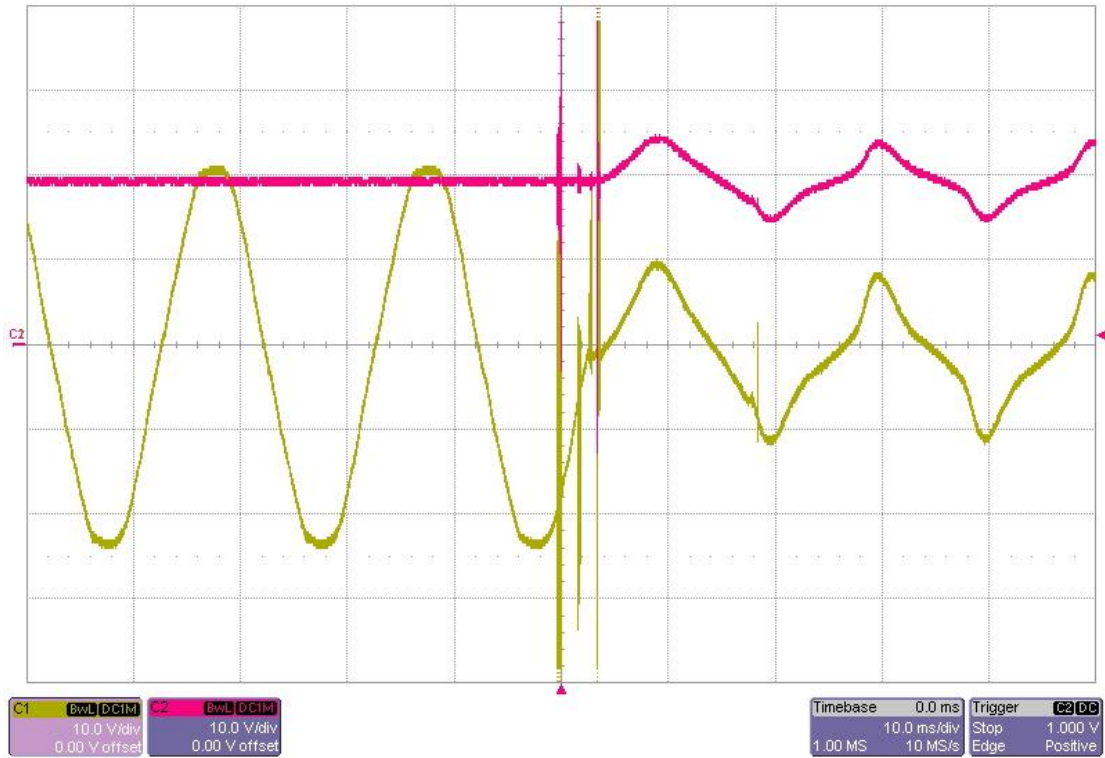
Σχήμα 15: Δοκιμή 3 - Κυματομορφή Α

Η διαφορά σε σχέση με την προηγούμενη συνδεσμολογία δεν είναι αξιόλογη. Οι υπερτάσεις του μεταβατικού φαινομένου εξακολουθούν να υπάρχουν και είναι μεγάλες. Για μια συνολική εικόνα του φαινομένου κατά τη διάρκεια που ο διακόπτης παραμένει πατημένος, παρατίθεται το παρακάτω διάγραμμα:



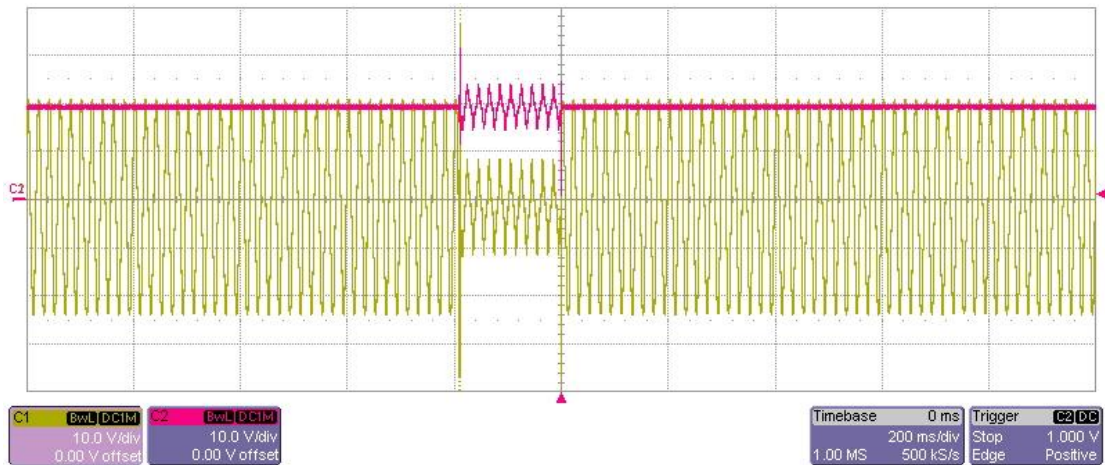
Σχήμα 16: Δοκιμή 3 - Κυματομορφή Β

Τέλος, πραγματοποιήθηκε μία ακόμα μέτρηση, κατά την οποία μετρήθηκε η τάση (κίτρινη κυματομορφή) ανάμεσα στον ουδέτερο και στο σημείο αμέσως πριν το διακόπτη (μετά από το καλώδιο UTP). Τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω:



Σχήμα 17: Δοκιμή 4 - Κυματομορφή Α

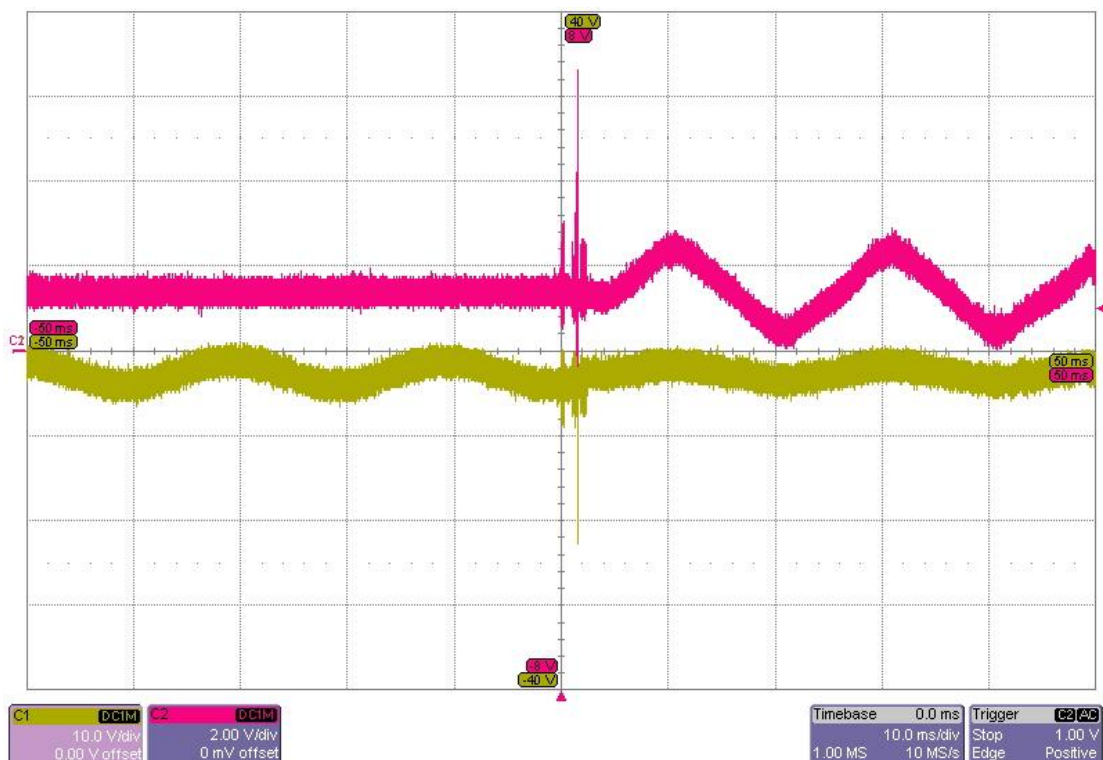
Ακόμα, παρατίθεται και το παρακάτω διάγραμμα για μια συνολική επισκόπηση του φαινομένου:



Σχήμα 18: Δοκιμή 4 - Κυματομορφή Β

Ως τελικό συμπέρασμα μπορεί να εξαχθεί ότι, ανεξαρτήτως της συνδεσμολογίας (διακόπτης πριν ή μετά από τον ηλεκτρονόμο) και του σημείου στο οποίο μετράμε την

τάση, εμφανίζονται πάντα έντονες υπερτάσεις, οι οποίες είναι φυσικά ανεπιθύμητες. Για να αποφανθούμε σχετικά με το πραγματικό μέτρο των υπερτάσεων, εκτελέσαμε μία ακόμα μέτρηση χρησιμοποιώντας ένα καταμεριστή τάσης. Αυτό έγινε λόγω της αδυναμίας του συγκεκριμένου παλμογράφου να μετρήσει σήματα πάνω από μια συγκεκριμένη τιμή τάσης. Η χρήση του καταμεριστή μας δίνει τη δυνατότητα να υποβιβάσουμε την τάση σε ένα χαμηλότερο επίπεδο για να μπορέσει να τη μετρήσει πλήρως ο παλμογράφος. Οι κυματομορφές που πήραμε ήταν οι εξής:



Σχήμα 19: Εύρος Υπερτάσεων

Είναι εμφανές ότι η μέγιστη τιμή των υπερτάσεων είναι πολλαπλάσια από τη μέγιστη τιμή της εναλλασσόμενης τάσης. Μάλιστα, αυτό συμβαίνει για όλες τις συνδεσμολογίες και σε όλα τα σημεία μέτρησης.

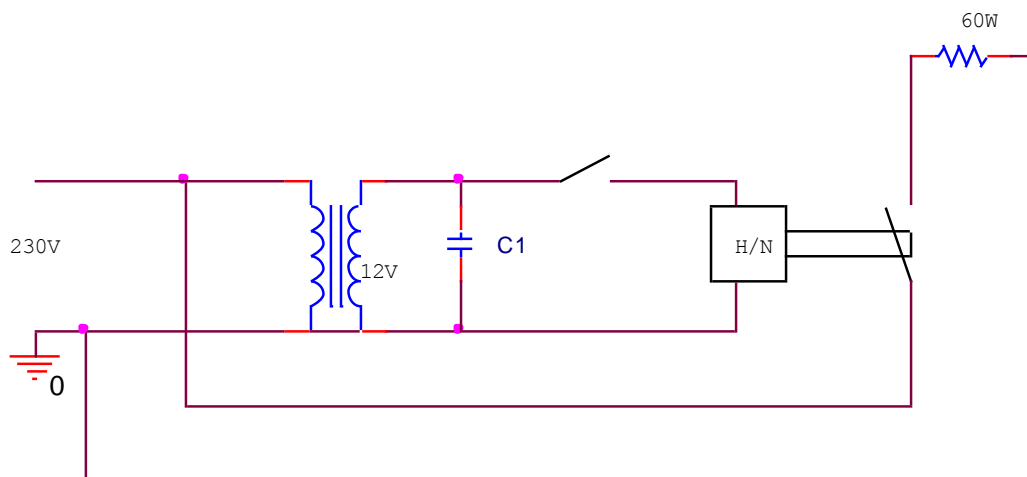
Η εμφάνιση τόσο μεγάλων υπερτάσεων κατά το μεταβατικό φαινόμενο του χειρισμού του διακόπτη, αποτελεί ένα πρόβλημα το οποίο θα πρέπει να διερευνηθεί. Το καλώδιο UTP που θα χρησιμοποιηθεί στην οικιακή εγκατάσταση έχει συγκεκριμένες διηλεκτρικές αντοχές στη μόνωσή του, οι οποίες δε θα πρέπει να ξεπεραστούν κατά τους χειρισμούς των διακοπών. Επίσης, συγκεκριμένη διηλεκτρική αντοχή έχει και ο διακόπτης και η μόνωση του μετασχηματιστή, αλλά οι αντοχές αυτές είναι εν γένει μεγαλύτερες από

αυτήν του καλωδίου UTP.

4.4 Περιορισμός Υπερτάσεων

4.4.1 Πυκνωτές

Οι υπερτάσεις είναι ένα σχεδόν στιγμιαίο φαινόμενο. Συνεπώς, αν γίνει ανάλυση Fourier θα παρατηρήσει κανείς πως εμφανίζονται συνιστώσες του σήματος σε εξαιρετικά υψηλές συχνότητες. Ένας απλός τρόπος για να περιορίσει κανείς τις υψηλές συχνότητες σε ένα σήμα, είναι η χρήση ενός βαθυπερατού φίλτρου. Μια απλή εφαρμογή βαθυπερατού φίλτρου είναι πυκνωτές συνδεδεμένοι στα άκρα του δευτερεύοντος του μετασχηματιστή, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



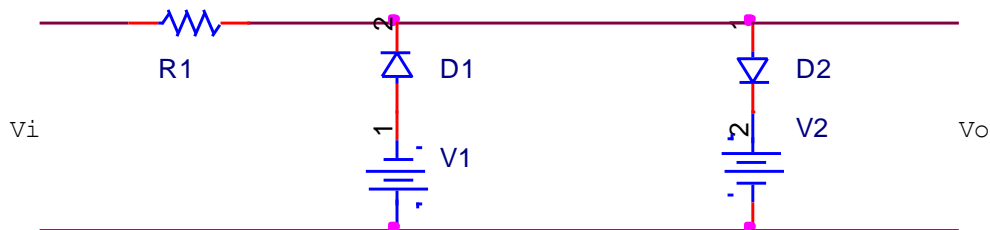
Σχήμα 20: Περιορισμός Υπερτάσεων με Πυκνωτή

Θεωρητικά, θα αναμέναμε περιορισμό των υπερτάσεων, διότι αυτές λόγω της υψηλής συχνότητας που τις χαρακτηρίζει θα εξουδετερωθούν από τον πυκνωτή. Το πηνίο του ηλεκτρονόμου λειτουργεί σε συνδυασμό με τον πυκνωτή ως ένα απλό βαθυπερατό φίλτρο.

Στην πράξη δεν παρατηρήθηκε κάποια αξιοσημείωτη διαφορά και οι υπερτάσεις ήταν σχεδόν τόσο έντονες όσο και χωρίς τους πυκνωτές. Αυτό αποδίδεται στην πρακτικά στιγμιαία φύση των υπερτάσεων, όσο και στο γεγονός ότι δεν υπήρχε διαθέσιμος πυκνωτής κατάλληλης χωρητικότητας.

4.4.2 Ψαλιδιστής τάσης

Μια εναλλακτική, και ενδεχομένως αποτελεσματικότερη, μέθοδος περιορισμού των υπερτάσεων, είναι η χρήση ενός ψαλιδιστή τάσης. Αυτή η ηλεκτρονική διάταξη αυτόματα περιορίζει την τάση σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο, ανεξάρτητα της συχνότητας. Ένας απλός ψαλιδιστής τάσης φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



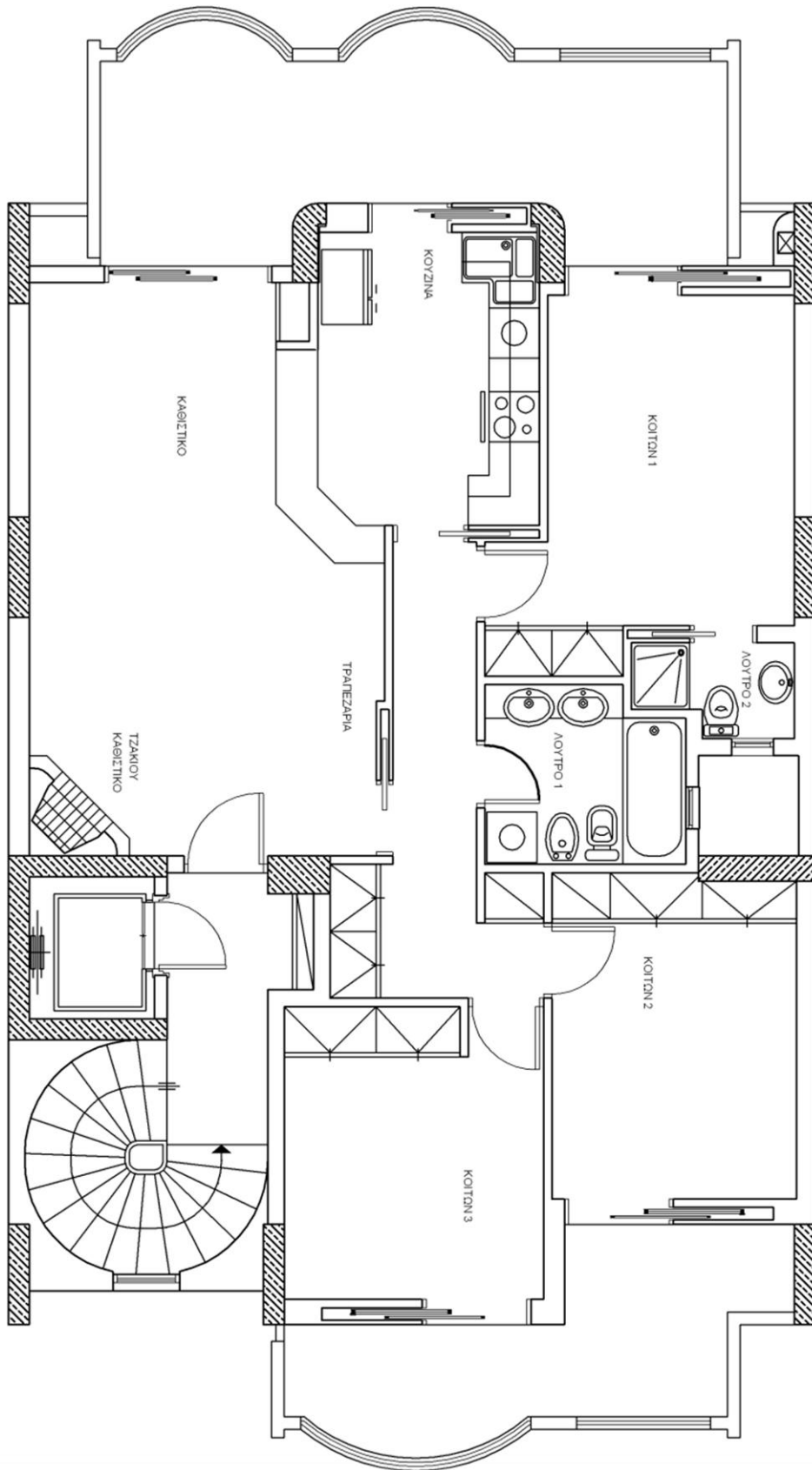
Σχήμα 21: Ψαλιδιστής Τάσης

Ο ψαλιδιστής αυτός παρεμβάλλεται ανάμεσα στην έξοδο του μετασχηματιστή και στον κλάδο του διακόπτη με τον ηλεκτρονόμο. Η ουσιαστική λειτουργία του έγκειται στη μετάδοση της τάσης με τον περιορισμό ότι αυτή δε θα ξεπεράσει μια μέγιστη θετική τιμή και ούτε θα πέσει κάτω από μία ελάχιστη αρνητική τιμή. Ο εγκάρσιος κλάδος με τη δίοδο D_1 και την πηγή σταθερής τάσης V_1 εξασφαλίζει την αποκοπή αρνητικών τάσεων με τιμή αλγεβρικά μικρότερη από την V_1 . Αν η τάση εισόδου V_i γίνει αρνητικότερη της V_1 , τότε η δίοδος D_1 θα άγει και επομένως η τάση εξόδου V_o δεν είναι δυνατό να γίνει μικρότερη από $-V_1$. Ο δεύτερος εγκάρσιος κλάδος, με τη δίοδο D_2 και την πηγή σταθερής τάσης V_2 , εξασφαλίζει την αποκοπή θετικών τάσεων με τιμή μεγαλύτερη της V_2 . Αν η τάση εισόδου V_i γίνει μεγαλύτερη από τη V_2 , τότε η δίοδος D_2 θα άγει και επομένως η τάση εξόδου V_o δε γίνεται να είναι μεγαλύτερη από την τάση V_2 .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΜΙΑ ΤΥΠΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Εξ αρχής έχει αναφερθεί ότι ο κύριος σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η εφαρμογή όλων των ανωτέρω στοιχείων και συμπερασμάτων σε μια πραγματική κατοικία. Θα χρησιμοποιηθεί η κάτοψη ενός οροφодιαμερίσματος πολυκατοικίας που βρίσκεται στον Άγιο Δημήτριο Αττικής. Η αρχιτεκτονική άποψη του διαμερίσματος είναι η ακόλουθη:

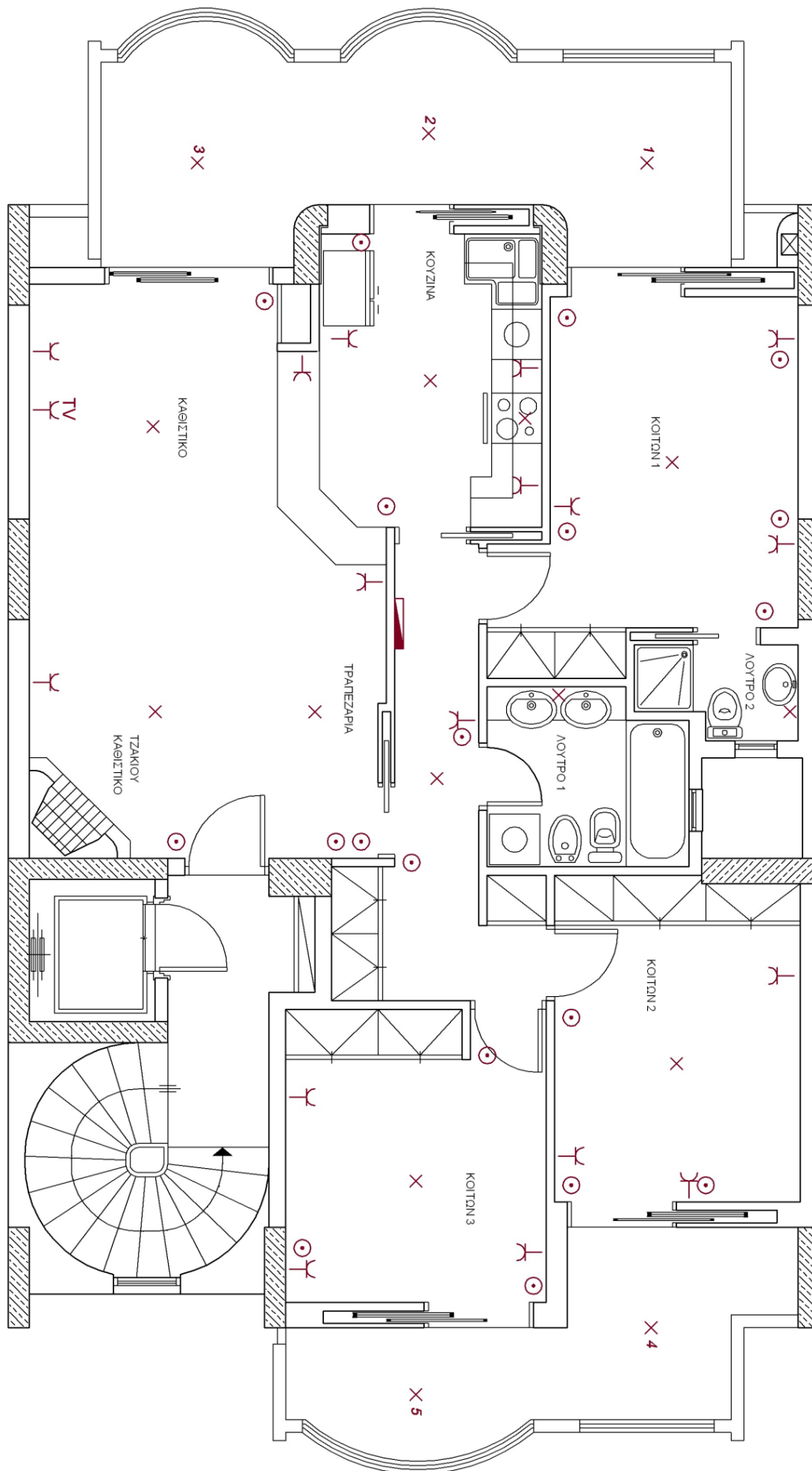


Σχήμα 22: Αρχιτεκτονική Κάτοψη

Όπως φαίνεται στην κάτοψη, το διαμέρισμα διαθέτει τρεις κοιτώνες, δύο λουτρά, μία κουζίνα, ένα μεγάλο καθιστικό και δύο εξώστες. Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε μια τυπική ηλεκτρολογική εγκατάσταση του διαμερίσματος αυτού, ενώ θα εστιάσουμε κυρίως στο φωτισμό, ο οποίος θα υιοθετεί και τη λογική του «έξυπνου σπιτιού». Συγκεκριμένα, τα φώτα δε θα ελέγχονται κατευθείαν από συνηθισμένους διακόπτες, αλλά θα είναι συνδεδεμένα σε ένα κύκλωμα παρόμοιο με αυτό που υλοποιήθηκε στο εργαστήριο. Με παρόμοιο τρόπο, η λογική της αυτοματοποίησης μπορεί να επεκταθεί και σε άλλες καταναλώσεις, όπως π.χ. ο θερμοσίφοντας, ορισμένοι ρευματοδότες, ηλεκτρικά ρολά και άλλες εφαρμογές. Ως παράδειγμα, θα παρουσιαστεί και μία εφαρμογή «έξυπνου» ρευματοδότη.

5.1 Κατόψεις

Αρχικά, θα πρέπει να παραθέσουμε μια κάτοψη, στην οποία να είναι σημειωμένες οι θέσεις που θα τοποθετηθούν τα φωτιστικά. Επιπλέον, στο σχέδιο αυτό συμπεριλαμβάνονται και οι θέσεις των ρευματοδοτών, καθώς και των μπουτόν για τον έλεγχο του φωτισμού. Σημειώνεται ότι για τον έλεγχο του φωτισμού απαιτούνται μπουτόν με επιστροφή, παρόμοια με αυτά που τοποθετούνται στα κλιμακοστάσια, και όχι τυπικοί διακόπτες, για να καθίσταται εφικτός ο έλεγχος μέσω του ηλεκτρονόμου. Η κάτοψη με όλα τα ανωτέρω στοιχεία παρατίθεται παρακάτω:



Σχήμα 23: Φωτιστικά - Ρευματοδοτές - Μπουτόν

Αναλυτικά, έχει χρησιμοποιηθεί ένα φωτιστικό για κάθε λουτρό, για την κουζίνα και τους κοιτώνες. Για το καθιστικό, για λόγους μεγέθους και ομοιόμορφου φωτισμού, έχουν χρησιμοποιηθεί τρία φωτιστικά, τα οποία ανάβουν από κοινού. Τα φωτιστικά στους εξώστες έχουν αριθμηθεί διότι ανάβουν ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Το μπουτόν για το φωτιστικό εξώστη 1 βρίσκεται δίπλα στη μπαλκονόπορτα στον κοιτώνα 1, το μπουτόν για το φωτιστικό εξώστη 2 βρίσκεται δίπλα στη μπαλκονόπορτα στην κουζίνα, ενώ το μπουτόν για το φωτιστικό εξώστη 3 βρίσκεται δίπλα στη μπαλκονόπορτα στο καθιστικό. Για τον άλλο εξώστη, τα μπουτόν για τα φωτιστικά εξώστη 4 και 5 βρίσκονται δίπλα στις μπαλκονόπορτες του κοιτώνα 2 και κοιτώνα 3 αντίστοιχα. Για την κουζίνα, έχει χρησιμοποιηθεί ένα μόνο μπουτόν το οποίο ελέγχει και τα δύο φωτιστικά της κουζίνας. Κάθε λουτρό έχει ένα φωτιστικό το οποίο ελέγχεται από ένα μπουτόν ακριβώς έξω από την πόρτα του εκάστοτε λουτρού. Το φωτιστικό του χωλ ελέγχεται από το μπουτόν απέναντι από το λουτρό 1, ενώ οι κοιτώνες 2 και 3 διαθέτουν από ένα φωτιστικό το οποίο ελέγχεται από δύο μπουτόν για κάθε κοιτώνα, ένα στην είσοδό τους και άλλο ένα κοντά στη θέση όπου προβλέπεται να τοποθετηθεί η κλίνη. Ομοίως ισχύει και για τον κοιτώνα 1, με τη διαφορά ότι προβλέπονται τρία μπουτόν, ένα στην είσοδο και ένα για κάθε πλευρά της διπλής κλίνης. Τα τρία φωτιστικά του καθιστικού ελέγχονται από κοινού από δύο μπουτόν, ένα στην είσοδο του διαμερίσματος και ένα κοντά στην είσοδο προς το χωλ. Επιπλέον, έχει χρησιμοποιηθεί και ένας αυτοματοποιημένος ρευματοδότης που προορίζεται για χρήση τηλεοπτικού δέκτη. Η τροφοδοσία του ρευματοδότη αυτού ελέγχεται από ένα μπουτόν τοποθετημένο κοντά στην είσοδο του χωλ.

Όπως προαναφέρθηκε, λόγω της ιδιαιτερότητας της εγκατάστασης, τα μπουτόν δεν έχουν άμεση ηλεκτρική επαφή με τα φωτιστικά (και το ρευματοδότη) που ελέγχουν. Το κύκλωμα ελέγχου αποτελείται από UTP καλώδια τα οποία συνδέουν τον ηλεκτρονόμο μανδάλωσης με το αντίστοιχο μπουτόν. Συγκεκριμένα, τα μπουτόν τροφοδοτούνται από ένα μετασχηματιστή 230V/12V AC και το καλώδιο UTP, αφού περάσει πρώτα από τους ακροδέκτες ελέγχου του ηλεκτρονόμου, επιστρέφει πίσω στο μετασχηματιστή. Όλα τα ανωτέρω απεικονίζονται συγκεντρωτικά στην κάτοψη με το κύκλωμα ελέγχου, η οποία φαίνεται παρακάτω:

Ολόκληρη η εγκατάσταση έχει υλοποιηθεί με καλώδια τύπου UTP. Πρέπει να σημειωθεί πως για κάθε φωτιστικό και ρευματοδότη που χρειάζεται να ελεγχουμε απαιτείται ένα αποκλειστικό καλώδιο από και προς τον πίνακα. Για αυτό το λόγο χρειάζεται ουσιαστικά ανεξάρτητη καλωδίωση για κάθε μπουτόν, εκτός από τις περιπτώσεις όπου περισσότερα του ενός μπουτόν ελέγχουν το ίδιο φωτιστικό, οπότε τα μπουτόν συνδέονται παράλληλα και υπάρχει μόνο μία αναχώρηση από τον πίνακα και μία επιστροφή προς αυτόν.

Τα καλώδια UTP αποτελούνται εσωτερικά από 8 χάλκινα καλώδια μικρής διατομής. Τα 8 αυτά καλώδια είναι μονωμένα και μπορούν να μεταφέρουν σήματα ανεξάρτητα το ένα από το άλλο, αλλά περικλείονται όλα από πλαστικό και είναι δεμένα μαζί, σχηματίζοντας το ενιαίο καλώδιο UTP, το οποίο διαθέτει ακροδέκτες για χρήση σε δίκτυα Ethernet. Στην παρούσα εφαρμογή δε θα χρησιμοποιηθεί για δικτύωση, επομένως οι ακροδέκτες θα πρέπει να αφαιρεθούν. Ας σημειωθεί πως θεωρούμε ότι όλοι οι ηλεκτρονόμοι μανδάλωσης είναι εγκατεστημένοι στον κεντρικό πίνακα της κατοικίας.

Με τα ανωτέρω δεδομένα, μπορούμε να αποφανθούμε για το πόσα καλώδια UTP θα χρειαστούν συνολικά για την εγκατάσταση του κυκλώματος ελέγχου:

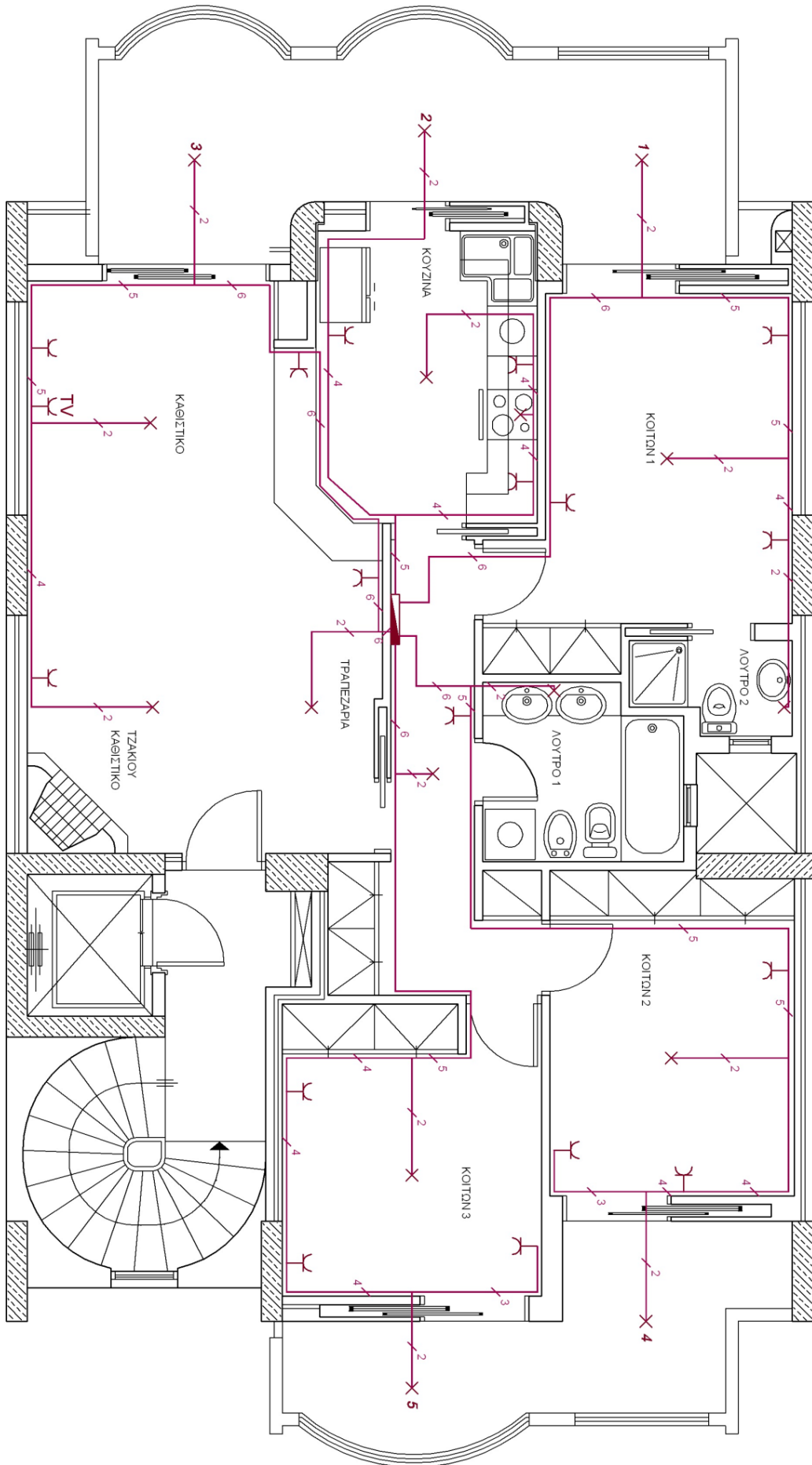
- Ένα καλώδιο UTP για τον κοιτώνα 1, το λουτρό 2 και το φωτιστικό εξώστη 1, απαιτούνται 6 χάλκινα σύρματα, τα υπόλοιπα 2 χρησιμοποιούνται ως εφεδρεία.
- Ένα καλώδιο UTP για την κουζίνα και το φωτιστικό εξώστη 2, απαιτούνται 4 χάλκινα σύρματα, τα υπόλοιπα 4 χρησιμοποιούνται ως εφεδρεία.
- Ένα καλώδιο UTP για το καθιστικό, το ρευματοδότη «TV» και το φωτιστικό εξώστη 3, απαιτούνται 6 χάλκινα σύρματα, τα υπόλοιπα 2 χρησιμοποιούνται ως εφεδρεία.
- Ένα καλώδιο UTP για τον κοιτώνα 2, το φωτιστικό εξώστη 4 και το λουτρό 1, απαιτούνται 6 χάλκινα σύρματα, τα υπόλοιπα 2 χρησιμοποιούνται ως εφεδρεία.
- Ένα καλώδιο UTP για τον κοιτώνα 3, το φωτιστικό εξώστη 5 και το χολ, απαιτούνται 6 χάλκινα σύρματα, τα υπόλοιπα 2 χρησιμοποιούνται ως εφεδρεία.

Η ανωτέρω κάτοψη αφορά αποκλειστικά στον έλεγχο του φωτισμού και δεν περιλαμβάνει το αντίστοιχο κύκλωμα ισχύος. Αυτό γίνεται διότι τα κυκλώματα ελέγχου και

ισχύος είναι εντελώς ανεξάρτητα μεταξύ τους. Η τροφοδοσία για τα φωτιστικά και τους ρευματοδότες αναχωρεί από τον πίνακα και επιστρέφει πίσω σε αυτόν χωρίς να παρεμβάλλεται διακόπτης ή μπουτόν. Αντ' αυτού, το κύκλωμα ισχύος διακόπτεται από τον ηλεκτρονόμο μανδάλωσης, ο οποίος όταν λάβει το κατάλληλο σήμα από το μπουτόν ενεργεί ως διακόπτης και κλείνει το κύκλωμα. Αντίστοιχα, στο επόμενο σήμα από το μπουτόν ο ηλεκτρονόμος θα ανοίξει το κύκλωμα και το φωτιστικό θα σβήσει, ή αντίστοιχα θα διακοπεί η τροφοδοσία τάσης στον ρευματοδότη «TV».

Σημείωση: Στην παρούσα εφαρμογή δεν εξετάζουμε τη δυνατότητα αυτοματοποίησης άλλων φορτίων, όπως η ηλεκτρική κουζίνα ή ο θερμοσίφωνας, επομένως η σύνδεσή τους γίνεται όπως και σε μια παραδοσιακή ηλεκτρική εγκατάσταση.

Στην παρακάτω κάτοψη φαίνονται τα φωτιστικά, οι ρευματοδότες, καθώς και οι συνδέσεις τους με τον πίνακα:



Σχήμα 25: Κύκλωμα Ισχύος

Χρησιμοποιούμε μία ανεξάρτητη γραμμή για τους ρευματοδότες κάθε δωματίου (με εξαίρεση το χολ, που ενσωματώνεται στη γραμμή του κοιτώνα 2, και το ρευματοδότη «TV», που έχει δική του ανεξάρτητη γραμμή από τον πίνακα), ενώ πρέπει να σημειωθεί πως οι γραμμές φωτισμού και ρευματοδοτών είναι εντελώς ανεξάρτητες μεταξύ τους. Όπως προαναφέρθηκε, κάθε φωτιστικό απαιτεί μία αποκλειστική γραμμή από τον πίνακα, η οποία ελέγχεται από τον αντίστοιχο ηλεκτρονόμο μανδάλωσης. Εξαίρεση αποτελούν τα φωτιστικά που ανάβουν μαζί, εν προκειμένω τρία στο καθιστικό και δύο στην κουζίνα, τα οποία θεωρούνται ως ομάδα και χρησιμοποιούν μία γραμμή. Αναλυτικά, το τμήμα ισχύος της ηλεκτρικής εγκατάστασης αποτελείται από τις εξής γραμμές:

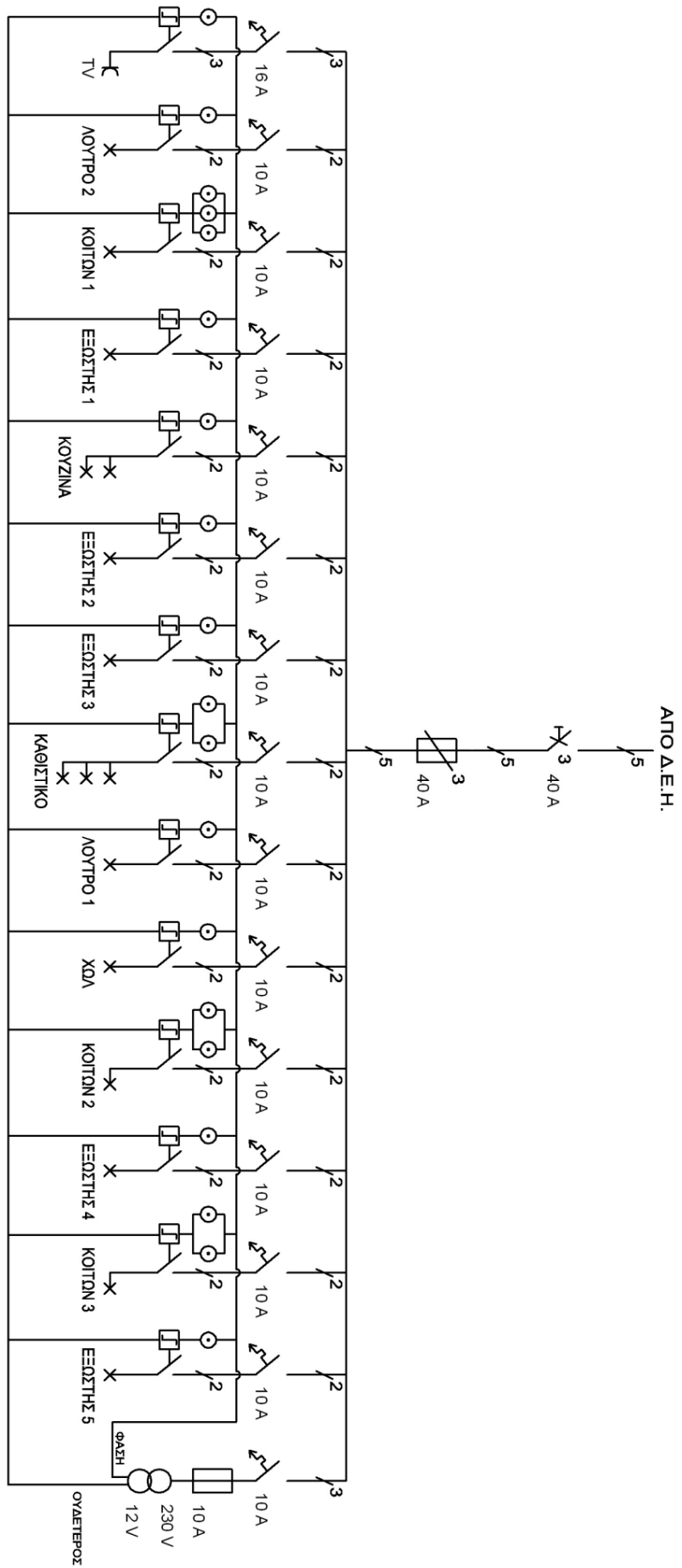
- Μία γραμμή για κάθε φωτιστικό της οικίας, πλην των δύο φωτιστικών της κουζίνας και των τριών του καθιστικού.
- Μία γραμμή από κοινού για τα δύο φωτιστικά της κουζίνας.
- Μία γραμμή από κοινού για τα τρία φωτιστικά του καθιστικού.
- Μία γραμμή για το ρευματοδότη «TV» στο καθιστικό.
- Μία γραμμή για τους ρευματοδότες του κοιτώνα 1.
- Μία γραμμή για τους ρευματοδότες της κουζίνας.
- Μία γραμμή για τους ρευματοδότες του καθιστικού.
- Μία γραμμή για τους ρευματοδότες του χολ και του κοιτώνα 2.
- Μία γραμμή για τους ρευματοδότες του κοιτώνα 3.

Όλα τα ανωτέρω μπορούν να συγκεντρωθούν στα σχέδια του ηλεκτρικού πίνακα, τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω.

5.2 Σχέδια πίνακα

Το σχέδιο του πίνακα περιλαμβάνει όλες τις εσωτερικές συνδέσεις, καθώς και το κύκλωμα των ηλεκτρονόμων, οι οποίοι θεωρούμε ότι είναι τοποθετημένοι πάνω στον πίνακα. Η πολυπλοκότητα και η ιδιαιτερότητα της εγκατάστασης έγκειται κυρίως στην αυτοματοποίηση του φωτισμού και του ρευματοδότη «TV», ενώ οι υπόλοιποι ρευματοδότες, η ηλεκτρική κουζίνα και ο θερμοσίφοντας συνδέονται με τον ίδιο τρόπο όπως και σε μια παραδοσιακή εγκατάσταση. Για αυτό το λόγο, καθώς επίσης και για λόγους απλότητας και οικονομίας χώρου, θα παρουσιάσουμε χωριστά ένα σχέδιο πίνακα όπου θα φαίνονται οι αυτοματοποιημένες γραμμές (φωτισμός, ρευματοδότης «TV») μαζί με τους ηλεκτρονόμους και ένα δεύτερο σχέδιο στο οποίο θα φαίνονται οι υπόλοιπες καταναλώσεις και οι απλοί ρευματοδότες. Θα πρέπει εντούτοις να τονιστεί ότι πρόκειται για τον ίδιο πίνακα. Επιπλέον, σημειώνεται πως η οικία διαθέτει τριφασική παροχή.

Όπως έχει προαναφερθεί, ο συγκεκριμένος ηλεκτρονόμος μανδάλωσης που χρησιμοποιούμε λειτουργεί με παλμούς 12V AC. Για να έχουμε σηματοδότηση αυτού του επιπέδου τάσης χρησιμοποιούμε έναν απλό μετασχηματιστή τάσης 230V / 12V AC. Ο ηλεκτρονόμος μανδάλωσης μπορεί να καταναλώσει έως και 24VA κατά το χειρισμό του, επομένως, λαμβάνοντας υπόψη ότι είναι σχεδόν απίθανο να υπάρχει ταυτόχρονος χειρισμός πάνω από 2 μπουτόν, καθώς και ότι η χρήση των μπουτόν είναι στιγμιαία, επιλέγουμε ισχύ μετασχηματιστή 63VA. Με αυτά τα δεδομένα, έχουμε το ακόλουθο σχέδιο για τις γραμμές φωτισμού:



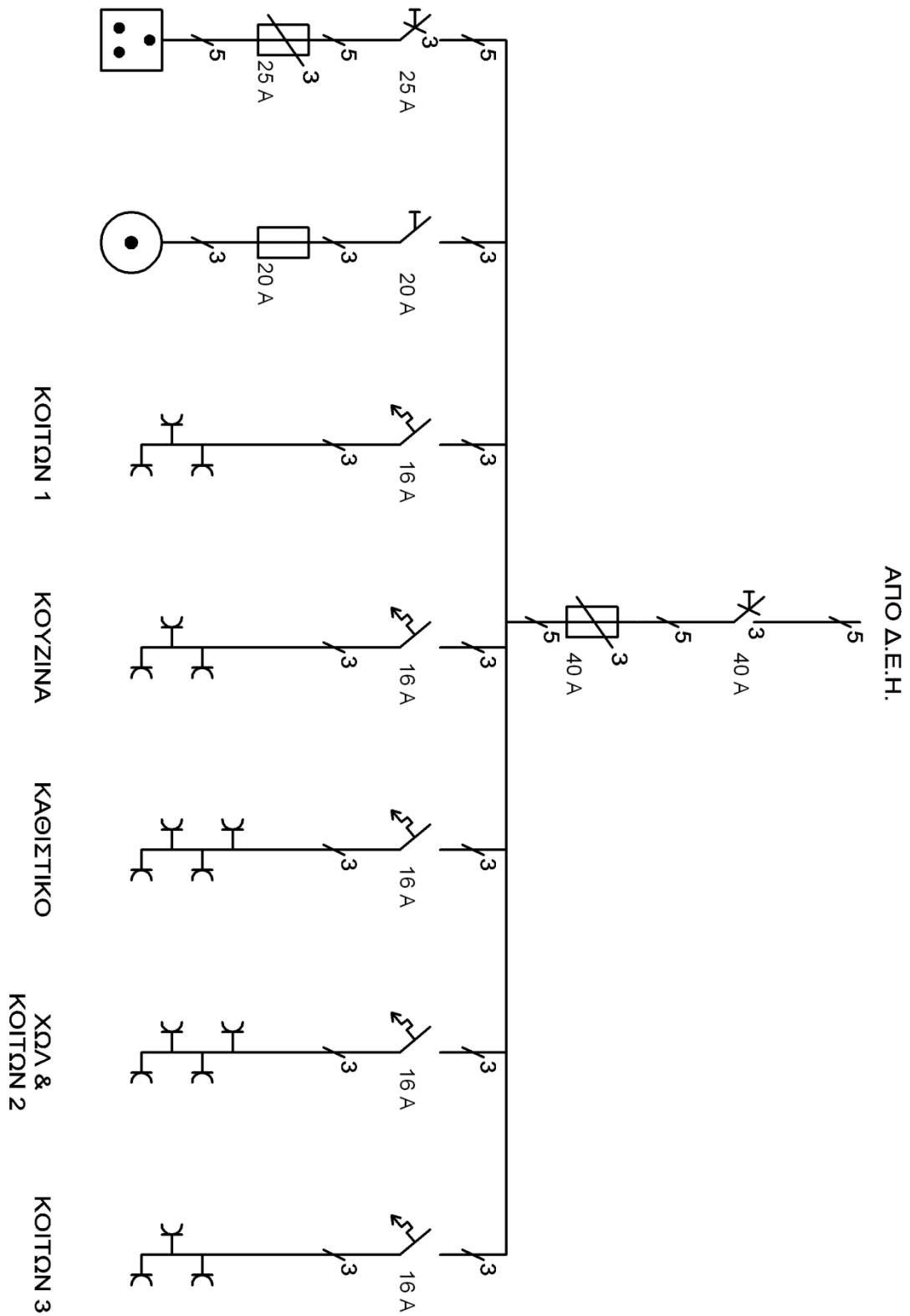
Σχήμα 26: Σχέδιο Πίνακα (Αυτοματοποιημένες Γραμμές)

Όπως φαίνεται και στο σχέδιο, η φάση 12V του μετασχηματιστή διακόπτεται από τα μπουτόν και στη συνέχεια τροφοδοτεί τους ηλεκτρονόμους μανδάλωσης. Μετά από τον ηλεκτρονόμο, το καλώδιο UTP επιστρέφει στον ουδέτερο του μετασχηματιστή.

Σημείωση: Υποθέτουμε πως ο ουδέτερος του μετασχηματιστή είναι γειωμένος.

Αν ο χρήστης πατήσει το μπουτόν, κλείνει το κύκλωμα και σπλίζει ο αντίστοιχος ηλεκτρονόμος, με αποτέλεσμα να ανάψει το φως, ή τα φώτα, αν είναι παραπάνω από ένα (καθιστικό και κουζίνα), ή να εμφανιστεί τάση στο ρευματοδότη «TV». Όλες οι γραμμές διαθέτουν μικροαυτόματους προστασίας 10A, ενώ η γραμμή του αυτοματοποιημένου ρευματοδότη προστατεύεται από ένα μικροαυτόματο 16A. Με δεύτερο πάτημα του μπουτόν, αφοπλίζει ο ηλεκτρονόμος και σβήνει το φως ή σταματάει να υπάρχει τάση στο ρευματοδότη.

Επιπλέον, όπως σε όλες τις κατοικίες αυτού του μεγέθους, ο πίνακας διαθέτει ένα γενικό αποζεύκτη 40A καθώς και γενικές ασφάλειες τήξης 40A. Το δεύτερο κομμάτι του πίνακα αφορά στις υπόλοιπες καταναλώσεις (ηλεκτρική κουζίνα, θερμοσίφωνα, απλοί ρευματοδότες) και είναι το εξής:



Σχήμα 27: Σχέδιο Πίνακα (Παραδοσιακές Γραμμές)

Η γραμμή της (τριφασικής) κουζίνας διαθέτει τυπικά αποζεύκτη και ασφάλεια 25Α, ενώ ο θερμοσίφωνας διαθέτει αποζεύκτη και ασφάλεια 20Α. Οι ρευματοδότες προστατεύονται από μικροαυτόματους 16Α.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Όπως έχει προαναφερθεί, ο κύριος σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι να προταθεί ένας απλός τρόπος αυτοματοποίησης του φωτισμού της οικίας, καθώς και ενός ρευματοδότη. Δεδομένης όμως της αλματώδους εξέλιξης της τεχνολογίας, υπάρχουν πολυάριθμες εφαρμογές που μπορούν να προταθούν έτσι ώστε να συμπληρώσουν ή να βελτιώσουν την εγκατάσταση που ήδη έχουμε δημιουργήσει. Στο παρόν κεφάλαιο θα αναφερθούμε περιληπτικά σε τεχνολογίες που μπορούν να έχουν εφαρμογή στη συγκεκριμένη οικία, χρησιμοποιώντας ως βάση την εγκατάσταση με τους ηλεκτρονόμους μανδάλωσης.

Αρχικά, θα πρέπει να γίνει αναφορά στα σύγχρονα συστήματα ασφαλείας. Μια ιδιαίτερα συνηθισμένη εφαρμογή είναι οι ηλεκτρικές κλειδαριές. Οι κλειδαριές αυτού του τύπου μπορούν να εφαρμοστούν στη θύρα της κεντρικής εισόδου, αλλά και στις μπαλκονόπορτες. Οι κλειδαριές θα πρέπει να είναι συνδεδεμένες με τον πίνακα κατά ένα τρόπο παρόμοιο με τα φωτιστικά, ενώ ένας ηλεκτρονόμος μανδάλωσης σε συνδυασμό με ένα μπουτόν, θα ελέγχουν το αυτόματο κλείδωμα ή ξεκλείδωμα. Με μια χρήση του μπουτόν, ο ηλεκτρονόμος θα κλείνει το κύκλωμα και η ηλεκτρική κλειδαριά θα σπλίζει ή θα αφοπλίζει αντίστοιχα. Κατ' αυτό τον τρόπο, ο ιδιοκτήτης θα έχει τη δυνατότητα να κλειδώνει από απόσταση (π.χ. από κάποιον από τους κοιτώνες) με ένα απλό πάτημα ενός μπουτόν.

Ένα επιπλέον σύστημα ασφαλείας που χρησιμοποιείται συχνά, είναι ο συναγερμός. Σε μια απλή εφαρμογή συναγερμού βασισμένη στην ηλεκτρολογική εγκατάσταση με τους ηλεκτρονόμους μανδάλωσης, θα μπορεί ο ιδιοκτήτης με τη χρήση ενός μπουτόν να θέτει σε λειτουργία το συναγερμό, ή να τον απενεργοποιεί. Εναλλακτικά, ηλεκτρονόμοι

μανδάλωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου το σήμα από τα ραντάρ να θέσει σε λειτουργία τη σειρά του συναγερμού.

Η εγκατάσταση με τους ηλεκτρονόμους μπορεί επίσης να επεκταθεί επιτυχώς και στο κλιμακοστάσιο. Συγκεκριμένα, ο ιδιοκτήτης μπορεί να τοποθετήσει στο κλιμακοστάσιο ανιχνευτές κίνησης. Όταν ανιχνευθεί κάποια κίνηση, το εξάρτημα αυτό στέλνει σήμα στον ηλεκτρονόμο μανδάλωσης, ο οποίος κλείνει το κύκλωμα φωτισμού του κλιμακοστασίου, με αποτέλεσμα να ανάψει το φως στο κλιμακοστάσιο. Σε αυτή την περίπτωση, θα πρέπει ο ηλεκτρονόμος να είναι συνδεδεμένος και με ένα χρονοδιακόπτη, ο οποίος θα δίνει μια επιπλέον εντολή στον ηλεκτρονόμο μετά από κάποιο συγκεκριμένο (και ρυθμίσιμο) χρονικό διάστημα, έτσι ώστε να ανοίγει το κύκλωμα και να σβήνει το φως του κλιμακοστασίου.

Εντούτοις, μπορεί να υπάρξουν και εφαρμογές που δεν έχουν σχέση με το φωτισμό. Η πιο σημαντική τέτοια εφαρμογή, που μάλιστα χρησιμοποιείται ιδιαίτερα συχνά στις σύγχρονες κατοικίες, είναι τα ηλεκτρικά ρολά. Συνήθως αυτά τα συστήματα αυτοματοποίησης έρχονται σε έτοιμα πακέτα από τους κατασκευαστές ρολών, στην περίπτωση της εγκατάστασής μας όμως μπορεί να προταθεί μία απλούστερη λύση που θα βασίζεται στους ηλεκτρονόμους μανδάλωσης. Συγκεκριμένα, για κάθε ηλεκτρικό ρολό θα απαιτούνται δύο μπουτόν και δύο ηλεκτρονόμοι. Με το πάτημα του πρώτου μπουτόν, ο ηλεκτρονόμος θα κλείνει το κύκλωμα ισχύος του ηλεκτρικού κινητήρα, με αποτέλεσμα τα ρολά να ανοίγουν. Με το πάτημα του δεύτερου μπουτόν, θα κλείνει το κύκλωμα ισχύος από την αρνητική πλευρά του κινητήρα, με αποτέλεσμα αυτός να περιστρέφεται με την αντίθετη φορά και τα ρολά να κλείνουν. Για αυτού του είδους την εγκατάσταση, θα απαιτηθεί και ένας τερματοδιακόπτης ενσωματωμένος στον κινητήρα, ο οποίος θα δίνει ένα σήμα όταν το ρολό έχει κλείσει ή ανοίξει πλήρως, έτσι ώστε ο ηλεκτρονόμος μανδάλωσης να ανοίγει το κύκλωμα και να σταματάει ο κινητήρας.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία έχει αναλυθεί μόνο το ηλεκτρολογικό μέρος της εγκατάστασης του «έξυπνου σπιτιού». Η εγκατάσταση θα γίνει πραγματικά «έξυπνη» όταν οι καταναλώσεις αυτοματοποιηθούν πλήρως, κάτι που θα μπορούσε να είναι κάλλιστα θέμα μιας άλλης διπλωματικής εργασίας. Εντούτοις, για λόγους πληρότητας, θα αναφερθούμε περιληπτικά στο πώς μπορεί να γίνει αυτό.

Στην αγορά κυκλοφορούν ευρέως ηλεκτρονικές συσκευές που είναι γνωστές ως PLC (Programmable Logic Controller). Οι συσκευές αυτές διαθέτουν ηλεκτρονικό μικροεπεξεργαστή καθώς και έναν αριθμό επαφών, που λειτουργούν είτε ως είσοδοι είτε ως έξοδοι. Ανάλογα με την εταιρία κατασκευής και το μοντέλο, μπορεί να διαθέτουν επίσης

οθόνη με ενδείξεις και άλλες επιπλέον δυνατότητες. Πολλά μοντέλα PLC σχεδιάζονται έτσι ώστε να είναι ανθεκτικά σε ακραίες συνθήκες πίεσης, θερμοκρασίας και υγρασίας, ενώ άλλα είναι εφοδιασμένα με αισθητήρες θερμοκρασίας και φωτός. Το χαρακτηριστικό των PLC είναι πως μπορούν να προγραμματιστούν έτσι ώστε να παράγουν συγκεκριμένα σήματα υπό συγκεκριμένες συνθήκες. Παραδείγματος χάριν, ένα PLC μπορεί να προγραμματιστεί έτσι ώστε να παράγει σε μια έξοδο του σήμα 12V κάποια συγκεκριμένη ώρα της ημέρας, ή αν λάβει σήμα από κάποια από τις εισόδους του. Κατ' αυτό τον τρόπο, ένα PLC το οποίο έχει τις εξόδους του συνδεδεμένες με τους ηλεκτρονόμους μανδάλωσης της οικιακής εγκατάστασης, δίνει τη δυνατότητα να έχουμε πολλές διαφορετικές εφαρμογές τύπου «έξυπνου σπιτιού», ανάλογα με τις επιθυμίες του ιδιοκτήτη. Παρακάτω παρατίθενται παραδείγματα σχετικά με το πώς θα μπορούσε να ρυθμιστεί η εγκατάσταση, με σκοπό την απλοποίηση της ζωής του ιδιοκτήτη και την άνετη διαβίωσή του μέσα στην οικία:

- Ορισμένα φωτιστικά ρυθμίζονται έτσι ώστε να ανάβουν μια συγκεκριμένη ώρα του 24ώρου.
- Σε συνδυασμό με ανιχνευτές κίνησης, τα φωτιστικά ρυθμίζονται έτσι ώστε να ανάβουν όταν υπάρχει κάποιος μέσα στο εν λόγω δωμάτιο.
- Σε συνδυασμό με dimmer ή ανιχνευτές φωτός, τα φωτιστικά ρυθμίζονται έτσι ώστε να ανάβουν μερικώς, ή να ανάβουν όταν σκοτεινιάζει.
- Ο τηλεοπτικός δέκτης ρυθμίζεται έτσι ώστε να ανάβει μια συγκεκριμένη ώρα του 24ώρου.
- Οι ηλεκτρικές κλειδαριές ρυθμίζονται έτσι ώστε να κλειδώνουν αυτόματα το βράδυ.
- Τα ρολά μπορούν να ρυθμιστούν έτσι ώστε να ανοίγουν αυτόματα το πρωί και να κλείνουν το βράδυ.

Είναι προφανές ότι μπορούν να βρεθούν πολλοί διαφορετικοί τρόποι αυτοματοποίησης της εγκατάστασης, καθώς είναι κάτι που εξαρτάται αποκλειστικά από τις επιθυμίες του ιδιοκτήτη. Μάλιστα, σε πολλές περιπτώσεις ο προγραμματισμός του PLC μπορεί να γίνει με εύκολο τρόπο από μια οθόνη επαφής (Touch Screen), με τη χρήση της οποίας οι παράμετροι της αυτοματοποίησης ρυθμίζονται με απλό και κατανοητό τρόπο, χωρίς να απαιτούνται γνώσεις γλωσσών προγραμματισμού ηλεκτρονικών υπολογιστών. Τα τελευταία χρόνια, με την εμφάνιση όλο και πιο νέων τεχνολογιών, είναι πλέον εφικτό ο προγραμματισμός να γίνει και από απόσταση. Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία GSM

(Global System for Mobile communications), και διαθέτοντας φυσικά τον κατάλληλο εξοπλισμό, ο χρήστης μπορεί να προγραμματίσει το PLC εξ αποστάσεως και τα δεδομένα θα μεταφερθούν μέσω του γνωστού συστήματος τηλεπικοινωνιών. Μια παρόμοια προσέγγιση είναι και η χρήση της τεχνολογίας ασύρματης δικτύωσης Wi-Fi, η οποία γίνεται συνεχώς όλο και πιο διαδεδομένη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΧΟΛΙΑ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάστηκε ένας εναλλακτικός τρόπος υλοποίησης μιας εγκατάστασης που είναι γνωστή ως «έξυπνο σπίτι». Συγκεκριμένα, έχουν αυτοματοποιηθεί ορισμένες καταναλώσεις (φωτιστικά, ρευματοδότης) με τη χρήση μιας ευρέως διαδεδομένης και οικονομικής συσκευής, που ονομάζεται ηλεκτρονόμος μανδάλωσης. Ως παράδειγμα, παρουσιάστηκε πλήρως η εγκατάσταση μιας πραγματικής οικίας, συμπεριλαμβανομένων των αναλυτικών ηλεκτρολογικών σχεδίων και των σχεδίων του ηλεκτρικού πίνακα. Η εγκατάσταση που προτάθηκε έχει παρόμοιες δυνατότητες με ένα έτοιμο πακέτο «έξυπνου σπιτιού». Θεωρούμε λοιπόν πως η εναλλακτική πρόταση είναι επιτυχής, ιδιαιτέρως αν αναλογιστεί κανείς πως μπορεί να υλοποιηθεί με απλά ηλεκτρολογικά υλικά που μπορεί εύκολα να βρει κανείς στην αγορά. Τονίζεται πως για την κατασκευή της εγκατάστασης αυτής δεν απαιτούνται ιδιαίτερες ηλεκτρολογικές γνώσεις, επομένως μπορεί να υλοποιηθεί από οποιοδήποτε απλό τεχνίτη, ή ακόμα και από τον ίδιο τον ιδιοκτήτη της οικίας εφόσον αυτός επιθυμεί.

Η εγκατάσταση είναι πλήρως παραμετροποιήσιμη και ρυθμίσιμη, ειδικά αν χρησιμοποιηθεί μια ηλεκτρονική συσκευή ελέγχου τύπου PLC. Επιπλέον, το κόστος της είναι σημαντικά μικρότερο από αυτό που οι ηλεκτρολογικές εταιρίες παρουσιάζουν ως «εγκατάσταση έξυπνου σπιτιού», διότι στα έτοιμα πακέτα των εταιριών περιλαμβάνονται επιπλέον χρεώσεις για τις πατέντες που έχουν κατατεθεί, καθώς και επιπλέον κόστη για λόγους αποκλειστικά μεγιστοποίησης του κέρδους. Θα πρέπει ακόμα να σημειωθεί πως ο ιδιοκτήτης διαθέτει τη δυνατότητα να επέμβει ο ίδιος όποτε το θελήσει στην εγκατάσταση και να την αλλάξει ή να την αναβαθμίσει. Γενικά, ως επίλογο μπορούμε να πούμε ότι η εναλλακτική πρόταση που παρουσιάζεται στη διπλωματική εργασία ανοίγει νέους ορίζοντες για τις οικιακές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, καθώς οι δυνατότητες αλλαγής, ρύθμισης και

παραμετροποίησής της περιορίζονται μόνο από τη φαντασία και τις επιθυμίες του ιδιοκτήτη, διατηρώντας ταυτόχρονα το κόστος σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα και παρέχοντας μεγάλη ελευθερία επιλογών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Π. Δ. Μπούρκας, «Εφαρμογές Κτηριακών Και Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων», Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 1998
- [2] Π. Δ. Μπούρκας, «Εισαγωγή Στο Μηχανολογικό Και Ηλεκτρολογικό Σχέδιο», Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 1999
- [3] Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith, «Μικροηλεκτρονικά Κυκλώματα», Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 1994
- [4] Π. Δ. Μπούρκας, Κ. Γ. Καραγιαννόπουλος, «Βιομηχανικές Ηλεκτρικές Διατάξεις Και Υλικά», Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 2003
- [5] J. Millman, Χ. Χαλκιάς, «Ωλοκληρωμένη Ηλεκτρονική», Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 2000
- [6] ΕΛΟΤ HD 384, Κανονισμός Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (Ελληνικό Πρότυπο)
- [7] ABB, Κατάλογος ηλεκτρολογικού υλικού 2006
- [8] Hager, Κατάλογος ηλεκτρολογικού υλικού 2007