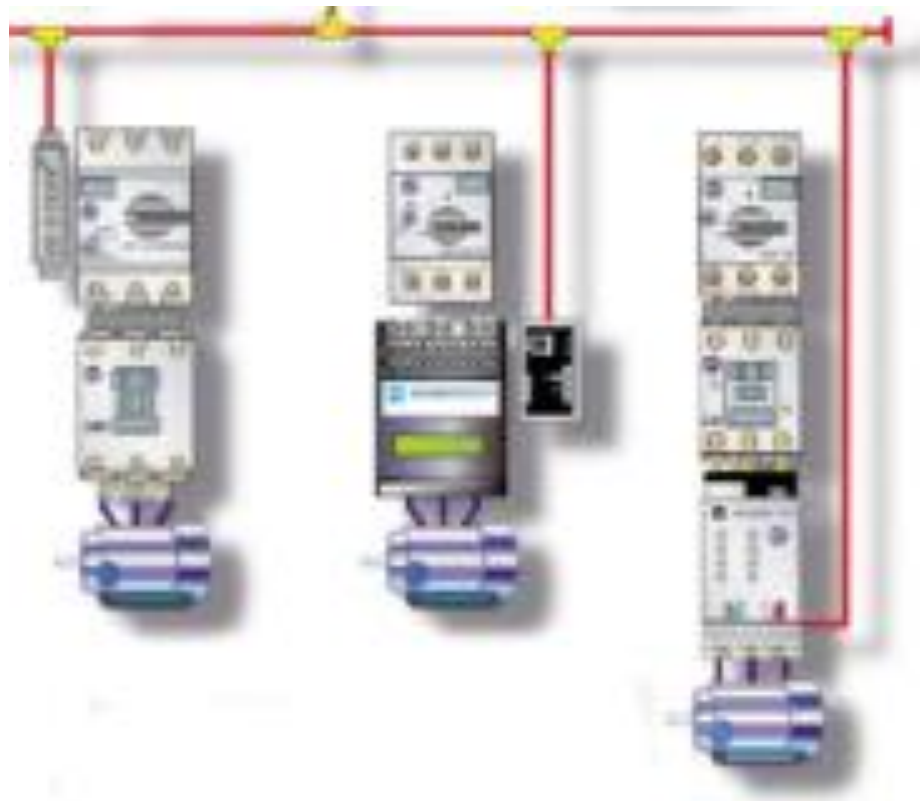


**Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

**“ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΚΛΑΣΣΙΚΟΥ  
ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ”**



**Επιβλέπων Καθηγητής:  
Σπουδαστής:**

Καμινάρης Σταύρος, Αναπληρωτής Καθηγητής  
Τουμ Λεβέντ ΑΜ: 39256

**ΑΙΓΑΛΕΩ**

**ΜΑΡΤΙΟΣ 2017**

Copyright © Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά

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 της 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 το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Ανώτατου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η περάτωση της παρούσης πτυχιακής εργασίας σηματοδοτεί το τέλος των σπουδών μου στο τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ.. Δράττομαι της ευκαιρίας να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές και τους φίλους μου που μου στάθηκαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου αλλά και τους καθηγητές μου, οι οποίοι πέραν από τις τεχνικές γνώσεις που μου παρείχαν, με βοήθησαν να αναπτύξω τον τρόπο σκέψης μου. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Σταύρο Καμινάρη, με τον οποίο είχα άριστη συνεργασία και βοήθεια όποτε χρειαζόμουν το οτιδήποτε, καθώς και τον κ. Αλέξανδρο Κανέλο .

Τέλος, και πάνω από όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για όλα όσα μου έχει προσφέρει αυτά τα χρόνια και για την ψυχολογική υποστήριξη που μου παρέχει.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	9
Κεφάλαιο 1ο “ΥΛΙΚΑ ΚΛΑΣΣΙΚΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ”	10
1.1 ΗΛΕΚΤΡΟΝΟΜΟΙ (ΡΕΛΕ )	10
1.2 ΜΠΟΥΤΟΝ	12
1.3 ΘΕΡΜΙΚΟ	12
1.4 ΧΡΟΝΙΚΑ	14
1.5 ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΙΣΧΥΟΣ	14
1.5.1 Διακόπτες Φορτίου	15
1.5.2 Αποζεύκτες	15
1.6 ΟΡΙΟΔΙΑΚΟΠΤΕΣ	15
1.7 ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΕΣ	15
1.8 ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ	17
Κεφάλαιο 2ο “ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ”	18
Άσκηση 1 <sup>η</sup>	18
ΣΚΟΠΟΣ	18
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	18
Γενικά	18
Κύκλωμα Ισχύος	19
Κύκλωμα Αυτοματισμού με Διακόπτη	20
Λειτουργία:	21
Διακοπή Λειτουργίας:	21
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	21
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	22
Άσκηση 2 <sup>η</sup>	23
ΚΥΚΛΩΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ	23
ΜΕ ΜΕΤΑΓΩΓΙΚΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ	23
ΚΑΙ ΦΛΟΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗ	23
ΣΚΟΠΟΣ	23
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	23
Διακόπτες Στάθμης	23
Υδραργυρικοί Φλοτεροδιακόπτες	24
Ηλεκτρονικοί Διακόπτες Στάθμης	25

Λειτουργία	26
Αυτόματη Λειτουργία	28
Χειροκίνητη Λειτουργία	29
Διακοπή Λειτουργίας από το Θερμικό	29
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	30
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	30
Άσκηση 3 <sup>η</sup>	31
ΚΥΚΛΩΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΜΠΟΥΤΟΝ (ΑΥΤΟΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗ)	31
ΣΚΟΠΟΣ	31
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	31
Μπουτόν	31
Λειτουργία	32
Διακοπή Λειτουργίας	33
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	34
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	34
Άσκηση 4 <sup>η</sup>	35
<i>ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗΣ</i>	35
<i>(μανδάλωση μέσω βοηθητικών επαφών των ηλεκτρονόμων)</i>	35
ΣΚΟΠΟΣ	35
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	35
<i>Γενικά</i>	35
<i>Κύκλωμα Ισχύος</i>	36
<i>Κύκλωμα Αυτοματισμού (μανδάλωση μέσω βοηθητικών επαφών των ηλεκτρονόμων)</i>	37
Λειτουργία	38
Διακοπή Λειτουργίας	39
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	39
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	39
Άσκηση 5 <sup>η</sup>	40
ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗΣ	40
ΣΚΟΠΟΣ	40
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	40
Γενικά	40
Κύκλωμα Ισχύος	41
Κύκλωμα Αυτοματισμού	42
Λειτουργία	43
Διακοπή Λειτουργίας	44

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	44
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	45
Άσκηση 6 <sup>η</sup>	46
ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΔΥΟ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΜΕ ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΚΚΙΝΗΣΗ.	46
ΣΚΟΠΟΣ	46
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	46
Χρονικά	47
Γενικά	47
Λειτουργία	47
Εφαρμογές	49
Άσκηση 7 <sup>η</sup>	50
<i>ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ</i>	50
<i>ΑΣΤΕΡΑ – ΤΡΙΓΩΝΟΥ</i>	50
ΣΚΟΠΟΣ	50
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	50
<i>Γενικά</i>	50
<i>Κύκλωμα Ισχύος</i>	50
<i>Τοποθέτηση Θερμικού</i>	52
<i>Κύκλωμα Αυτοματισμού</i>	56
Λειτουργία	56
Διακοπή	59
Προστασία	59
Μανδάλωση	59
Χρόνος Μεταγωγής	59
Διάγραμμα Καλωδιώσεων (πρακτικό)	60
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	61
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	62
<i>ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΒΑΣΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ</i>	63
Άσκηση 8 <sup>η</sup>	64
<i>ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ</i>	64
<i>ΜΕ 3 ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ</i>	64
ΣΚΟΠΟΣ	64
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	64
<i>Γενικά</i>	64
<i>Κύκλωμα Ισχύος</i>	65

<i>Κύκλωμα Αυτοματισμού</i>	66
Λειτουργία	68
Ξεκίνημα	68
Διακοπή	70
Προστασία	70
Μανδάλωση	70
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	71
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	71
Άσκηση 9 <sup>η</sup>	72
<i>ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ</i>	72
<i>ΜΕ 3 ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΚΟ</i>	72
ΣΚΟΠΟΣ	72
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	72
<i>Γενικά</i>	72
<i>Κύκλωμα Ισχύος</i>	73
<i>Κύκλωμα Αυτοματισμού</i>	74
Λειτουργία	76
Ξεκίνημα	76
Διακοπή	78
Προστασία	78
Μανδάλωση	78
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	79
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	79
Άσκηση 10 <sup>η</sup>	81
<i>ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ</i>	81
<i>ΜΕ 4 ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΚΟ</i>	81
ΣΚΟΠΟΣ	81
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	81
<i>Γενικά</i>	81
<i>Κύκλωμα Ισχύος</i>	82
<i>Κύκλωμα Αυτοματισμού</i>	83
Λειτουργία	86
Ξεκίνημα	86
Διακοπή	88
Προστασία	89
Μανδάλωση	89

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	90
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	90
Βιβλιογραφία	92



---

## Πρόλογος

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, έγινε μια προσπάθεια βελτίωσης του εκπαιδευτικού υλικού και του περιεχομένου των Εργαστηριακών Ασκήσεων στα πλαίσια του μαθήματος «Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις ΙΙ», που διδάσκεται στο Ζ' Εξάμηνο του Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών του ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ..

Στο κεφάλαιο 1 παρατίθενται μια συνοπτική περιγραφή των κύριων υλικών που ενσωματώνονται σε μια βιομηχανική εφαρμογή κλασσικού αυτοματισμού (σε εγκατάσταση κίνησης).

Στο κεφάλαιο 2 παρατίθενται αναλυτικά δέκα (10) προτεινόμενες εργαστηριακές ασκήσεις βιομηχανικών εφαρμογών κλασσικού αυτοματισμού σε εγκαταστάσεις κίνησης.

**Λέξεις κλειδιά:** κλασσικός αυτοματισμός, εργαστηριακή άσκηση, ηλεκτρική εγκατάσταση κίνησης, κύκλωμα αυτοματισμού, κύκλωμα ελέγχου, υλικά αυτοματισμού.

---

## Κεφάλαιο 1ο “ΥΛΙΚΑ ΚΛΑΣΣΙΚΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ”

### 1.1 ΗΛΕΚΤΡΟΝΟΜΟΙ (ΡΕΛΕ )

Ο **ηλεκτρονόμος, ρελέ (relay) ή ρελέ** είναι ένας ηλεκτρικός διακόπτης που ανοίγει και κλείνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα κάτω από τον έλεγχο ενός άλλου ηλεκτρικού κυκλώματος. Στην αρχική μορφή του, ένας ηλεκτρομαγνήτης ενεργοποιούσε το διακόπτη, με το άνοιγμα ή κλείσιμο μιας ή περισσότερων επαφών. Εφευρέθηκε από τον Τζόζεφ Χένρυ το 1835. Επειδή ένας ηλεκτρονόμος είναι ικανός να ελέγχει ένα κύκλωμα εξόδου υψηλότερης ισχύος από το κύκλωμα εισόδου, μπορεί να θεωρηθεί, γενικά, μια μορφή ηλεκτρικού ενισχυτή.

Κάθε επαφή ενός ηλεκτρονόμου μπορεί να είναι **Κανονικά-Ανοικτή (Normally Open, NO), Κανονικά-Κλειστή' (Normally Closed, NC) ή μεταγωγικός (change-over)**, ανάλογα με τον τύπο της.

Μια επαφή **Κανονικά-Ανοικτή** συνδέει το κύκλωμα όταν ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται· το κύκλωμα αποσυνδέεται όταν ο ηλεκτρονόμος είναι ανενεργός. Μια τέτοια επαφή καλείται επίσης Επαφή Μορφής Α ή επαφή "make". Η επαφή μορφής Α είναι ιδανική για εφαρμογές που απαιτούν την ενεργοποίηση μιας πηγής υψηλής τάσης από απόσταση.

Μια επαφή **Κανονικά-Κλειστή** αποσυνδέει το κύκλωμα όταν ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται· το κύκλωμα συνδέεται όταν ο ηλεκτρονόμος είναι ανενεργός. Μια τέτοια επαφή καλείται επίσης Επαφή Μορφής Β ή επαφή "break". Η επαφή μορφής Β είναι ιδανική για εφαρμογές που απαιτούν το κύκλωμα να παραμένει κλειστό (ενεργό) μέχρι ο ηλεκτρονόμος να ενεργοποιηθεί.

Μια επαφή **Μεταγωγική** μπορεί να ελέγχει δύο κυκλώματα. Ισοδυναμεί με μια επαφή κανονικά-ανοικτή και μια επαφή κανονικά-κλειστή που έχουν ένα κοινό ακροδέκτη. Μια τέτοια επαφή καλείται επίσης Επαφή Μορφής C. Συνήθως ένας ηλεκτρονόμος αποτελείται από περισσότερες από μία ελεγχόμενες επαφές. Οι επαφές χωρίζονται σε κύριες και βοηθητικές. Οι κύριες διαρρέονται συχνά από ισχυρότερα ρεύματα και έτσι είναι αυτές που διακόπτουν το κύριο κύκλωμα και συνήθως είναι Κανονικά- Ανοικτές.

**Οι βοηθητικές** έχουν όπως υπονοεί και το όνομά τους επικουρικό χαρακτήρα και ο ρόλος τους είναι να βοηθούν στον έλεγχο των αυτοματισμών (που είναι ο κύριος τομέας χρήσης των ηλεκτρονόμων). Για παράδειγμα βοηθούν στην ενεργοποίηση/απενεργοποίηση βοηθητικών κυκλωμάτων όπως ενδεικτικές λυχνίες.

Όταν ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει το πηνίο του ηλεκτρονόμου, το παραγόμενο μαγνητικό πεδίο έλκει έναν οπλισμό που είναι μηχανικά συνδεδεμένος σε μια κινούμενη επαφή. Έτσι, η κινούμενη επαφή είτε συνδέεται με μια σταθερή επαφή είτε αποσυνδέεται από τη σταθερή επαφή. Μόλις το ηλεκτρικό ρεύμα στο πηνίο διακοπεί, ο οπλισμός επιστέφει στη θέση ηρεμίας του εξαιτίας μιας δύναμης επαναφοράς, που είναι ίση με το ήμισυ της μαγνητικής. Η δύναμη επαναφοράς παρέχεται συνήθως από ένα ελατήριο, αλλά και η βαρύτητα χρησιμοποιείται συχνά σε βιομηχανικούς εκκινητές μηχανών. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής στο πηνίο γεννά ένα ηλεκτρικό ρεύμα, το λεγόμενο "επαγωγικό", που έχει αντίθετη φορά από εκείνο που παρέχεται στο πηνίο.

Για τη λειτουργία του πηνίου και τη μετακίνηση των επαφών απαιτείται σχετικά μεγάλη ένταση ηλεκτρικού ρεύματος, αλλά - μόλις ο οπλισμός κλείσει - το ηλεκτρικό ρεύμα που απαιτείται για να κρατήσει τον οπλισμό κλειστό είναι ένα μικρό κλάσμα του αρχικού, τυπικά το 1 /10. Οι ηλεκτρονόμοι κατασκευάζονται για να λειτουργούν γρήγορα. Σε μια εφαρμογή χαμηλής τάσης, αυτό γίνεται για τη μείωση του θορύβου. Σε μια εφαρμογή υψηλής τάσης ή υψηλής έντασης ρεύματος, αυτό γίνεται για τη μείωση των σπινθηρισμών (ηλεκτρικών εκφορτίσεων μορφής τόξου). Εάν το πηνίο διεγείρεται με συνεχές (DC) ρεύμα, ανεξάρτητα από το ηλεκτρικό ρεύμα που ρέει διαμέσου των επαφών, μια δίοδος μπαίνει συνήθως παράλληλα με το πηνίο. Όταν το πηνίο διεγείρεται, αποκαθίσταται ένα μαγνητικό πεδίο. Όταν το πηνίο αποδιεγείρεται, το καταρρέον μαγνητικό πεδίο δημιουργεί μια αιχμή ηλεκτρικού ρεύματος που θα μπορούσε να βλάψει το υπόλοιπο κύκλωμα. Αν το πηνίο διεγείρεται με εναλλασσόμενο (AC) ρεύμα, ένα μικρό χάλκινο δαχτυλίδι πτυχώνεται στο άκρο του σωληνοειδούς πηνίου. Το εναλλασσόμενο ρεύμα μηδενίζεται 100 φορές το δευτερόλεπτο. Σε κάθε χρονική στιγμή μηδενισμού, δεν υπάρχει καμιά μαγνητική δύναμη που να συγκρατεί τις επαφές κλειστές. Το μικρό χάλκινο δαχτυλίδι παρέχει ένα μικρό ρεύμα εκτός φάσεως που καλείται shadow pole (σκιώδης πόλος). Το άθροισμα του εναλλασσόμενου ρεύματος και του shadow pole εξασφαλίζει τη συγκράτηση του οπλισμού στη θέση εμπλοκής σε όλες τις χρονικές στιγμές. Σε αναλογία με τις λειτουργίες της πρωτότυπης

ηλεκτρομαγνητικής συσκευής, ένας ηλεκτρονόμος στεράς κατάστασης κατασκευάζεται με ένα θυρίστορ ή άλλη συσκευή διακοπής στερεάς κατάστασης. Για να επιτευχθεί ηλεκτρική απομόνωση, μια δίοδος φωτοεκπομπής LED χρησιμοποιείται με ένα φωτοτρανζίστορ.

## 1.2 ΜΠΟΥΤΟΝ

Είναι χειροκίνητοι διακόπτες στιγμιαίας ενεργοποίησης με ελατήριο επαναφοράς. Ένα μπουτόν έχει ένα αριθμό επαφών , που ελέγχονται από ένα εξωτερικό χειριστήριο. Αυτές μπορεί να είναι κανονικά ανοιχτές ή κανονικά κλειστές. Αυτές οι επαφές αλλάζουν κατάσταση μόνο όση ώρα έχουμε ενεργοποιημένο το χειριστήριό τους , ενώ κατόπιν με την βοήθεια ελατηρίου επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση.

**Τα μπουτόν που έχουν μια ανοιχτή επαφή ονομάζονται αλλιώς μπουτόνς start** και συνηθίζεται να είναι πράσινου χρώματος.

**Τα μπουτόν που έχουν μια κλειστή επαφή ονομάζονται αλλιώς μπουτόνς stop** και συνηθίζεται να είναι κόκκινου χρώματος.

Υπάρχουν μπουτόνς χωρίς την δυνατότητα πρόσθεσης ηλεκτρικών επαφών και άλλα με την δυνατότητα πρόσθεσης εξτρά επαφών. Το χειριστήριο μπορεί να είναι διαφόρων μεγεθών και σχημάτων αναλόγως με την περίσταση.

## 1.3 ΘΕΡΜΙΚΟ

**Τα θερμικά ρελέ** αποτρέπουν μια ηλεκτρική μηχανή από το να τραβήξει παραπάνω ρεύμα από το ονομαστικό και έτσι να υπερθερμανθεί.

Οι συνθήκες θερμικής υπερφόρτισης είναι από τα πιο συνηθισμένα προβλήματα στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις κίνησης . Έτσι δημιουργούν αύξηση στο ρεύμα του κινητήρα και αύξηση στην θερμοκρασία της μηχανής. Η προστασία υπερφόρτισης αποτρέπει μια ηλεκτρική μηχανή από το να τραβήξει πολύ μεγάλο ρεύμα, να υπερθερμανθεί, και

κυριολεκτικά να καεί.

Τα θερμικά ρελέ υπερφόρτισης μπορεί να είναι **διμεταλλικοί ηλεκτρονόμοι , ηλεκτρονόμοι με εύτηκτα κράματα, ηλεκτρονόμοι ελέγχου θερμοκρασίας και ηλεκτρονόμοι στερεάς κατάστασης.**

**Μια διμεταλλική επαφή** αποτελείται από δύο λωρίδες διαφορετικών μετάλλων. Τα ανόμοια μέταλλα ενώνονται μόνιμα. Η θέρμανση της διμεταλλικής λωρίδας το αναγκάζει να καμφθεί επειδή τα ανόμοια μέταλλα επεκτείνονται και συγκολλούνται σε διαφορετικά ποσοστά. Το διμεταλλικό στοιχείο εφαρμόζει πίεση μέσω ελατηρίου σε μια επαφή. Εάν η θερμότητα αρχίζει να αυξάνεται, η λωρίδα κάμπτεται και το ελατήριο χωρίζει τις επαφές, που ανοίγουν το κύκλωμα.

Αν και οι θερμικοί ηλεκτρονόμοι υπερφόρτωσης σχεδιάζονται για να προστατεύσουν τις μηχανές από τα ρεύματα υπερφόρτισης, πρέπει να είναι ικανοί στο να επιτρέπουν τα μεγάλα ρεύματα για τις μικρές χρονικές περιόδους κατά τη διάρκεια της εκκίνησης (προπαρασκευαστική περίοδος). Πρέπει παρόλα αυτά να ενεργοποιηθούν άμεσα εάν το αρχικό ρεύμα κρατήσει για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από το κανονικό.

**Η κλειστή επαφή 95- 96** μετέχει σε σειρά στο κύκλωμα ελέγχου ενός ή περισσοτέρων ηλεκτρονόμων ισχύος μέσω των οποίων διακόπτεται η τροφοδοσία του κινητήρα, όταν ενεργοποιηθεί το θερμικό υπερφόρτισης . **Η επαφή 97 – 98** χρησιμοποιείται συνήθως για σήμανση της υπερφόρτισης του κινητήρα . Μετά την ενεργοποίηση του θερμικού ρελέ, οι επαφές μανδαλώνουν και για να επανέλθουν στην κατάσταση ηρεμίας, πρέπει να πιεστεί ένα εξωτερικό μπουτόν επαναφοράς.

**Κάθε θερμικό υπερφόρτισης έχει ένα εξωτερικό χειριστήριο , στο οποίο ρυθμίζεται η ένταση του ρεύματος, που μπορεί να διαρρέει το κύκλωμα συνεχώς χωρίς να ενεργοποιείται.** Το θερμικό υπερφόρτισης σε ένα απλό διακόπτη τριφασικού ηλεκτροκινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα , ρυθμίζεται στο ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας του κινητήρα .

## 1.4 ΧΡΟΝΙΚΑ

**Οι χρονικοί ηλεκτρονόμοι** είναι τα εξαρτήματα αυτά τα οποία μας εξασφαλίζουν την ενεργοποίηση ή την απενεργοποίηση μιας κατάστασης με βάση το χρόνο. Υπάρχει μια τεράστια ποικιλία ανάλογα με το είδος της κάθε εφαρμογής.

Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους διακρίνονται σε : **Ηλεκτρομηχανικά. Ηλεκτρονικά (αναλογικά , ψηφιακά) Πνευματικά**

Ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής υπάρχει μεγάλο φάσμα εφαρμογών για κάθε εφαρμογή, σαν ιδιαίτερο τύπο χρονικού για τους βιομηχανικούς αυτοματισμούς αξίζει να δούμε τα χρονικά που χρησιμοποιούνται σε αυτόματο διακόπτη αστέρα -τριγώνου, σε αυτή τη περίπτωση όπως λανθασμένα πολλές φορές συμβαίνει δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ένα απλό DELAY ON TIMER και αυτό γιατί τα delay on timer διαθέτουν μια μεταγωγική επαφή, οπότε κατά τη μετάβαση από την σύνδεση σε αστέρα στη σύνδεση σε τρίγωνο μπορεί να μην έχει προλάβει να αποσβεστεί το τόξο απόζευξης του ρελέ του αστέρα και να ενεργοποιηθεί το ρελέ του τριγώνου με αποτέλεσμα το βραχυκύκλωμα. Βέβαια τέτοιες περιπτώσεις είναι περισσότερο επίφοβες για κινητήρες μεγάλης ισχύος.

Τα ειδικά λοιπόν χρονικά για τέτοιους τύπους εκκινήσεων διαθέτουν δύο καθαρές επαφές εκ των οποίων η μία κλείνει κατά την εκκίνηση σε αστέρα, ενώ η επαφή του τριγώνου κλείνει αφού μεσολαβήσει και ένας ενδιάμεσος νεκρός χρόνος από την απενεργοποίηση της επαφής του αστέρα, έτσι ώστε να μην υπάρχει περίπτωση εμφάνισης του πιο πάνω προβλήματος.

## 1.5 ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΙΣΧΥΟΣ

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος είναι συνδυασμός απλού διακόπτη – θερμικού – ασφάλειας. Έτσι προστατεύουν :

- Από υπερένταση με τα θερμικά στοιχεία που διαθέτουν.
- Από βραχυκύκλωμα με τα ηλεκτρομαγνητικά στοιχεία που διαθέτουν (μηχανισμός αυτόματης ασφάλειας).

Λειτουργούν κάτω από οποιοσδήποτε συνθήκες. Συνθήκες ομαλής λειτουργίας, η και κάτω από συνθήκες σφάλματος (ρεύματα πολλαπλάσια του ονομαστικού έως και x100)

### **1.5.1 Διακόπτες Φορτίου**

- Οι διακόπτες φορτίου λειτουργούν κάτω από συνθήκες ομαλής λειτουργίας και με ρεύματα έως και  $I_{on} \times 8 - 10$  και είναι συνήθως εκκινητές κινητήρων

### **1.5.2 Αποζεύκτες**

- Διακόπτες που λειτουργούν κάτω από μηδενικές η πολύ μικρές εντάσεις και χρησιμοποιούνται σαν απομονωτές κυκλωμάτων

## **1.6 ΟΡΙΟΔΙΑΚΟΠΤΕΣ**

Οριοδιακόπτες (ή τερματοδιακόπτες) ονομάζουμε τους διακόπτες εκείνους οι οποίοι ενεργοποιούνται από μία κίνηση μέσω ενός μηχανισμού που επιδρά στις επαφές τους.

- Αποτελούνται από το κιβώτιο μέσα στο οποίο βρίσκονται οι επαφές (1 ανοικτή και 1 κλειστή συνήθως) και από το μηχανισμό που πιέζει τις επαφές και τις ενεργοποιεί. Η μεγάλη ποικιλία των τερματικών διακοπών βρίσκεται στο μηχανισμό αυτό (χειριστήριο).
- Υπάρχουν πολλών ειδών χειριστήρια όπως με τροχίσκο μιας ή δύο κατευθύνσεων με βέργα σταθερή ή ελατηριωτή, με μπουτόν, με γάντζο.

## **1.7 ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΕΣ**

Οι θερμοστάτες είναι μηχανισμοί που ελέγχουν την θερμοκρασία και μετατρέπουν τις αυξομειώσεις της σε ηλεκτρική εντολή (ενεργοποίηση-απενεργοποίηση επαφής). Τα κύρια τμήματα του θερμοστάτη είναι:

- α) Το αισθητήριο
- β) Ο μηχανισμός της επαφής
- γ) Η επαφή

#### **A) Το αισθητήριο**

- Είναι το τμήμα που ανιχνεύει τη θερμοκρασία. Η ανίχνευση μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους.
- Το αισθητήριο να βρίσκεται μέσα σε υγρό και να μεταδίδει μέσω τριχοειδούς σωλήνα τις διαφορές θερμοκρασίας στο μηχανισμό του θερμοστάτη (θερμοστάτες υγρών εμβαπτιζόμενοι).
- Το αισθητήριο να δέχεται τη θερμοκρασία του αέρα του χώρου στον οποίο βρίσκεται (θερμοστάτες χώρου).
- Το αισθητήριο να εφάπτεται σε σωλήνα ή κάποια άλλη μεταλλική επιφάνεια και να δέχεται τη θερμοκρασία εξ επαφής (θερμοστάτες επαφής).

#### **B) Ο μηχανισμός της επαφής**

- Η ένδειξη της θερμοκρασίας που δέχεται το αισθητήριο μετατρέπεται σε ενεργοποίηση της επαφής του θερμοστάτη μέσω ενός μηχανισμού. Ο μηχανισμός αυτός μπορεί να είναι είτε μηχανικός είτε ηλεκτρονικός.
- Η ευαισθησία του μηχανισμού επαφής ρυθμίζεται ώστε η επαφή να ενεργοποιείται σε συγκεκριμένη θερμοκρασία.
- Η ρύθμιση αυτή μετά από δοκιμές βαθμονομείται με βαθμούς Κελσίου ή Φαρενάϊτ.
- Στους θερμοστάτες υπάρχει λοιπόν ένα συγκεκριμένο πλάτος θερμοκρασιών, στις οποίες μπορούν να ρυθμιστούν. Τα όρια στα οποία μπορούν να ρυθμιστούν, αποτελούν χαρακτηριστικό εκλογής για κάθε θερμοστάτη.

#### **Γ) Η επαφή**

- Η επαφή που δέχεται τελικά την εντολή και ενεργοποιείται είναι σχεδόν σε όλους τους θερμοστάτες βοηθητική, δηλαδή αντέχει σε μικρά φορτία (6-10 A). Συνδέεται μόνο σε βοηθητικό κύκλωμα (κύκλωμα αυτοματισμού).



## **1.8 ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ**

Διακόπτες στάθμης (ή φλοτεροδιακόπτες) ονομάζονται οι μηχανισμοί εκείνοι οι οποίοι ελέγχουν τη στάθμη των υγρών. Μετατρέπουν με μηχανικό ή ηλεκτρικό τρόπο τη μεταβολή της στάθμης σε ηλεκτρική εντολή. Χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους:

- Μηχανικούς
- Υδραργυρικούς
- Ηλεκτρονικούς

---

## **Κεφάλαιο 2ο “ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ”**

# **ΑΣΚΗΣΗ 1<sup>Η</sup>**

## **Έλεγχος Ηλεκτρονόμου με Διακόπτη**

### **ΣΚΟΠΟΣ**

Με την άσκηση αυτή, ο σπουδαστής αρχίζει να σχεδιάζει και να κατασκευάζει πραγματικές εφαρμογές, όπως είναι οι εκκινήτες κινητήρων, ξεκινώντας από τον απλούστερο εκκινήτη, που είναι ο έλεγχος ηλεκτρονόμου με επιλογικό διακόπτη δύο θέσεων (on/off). Σκοπός αυτής της άσκησης είναι η συνδεσμολογία από τους σπουδαστές του συγκεκριμένου κυκλώματος αυτοματισμού και η εξοικείωση τους με την απλούστερη συνδεσμολογία του ηλεκτρονόμου καθώς και την τοποθέτηση και συνδεσμολογία του θερμικού.

### **ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

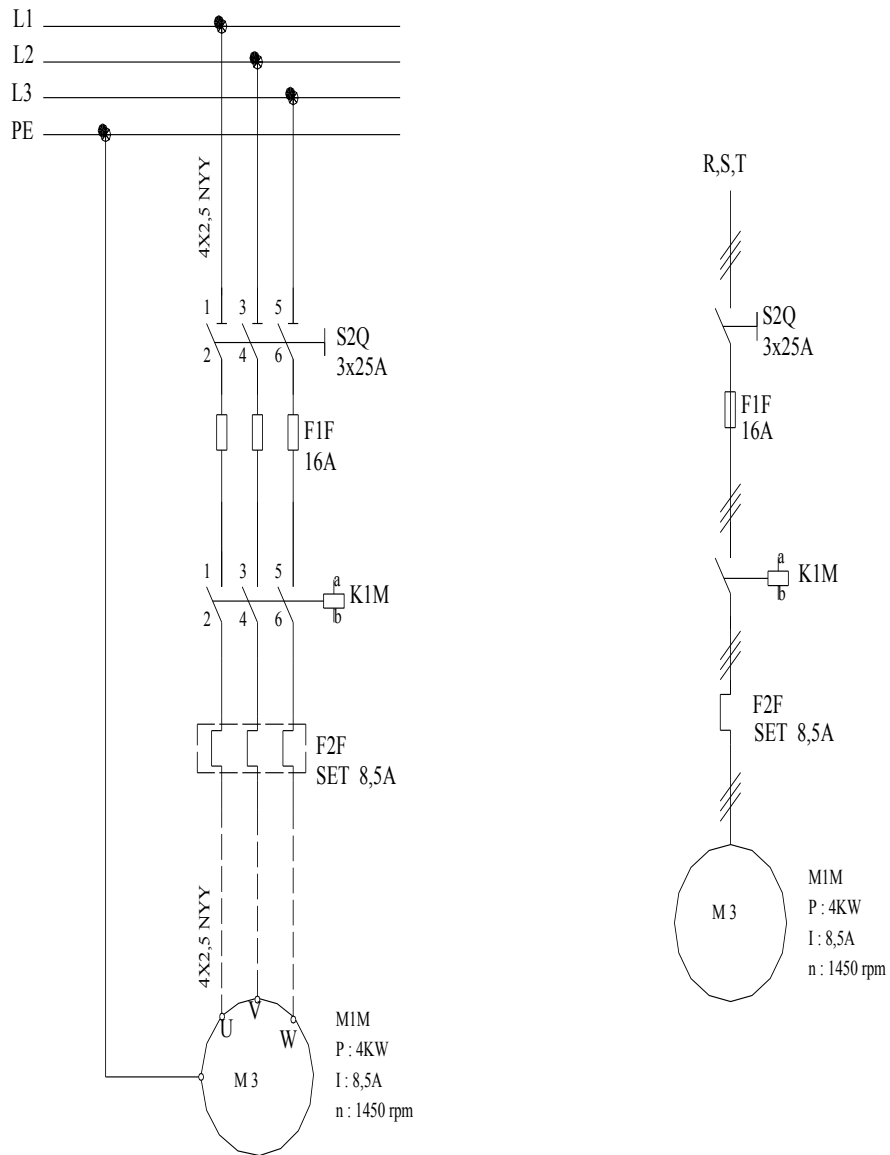
#### **Γενικά**

Ο απλός αυτόματος διακόπτης είναι η πιο συχνά απαντούμενη μέθοδος ξεκινήματος κινητήρων. Αποτελείται από ένα ηλεκτρονόμο (ρελαί) και ένα θερμικό.

Σκοπός του είναι το ξεκίνημα του κινητήρα και η προστασία του από μεγάλα φορτία (υπερεντάσεις). Απαραίτητο συμπλήρωμα κάθε αυτόματου διακόπτη είναι ο μεταγωγικός διακόπτης (on/off) ή τα μπουτόν σταρτ – στοπ ή κάποια επαφή από αισθητήρα ελέγχου (θερμοστάτης, πιεζοστάτης κλπ.).

## Κύκλωμα Ισχύος

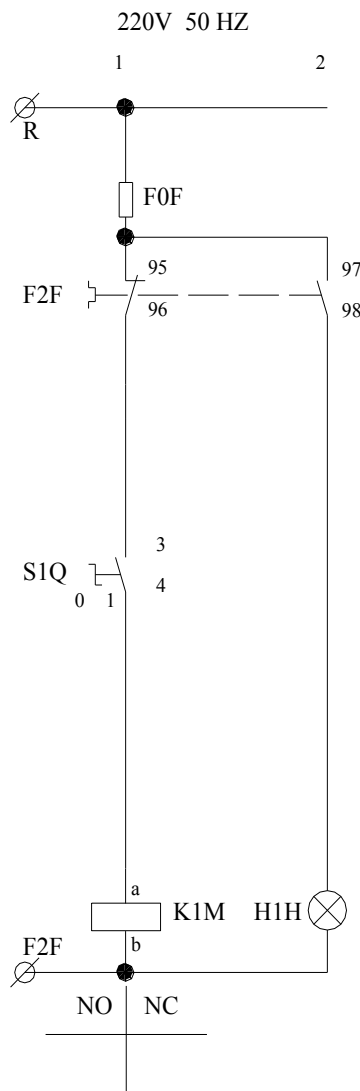
Στο παρακάτω Σχήμα 2.1. βλέπουμε το κύκλωμα ισχύος (πολυγραμμικό και μονογραμμικό), εκκίνησης κινητήρα.



Σχήμα 2.1.

## Κύκλωμα Αυτοματισμού με Διακόπτη

Στο παρακάτω κύκλωμα (Σχήμα 2.2.) διακρίνουμε την ασφάλεια του βοηθητικού κυκλώματος F0F, το θερμικό F2F με τις επαφές 95-96 και 97-98, τον διακόπτη S1Q, το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M και την ενδεικτική λυχνία βλάβης H1H.



Σχήμα 2.2.

### *Λειτουργία:*

Ο διακόπτης S1Q έχει δύο θέσεις την 0 και την 1. Όταν τον θέσουμε στην θέση 1 ενεργοποιείται το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M. Όταν ενεργοποιηθεί το πηνίο του ηλεκτρονόμου οι επαφές ισχύος αυτού κλείνουν και έτσι στα τυλίγματα του ηλεκτροκινητήρα του σχήματος 2.1. εφαρμόζεται τριφασική τάση και αυτός περιστρέφεται.

### *Διακοπή Λειτουργίας:*

Όταν θέσουμε τον διακόπτη S1Q στην θέση 0 διακόπτεται το κύκλωμα αυτοματισμού το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M απενεργοποιείται οι επαφές ισχύος αυτού ανοίγουν και έτσι σταματά να περιστρέφεται ο ηλεκτροκινητήρας.

Επίσης διακοπή λειτουργίας μπορεί να γίνει και από το θερμικό στην περίπτωση κατά την οποία δημιουργηθεί υπερένταση στα τυλίγματα του κινητήρα λόγω αύξησης του μηχανικού φορτίου στο άξονα του ή λόγω διακοπής μίας φάσεως τροφοδότησης λόγω καμένης ασφάλειας.

Τότε η επαφή του θερμικού 95-96 (που είναι κανονικά κλειστή) θα ανοίξει και έτσι θα διακοπεί το κύκλωμα αυτοματισμού με συνέπεια το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M να απενεργοποιηθεί με όλα τα αποτελέσματα που αναφέραμε παραπάνω.

Ταυτόχρονα όταν θα ανοίξει η επαφή 95-96 του θερμικού, κλείνει η κανονικά ανοικτή επαφή αυτού 97-98 με αποτέλεσμα να ανάψει η ενδεικτική λυχνία βλάβης H1H.

### **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

Τοποθετήστε τα παραπάνω εξαρτήματα στην εργαστηριακή πινακίδα και έχοντας δίπλα σας το σχέδιο πραγματοποιείτε τη συρμάτωση των εξαρτημάτων χρησιμοποιώντας καλώδιο διαμέτρου ενός τετραγωνικού χιλιοστού (MP με χρώμα μπλε και R με χρώμα μαύρο) σημειώνοντας στο σχέδιο τον αγωγό που τοποθετείται γιατί αυτό θα σας διευκολύνει κατόπιν στον έλεγχο του κυκλώματος και στη εύρεση του λάθους.

Στο τέλος της συρμάτωσης θα πρέπει να έχετε τελικώς δύο καλώδια για την τροφοδοσία του κυκλώματος (R – MP) τα οποία μαζί με τον υπεύθυνο καθηγητή αφού ελέγξει το κύκλωμα θα τα βιδώσετε σε κλέμα τροφοδότησης για να δώσετε τάση και να ελέγξετε τη λειτουργία του κυκλώματος αν είναι σωστή.

Όταν τελειώσετε με την άσκηση αποσυναρμολογήστε το κύκλωμα και παραδώστε τα υλικά στον υπεύθυνο.

### **ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

- Ένας ηλεκτρονόμος με τάση πηνίου 230V, τρεις κύριες επαφές ισχύος (δεν υπάρχει επαφή αυτοσυγκράτησης και δεν μας απασχολεί αν είναι η βοηθητική επαφή του ηλεκτρονόμου εργασίας ή ηρεμίας).
- Ένα θερμικό με περιοχή ρύθμισης όπως φαίνεται στο σχέδιο.
- Ένα διακόπτη 0 –1.
- Μία ενδεικτική λυχνία

# ΆΣΚΗΣΗ 2<sup>Η</sup>

## ΚΥΚΛΩΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΜΕΤΑΓΩΓΙΚΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΚΑΙ ΦΛΟΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗ

### ΣΚΟΠΟΣ

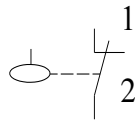
Σκοπός αυτής της άσκησης είναι η συνδεσμολογία από τους σπουδαστές του συγκεκριμένου κυκλώματος αυτοματισμού, η εξοικείωση τους με τις έννοιες του χειροκίνητου και του αυτόματου έλεγχου καθώς και η χρησιμοποίηση στο κύκλωμα αυτοματισμού επαφής ελέγχου από αισθητήριο.

### ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

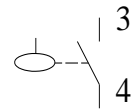
#### Διακόπτες Στάθμης

**Διακόπτες στάθμης** (ή **φλοτεροδιακόπτες**) ονομάζονται οι μηχανισμοί εκείνοι οι οποίοι ελέγχουν τη στάθμη των υγρών. Μετατρέπουν με μηχανικό ή ηλεκτρικό τρόπο τη μεταβολή της στάθμης σε ηλεκτρική εντολή. Χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους:

- Μηχανικούς
- Υδραυλικούς
- Ηλεκτρονικούς



Φλοττεροδιακόπτης με κανονικά κλειστή επαφή.

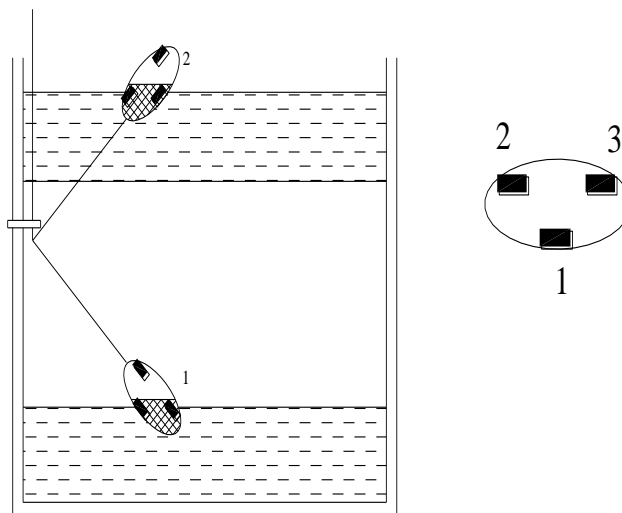


Φλοττεροδιακόπτης με κανονικά ανοικτή επαφή.

Σχήμα 2.3

Υδραργυρικοί Φλοτεροδιακόπτες

Η λειτουργία τους βασίζεται στη ρευστότητα του υδραργύρου. Στο παρακάτω σχήμα 2.4. βλέπουμε τη λειτουργία ενός υδραργυρικού διακόπτη στάθμης.



Σχήμα 2.4.

Όπως παρατηρούμε στο σχήμα 2.4. το φλοτέρ (αχλάδι) έχει μία μεταγωγική επαφή την 1-2-3.



Όταν το φλωτέρ (αχλάδι) βρίσκεται στη θέση 1 ο υδράργυρος ενώνει τα άκρα 1-2 και τροφοδοτούν στο κύκλωμα αυτοματισμού τον ηλεκτρονόμο μίας αντλίας. Όταν το φλωτέρ (αχλάδι) βρίσκεται στη θέση 1 τα άκρα της επαφής δεν συνδέονται. Όταν το φλωτέρ βρεθεί στη θέση 2 ο υδράργυρος ενώνει τα δύο άκρα με αποτέλεσμα να λειτουργεί το κύκλωμα (π.χ. αντλία για το άδειασμα της δεξαμενής). Ο υδραργυρικός διακόπτης στάθμης είναι μία φτηνή λύση για πηγάδια ή δεξαμενές, με την προϋπόθεση να βρίσκεται ο εκκινητής της αντλίας κοντά στο πηγάδι ή στη δεξαμενή.

### Ηλεκτρονικοί Διακόπτες Στάθμης

Αποτελούνται βασικά από μία ηλεκτρονική βαθμίδα ανίχνευσης του σήματος, έναν ενισχυτή τρανζίστορ τυπωμένου κυκλώματος, έναν ρελέ ισχυρού (230V) ρεύματος και ένα μετασχηματιστή 230/24 V που τροφοδοτεί τα ηλεκτρόδια με χαμηλή τάση (24 V) για λόγους ασφάλειας.

Οι ηλεκτρονικοί διακόπτες στάθμης συνδυάζουν και ακρίβεια και ευαισθησία λειτουργίας, αλλά και μεγάλη διάρκεια ζωής. Χρησιμοποιούνται κυρίως για να ρυθμίσουν αυτόματα τη λειτουργία αντλιών ή ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων), οι οποίες αδειάζουν ή γεμίζουν δοχεία, δεξαμενές κ.λ.π.

Επίσης χρησιμεύουν για την ένδειξη της στάθμης του υγρού και για προστασία από υπερχειλίση ή κενή λειτουργία. Αντικαθιστούν τα κοινά φλωτέρ, ιδίως σε περίπτωση μεγάλων αποστάσεων ή στενότητας χώρου (π.χ. μέσα σε σωλήνες μικρής διαμέτρου).

Το ηλεκτρικό κύκλωμα κλείνει μέσω της αγωγιμότητας του υγρού.

Στους ηλεκτρονικούς διακόπτες στάθμης μας δίνεται η δυνατότητα να ρυθμίσουμε την ευαισθησία και έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για οποιοδήποτε αγωγίμο υγρό (π.χ. καθαρό νερό, αποχετεύσεις κ.λ.π.)

Με την βοήθεια ειδικών ηλεκτροδίων χρησιμοποιούνται ακόμη και σε περιπτώσεις επιτηρήσεως υγρών απορριμμάτων, αυτόματης φορτώσεως, ελέγχου στάθμης σιλό κ.λ.π.

Τέλος η εντολή λειτουργίας μπορεί να προέρχεται όχι από ηλεκτρόδια αλλά από άλλο

ανιχνευτικό στοιχείο όπως π.χ. φωτοηλεκτρικό κύτταρο.

Τα ηλεκτρόδια που χρησιμοποιούνται είναι 3 ειδών:

- Κοινά, για θερμοκρασίες μέχρι 60° C και πίεση 1 at
- Θερμο-ανθεκτικά, για θερμοκρασίες μέχρι 550° C και πίεση μέχρι 329 at.
- Ειδικά, για χημικά δραστικά υγρά.

#### Λειτουργία

Μόλις ανέβει η στάθμη του υγρού, ώστε να καλύψει το επάνω ηλεκτρόδιο ΕΟ σχήμα 2.5. κλείνει κύκλωμα μέσω του υγρού προς το γενικό ηλεκτρόδιο ΕΜ, οπότε το ρελαί διεγείρεται.

Εάν τώρα η στάθμη κατεβεί, το ρελαί θα παραμείνει σε διέγερση γιατί το κύκλωμα κλείνει πια μέσω της επαφής αυτοσυγκρατήσεως και του κάτω ηλεκτροδίου ΕΥ προς το ΕΜ.

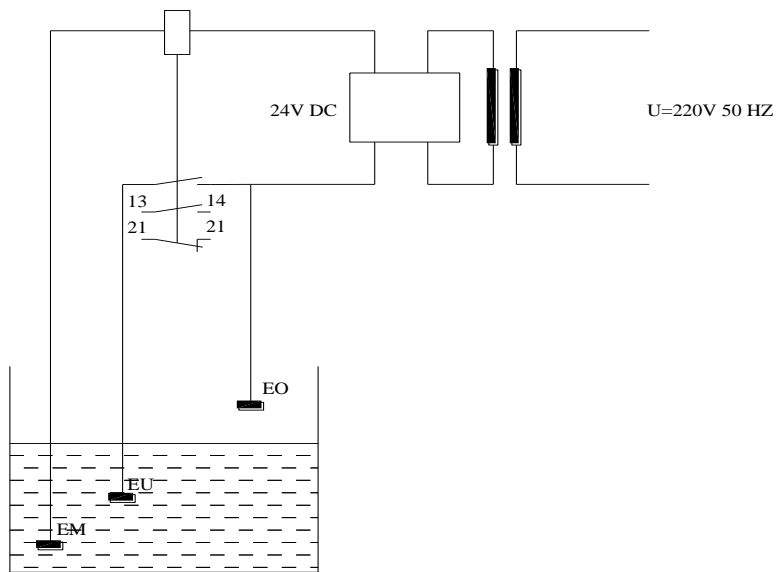
Το ρελέ θα διακόψει μόνο όταν η στάθμη κατέβει χαμηλότερα από το ΕΥ.

Τα δύο ηλεκτρόδια ΕΟ και ΕΥ είναι δηλαδή τα όρια μεταβολής της στάθμης.

Οι βοηθητικές επαφές 13-14 και 21-22 είναι διαθέσιμες για την συνδεσμολογία του αυτοματισμού. Εάν π.χ. η αντλία πρέπει να αδειάζει την δεξαμενή το πηνίο του ηλεκτρονόμου του κινητήρα της αντλίας θα τροφοδοτηθεί μέσω της επαφής εργασίας 13-14. Εάν αντίθετα η αντλία πρέπει να γεμίζει την δεξαμενή το πηνίο του ηλεκτρονόμου της αντλίας θα τροφοδοτηθεί από την επαφή ηρεμίας 21-22 του ρελέ ηλεκτροδίων.

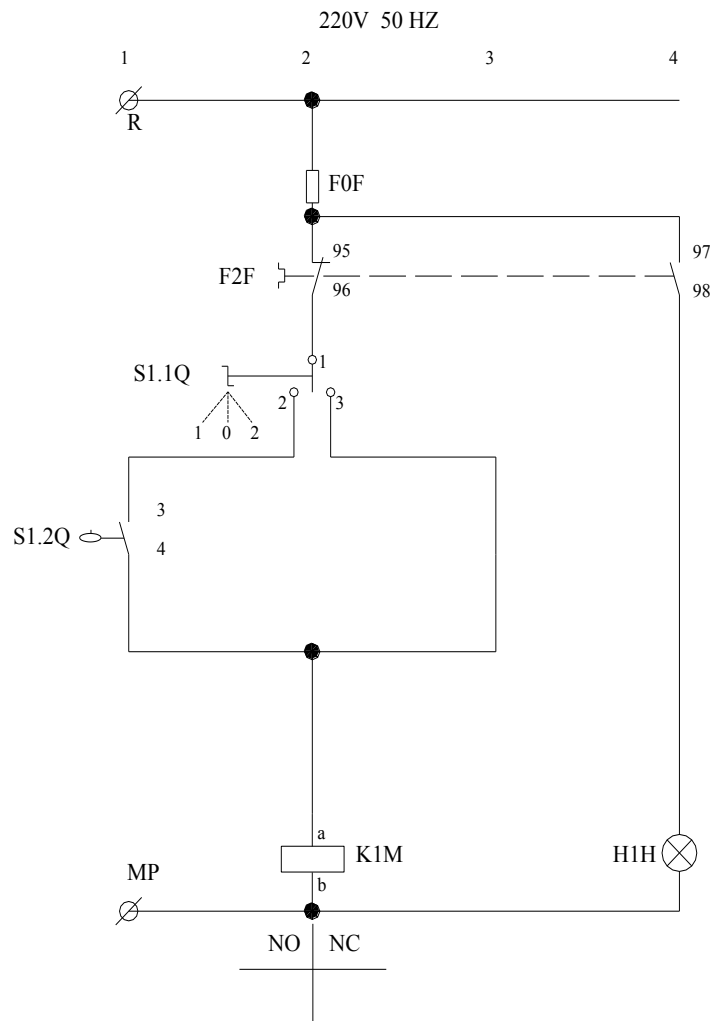
Εάν το ρελέ δεν προορίζεται για να ρυθμίσει τη λειτουργία αυτόματα (μεταξύ δύο ορίων στάθμης) αλλά χρησιμεύει μόνο σαν διάταξη ασφαλείας (π.χ. προστασία από υπερχειλίση ή κενή λειτουργία) ή σαν διάταξη σημάνσεως (π.χ. ένδειξη στάθμης) τότε το ηλεκτρόδιο ΕΥ δεν χρειάζεται και έτσι τα ηλεκτρόδια περιορίζονται σε δύο μόνο.

Όταν ο σωλήνας ή το δοχείο είναι μεταλλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα τοιχώματά τους αντί για το ηλεκτρόδιο ΕΜ (υπό την προϋπόθεση ότι δεν παρεμβάλλονται μονωτικά σώματα).



Σχήμα 2.5.

Στο παρακάτω κύκλωμα (σχήμα 2.6.) διακρίνουμε την ασφάλεια του βοηθητικού κυκλώματος F0F, το θερμικό F2F που ελέγχει τις επαφές 95-96 και 97-98, τον μεταγωγικό διακόπτη S1.1Q, τον φλοτεροδιακόπτη S1.2Q, το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M και την ενδεικτική λυχνία βλάβης H1H.



Σχήμα 2.6

Ο μεταγωγικός διακόπτης S1.1Q έχει τρεις θέσεις την θέση 1 την οποία την οποία ονομάζουμε θέση αυτοματισμού την θέση 0 που το κύκλωμα τίθεται εκτός λειτουργίας και την θέση 2 την οποία ονομάζουμε χειροκίνητη.

#### Αυτόματη Λειτουργία

Όταν τον μεταγωγικό διακόπτη S1.1Q τον θέσουμε στην θέση 1 τότε αν ο φλοτερο-διακόπτης S1.2Q είναι ενεργοποιημένος (έχει κλείσει την επαφή του 3-4) το πηνίο του ηλεκτρονόμου ενεργοποιείται.

Όταν ενεργοποιηθεί το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M οι επαφές ισχύος αυτού κλείνουν και έτσι στον ηλεκτροκινητήρα εφαρμόζεται τάση και αυτός περιστρέφεται.

Αν ο φλοτερο-διακόπτης S1.2Q απενεργοποιηθεί (ανοίξει η επαφή του 3-4) τότε απενεργοποιείται και το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M και ανοίγουν οι επαφές ισχύος του και έτσι ο ηλεκτροκινητήρας σταματά να περιστρέφεται.

Όταν ο φλοτερο-διακόπτης S1.2Q ενεργοποιηθεί ξανά τότε ενεργοποιείται και το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M και συνεχίζει ο παραπάνω κύκλος.

Τερματισμός της αυτόματης λειτουργίας επιτυγχάνεται όταν ο μεταγωγικός διακόπτης τεθεί στην θέση 0.

#### Χειροκίνητη Λειτουργία

Όταν τον μεταγωγικό διακόπτη S1.1Q τον θέσουμε στην θέση 2 τότε το πηνίο του ηλεκτρονόμου ενεργοποιείται.

Όταν ενεργοποιηθεί το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M οι επαφές ισχύος αυτού κλείνουν και έτσι στον ηλεκτροκινητήρα του σχήματος 2.1 εφαρμόζεται τάση και αυτός περιστρέφεται.

Όταν τον μεταγωγικό διακόπτη S1.1Q τον θέσουμε στην θέση 0 τότε το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M (σχήμα 2.1) απενεργοποιείται οι επαφές ισχύος του και έτσι ο ηλεκτροκινητήρας σταματά να περιστρέφεται.

#### Διακοπή Λειτουργίας από το Θερμικό

Επίσης διακοπή λειτουργίας μπορεί να γίνει και από το θερμικό στην περίπτωση κατά την οποία δημιουργηθεί υπερένταση στα τυλίγματα του κινητήρα λόγω αύξησης του μηχανικού φορτίου στο άξονα του ή λόγω διακοπής μίας φάσεως τροφοδότησης (λόγω πχ. καμένης ασφάλειας).

Τότε η επαφή του θερμικού 95-96 (που είναι κανονικά κλειστή) θα ανοίξει και έτσι θα

διακοπεί το κύκλωμα αυτοματισμού με συνέπεια το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M να απενεργοποιηθεί με όλα τα αποτελέσματα που αναφέραμε παραπάνω.

Ταυτόχρονα όταν θα ανοίξει η επαφή 95-96 του θερμικού, κλείνει η κανονικά ανοικτή επαφή αυτού 97-98 με αποτέλεσμα να ανάψει η ενδεικτική λυχνία βλάβης H1H.

### **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

Τοποθετήστε τα παραπάνω εξαρτήματα στην εργαστηριακή πινακίδα και έχοντας δίπλα σας το σχέδιο πραγματοποιείτε τη συρμάτωση των εξαρτημάτων χρησιμοποιώντας καλώδιο διαμέτρου ενός τετραγωνικού χιλιοστού (MP με χρώμα μπλε και R με χρώμα μαύρο) σημειώνοντας στο σχέδιο τον αγωγό που τοποθετείται γιατί αυτό θα σας διευκολύνει κατόπιν στον έλεγχο του κυκλώματος και στη εύρεση του λάθους.

Στο τέλος της συρμάτωσης θα πρέπει να έχετε τελικώς δύο καλώδια για την τροφοδοσία του κυκλώματος (R – MP) τα οποία μαζί με τον υπεύθυνο καθηγητή αφού ελέγξει το κύκλωμα θα τα βιδώσετε σε κλέμα τροφοδότησης για να δώσετε τάση και να ελέγξετε τη λειτουργία του κυκλώματος αν είναι σωστή.

Όταν τελειώσετε με την άσκηση αποσυναρμολογήστε το κύκλωμα και παραδώστε τα υλικά στον υπεύθυνο.

### **ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

- Ένας ηλεκτρονόμος με τάση πηνίου 230V, τρεις κύριες επαφές ισχύος (δεν υπάρχει επαφή αυτοσυγκράτησης και δεν μας απασχολεί αν είναι η βοηθητική επαφή του ηλεκτρονόμου εργασίας ή ηρεμίας).
- Ένα θερμικό με περιοχή ρύθμισης όπως φαίνεται στο σχέδιο.
- Ένα διακόπτη 1 – 0 - 2.
- Ένα φλοτέρ.
- Μία ενδεικτική λυχνία.

# Άσκηση 3<sup>η</sup>

## ΚΥΚΛΩΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΜΠΟΥΤΟΝ (ΑΥΤΟΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗ)

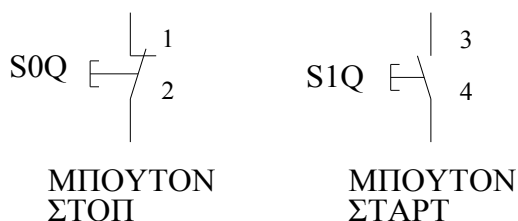
### ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός αυτής της άσκησης είναι η συνδεσμολογία από τους σπουδαστές του συγκεκριμένου κυκλώματος αυτοματισμού, του απλούστερου εκκινήτη με τη χρήση μπουτόν (αυτοσυγκράτηση) και η εξοικείωση με την δυνατότητα απομακρυσμένου έλεγχου από πολλαπλά σημεία.

### ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### Μπουτόν

Τα μπουτόν μας βοηθούν στον χειρισμό των κυκλωμάτων αυτοματισμού.



Σχήμα 2.7.

Διακρίνονται σε μπουτόν σταρτα οποία διαθέτουν συνήθως μία επαφή εργασίας (3-4) όταν πατηθούν συνδέουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και όταν αφεθούν το αποσυνδέουν.

Και σε μπουτόν στοπ τα οποία συνήθως μία επαφή ηρεμίας (1-2) και όταν πατηθούν διακόπτουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.

Υπάρχουν και τα στοπ

ανάγκης τα οποία μανδαλώνονται μηχανικά στην κατάσταση ενεργοποίησης τους.

Συμβολίζονται όπως στο σχήμα 2.7.

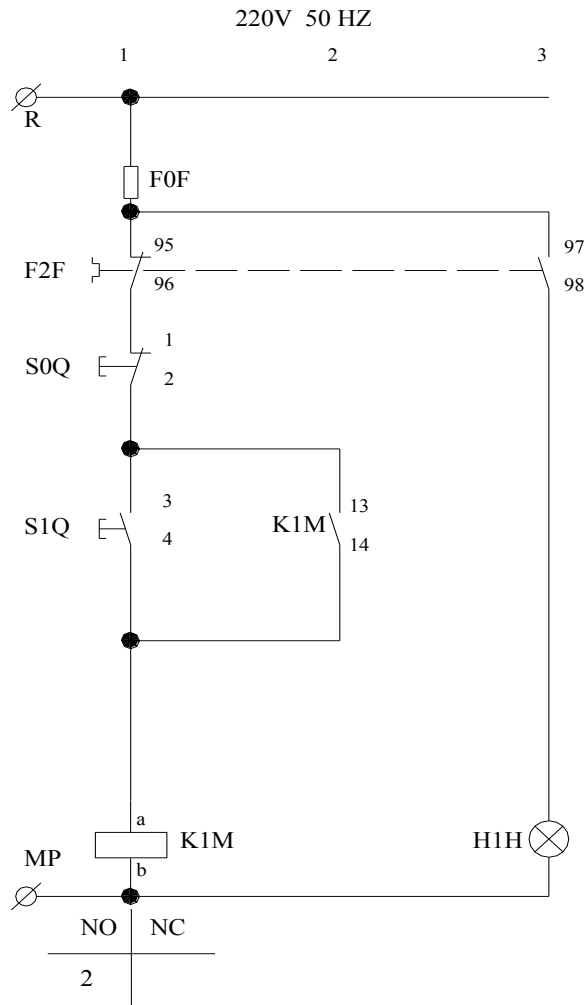
### Λειτουργία

Στο παρακάτω κύκλωμα σχήμα 2.8. διακρίνουμε την ασφάλεια του βοηθητικού κυκλώματος F0F, το θερμικό F2F που ελέγχει τις επαφές 95-96 και 97-98, το μπουτόν του στοπ S0Q, υο μπουτόν του σταρτ S1Q, την βοηθητική επαφή του ηλεκτρονόμου K1M (13-14), το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M και την ενδεικτική λυχνία βλάβης H1H.

Πατώντας το μπουτόν του σταρτ S1Q ενεργοποιείται το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M. Ο ηλεκτρονόμος κλείνει το κύκλωμα και διατηρεί μόνιμη την τροφοδοσία του πηνίου του μέσω της κανονικά ανοικτής επαφής του 13-14 (Επαφή αυτοσυγκράτησης).

Όταν ενεργοποιηθεί το πηνίο του ηλεκτρονόμου οι επαφές ισχύος αυτού κλείνουν και έτσι στον ηλεκτροκινητήρα εφαρμόζεται τάση και αυτός περιστρέφεται.





Σχήμα 2.8.

### Διακοπή Λειτουργίας

Όταν πατηθεί το μπουτόν του στοπ S0Q διακόπτεται το κύκλωμα αυτοματισμού το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M απενεργοποιείται οι επαφές (βοηθητικές και ισχύος) αυτού ανοίγουν και έτσι σταματά να περιστρέφεται ο ηλεκτροκινητήρας.

Επίσης διακοπή λειτουργίας μπορεί να γίνει και από το θερμικό στην περίπτωση κατά την οποία δημιουργηθεί υπερένταση στα τυλίγματα του κινητήρα λόγω αύξησης του μηχανικού φορτίου στο άξονα του ή λόγω διακοπής μίας φάσεως τροφοδότησης (λόγω πχ καμένης ασφάλειας).

Τότε η επαφή του θερμικού 95-96 (που είναι κανονικά κλειστή) θα ανοίξει και έτσι θα

διακοπεί το κύκλωμα αυτοματισμού με συνέπεια το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M να απενεργοποιηθεί με όλα τα αποτελέσματα που αναφέραμε παραπάνω.

Ταυτόχρονα όταν θα ανοίξει η επαφή 95-96 του θερμικού, κλείνει η κανονικά ανοικτή επαφή αυτού 97-98 με αποτέλεσμα να ανάψει η ενδεικτική λυχνία βλάβης H1H.

### **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

Τοποθετήστε τα παραπάνω εξαρτήματα στην εργαστηριακή πινακίδα και έχοντας δίπλα σας το σχέδιο πραγματοποιείτε τη συρμάτωση των εξαρτημάτων χρησιμοποιώντας καλώδιο διαμέτρου ενός τετραγωνικού χιλιοστού (MP με χρώμα μπλε και R με χρώμα μαύρο) σημειώνοντας στο σχέδιο τον αγωγό που τοποθετείται γιατί αυτό θα σας διευκολύνει κατόπιν στον έλεγχο του κυκλώματος και στη εύρεση του λάθους.

Στο τέλος της συρμάτωσης θα πρέπει να έχετε τελικώς δύο καλώδια για την τροφοδοσία του κυκλώματος (R – MP) τα οποία μαζί με τον υπεύθυνο καθηγητή αφού ελέγξει το κύκλωμα θα τα βιδώσετε σε κλέμα τροφοδότησης για να δώσετε τάση και να ελέγξετε τη λειτουργία του κυκλώματος αν είναι σωστή.

Όταν τελειώσετε με την άσκηση αποσυναρμολογήστε το κύκλωμα και παραδώστε τα υλικά στον υπεύθυνο.

### **ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

- Ένας ηλεκτρονόμος με τάση πηνίου 230V, τρεις κύριες επαφές ισχύος και μία βοηθητική επαφή εργασίας (ή κανονικά ανοικτή ή NO NORMALLY OPEN)
- Ένα θερμικό με περιοχή ρύθμισης όπως φαίνεται στο σχέδιο.
- Μία μπουτονιέρα με ένα μπουτόν στοπ και ένα μπουτόν σταρτ.
- Μία ενδεικτική λυχνία.

# Άσκηση 4<sup>η</sup>

## **ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗΣ**

*(μανδάλωση μέσω βοηθητικών επαφών των ηλεκτρονόμων)*

### **ΣΚΟΠΟΣ**

Σκοπός αυτής της άσκησης είναι η συνδεσμολογία από τους σπουδαστές του συγκεκριμένου κυκλώματος αυτοματισμού (αυτόματου διακόπτη αναστροφής) και η εξοικείωση με την ηλεκτρική μανδάλωση μέσω βοηθητικών επαφών και τον διαφορετικό τρόπο λειτουργίας και χειρισμό ενός κινητήρα.

### **ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

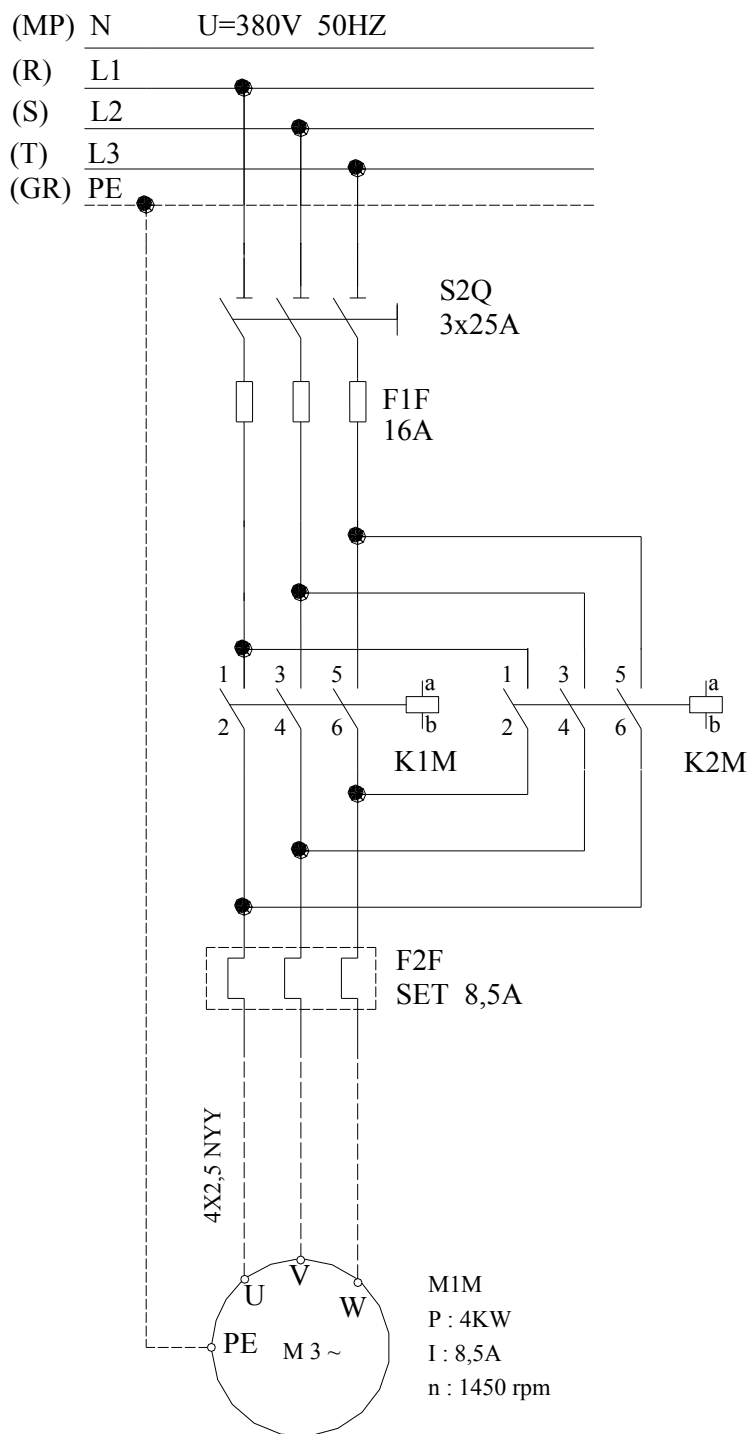
#### *Γενικά*

Ο αυτόματος διακόπτης αναστροφής χρησιμοποιείται στους κινητήρες που απαιτείται διπλή φορά περιστροφής (γερανογέφυρες, βαρούλκα, γερανοί κ.λ.π.).

Η αντιστροφή της φοράς περιστροφής του κινητήρα γίνεται με τη μέθοδο της αντιστροφής των φάσεων.

Η όλη διάταξη περιλαμβάνει δύο ηλεκτρονόμους, ένα θερμικό και τα μπουτόν στοπ - σταρτ (ένα για κάθε φορά περιστροφής). Επίσης είναι δυνατόν να υπάρχουν και δύο ενδεικτικές λυχνίες, μία για κάθε φορά περιστροφής.

## Κύκλωμα Ισχύος



Το κύκλωμα ισχύος του αυτόματου διακόπτη αναστροφής (σχήμα 2.2.1.) μοιάζει με το κύκλωμα του απλού αυτόματου διακόπτη με την διαφορά ότι έχει προστεθεί παράλληλα με τον ηλεκτρονόμο K1M ένας δεύτερος ηλεκτρονόμος K2M.

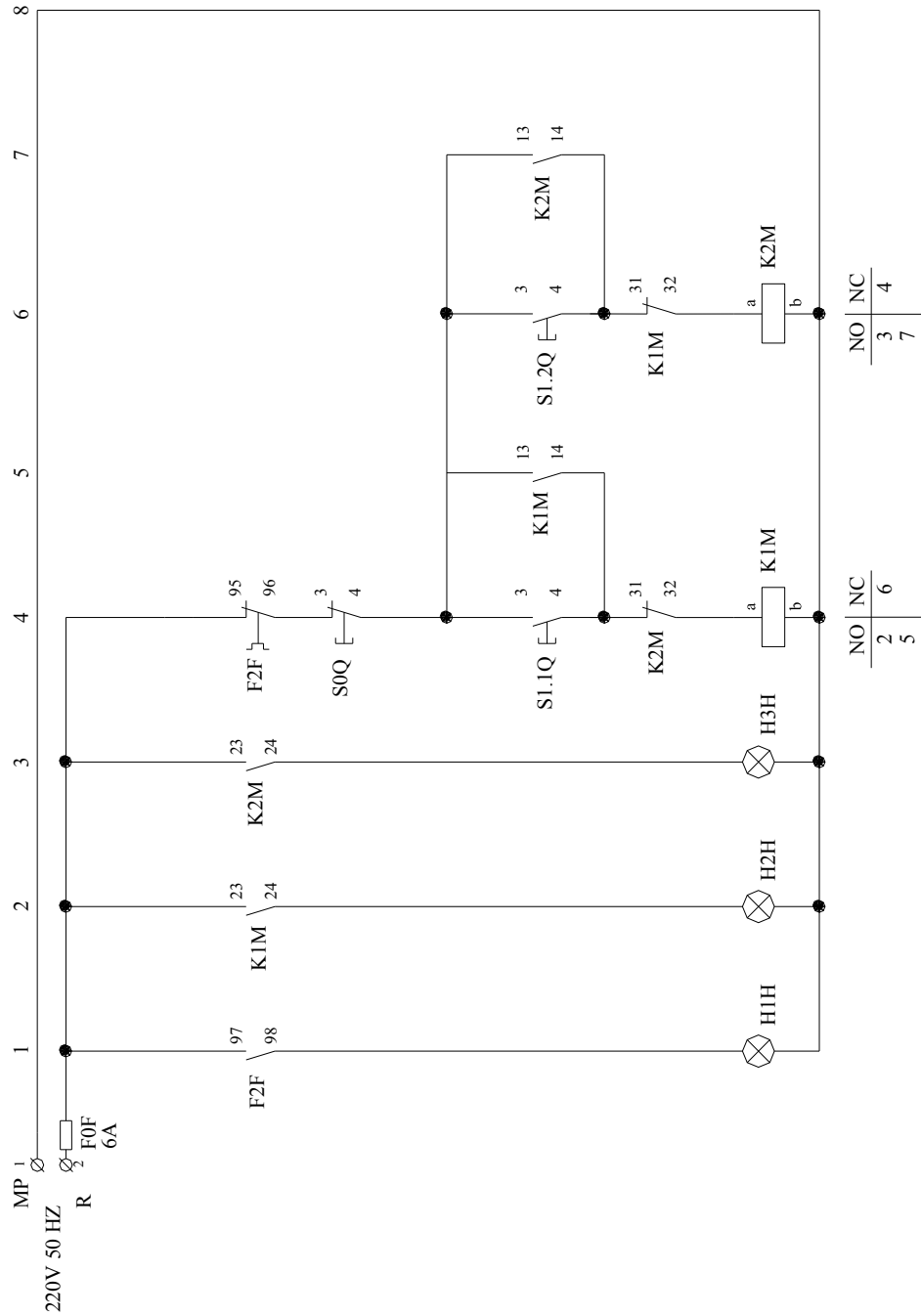
Όπως βλέπουμε ο ηλεκτρονόμος K2M συνδέει αντίστροφα τις φάσεις R,T έτσι ώστε να πετυχαίνει την αναστροφή της φοράς κίνησης του κινητήρα.

Ευνόητο είναι ότι δεν πρέπει ποτέ να ενεργοποιηθούν και οι δύο ηλεκτρονόμοι ταυτόχρονα γιατί θα προκληθεί βραχυκύκλωμα μεταξύ των δύο ανεστραμμένων φάσεων.

Για τον παραπάνω λόγο εκτός από την ηλεκτρική μανδάλωση που θα δούμε στο κύκλωμα αυτοματισμού πολλές φορές τοποθετείται και μηχανική μανδάλωση μεταξύ των ηλεκτρονόμων K1M και K2M.

Σχήμα 2.9.

**Κύκλωμα Αυτοματισμού (μανδάλωση μέσω βοηθητικών επαφών των ηλεκτρονόμων)**



Σχήμα 2.10.

## Λειτουργία

Στο σχήμα 2.10. βλέπουμε το κύκλωμα αυτοματισμού αναστροφής κινητήρα της περίπτωσης που θα εξετάσουμε.

Παρατηρούμε ότι έχει για τον χειρισμό δύο μπουτόν σταρτ και ένα μπουτόν στοπ. Δύο ηλεκτρονόμους που ο καθένας έχει δύο βοηθητικές επαφές εργασίας και μία βοηθητική επαφή ηρεμίας. Τρεις ενδεικτικές λυχνίες, δύο για την ένδειξη λειτουργίας του κινητήρα αριστερά/δεξιά και μία για την ένδειξη υπερέντασης και τις δύο επαφές του θερμικού.

Η λειτουργία του είναι η εξής :

- Πατώντας το πρώτο μπουτόν σταρτ S1.1Q ενεργοποιείται το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M, ταυτόχρονα ενεργοποιούνται οι κύριες και οι βοηθητικές επαφές του ηλεκτρονόμου K1M.
- Οι τρεις κύριες επαφές του ηλεκτρονόμου τροφοδοτούν τον κινητήρα M1M.
- Η βοηθητική επαφή του ηλεκτρονόμου 13 – 14 κλείνοντας αυτοσυγκρατεί το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M, η βοηθητική επαφή 23 – 24 τροφοδοτεί την ενδεικτική λυχνία H2H.
- Η βοηθητική επαφή 31 – 32 ανοίγει και δεν αφήνει - έστω και αν πατήσουμε το μπουτόν S1.2Q - να ενεργοποιηθεί το πηνίο του ηλεκτρονόμου K2M και να προκληθεί βραχυκύκλωμα στο κύκλωμα ισχύος (δηλαδή έχουμε ηλεκτρική μανδάλωση).
- Για να αλλάξουμε φορά περιστροφής στον κινητήρα πρέπει πρώτα να πατήσουμε το μπουτόν του στοπ S0Q – να επανέλθει το κύκλωμα αυτοματισμού σε κατάσταση ηρεμίας - και κατόπιν να πατήσουμε το δεύτερο μπουτόν σταρτ. Δηλαδή το κύκλωμα αυτοματισμού πρέπει να βρεθεί για λίγο σε κατάσταση ηρεμίας – ώστε να επανέλθουν οι βοηθητικές επαφές σε κατάσταση ηρεμίας - για να μπορέσουμε να το ενεργοποιήσουμε ξανά.

## Διακοπή Λειτουργίας

Σταμάτημα λειτουργίας του κυκλώματος επιτυγχάνεται με το πάτημα του μπουτόν του στοπ (περίπτωση χειρισμού) ή από την επαφή του θερμικού λόγω υπερέντασης ή αν πατήσουμε το τεστ του θερμικού για να δούμε αν πράγματι λειτουργεί η επαφή του θερμικού.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Τοποθετήστε τα παραπάνω εξαρτήματα στην εργαστηριακή πινακίδα και έχοντας δίπλα σας το σχέδιο πραγματοποιείτε τη συρμάτωση των εξαρτημάτων χρησιμοποιώντας καλώδιο διαμέτρου ενός τετραγωνικού χιλιοστού (MP με χρώμα μπλε και R με χρώμα μαύρο) σημειώνοντας στο σχέδιο τον αγωγό που τοποθετείται γιατί αυτό θα σας διευκολύνει κατόπιν στον έλεγχο του κυκλώματος και στη εύρεση του λάθους.

Στο τέλος της συρμάτωσης θα πρέπει να έχετε τελικώς δύο καλώδια για την τροφοδοσία του κυκλώματος (R – MP) τα οποία μαζί με τον υπεύθυνο καθηγητή αφού ελέγξει το κύκλωμα θα τα βιδώσετε σε κλέμα τροφοδότησης για να δώσετε τάση και να ελέγξετε τη λειτουργία του κυκλώματος αν είναι σωστή.

Όταν τελειώσετε με την άσκηση αποσυναρμολογήστε το κύκλωμα και παραδώστε τα υλικά στον υπεύθυνο.

## ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Δύο (2) ηλεκτρονόμοι με τάση πηνίου 230V με τρεις κύριες επαφές ισχύος και μία βοηθητική επαφή εργασίας (ή κανονικά ανοικτή ή NO NORMALLY OPEN), δύο βοηθητικές επαφές εργασίας (ή κανονικά ανοικτές ή NO NORMALLY OPEN) και δύο ηρεμίας (ή κανονικά κλειστές ή NC NORMALLY CLOSE).
- Ένα (1) θερμικό με περιοχή ρύθμισης όπως φαίνεται στο σχέδιο.
- Μία (1) μπουτονιέρα με ένα (1) μπουτόν στοπ και δύο (2) μπουτόν σταρτ.
- Τρεις (3) ενδεικτικές λυχνίες

# Άσκηση 5<sup>η</sup>

## **ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗΣ (μανδάλωση με μηχανικές επαφές των μπουτόν και μέσω βοηθητικών επαφών των ηλεκτρονόμων)**

### **ΣΚΟΠΟΣ**

Σκοπός αυτής της άσκησης είναι η συνδεσμολογία από τους σπουδαστές του συγκεκριμένου κυκλώματος αυτοματισμού (αυτόματου διακόπτη αναστροφής με ηλεκτρική και μηχανική μανδάλωση) και η εξοικείωση με την ηλεκτρική και μηχανική μανδάλωση μέσω βοηθητικών ηλεκτρονόμου και μηχανικών επαφών και τον διαφορετικό τρόπο λειτουργίας και χειρισμό ενός κινητήρα.

### **ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

#### **Γενικά**

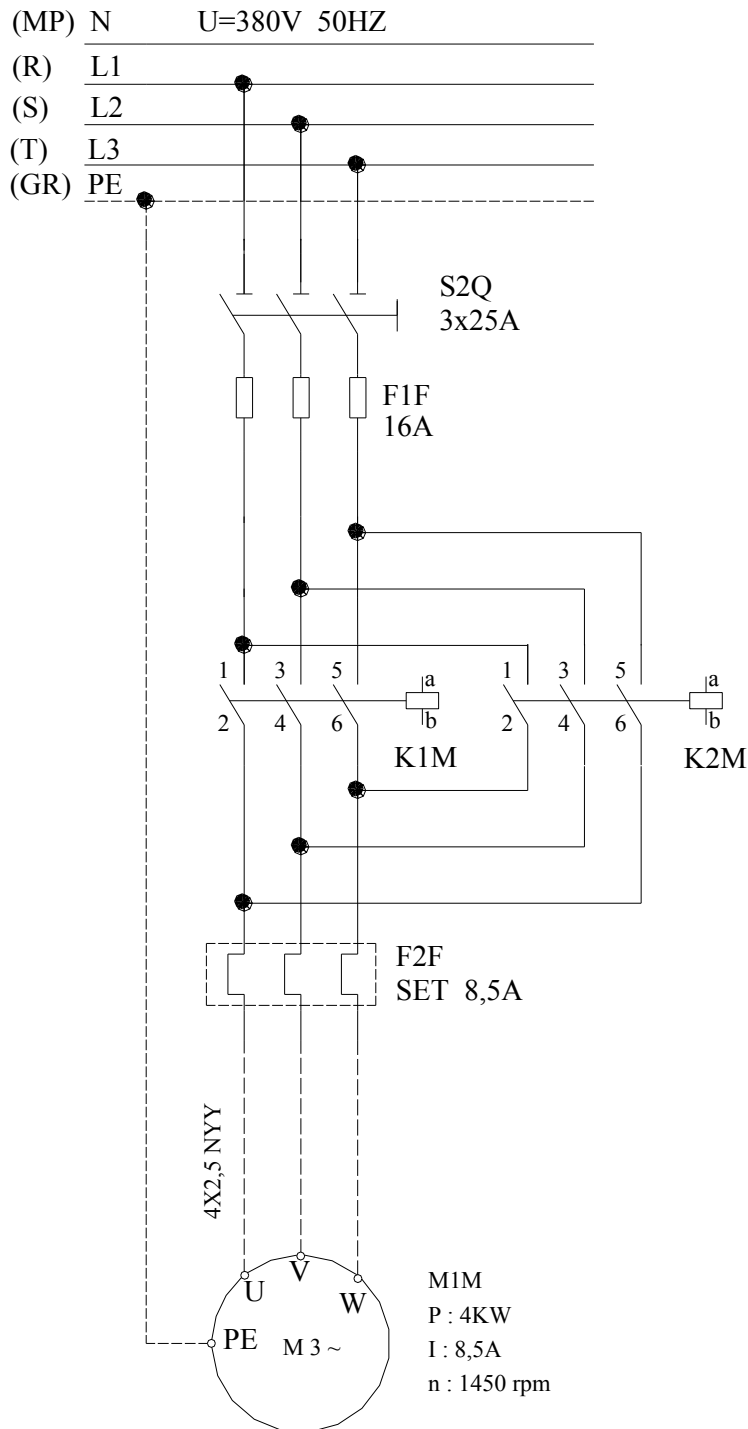
Ο αυτόματος διακόπτης αναστροφής χρησιμοποιείται στους κινητήρες που απαιτείται διπλή φορά περιστροφής (γερανογέφυρες, βαρούλκα, γερανοί κ.λ.π.).

Η αντιστροφή της φοράς περιστροφής του κινητήρα γίνεται με τη μέθοδο της αντιστροφής των φάσεων.

Η όλη διάταξη περιλαμβάνει δύο ηλεκτρονόμους, ένα θερμικό και τα μπουτόν σταρτ – στοπ. Επίσης είναι δυνατόν να υπάρχουν και δύο ενδεικτικές λυχνίες, μία για κάθε φορά περιστροφής.



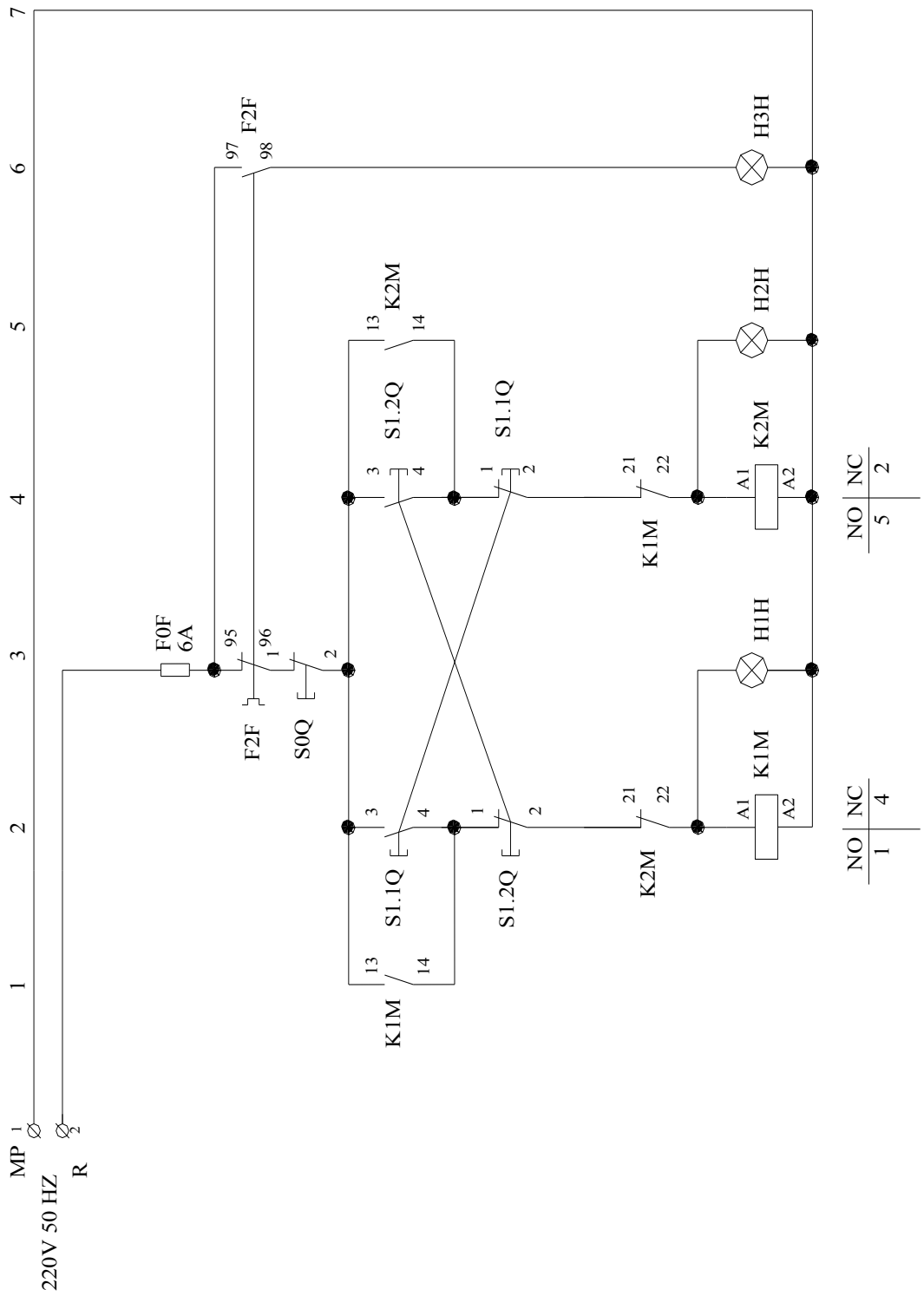
## Κύκλωμα Ισχύος



Το κύκλωμα ισχύος του αυτόματου διακόπτη αναστροφής (σχήμα 2.2.1.) μοιάζει με το κύκλωμα του απλού αυτόματου διακόπτη με την διαφορά ότι έχει προστεθεί παράλληλα με τον ηλεκτρονόμο K1M ένας δεύτερος ηλεκτρονόμος K2M. Όπως βλέπουμε ο ηλεκτρονόμος K2M συνδέει αντίστροφα τις φάσεις R,T έτσι ώστε να πετυχαίνει την αναστροφή της φοράς κίνησης του κινητήρα. Ευνόητο είναι ότι δεν πρέπει ποτέ να ενεργοποιηθούν και οι δύο ηλεκτρονόμοι ταυτόχρονα γιατί θα προκληθεί βραχυκύκλωμα μεταξύ των δύο ανεστραμμένων φάσεων. Για τον παραπάνω λόγο εκτός από την ηλεκτρική μανδάλωση που θα δούμε στο κύκλωμα αυτοματισμού πολλές φορές τοποθετείται και μηχανική μανδάλωση μεταξύ των ηλεκτρονόμων K1M και K2M.

Σχήμα 2.11.

## Κύκλωμα Αυτοματισμού



Σχήμα 2.12.

## Λειτουργία

Στο σχήμα 2.12. βλέπουμε το κύκλωμα αυτοματισμού αναστροφής κινητήρα της περίπτωσης που θα εξετάσουμε.

Παρατηρούμε ότι εδώ υπάρχουν για τον χειρισμό δύο μπουτόν σταρτ που έχουν από μία μηχανικά μανδαλωμένη επαφή ηρεμίας (NC), ένα μπουτόν στοπ, δύο ηλεκτρονόμοι που ο καθένας έχει μία βοηθητική επαφή ηρεμίας (NC) και μία βοηθητική επαφή εργασίας (NO), τρεις ενδεικτικές λυχνίες δύο για την ένδειξη λειτουργίας του κινητήρα αριστερά δεξιά (παρατηρήστε ότι στο παραπάνω κύκλωμα οι ενδεικτικές λυχνίες για τις ενδείξεις λειτουργίας δεν ενεργοποιούνται από βοηθητικές επαφές των ηλεκτρονόμων αλλά έχουν συνδεθεί παράλληλα στα πηνία των ηλεκτρονόμων) και μία για την ένδειξη υπερέντασης και τέλος τις δύο επαφές του θερμικού.

Η λειτουργία του είναι η εξής :

- Πατώντας το πρώτο μπουτόν σταρτ S1.1Q ενεργοποιείται το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M, ταυτόχρονα ενεργοποιούνται οι κύριες και οι βοηθητικές επαφές του ηλεκτρονόμου K1M. Οι τρεις κύριες επαφές του ηλεκτρονόμου K1M τροφοδοτούν τον κινητήρα M1M.
- Η βοηθητική επαφή ηρεμίας του ηλεκτρονόμου K1M 21–22 (κλάδος 3) έχει ανοίξει και αποκλείει την περίπτωση ταυτόχρονης λειτουργίας των δύο ηλεκτρονόμων και η βοηθητική επαφή εργασίας του 13 - 14 (κλάδος2) δημιουργεί αυτοσυγκράτηση του πηνίου του.
- Αν τώρα πατήσουμε το δεύτερο μπουτόν σταρτ S1.2Q τότε αυτό θα ανοίξει την μηχανικά μανδαλωμένη κλειστή επαφή του στον κλάδο 1 (1 – 2) και θα απενεργοποιηθεί το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M με αποτέλεσμα να κλείσει κύκλωμα R – MP στον κλάδο 3 ενεργοποιώντας το πηνίο του ηλεκτρονόμου K2M. Οι τρεις κύριες επαφές του ηλεκτρονόμου K2M τροφοδοτούν τον κινητήρα M1M, ο οποίος αλλάζει την φορά περιστροφής του.
- Τώρα η βοηθητική επαφή ηρεμίας του ηλεκτρονόμου K2M 21 – 22 (κλάδος 1) έχει ανοίξει και αποκλείει την περίπτωση της ταυτόχρονης λειτουργίας των δύο ηλεκτρονόμων και η βοηθητική επαφή εργασίας του 13-14 δημιουργεί αυτοσυγκράτηση (κλάδος 4) του πηνίου του.

Βλέπουμε λοιπόν ότι στην περίπτωση αυτή δεν χρειάζεται να πατήσουμε πρώτα το μπουτόν του στοπ για να βρεθεί το κύκλωμα αυτοματισμού για λίγο σε κατάσταση ηρεμίας και να μπορέσουμε να το ενεργοποιήσουμε ξανά, αλλά πατώντας το μπουτόν του σταρτ από μόνο του απενεργοποιείται μέσω της μηχανικής μανδάλωσης, περνά σε κατάσταση ηρεμίας και υπάρχει πλέον η δυνατότητα της εκ νέου ενεργοποίησης.

### **Διακοπή Λειτουργίας**

Και σε αυτή την περίπτωση σταμάτημα λειτουργίας του κυκλώματος επιτυγχάνεται με το πάτημα του μπουτόν του στοπ (περίπτωση χειρισμού) ή από την επαφή του θερμικού λόγω υπερέντασης ή αν πατήσουμε το τεστ του θερμικού για να δούμε αν πράγματι λειτουργεί η επαφή του θερμικού.

### **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

Τοποθετήστε τα παραπάνω εξαρτήματα στην εργαστηριακή πινακίδα και έχοντας δίπλα σας το σχέδιο πραγματοποιείτε τη συρμάτωση των εξαρτημάτων χρησιμοποιώντας καλώδιο διαμέτρου ενός τετραγωνικού χιλιοστού (MP με χρώμα μπλε και R με χρώμα μαύρο) σημειώνοντας στο σχέδιο τον αγωγό που τοποθετείται γιατί αυτό θα σας διευκολύνει κατόπιν στον έλεγχο του κυκλώματος και στη εύρεση του λάθους.

Στο τέλος της συρμάτωσης θα πρέπει να έχετε τελικώς δύο καλώδια για την τροφοδοσία του κυκλώματος (R – MP) τα οποία μαζί με τον υπεύθυνο καθηγητή αφού ελέγξει το κύκλωμα θα τα βιδώσετε σε κλέμα τροφοδότησης για να δώσετε τάση και να ελέγξετε τη λειτουργία του κυκλώματος αν είναι σωστή.

Όταν τελειώσετε με την άσκηση αποσυναρμολογήστε το κύκλωμα και παραδώστε τα υλικά στον υπεύθυνο.

## **ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

- Δύο (2) ηλεκτρονόμοι με τάση πηνίου 230V, τρεις κύριες επαφές ισχύος, μία βοηθητική επαφή ηρεμίας (ή κανονικά κλειστή ή NC NORMALY CLOSE) και μία βοηθητική επαφή εργασίας (ή κανονικά ανοικτή ή NO NORMALY OPEN)
- Ένα (1) θερμικό με περιοχή ρύθμισης όπως φαίνεται στο σχέδιο.
- Μία (1) μπουτονιέρα με ένα (1) μπουτόν στοπ και δύο (2) μπουτόν σταρτ. με μηχανική μανδάλωση (βοηθητική επαφή ηρεμίας NC)
- Τρεις (3) ενδεικτικές λυχνίες.

# Άσκηση 6<sup>η</sup>

## ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΔΥΟ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΜΕ ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΚΚΙΝΗΣΗ.

### ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός αυτής της άσκησης είναι η συνδεσμολογία από τους σπουδαστές του συγκεκριμένου κυκλώματος αυτοματισμού (εκκίνησης δύο ηλεκτροκινητήρων με χρονική καθυστέρηση του δεύτερου), ο έλεγχος δύο κινητήρων με κοινό κύκλωμα αυτοματισμού και η εξοικείωση με την χρησιμοποίηση χρονικού.

### ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα ελέγχουμε δύο κινητήρες. Και για να καταλάβουμε την λειτουργία του χρονικού θα κάνουμε χρονική καθυστέρηση στο ξεκίνημα της λειτουργίας του δεύτερου κινητήρα.

Η χρονική καθυστέρηση ξεκινήματος εφαρμόζεται στη βιομηχανία κυρίως στους μεγάλους κινητήρες για να μην έχουμε υπερφόρτωση του δικτύου λόγω των ρευμάτων εκκίνησης, αλλά και σ' άλλες εφαρμογές όπου απαιτείται εκκίνηση κινητήρων σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές είτε για λόγους σκοπιμότητας είτε για λόγους οικονομίας.

## **Χρονικά**

### **Γενικά**

Τα χρονικά είναι μηχανισμοί οι οποίοι εξασφαλίζουν σ' ένα κύκλωμα καθυστέρηση διακοπής αν και διακόπτεται η λειτουργία του πηνίου τους, ή καθυστέρηση έναρξης λειτουργίας αν και το πηνίο τους τροφοδοτείται με τάση.

Διαθέτουν συνήθως μία μεταγωγική επαφή (15-16-18) που χρησιμοποιείται για να καθυστερεί την λειτουργία ή την διακοπή και δύο ακροδέκτες στους οποίες εφαρμόζεται τάση για την λειτουργία του χρονικού.

### **Λειτουργία**

Έχουμε τα μηχανικά χρονικά των οποίων η λειτουργία στηρίζεται σε μηχανικούς μηχανισμούς και τα ηλεκτρονικά θερμικά των οποίων η λειτουργία στηρίζεται σε ηλεκτρονικά στοιχεία.

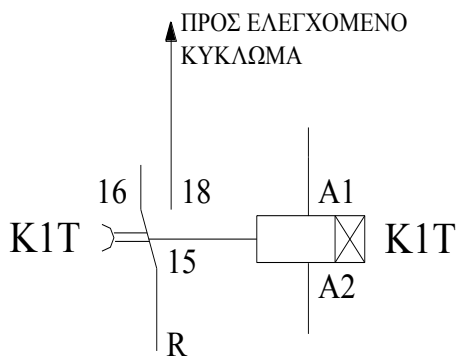
Τα χρονικά είναι βασικά δύο ειδών:

- ΜΕ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ (ON DELAY)
- ΜΕ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΚΟΠΗ (OFF DELAY)

### **ΜΕ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ (ON DELAY)**

Μόλις τροφοδοτηθεί το πηνίο τους, αρχίζουν και μετράνε ένα χρονικό διάστημα και μετά ενεργοποιούν την μεταγωγική επαφή τους η οποία με την σειρά της τροφοδοτεί το κύκλωμα.

Διαθέτουν ένα ρυθμιστικό κουμπί για να ρυθμίσουμε το χρόνο μετά από τον οποίο θα γίνει η ενεργοποίηση της επαφής και συνεπώς και η ενεργοποίηση του κυκλώματος στο οποίο είναι συνδεδεμένα.



Σχήμα 2.13.

Στο σχήμα 2.1. βλέπουμε τη συνδεσμολογία ενός χρονικού.

Μόλις τροφοδοτηθεί το πηνίο A1-A2, η επαφή που βρίσκεται στη θέση 15-16 εξακολουθεί να παραμένει στην ίδια θέση.

Όταν περάσει το χρονικό διάστημα που έχουμε διαλέξει με το ρυθμιστικό κουμπί και ενώ το πηνίο ΣΥΝΕΧΙΖΕΙ να βρίσκεται υπό τάση, η επαφή πηγαίνει στη θέση 15-18 και τροφοδοτεί το κύκλωμα που είναι συνδεδεμένη.

Αν πριν αλλάξει θέση η επαφή 15-16 διακοπεί η τροφοδοσία του χρονικού, τότε σε επόμενη διέγερση του πηνίου του χρονικού ο χρόνος μετρά από την αρχή.

### **ΜΕ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΚΟΠΗ (OFF DELAY)**

Στα χρονικά αυτά όταν ενεργοποιείται το πηνίο τους A1-A2, η επαφή αλλάζει αμέσως θέση (πηγαίνει στο 15-18).

Όταν διακοπεί η τροφοδοσία του πηνίου A1-A2 η επαφή παραμένει στη θέση της μέχρι να περάσει ο χρόνος που έχουμε ορίσει και κατόπιν αλλάζει θέση (πηγαίνει στο 15-16).

Δηλαδή καθυστερεί να διακόψει το κύκλωμα στο οποίο είναι συνδεδεμένη η επαφή 15-18.



## **Εφαρμογές**

Οι εφαρμογές των χρονικών είναι πολλές. Αναφέρουμε μερικές από τις πιο χαρακτηριστικές που δείχνουν και τη χρησιμότητα τους.

- Καθυστέρηση αλλαγής συνδεσμολογίας στους αυτόματους διακόπτες αστέρα – τριγώνου.
- Προσωρινή γεφύρωση (κατά τη διάρκεια της εκκινήσεως) των επιτηρητών ροής ή πιεζοστατών σε διατάξεις προστασίας ξερής λειτουργίας αντλιοστασίων.
- Επιτήρηση πίεσης λαδιού σε συμπιεστές και κινητήρες DIESEL.
- Εκκίνηση ή και στάση συμπιεστών χωρίς φορτίο.
- Καθυστέρηση εκκινήσεως ή και στάσης εφεδρικών ηλεκτροπαραγωγών ζευγών ασφαλείας.
- Καθυστέρηση μεταγωγής από το βοηθητικό δίκτυο στο κύριο δίκτυο τροφοδότησης.
- Μανδάλώσεις και καθυστέρηση σειράς λειτουργίας σε εγκαταστάσεις μεταφοράς (κυλιόμενες σκάλες, μεταφορικές ταινίες).

# Άσκηση 7<sup>η</sup>

## ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ

### ΑΣΤΕΡΑ – ΤΡΙΓΩΝΟΥ

#### ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός αυτής της άσκησης είναι η συνδεσμολογία από τους σπουδαστές του συγκεκριμένου κυκλώματος αυτοματισμού (αυτόματος διακόπτης αστέρα – τριγώνου) και η εξοικείωση με την συνδυασμένη χρήση τριών ηλεκτρονόμων , χρονικού και επαφών ηλεκτρικών μανδαλώσεων.

#### ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

##### *Γενικά*

Ο αυτόματος διακόπτης αστέρα-τριγώνου (Y/Δ) είναι η πιο διαδεδομένη εφαρμογή του αυτοματισμού. Τα υλικά που χρειάζονται για να γίνει ο αυτόματος Y/Δ είναι: τρεις (3) ηλεκτρονόμοι ανάλογης αντοχής με την ισχύ του κινητήρα, ένα (1) θερμικό για την προστασία του κινητήρα και ένας (1) χρονικός μηχανισμός, που ρυθμίζει το χρονικό διάστημα μεταγωγής από Y σε Δ. Ο τρόπος που συνδέονται τα υλικά αυτά και μας δίνουν τον αυτόματο διακόπτη Y/Δ φαίνεται στα σχήματα 2.15. (κύκλωμα ισχύος) και 2.16 (κύκλωμα αυτοματισμού).

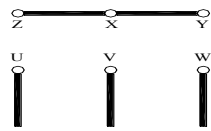
##### *Κύκλωμα Ισχύος*

Για να καταλάβουμε τη συνδεσμολογία του σχ. 2.15. (κύκλωμα ισχύος) ας δούμε τι θέλουμε να κάνει ο αυτόματος Y/Δ.

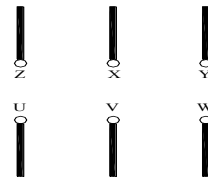
Έστω ότι έχουμε τους ακροδέκτες ενός κινητήρα. Η συνδεσμολογία που πρέπει να πετύχουμε με τον αυτόματο Y/Δ είναι, για τον αστέρα η του σχ. 2.14.α και για το τρίγωνο η του σχ. 2.14.β

παρατηρούμε

ότι:



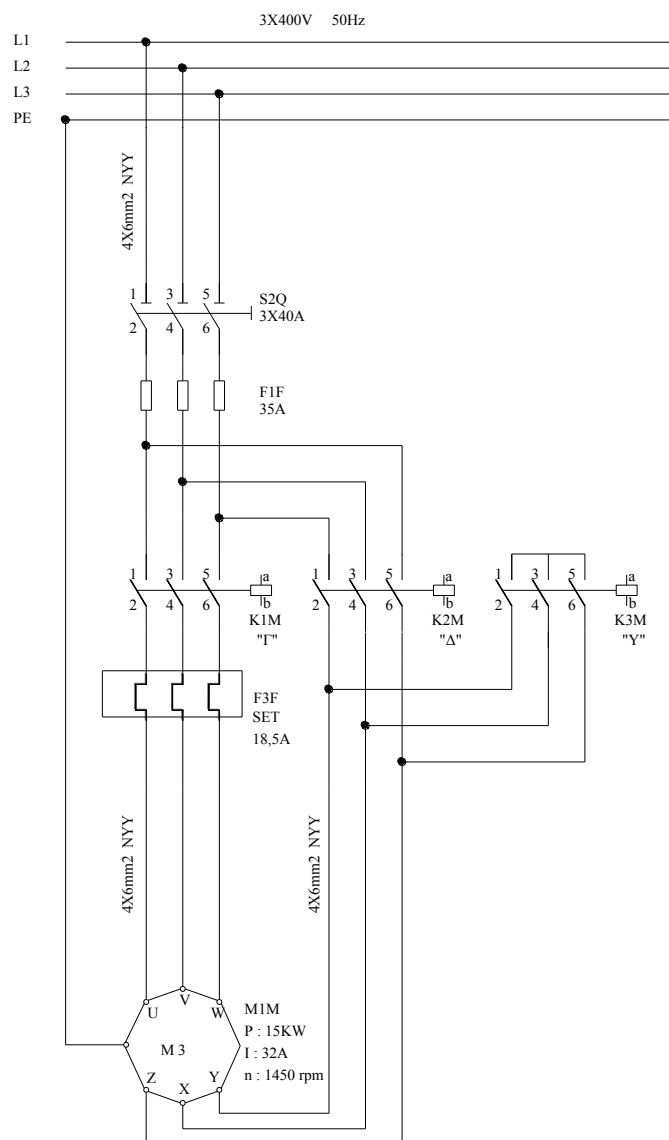
ΣΧΗΜΑ 6.2.1.α



ΣΧΗΜΑ 6.2.1.β

Στα 3 άκρα του κινητήρα (U,V,W) δεν υπάρχει διαφορά συνδεσμολογίας από Y σε Δ.

Τα άκρα Z, X, Y στον αστέρα πρέπει να βραχυκυκλωθούν, ενώ στο τρίγωνο να τροφοδοτηθούν από τις 3 φάσεις.



Σχήμα 2.15.

## ΚΥΚΛΩΜΑ ΙΣΧΥΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ

$\Gamma$  = Γενικός ηλεκτρονόμος δικτύου

$\Delta$  = Ηλεκτρονόμοι τριγώνου

$Y$  = Ηλεκτρονόμοι αστέρα

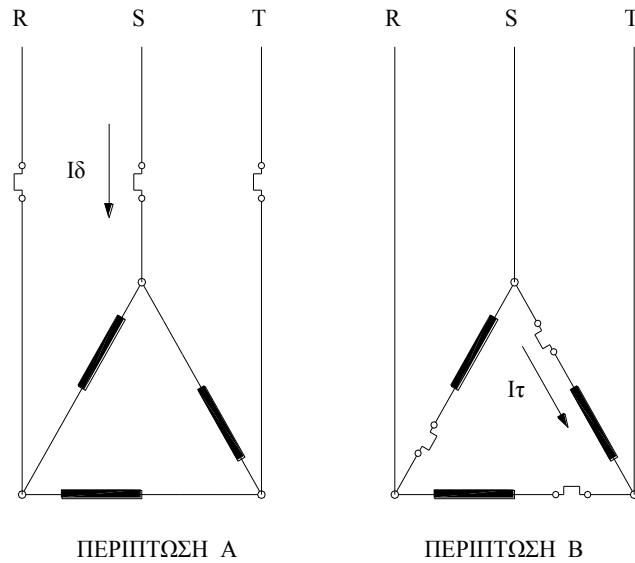
Ήδη μπορούμε να διακρίνουμε τη δουλειά που θα κάνουν οι τρεις (3) ηλεκτρονόμοι :

- Ο πρώτος θα τροφοδοτεί τα άκρα U, V, W και θα ενεργοποιείται και στον αστέρα και στο τρίγωνο.
- Ο δεύτερος θα βραχυκυκλώνει τα άκρα Z, X, Y και θα ενεργοποιείται μόνο στη συνδεσμολογία αστέρα.
- Ο τρίτος θα τροφοδοτεί τα άκρα Z, X, Y και θα ενεργοποιείται στη συνδεσμολογία τρίγωνο.

Αν λοιπόν ενεργοποιηθούν ταυτόχρονα ο ηλεκτρονόμος  $\Gamma$  και ο ηλεκτρονόμος  $Y$  τότε έχουμε συνδεσμολογία αστέρα. Αν ενεργοποιηθούν ταυτόχρονα ο ηλεκτρονόμος  $\Gamma$  και ο ηλεκτρονόμος  $\Delta$ , τότε έχουμε συνδεσμολογία τριγώνου.

### **Τοποθέτηση Θερμικού**

Στο σχ. 2.15., τοποθετήθηκε το θερμικό μετά το ρελαί του δικτύου  $\Gamma$  δηλαδή, σε σειρά με τα τυλίγματα του κινητήρα (σχέδιο 2.14.1. περίπτωση Β).



Σχήμα 2.14.1.

Θα μπορούσαμε να είχαμε τοποθετήσει το θερμικό πριν από το διακόπτη Υ/Δ, δηλαδή, σε σειρά με τη γραμμή τροφοδοσίας (σχ. 2.14.1. περίπτωση Α).

- Στην περίπτωση αυτή (Α) το θερμικό διαρρέεται από το ρεύμα του δικτύου ( $I_{\delta}$ ).
- Στην περίπτωση (Β) το θερμικό διαρρέεται από το ρεύμα που περνάει από τα τυλίγματα ( $I_{\tau}$ ).
- 

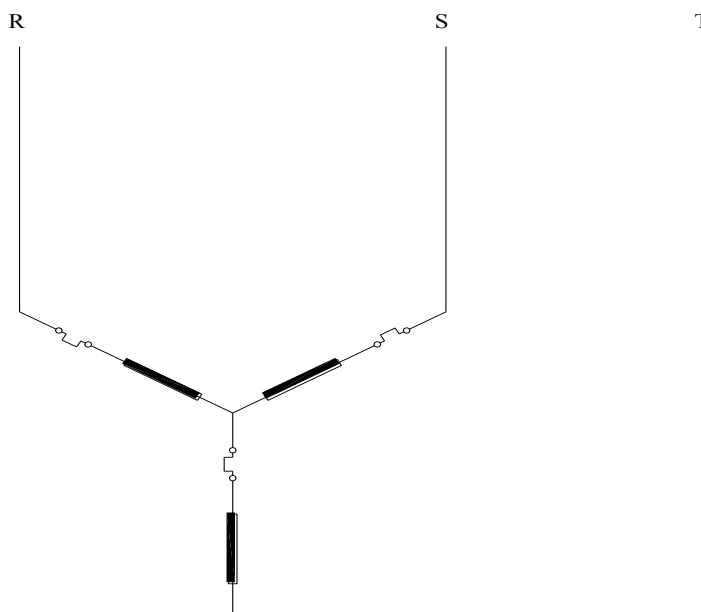
Είναι φανερό ότι στη περίπτωση Β η προστασία του κινητήρα είναι καλύτερη, γιατί το θερμικό ελέγχει ακριβώς το ρεύμα που περνάει από τα τυλίγματα. Και το ρεύμα αυτό είναι που θα υπερθερμάνει ή θα κάψει τα τυλίγματα σε πιθανή βλάβη.

Εκτός αυτού το ρεύμα τυλίγματος  $I_{\tau}$  είναι μικρότερο από το ρεύμα δικτύου, (σχ. 2.14.1.) διακλαδίζεται σε δύο τυλίγματα. Από υπολογισμούς βγαίνει ότι:

$$I_{\tau} = \frac{\sqrt{3}}{3} I_{\delta} \quad \text{ή} \quad I_{\tau} = 0,58 I_{\delta}$$

Εάν π.χ. ο κινητήρας απορροφά από το δίκτυο 25 A, από το τύλιγμα και κατά συνέπεια κι από το θερμικό περνάνε  $0,58 \times 25 = 14,5$  A. Με την τοποθέτηση λοιπόν του θερμικού στη περίπτωση Β πετύχαμε και οικονομία (αντί του θερμικού 25 A χρησιμοποιούμε 14,5 A).

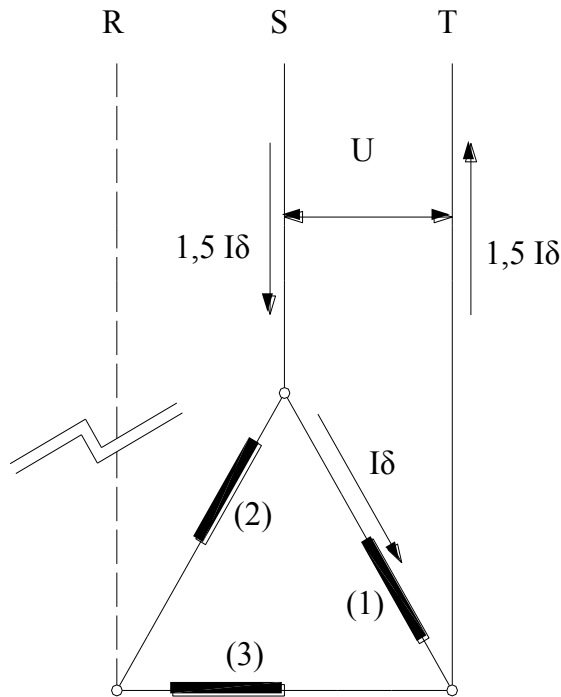
Ας εξετάσουμε τη περίπτωση Β από την πλευρά της σωστής προστασίας πιο αναλυτικά. Όταν ο κινητήρας είναι συνδεδεμένος σε αστέρα η περίπτωση Α και η περίπτωση Β ταυτίζονται (σχ. 2.14.2.).



Σχήμα 2.14.2.

Όταν όμως συμβεί κάποια ανωμαλία το θερμικό στην περίπτωση Β θα αντιδράσει πολύ γρηγορότερα (περίπου στο 1/3 του χρόνου), όχι λόγω θέσης, αλλά λόγω ρύθμισης (δεν ξεχνάμε ότι το θερμικό Β είναι ρυθμισμένο στο 0,58 του ρεύματος δικτύου Ιδ).

Όταν ο κινητήρας είναι συνδεδεμένος κατά τρίγωνο και διακοπεί η μία φάση, αυξάνεται το ρεύμα στις άλλες δύο κατά 50% (δηλαδή γίνεται 1,5 Ιδ) (σχ. 2.14.4.). Τότε τα τυλίγματα (2) και (3) είναι συνδεδεμένα στη σειρά ενώ το τύλιγμα (1) βρίσκεται σε πλήρη τάση.



Σχήμα 2.14.4.

Επειδή τώρα τα τυλίγματα (2) και (3) έχουν συνολικά διπλάσια αντίσταση από το (1) διαρρέονται από το μισό ρεύμα σε σύγκριση προς το τυλίγμα (1). Δηλαδή το ρεύμα του δικτύου  $1,5I\delta$  στα τυλίγματα (2) και (3) και  $I\delta$  στο τυλίγμα (1).

Αν λοιπόν το θερμικό βρίσκεται στη περίπτωση Α θα καταλάβει μια διαφορά από  $I\delta$  σε  $1,5I\delta$ , δηλαδή θα καταλάβει αύξηση του ρεύματος κατά 50%. Αλλά το τυλίγμα (1) ενώ πριν διαρρέοταν από ρεύμα  $0,58I\delta$  τώρα διαρρέεται από ρεύμα  $I\delta$ . Η αύξηση επομένως του ρεύματος που καταπονεί το τυλίγμα είναι από  $0,58I\delta$  σε  $I\delta$  δηλαδή 73%. Άρα το θερμικό στη περίπτωση Α δεν ελέγχει σωστά την καταπόνηση των τυλιγμάτων (βλέπει αύξηση 50% αντί 73%) ενώ το θερμικό στην περίπτωση Β ελέγχει σωστά (βλέπει αύξηση 73%).

Γίνεται λοιπόν φανερός ο λόγος που τοποθετήσαμε το θερμικό στη περίπτωση Β :

- Παρέχει καλύτερη προστασία
- Έχουμε σημαντική οικονομία (μικρότερο θερμικό).

### ***Κύκλωμα Αυτοματισμού***

Το κύκλωμα αυτοματισμού του διακόπτη Υ/Δ εκτελεί ορισμένες λειτουργίες, προκειμένου να πετύχει τις κατάλληλες συνδεσμολογίες του κινητήρα στους κατάλληλους χρόνους.

Οι λειτουργίες αυτές είναι:

- Με το ξεκίνημα της λειτουργίας (πάτημα του μπουτόν start [S1Q]) θα πρέπει να ενεργοποιούνται οι ηλεκτρονόμοι K1M (Γ) και K3M (Υ) (δικτύου και αστέρος).
- Μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα να απενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K3M (Υ) και να ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K2M (Δ).
- Ο ηλεκτρονόμος K1M (Γ) θα παραμένει ενεργοποιημένος.
- Πατώντας το μπουτόν stop (S0Q) να διακόπτεται η παροχή ρεύματος στον κινητήρα.
- Όταν το θερμικό υπερθερμαίνεται και ανοίγει την επαφή του να διακόπτεται η παροχή ρεύματος στον κινητήρα.
- Να αποκλείεται ηλεκτρικά (μανδάλωση) η ενεργοποίηση των ηλεκτρονόμων K3M (Υ) και K2M (Δ) ταυτόχρονα.

### **Λειτουργία**

Ας δούμε το κύκλωμα αυτοματισμού του σχ. 2.16 που είναι κατασκευασμένο για να εκτελεί τις παραπάνω πέντε λειτουργίες.

Πατώντας το μπουτόν start (S1Q), ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K3M (Υ) και το χρονικό K4T. Ταυτόχρονα κλείνει η επαφή 13-14 (K3M) και ανοίγει η επαφή 21-22 (K3M) (λόγω ενεργοποίησης του ηλεκτρονόμου K3M), με αποτέλεσμα να ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K1M (Γ) και κλείνοντας την επαφή 13-14 K1M, να αυτοσυγκρατείται.

Όλες οι παραπάνω λειτουργίες γίνονται σε χρόνο πολύ λίγο (δέκατα του δευτερολέπτου). Στο χρονικό διάστημα δηλαδή που το μπουτόν start (S1Q) εξακολουθεί να είναι πατημένο από το

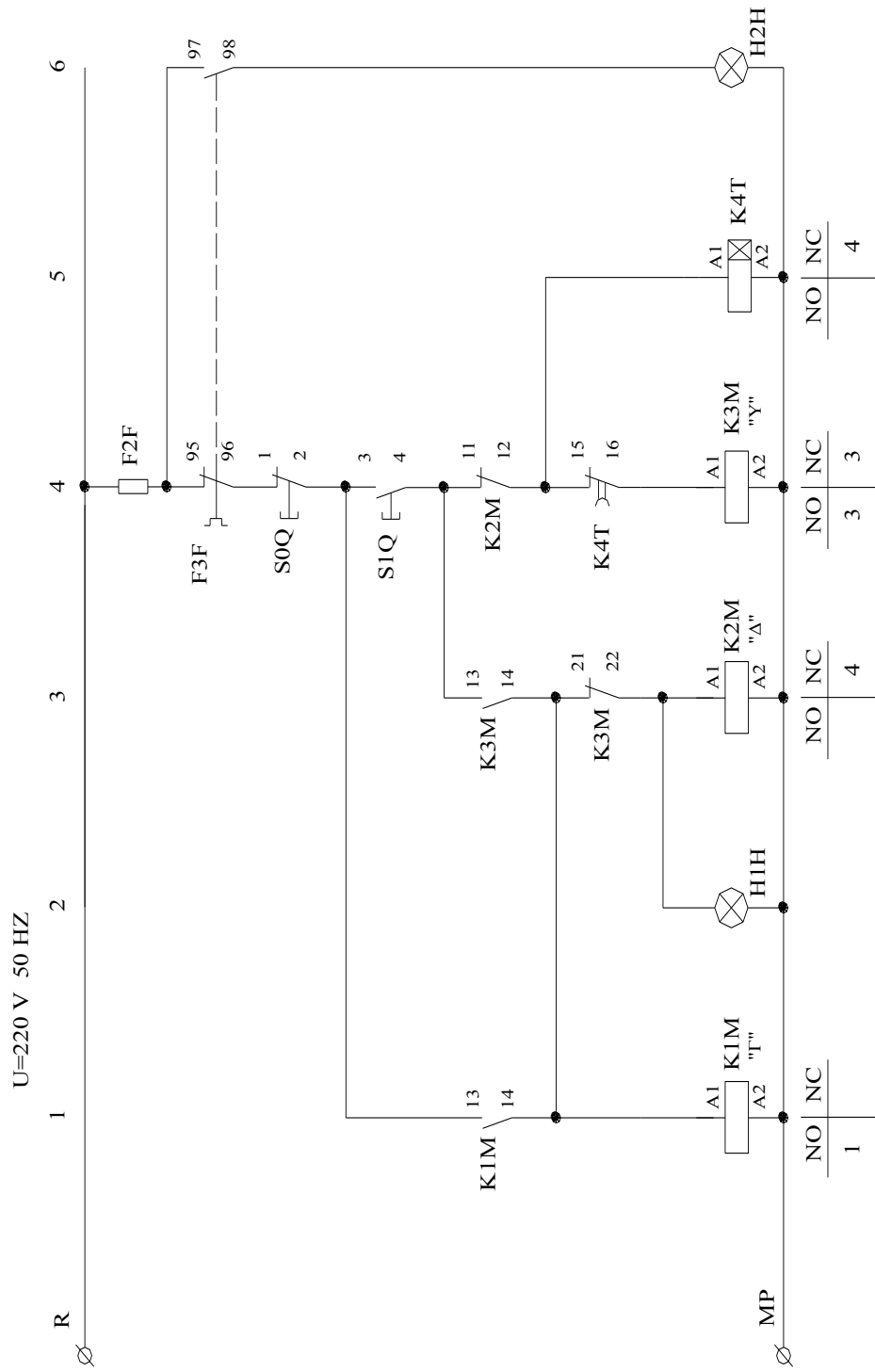


χειριστή. Μετά την ενεργοποίηση του ηλεκτρονόμου K1M (Γ), και θα αφεθεί το start (S1Q), το κύκλωμα εξακολουθεί να εργάζεται, έχοντας συνδέσει τον κινητήρα κατά αστέρα.

Μόλις περάσει ο προκαθορισμένος χρόνος το χρονικό ανοίγει την επαφή 15-16 K4T. Αυτό έχει σαν συνέπεια:

- Να διακοπεί η λειτουργία του πηνίου του ηλεκτρονόμου K3M (Υ).
- Να επανέλθουν σε ηρεμία οι επαφές 13-14 K3M, 21-22 K3M (Σε ηρεμία είναι και στο σχέδιο)
- Να ενεργοποιηθεί μέσω επαφής 13-14 K1M και επαφής 21-22 K3M το πηνίο του ηλεκτρονόμου K2M (Δ)
- Να ανοίξει η επαφή 11-12 K2M, να σταματήσει να τροφοδοτείται το πηνίο του χρονικού και να μανδαλωθεί ηλεκτρικά το πηνίο του ηλεκτρονόμου K3M (Υ).

Ήδη με τις πιο πάνω ενέργειες έχουν ενεργοποιηθεί οι ηλεκτρονόμοι K1M (Γ) (δικτύου) και K2M (Υ) (τριγώνου). Έχουμε δηλαδή συνδέσει τον κινητήρα κατά τρίγωνο.



Σχήμα 2.16

### **Διακοπή**

Για να διακόψουμε τη λειτουργία του αυτομάτου Υ/Δ πατάμε το μπουτόν stop (SOQ). Λόγω θέσεως (σχ. 2.16) το stop απομονώνει όλο το κύκλωμα αυτοματισμού και έτσι επανέρχονται όλα τα πηνία σε ηρεμία, έτοιμα για εκκίνηση, εφ' όσον ζητηθεί αυτό μέσω του start.

### **Προστασία**

Η επαφή του θερμικού 95-96 F3F βρίσκεται σε σειρά με το stop, έτσι ώστε μόλις δώσουν εντολή τα διμεταλλικά του θερμικού να απομονώσει όλο το κύκλωμα.

### **Μανδάλωση**

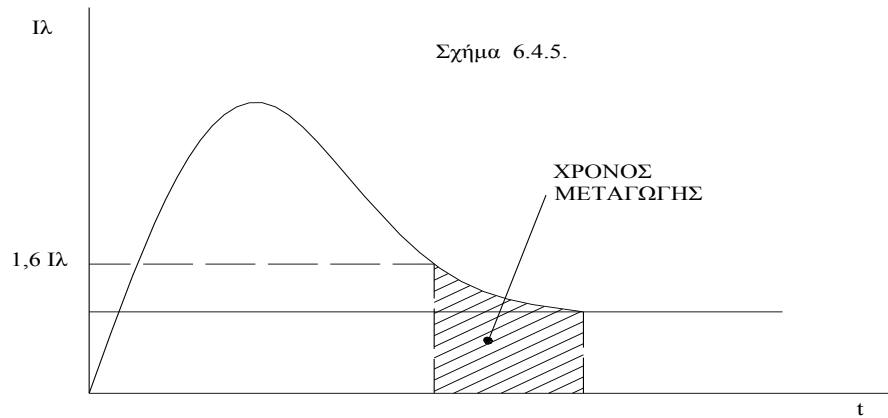
Οι επαφές 21-22 K3M και 11-12 K2M (επαφές ηρεμίας) δημιουργούν ηλεκτρική μανδάλωση μεταξύ των πηνίων K2M (Δ) και K3M (Υ) έτσι ώστε να είναι αδύνατη η ταυτόχρονη λειτουργία τους. Για μεγαλύτερη ασφάλεια είναι δυνατόν να χρησιμοποιήσουμε και μηχανική μανδάλωση.

### **Χρόνος Μεταγωγής**

Είναι απαραίτητο να προσεχθεί ιδιαίτερα η ρύθμιση του χρονικού μηχανισμού. Εάν η μεταγωγή από αστέρα σε τρίγωνο γίνει πριν ολοκληρωθεί η εκκίνηση του κινητήρα, είναι σίγουρο ότι θα καίει τις ασφάλειες και μετά από μερικές εκκινήσεις θα καίει το ρελαί του τριγώνου. Εάν η μεταγωγή γίνει καθυστερημένα έχουμε μείωση ισχύος και ροπής στρέψης του κινητήρα.

Το χρόνο μεταγωγής μπορούμε να τον υπολογίσουμε ή εμπειρικά (από το θόρυβο του μοτέρ) ή μετρώντας την ένταση που απορροφά ο κινητήρας.

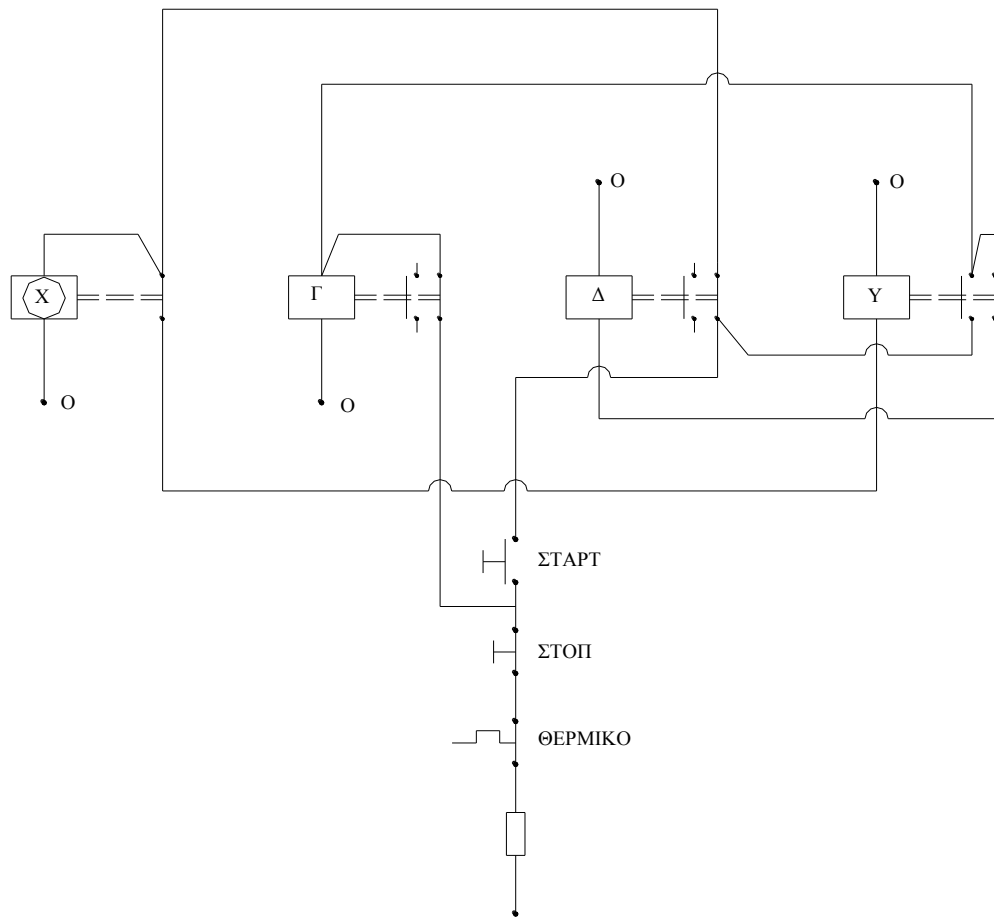
Η γνωστή σε μας ένταση είναι η ονομαστική του κινητήρα που αναγράφεται στην πινακίδα του. Μετράμε λοιπόν τον χρόνο που θα χρειαστεί για να πέσει το ρεύμα (σχ. 2.14.5.) από το I εκκίνησης στο 1,6Ιλ έως Ιλ. Στο διάστημα χρόνου, όπου το ρεύμα βρίσκεται μεταξύ 1-1,6 του I λειτουργίας γίνεται και η μεταγωγή. Έτσι σ' αυτό το χρόνο ρυθμίζουμε το χρονικό.



### Διάγραμμα Καλωδιώσεων (πρακτικό)

Το κύκλωμα αυτό (σχήμα 2.14.6) είναι ίδιο με το λειτουργικό, μα τη διαφορά ότι τα υλικά έχουν μπει στην πραγματική τους θέση.

Έτσι βλέπουμε τη "φωτογραφία" του διακόπτη στη πραγματική του μορφή.



Σχήμα 2.14.6

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Τοποθετήστε τα παρακάτω εξαρτήματα στην εργαστηριακή πινακίδα και έχοντας δίπλα σας το σχέδιο πραγματοποιείτε τη συρμάτωση των εξαρτημάτων χρησιμοποιώντας καλώδιο διαμέτρου ενός τετραγωνικού χιλιοστού (MP με χρώμα μπλε και R με χρώμα μαύρο) σημειώνοντας στο σχέδιο τον αγωγό που τοποθετείται γιατί αυτό θα σας διευκολύνει κατόπιν στον έλεγχο του κυκλώματος και στη εύρεση του λάθους.

Στο τέλος της συρμάτωσης θα πρέπει να έχετε τελικώς δύο καλώδια για την τροφοδοσία του κυκλώματος (R – MP) τα οποία μαζί με τον υπεύθυνο καθηγητή αφού ελέγξει το κύκλωμα θα τα βιδώσετε σε κλέμα τροφοδότησης για να δώσετε τάση και να ελέγξετε τη λειτουργία του κυκλώματος αν είναι σωστή.

Όταν τελειώσετε με την άσκηση αποσυναρμολογήστε το κύκλωμα και παραδώστε τα υλικά στον υπεύθυνο.

### **ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

- Ένας (1) ηλεκτρονόμος με τάση πηνίου 230V, τρεις κύριες επαφές ισχύος και μία βοηθητική επαφή εργασίας (ή κανονικά ανοικτή ή NO NORMALY OPEN).
- Ένας (1) ηλεκτρονόμος με τάση πηνίου 230V, τρεις κύριες επαφές ισχύος και μία βοηθητική επαφή ηρεμίας (ή κανονικά κλειστή ή NC NORMALY CLOSE).
- Ένας (1) ηλεκτρονόμος με τάση πηνίου 230V, τρεις κύριες επαφές ισχύος, μία βοηθητική επαφή εργασίας (ή κανονικά ανοικτή ή NO NORMALY OPEN) και μία βοηθητική επαφή ηρεμίας (ή κανονικά κλειστή ή NC NORMALY CLOSE)
- Ένα (1) θερμικό με περιοχή ρύθμισης όπως φαίνεται στο σχέδιο.
- Μία (1) μπουτονιέρα με ένα (1) μπουτόν στοπ και ένα (1) μπουτόν σταρτ.
- Μία (1) ενδεικτική λυχνία.
- Ένα (1) χρονικό με τάση πηνίου 2320V και καθυστέρηση κατά την λειτουργία.

**ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΒΑΣΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ**

ΙΣΧΥΣ HP	ΙΣΧΥΣ KW	In A	ΡΕΛΕ ΓΡΑΜ KW	ΡΕΛΕ ΤΡΙΓ KW	ΡΕΛΕ ΑΣΤ KW	ΡΥΘΜ ΘΕΡΜ A	ΙΣΧΥΣ ΔΙΑΚ A	ΑΣΦΑΛ ΒΡΑΔ A	ΚΑΛΩΔ ΓΡΑΜΜ mm2	ΚΑΛΩΔ ΚΙΝΗΤ mm2
5,5	4	8,5	5,5	5,5	4	5	16	16	2,5	2,5
7,5	5,5	11,5	5,5	5,5	4	6,6	25	20	2,5	2,5
10	7,5	15,5	5,5	5,5	5,5	8,9	25	25	4	2,5
12,5	9,2	16,5	7,5	7,5	5,5	9,5	25	25	4	2,5
15	11	22	7,5	7,5	5,5	12,7	40	35	6	2,5
20	15	30	11	11	7,5	17,3	40	35	10	4
25	18,5	37	11	11	7,5	21,4	63	50	16	6
30	22	44	15	15	11	25,4	63	63	16	6
40	30	60	18,5	18,5	11	34,6	80	80	25	10
50	37	72	22	22	15	41,6	100	80	25	16
60	45	85	30	30	18,5	49	125	100	35	16
75	55	105	37	37	22	60,6	160	125	50	25
90	66	117	45	45	22	67,5	160	160	70	25
110	81	143	55	55	30	82,6	200	160	70	35
125	90	168	65	65	37	97	250	200	95	35

# Άσκηση 8<sup>η</sup>

## ***ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ***

### ***ΜΕ 3 ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ***

#### **ΣΚΟΠΟΣ**

Σκοπός αυτής της άσκησης είναι η συνδεσμολογία από τους σπουδαστές της συγκεκριμένης εφαρμογής (όπως διατυπώνεται στο θεωρητικό μέρος) και η εξοικείωση με την συνδυασμένη χρήση τριών ηλεκτρονόμων και επαφών ηλεκτρικών μανδαλώσεων για τον έλεγχο τριών κινητήρων, με το ίδιο κύκλωμα αυτοματισμού και κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.

#### **ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

##### ***Γενικά***

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα ελέγξουμε τρεις κινητήρες από ένα ηλεκτρονόμο κατ' αντιστοιχία, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.

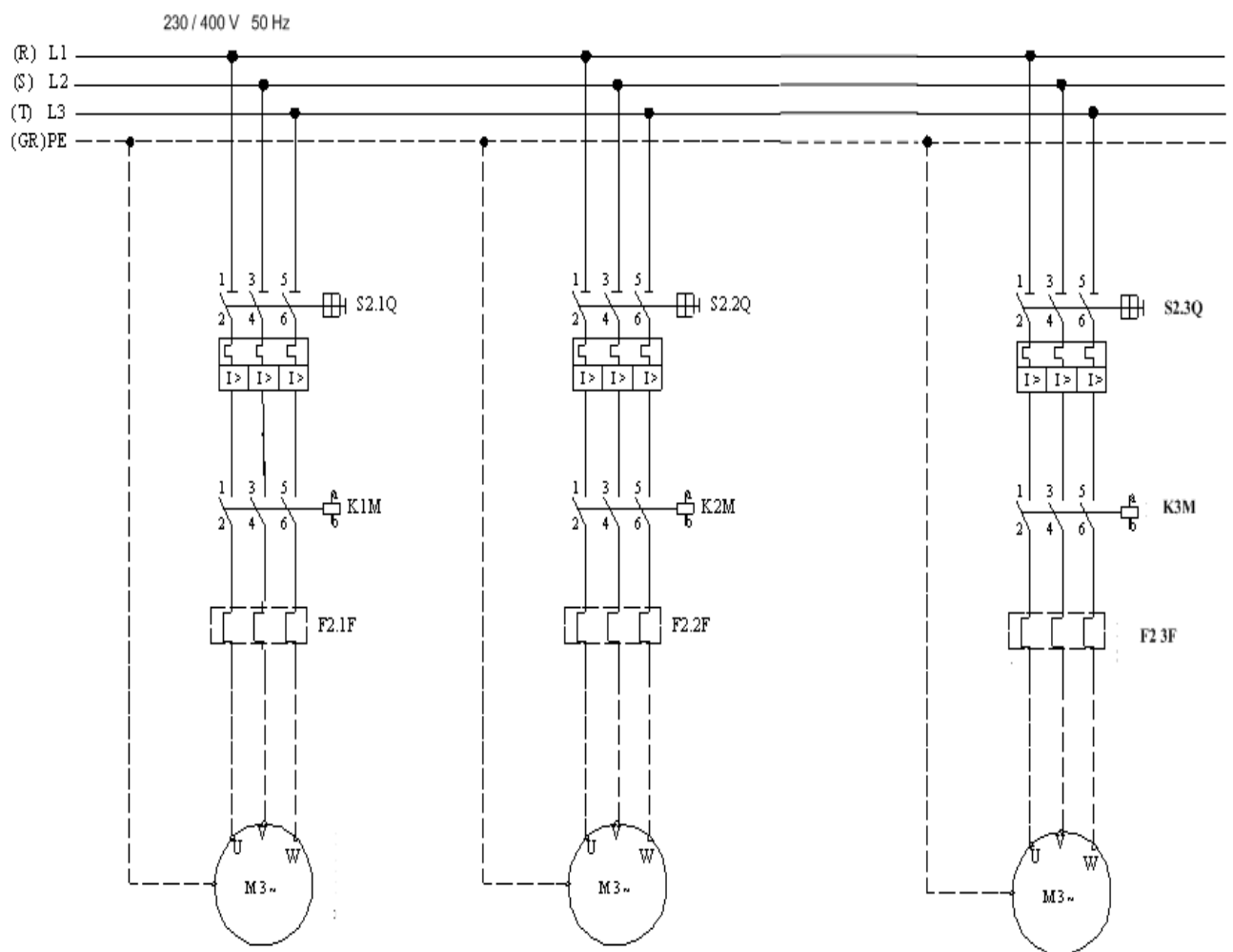
Στην συγκεκριμένη εφαρμογή ζητείται να σχεδιαστεί και να συνδεσμολογηθεί το βοηθητικό κύκλωμα που ελέγχει τρεις κινητήρες M1, M2, M3 οι οποίοι θα πρέπει να λειτουργούν με τις παρακάτω συνθήκες :

- α) στο άνοιγμα οποιουδήποτε θερμικού να μη λειτουργούν και οι τρεις
- β) να μην ξεκινάει ο M3 εάν δεν λειτουργούν ο M1 και ο M2
- γ) όταν βρίσκονται σε λειτουργία και οι τρεις και σταματήσουν ο M1 και ο M2, να σταματάει  
και ο M3



## Κύκλωμα Ισχύος

Το κύκλωμα ισχύος με μία πρώτη ματιά μοιάζει με το κύκλωμα ισχύος του απλού αυτόματου διακόπτη, με την διαφορά ότι εδώ έχουμε τρεις κινητήρες M1M, M2M και M3M, οι οποίοι ελέγχονται αντίστοιχα από τους ηλεκτρονόμους K1M, K2M ΚΑΙ K3M. Από την διατύπωση της εφαρμογής είναι φανερό ότι κανείς από τους τρεις κινητήρες δεν λειτουργεί σε αναστροφή ή σε συνδεσμολογία αστέρα – τριγώνου. Ο κάθε κινητήρας έχει ανεξάρτητο αυτόματο διακόπτη, ηλεκτρονόμο, θερμικό καθώς και αγωγούς τροφοδοσίας ανάλογα με την ισχύ του και το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας του.



Σχήμα 2.17

## ***Κύκλωμα Αυτοματισμού***

Για να σχεδιάσουμε ένα κύκλωμα αυτοματισμού πρέπει πρώτα να ξεκαθαρίσουμε πως θέλουμε να δουλεύει και τι προϋποθέσεις ασφάλειας πρέπει να τηρήσουμε.

Έτσι κάνουμε τα παρακάτω βήματα που μας βοηθούν και να αναλύσουμε την λειτουργία του κυκλώματος στην σκέψη μας αλλά και να έχουμε μία πρώτη εικόνα για το τι εξαρτήματα θα χρησιμοποιήσουμε.

### **Πως θέλουμε να ξεκινούν οι κινητήρες ;**

1. Για τον πρώτο κινητήρα M1M δεν υπάρχει κάποια ιδιαίτερη συνθήκη για το ξεκίνημα, άρα θέλουμε να πατάμε ένα μπουτόν (χρειαζόμαστε ένα μπουτόν σταρτ) για να ξεκινά ο πρώτος κινητήρας. Χρειαζόμαστε ένα ηλεκτρονόμο K1M με βοηθητική επαφή (για αυτοσυγκράτηση αφού ξεκινήσει με το μπουτόν σταρτ) καθώς και μία επαφή θερμικού (για την προστασία του από υπερένταση).
2. Για τον δεύτερο κινητήρα M2M δεν υπάρχει κάποια ιδιαίτερη συνθήκη για το ξεκίνημα, άρα θέλουμε να πατάμε ένα μπουτόν (χρειαζόμαστε ένα μπουτόν σταρτ) για να ξεκινά ο δεύτερος κινητήρας. Χρειαζόμαστε ένα ηλεκτρονόμο K2M με βοηθητική επαφή (για αυτοσυγκράτηση αφού ξεκινήσει με το μπουτόν σταρτ) καθώς και μία επαφή θερμικού (για την προστασία του από υπερένταση).
3. Για τον τρίτο κινητήρα M3M υπάρχουν κάποιες ιδιαίτερες συνθήκες για το ξεκίνημα. Αρχικά θέλουμε να πατάμε ένα μπουτόν (χρειαζόμαστε ένα μπουτόν σταρτ) για να ξεκινά ο τρίτος κινητήρας. Χρειαζόμαστε ένα ηλεκτρονόμο K3M με βοηθητική επαφή (για αυτοσυγκράτηση αφού ξεκινήσει με το μπουτόν σταρτ) καθώς και μία επαφή θερμικού (για την προστασία του από υπερένταση). Επειδή όμως ο τρίτος κινητήρας ενεργοποιείται μόνο εάν είναι ενεργοποιημένοι οι δύο πρώτοι, θα χρειαστούν δύο βοηθητικές επαφές (μια από κάθε προηγούμενο κινητήρα) που θα τοποθετηθούν στο κλάδο του σταρτ του τρίτου κινητήρα.
4. Αν θέλουμε να έχουμε φωτεινές ενδείξεις λειτουργίας των κινητήρων πρέπει να χρησιμοποιήσουμε και τρεις ενδεικτικές λυχνίες. Υπάρχουν δύο τρόποι ή να τις

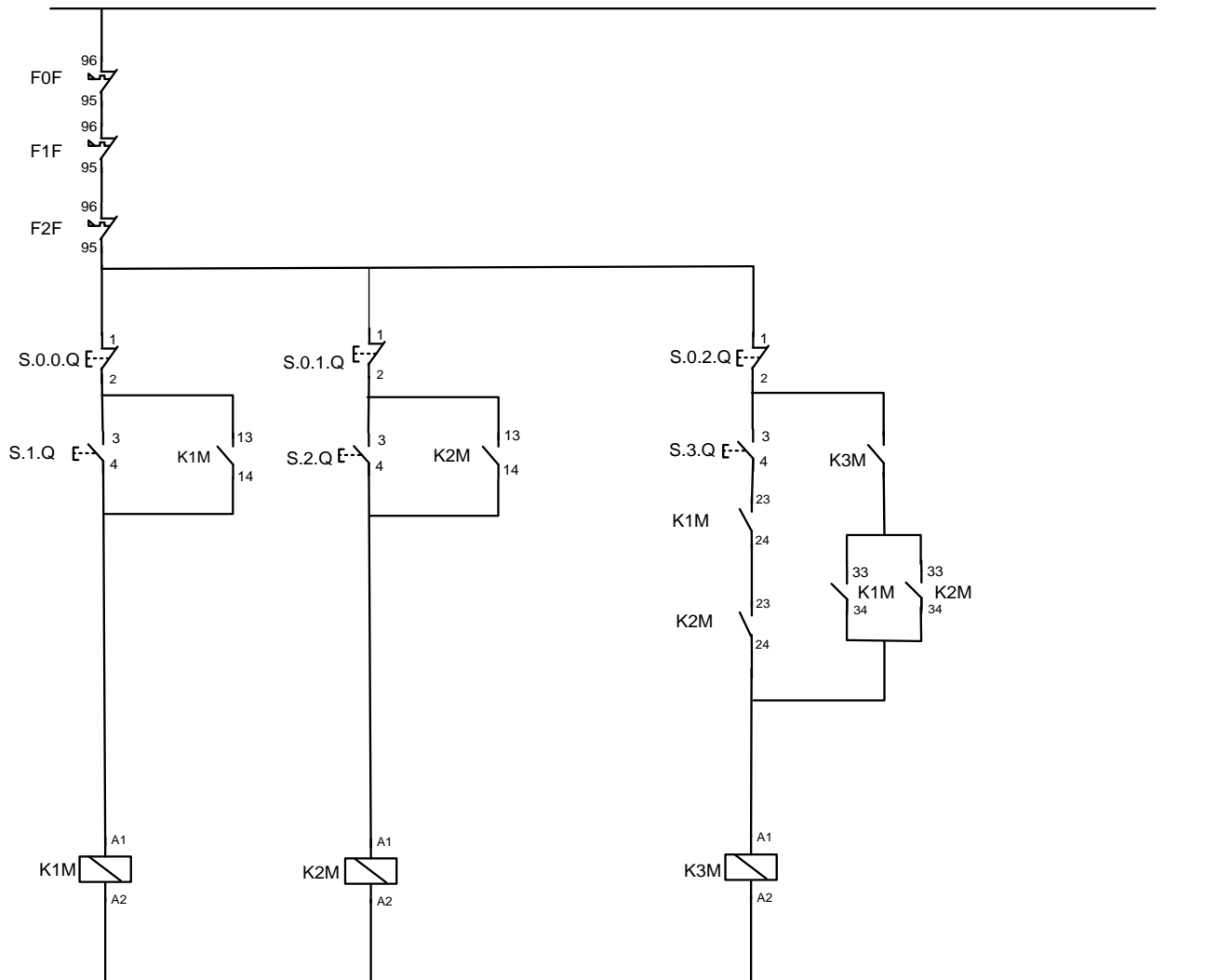
συνδέσουμε παράλληλα με τα πηνία των ηλεκτρονόμων ή να τις τροφοδοτήσουμε με βοηθητικές επαφές από τους αντίστοιχους ηλεκτρονόμους.

Αφού απαντήσαμε στο ερώτημα πως πρέπει να ξεκινούν οι τρεις κινητήρες τώρα πρέπει να ασχοληθούμε με το ερώτημα **πως πρέπει να σταματούν**:

1. Για να σταματήσει ο πρώτος κινητήρας θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα στοπ (άρα χρειαζόμαστε ένα μπουτόν στοπ) το οποίο θα συνδέσουμε σε σειρά με το ελεγχόμενο πηνίο του ηλεκτρονόμου.
2. Για να σταματήσει ο δεύτερος κινητήρας θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα στοπ (άρα χρειαζόμαστε ένα μπουτόν στοπ) το οποίο θα συνδέσουμε σε σειρά με το ελεγχόμενο πηνίο του ηλεκτρονόμου.
3. Για να σταματήσει ο τρίτος κινητήρας θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα στοπ (άρα χρειαζόμαστε ένα μπουτόν στοπ) το οποίο θα συνδέσουμε σε σειρά με το ελεγχόμενο πηνίο του ηλεκτρονόμου. Εκτός όμως από χειροκίνητο σταμάτημα η εφαρμογή υπαγορεύει και αυτόματο σταμάτημα του τρίτου κινητήρα εάν σταματήσουν οι δύο προηγούμενοι. Πέρα από το μπουτόν στοπ θα χρειαστούμε δύο βοηθητικές επαφές από τους δύο προηγούμενους ηλεκτρονόμους αντίστοιχα. Οι επαφές αυτές θα τοποθετούν στον κλάδο της αυτοσυγκράτησης, μιας και μέσω αυτής λειτουργεί ο τρίτος ηλεκτρονόμος, από τη στιγμή που θα ενεργοποιηθεί μέσω του μπουτόν σταρτ.
4. Επειδή όμως έχουμε για φορτίο κινητήρες που μπορεί να δημιουργήσουν υπερένταση πρέπει να σταματάμε το κύκλωμα και με τις επαφές των θερμικών. Έτσι σε σειρά με τα πηνία των ηλεκτρονόμων και των επαφών των στοπ και στην αρχή του κυκλώματος του αυτοματισμού τοποθετούμε στο σχέδιο μας σε σειρά τις τρεις επαφές των θερμικών 95-96. Με αυτό τον τρόπο στο άνοιγμα οποιουδήποτε θερμικού θα σταματήσουν να λειτουργούν και οι τρεις
5. Αν θελήσουμε να έχουμε φωτεινές ενδείξεις για την περίπτωση που κάποιο θερμικό διακόψει το κύκλωμα λόγω υπερέντασης τότε θα χρησιμοποιήσουμε τρεις ακόμα ενδεικτικές λυχνίες χρησιμοποιώντας τις επαφές των θερμικών 97-98 για να τις ενεργοποιήσουμε.

Τώρα πρέπει να σχεδιάσουμε το κύκλωμα αυτοματισμού (ή κύκλωμα βοηθητικών) και

κατόπιν με την βοήθεια του σχεδίου να το υλοποιήσουμε σαν εργαστηριακή άσκηση ή σαν εφαρμογή.



Σχήμα 2.18.

### Λειτουργία

Ας δούμε το κύκλωμα αυτοματισμού του σχ. 2.18 που είναι κατασκευασμένο για να εκτελεί τις παρακάτω λειτουργίες.

### Ξεκίνηση

- Πατώντας το μπουτόν start (S1Q), ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K1M, ταυτόχρονα κλείνει η επαφή 13-14 (K1M) καθώς και οι επαφές 23-24 και 33-34 (K1M) (λόγω ενεργοποίησης του ηλεκτρονόμου K1M), με αποτέλεσμα να ενεργοποιείται ο

ηλεκτρονόμος K1M και κλείνοντας την επαφή 13-14 K1M, να αυτοσυγκρατείται. Ο ηλεκτρονόμος K3M παραμένει ανενεργός ακόμα κι αν πατήσουμε το μπουτόν σταρτ (S3Q), λόγω της ανοιχτής επαφής 23-24 του K2M.

- Πατώντας το μπουτόν start (S2Q), ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K2M, ταυτόχρονα κλείνει η επαφή 13-14 (K2M) καθώς και οι επαφές 23-24 και 33-34 (K2M) (λόγω ενεργοποίησης του ηλεκτρονόμου K2M), με αποτέλεσμα να ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K2M και κλείνοντας την επαφή 13-14 K2M, να αυτοσυγκρατείται. Ο ηλεκτρονόμος K3M μπορεί τώρα να ενεργοποιηθεί αν πατήσουμε το μπουτόν σταρτ (S3Q), λόγω των κλειστών επαφών 23-24 των K1M και K2M.
- Πατώντας το μπουτόν start (S3Q), ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K3M (οι επαφές 23-24 των K1M και K2M είναι ήδη κλειστές) και ταυτόχρονα κλείνει η επαφή 13-14 (K3M), με αποτέλεσμα να ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K3M και κλείνοντας την επαφή 13-14 K3M, να αυτοσυγκρατείται.
- Ο ηλεκτρονόμος K1M μπορεί να απενεργοποιηθεί πατώντας το μπουτόν στοπ (S1Q). Ταυτόχρονα ανοίγουν οι επαφές 23-24 και 33-34 (K1M), χωρίς όμως να έχουν κάποια παρέμβαση στην λειτουργία του κυκλώματος.
- Ο ηλεκτρονόμος K2M μπορεί να απενεργοποιηθεί πατώντας το μπουτόν στοπ (S2Q). Ταυτόχρονα ανοίγουν οι επαφές 23-24 και 33-34 (K2M), με συνέπεια να απενεργοποιηθεί και ο ηλεκτρονόμος K3M έτσι όπως ορίζει άλλωστε και η εφαρμογή.
- Το ίδιο θα συμβεί και όταν αλλάξει η σειρά σταματήματος των κινητήρων. (αν σταματήσουμε δηλαδή πρώτα τον K2M και μετά τον K1M.
- Ο ηλεκτρονόμος K3M μπορεί να απενεργοποιηθεί πατώντας το μπουτόν στοπ (S3Q ή αν συμβεί μία από τις πιο πάνω δύο περιπτώσεις (απενεργοποίηση και των δύο προηγούμενων ηλεκτρονόμων ανεξαρτήτου σειράς)..

## Διακοπή

- Σταμάτημα λειτουργίας γίνεται ανεξάρτητα και χειροκίνητα για τον κάθε κινητήρα πατώντας το αντίστοιχο μπουτόν stop και αυτόματα για τον τρίτο κινητήρα (K3M) εφ' όσον σταματήσουν οι και οι δύο προηγούμενοι (K1M, K2M) ανεξαρτήτου σειράς.
- Η τροφοδοσία στα πηνία επίσης θα διακοπεί αν οποιοσδήποτε κινητήρας δημιουργήσει λόγω μεγάλου φορτίου υπερένταση και ανοίξει η επαφή 95-96 του αντίστοιχου θερμικού στον κλάδο 1.

## Προστασία

Οι επαφές και των τριών θερμικών 95-96 F0F, 95-96 F1F και 95-96 F2F βρίσκονται σε σειρά μεταξύ τους και με το κάθε stop αντίστοιχα, έτσι ώστε μόλις δώσουν εντολή τα διμεταλλικά του οποιοδήποτε θερμικού να απομονώνεται όλο το κύκλωμα σύμφωνα με τα δεδομένα της εφαρμογής.

## Μανδάλωση

- Οι επαφές 23-23 K1M και 23-24 K2M (επαφές εργασίας) δημιουργούν ηλεκτρική μανδάλωση στο πηνίο του ηλεκτρονόμου K3M έτσι ώστε να είναι αδύνατη η ενεργοποίηση του (εκκίνηση τρίτου κινητήρα), εάν πρώτα δεν έχουν ενεργοποιηθεί οι ηλεκτρονόμοι K1M και K2M.. Επειδή αποτελούν συνθήκες εκκίνησης μπαίνουν στον κλάδο του μπουτόν σταρτ. Επειδή για να ξεκινήσει ο τρίτος κινητήρας πρέπει να έχουν ξεκινήσει «και» οι δύο προηγούμενοι κινητήρες τοποθετούνται «σε σειρά».
- Οι επαφές 33-34 K1M και 33-34 K2M (επαφές εργασίας) δημιουργούν ηλεκτρική μανδάλωση στο πηνίο του ηλεκτρονόμου K3M έτσι αυτός να απενεργοποιείται όταν απενεργοποιηθούν οι ηλεκτρονόμοι K1M και K2M.. Επειδή αποτελούν συνθήκες σταματήματος μπαίνουν στον κλάδο της αυτοσυγκράτησης (ο ηλεκτρονόμος K3M, αφού πατηθεί το αντίστοιχο μπουτόν σταρτ κι εφ' όσον ικανοποιούνται οι συνθήκες εκκίνησης, παραμένει ενεργός μέσω της αυτοσυγκράτησης). Επειδή για να σταματήσει ο τρίτος κινητήρας πρέπει να έχουν σταματήσει «και» οι δύο προηγούμενοι κινητήρες τοποθετούνται «παράλληλα».

## **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

Τοποθετήστε τα παρακάτω εξαρτήματα στην εργαστηριακή πινακίδα και έχοντας δίπλα σας το σχέδιο πραγματοποιείτε τη συρμάτωση των εξαρτημάτων χρησιμοποιώντας καλώδιο διαμέτρου ενός τετραγωνικού χιλιοστού (MP με χρώμα μπλε και R με χρώμα μαύρο) σημειώνοντας στο σχέδιο τον αγωγό που τοποθετείται γιατί αυτό θα σας διευκολύνει κατόπιν στον έλεγχο του κυκλώματος και στη εύρεση του λάθους.

Στο τέλος της συρμάτωσης θα πρέπει να έχετε τελικώς δύο καλώδια για την τροφοδοσία του κυκλώματος (R – MP) τα οποία μαζί με τον υπεύθυνο καθηγητή αφού ελέγξει το κύκλωμα θα τα βιδώσετε σε κλέμα τροφοδότησης για να δώσετε τάση και να ελέγξετε τη λειτουργία του κυκλώματος αν είναι σωστή.

Όταν τελειώσετε με την άσκηση αποσυναρμολογήστε το κύκλωμα και παραδώστε τα υλικά στον υπεύθυνο.

## **ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

- Ένα (1) ηλεκτρονόμο με τάση πηνίου 230V, τρεις κύριες επαφές ισχύος και τρεις βοηθητικές επαφές εργασίας (ή κανονικά ανοικτές ή NO NORMALLY OPEN).
- Ένα (1) ηλεκτρονόμο με τάση πηνίου 230V, τρεις κύριες επαφές ισχύος και τρεις βοηθητικές επαφές ηρεμίας εργασίας (ή κανονικά ανοικτές ή NO NORMALLY OPEN).
- Ένα (1) ηλεκτρονόμο με τάση πηνίου 230V, τρεις κύριες επαφές ισχύος, μία βοηθητική επαφή εργασίας (ή κανονικά ανοικτή ή NO NORMALLY OPEN)
- Τρία (3) θερμικά με περιοχή ρύθμισης όπως φαίνεται στο σχέδιο.
- Τρεις (3) μπουτονιέρες με ένα (1) μπουτόν στοπ και ένα (1) μπουτόν σταρτ η κάθε μία..
- Αν θα τοποθετηθούν λυχνίες χρειάζονται τρεις (3) ενδεικτικές λυχνίες για την ένδειξη λειτουργίας και τρεις (3) για την ένδειξη βλάβης.

# Άσκηση 9<sup>η</sup>

## **ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ**

### **ΜΕ 3 ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΚΟ**

#### **ΣΚΟΠΟΣ**

Σκοπός αυτής της άσκησης είναι η συνδεσμολογία από τους σπουδαστές της συγκεκριμένης εφαρμογής (όπως διατυπώνεται στο θεωρητικό μέρος) και η εξοικείωση με την συνδυασμένη χρήση τριών ηλεκτρονόμων, επαφών ηλεκτρικών μανδαλώσεων και χρονικού για τον έλεγχο τριών κινητήρων, με το ίδιο κύκλωμα αυτοματισμού και κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.

#### **ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

##### ***Γενικά***

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα ελέγξουμε τρεις κινητήρες από ένα ηλεκτρονόμο κατ' αντιστοιχία, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.

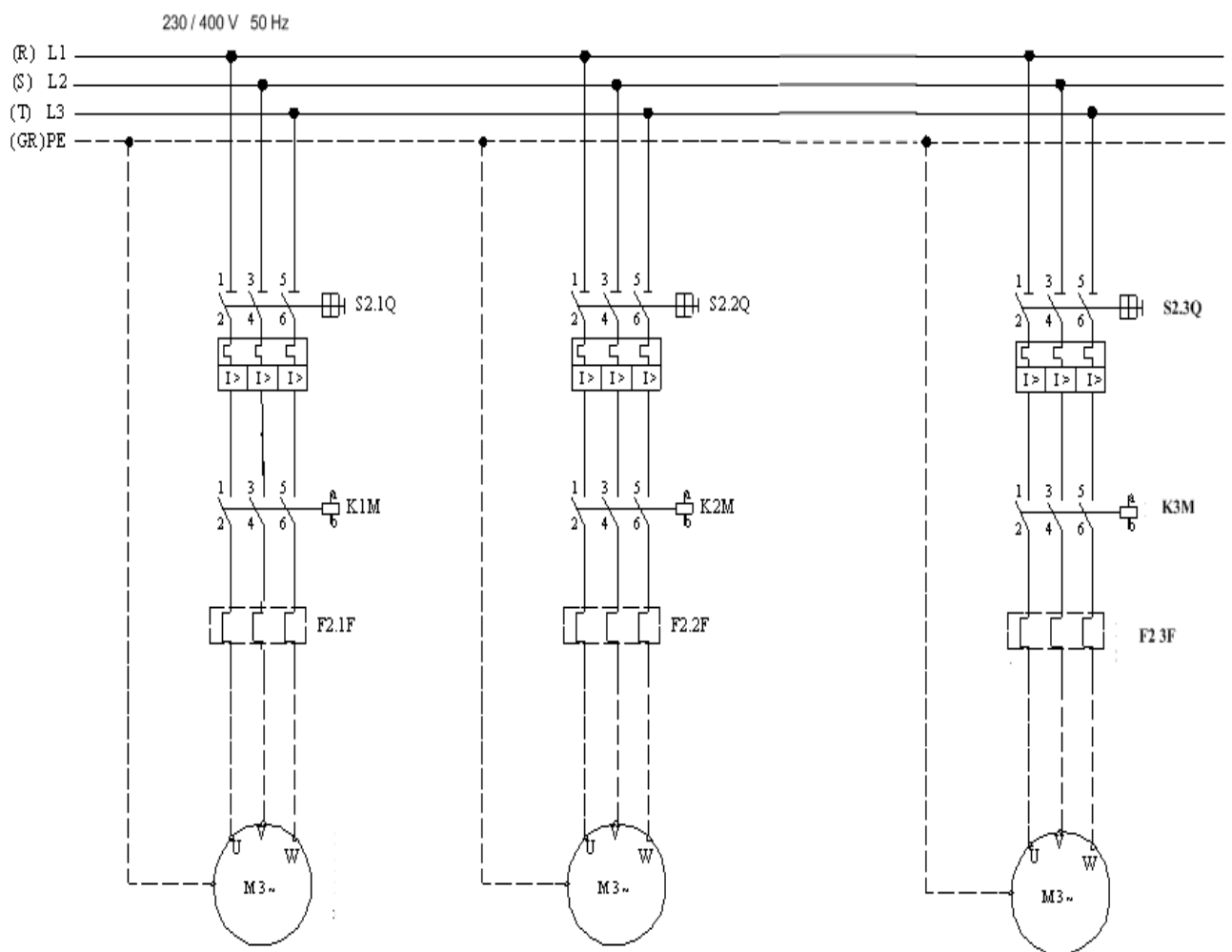
Στην συγκεκριμένη εφαρμογή ζητείται να σχεδιαστεί και να συνδεσμολογηθεί το βοηθητικό κύκλωμα που ελέγχει τρεις κινητήρες M1, M2, M3 οι οποίοι θα πρέπει να λειτουργούν με τις παρακάτω συνθήκες :

- α) για να μπορεί να ξεκινήσει ο M3 θα πρέπει να λειτουργεί είτε ο M1 είτε ο M2
- β) ο M3 να σταματά 3 min μετά την ταυτόχρονη λειτουργία του M1 και M2
- γ) στο άνοιγμα οποιουδήποτε θερμικού να μη λειτουργούν και οι τρεις



## Κύκλωμα Ισχύος

Το κύκλωμα ισχύος με μία πρώτη ματιά μοιάζει με το κύκλωμα ισχύος του απλού αυτόματου διακόπτη, με την διαφορά ότι εδώ έχουμε τρεις κινητήρες M1M, M2M και M3M, οι οποίοι ελέγχονται αντίστοιχα από τους ηλεκτρονόμους K1M, K2M ΚΑΙ K3M. Από την διατύπωση της εφαρμογής είναι φανερό ότι κανείς από τους τρεις κινητήρες δεν λειτουργεί σε αναστροφή ή σε συνδεσμολογία αστέρα – τριγώνου. Ο κάθε κινητήρας έχει ανεξάρτητο αυτόματο διακόπτη, ηλεκτρονόμο, θερμικό καθώς και αγωγούς τροφοδοσίας ανάλογα με την ισχύ του και το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας του.



Σχήμα 2.19.

## ***Κύκλωμα Αυτοματισμού***

Για να σχεδιάσουμε ένα κύκλωμα αυτοματισμού πρέπει πρώτα να ξεκαθαρίσουμε πως θέλουμε να δουλεύει και τι προϋποθέσεις ασφάλειας πρέπει να τηρήσουμε.

Έτσι κάνουμε τα παρακάτω βήματα που μας βοηθούν και να αναλύσουμε την λειτουργία του κυκλώματος στην σκέψη μας αλλά και να έχουμε μία πρώτη εικόνα για το τι εξαρτήματα θα χρησιμοποιήσουμε.

### **Πως θέλουμε να ξεκινούν οι κινητήρες ;**

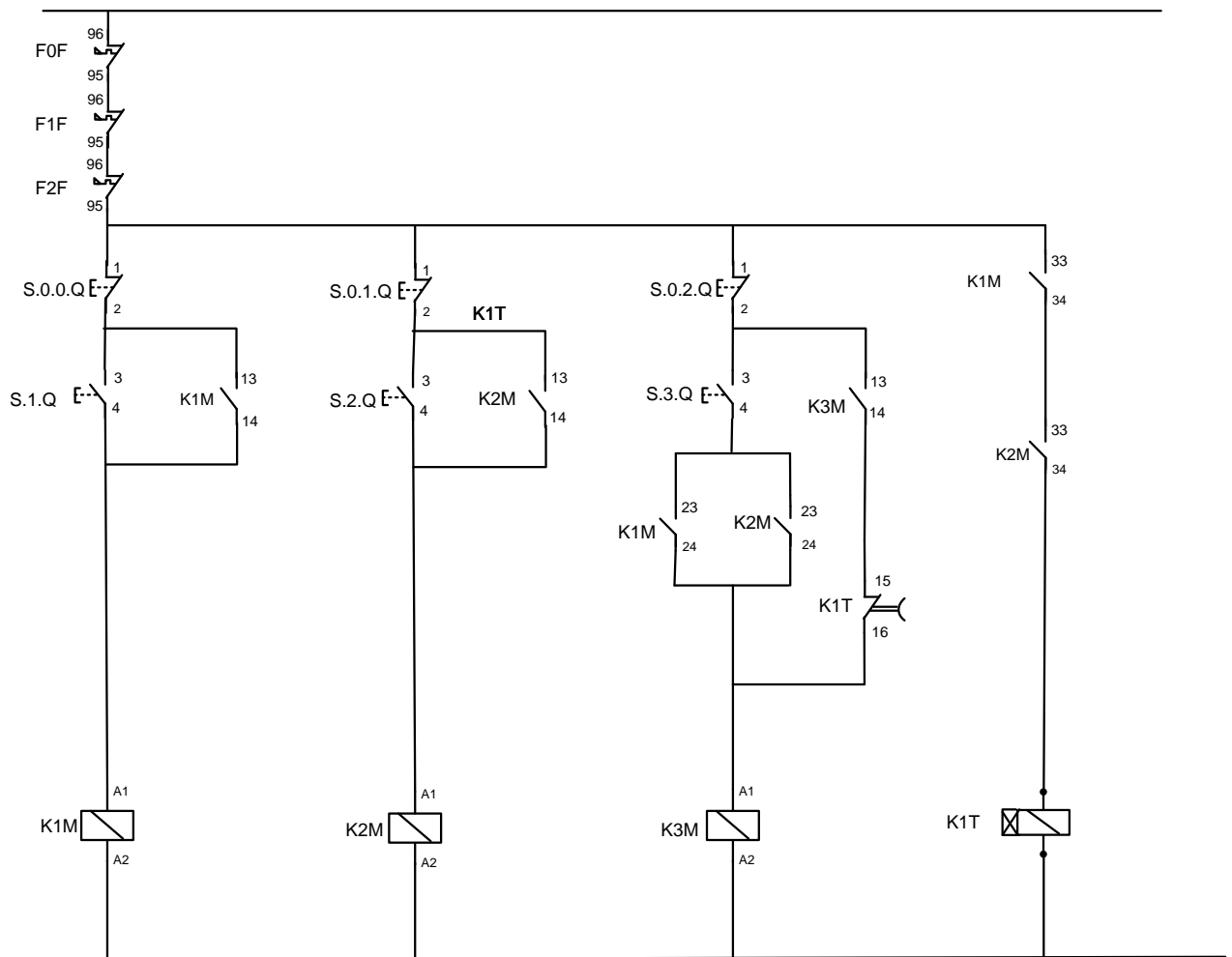
1. Για τον πρώτο κινητήρα M1M δεν υπάρχει κάποια ιδιαίτερη συνθήκη για το ξεκίνημα, άρα θέλουμε να πατάμε ένα μπουτόν (χρειαζόμαστε ένα μπουτόν σταρτ) για να ξεκινά ο πρώτος κινητήρας. Χρειαζόμαστε ένα ηλεκτρονόμο K1M με βοηθητική επαφή (για αυτοσυγκράτηση αφού ξεκινήσει με το μπουτόν σταρτ) καθώς και μία επαφή θερμικού (για την προστασία του από υπερένταση).
2. Για τον δεύτερο κινητήρα M2M δεν υπάρχει κάποια ιδιαίτερη συνθήκη για το ξεκίνημα, άρα θέλουμε να πατάμε ένα μπουτόν (χρειαζόμαστε ένα μπουτόν σταρτ) για να ξεκινά ο δεύτερος κινητήρας. Χρειαζόμαστε και ένα ηλεκτρονόμο K2M με βοηθητική επαφή (για αυτοσυγκράτηση αφού ξεκινήσει με το μπουτόν σταρτ) καθώς και μία επαφή θερμικού (για την προστασία του από υπερένταση).
3. Για τον τρίτο κινητήρα M3M υπάρχουν κάποιες ιδιαίτερες συνθήκες για το ξεκίνημα. Αρχικά θέλουμε να πατάμε ένα μπουτόν (χρειαζόμαστε ένα μπουτόν σταρτ) για να ξεκινά ο τρίτος κινητήρας. Χρειαζόμαστε και ένα ηλεκτρονόμο K3M με βοηθητική επαφή (για αυτοσυγκράτηση αφού ξεκινήσει με το μπουτόν σταρτ) καθώς και μία επαφή θερμικού (για την προστασία του από υπερένταση). Επειδή όμως ο τρίτος κινητήρας ενεργοποιείται μόνο εάν είναι ενεργοποιημένος ένας από τους δύο προηγούμενους, θα χρειαστούν δύο βοηθητικές επαφές (μια από κάθε προηγούμενο κινητήρα) που θα τοποθετηθούν στο κλάδο του σταρτ του τρίτου κινητήρα.
4. Αν θέλουμε να έχουμε φωτεινές ενδείξεις λειτουργίας των κινητήρων πρέπει να χρησιμοποιήσουμε και τρεις ενδεικτικές λυχνίες. Υπάρχουν δύο τρόποι ή να τις συνδέσουμε παράλληλα με τα πηνία των ηλεκτρονόμων ή να τις τροφοδοτήσουμε με βοηθητικές επαφές από τους αντίστοιχους ηλεκτρονόμους.

Αφού απαντήσαμε στο ερώτημα πώς πρέπει να ξεκινούν οι τρεις κινητήρες τώρα πρέπει να ασχοληθούμε με το ερώτημα **πώς πρέπει να σταματούν**:

1. Για να σταματήσει ο πρώτος κινητήρας θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα στοπ (άρα χρειαζόμαστε ένα μπουτόν στοπ) το οποίο θα συνδέσουμε σε σειρά με το ελεγχόμενο πηνίο του ηλεκτρονόμου.
2. Για να σταματήσει ο δεύτερος κινητήρας θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα στοπ (άρα χρειαζόμαστε ένα μπουτόν στοπ) το οποίο θα συνδέσουμε σε σειρά με το ελεγχόμενο πηνίο του ηλεκτρονόμου.
3. Για να σταματήσει ο τρίτος κινητήρας θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα στοπ (άρα χρειαζόμαστε ένα μπουτόν στοπ) το οποίο θα συνδέσουμε σε σειρά με το ελεγχόμενο πηνίο του ηλεκτρονόμου. Εκτός όμως από χειροκίνητο σταμάτημα η εφαρμογή υπαγορεύει και αυτόματο σταμάτημα του τρίτου κινητήρα εάν ενεργοποιηθούν και οι δύο προηγούμενοι. Πέρα από το μπουτόν στοπ θα χρειαστούμε δύο βοηθητικές επαφές από τους δύο προηγούμενους ηλεκτρονόμους αντίστοιχα καθώς και ένα χρονικό. Οι επαφές αυτές θα τοποθετούν σε ξεχωριστό κλάδο και θα τροφοδοτούν πηνίο χρονικού. Η επαφή του χρονικού θα τοποθετηθεί στον κλάδο της αυτοσυγκράτησης, μιας και μέσω αυτής λειτουργεί ο τρίτος ηλεκτρονόμος, από τη στιγμή που θα ενεργοποιηθεί μέσω του μπουτόν σταρτ.
4. Επειδή όμως έχουμε για φορτίο κινητήρες που μπορεί να δημιουργήσουν υπερένταση πρέπει να σταματάμε το κύκλωμα και με τις επαφές των θερμικών. Έτσι σε σειρά με τα πηνία των ηλεκτρονόμων και των επαφών των στοπ και στην αρχή του κυκλώματος του αυτοματισμού τοποθετούμε στο σχέδιο μας σε σειρά τις τρεις επαφές των θερμικών 95-96. Με αυτό τον τρόπο στο άνοιγμα οποιουδήποτε θερμικού θα σταματήσουν να λειτουργούν και οι τρεις
5. Αν θελήσουμε να έχουμε φωτεινές ενδείξεις για την περίπτωση που κάποιο θερμικό διακόψει το κύκλωμα λόγω υπερέντασης τότε θα χρησιμοποιήσουμε τρεις ακόμα ενδεικτικές λυχνίες χρησιμοποιώντας τις επαφές των θερμικών 97-98 για να τις ενεργοποιήσουμε.

Τώρα πρέπει να σχεδιάσουμε το κύκλωμα αυτοματισμού (ή κύκλωμα βοηθητικών) και

κατόπιν με την βοήθεια του σχεδίου να το υλοποιήσουμε σαν εργαστηριακή άσκηση ή σαν εφαρμογή.



Σχήμα 2.20

### Λειτουργία

Ας δούμε το κύκλωμα αυτοματισμού του σχ. 2.20 που είναι κατασκευασμένο για να εκτελεί τις παρακάτω λειτουργίες.

### Ξεκίνημα

- Πατώντας το μπουτόν start (S1Q), ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K1M, ταυτόχρονα κλείνει η επαφή 13-14 (K1M) καθώς και οι επαφές 23-24 και 33-34 (K1M) (λόγω

ενεργοποίησης του ηλεκτρονόμου K1M), με αποτέλεσμα να ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K1M και κλείνοντας την επαφή 13-14 K1M, να αυτοσυγκρατείται. Ο ηλεκτρονόμος K3M μπορεί πλέον να ενεργοποιηθεί αν πατήσουμε το μπουτόν στарт (S3Q), λόγω της κλειστής πλέον επαφής 23-24 του K1M.

- Πατώντας το μπουτόν start (S2Q), ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K2M, ταυτόχρονα κλείνει η επαφή 13-14 (K2M) καθώς και οι επαφές 23-24 και 33-34 (K2M) (λόγω ενεργοποίησης του ηλεκτρονόμου K2M), με αποτέλεσμα να ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K2M και κλείνοντας την επαφή 13-14 K2M, να αυτοσυγκρατείται. Ο ηλεκτρονόμος K3M μπορεί πλέον να ενεργοποιηθεί αν πατήσουμε το μπουτόν στарт (S3Q), λόγω της κλειστής πλέον επαφής 23-24 του K1M.
- Πατώντας το μπουτόν start (S3Q), ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K3M (οι επαφές 23-24 είτε του K1M είτε του K2M είναι ήδη κλειστές) και ταυτόχρονα κλείνει η επαφή 13-14 (K3M), με αποτέλεσμα να ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K3M και κλείνοντας την επαφή 13-14 K3M, να αυτοσυγκρατείται.
- Σε περίπτωση που ενεργοποιηθούν και οι δύο ηλεκτρονόμοι K1M και K2M θα κλείσουν αντίστοιχα οι βοηθητικές επαφές 33-34 του K1M και 33-34 του K2M. Αυτό θα έχει σαν συνέπεια την ενεργοποίηση του πηνίου του χρονικού K1T. Όταν το πηνίο του χρονικού βρεθεί υπό τάση, θα αρχίσει να μετρά ο χρόνος τον οποίο έχουμε ορίσει (3 min) και μετά το τέλος του χρόνου η επαφή του χρονικού K1T που έχει τοποθετηθεί στον κλάδο της αυτοσυγκράτησης θα αλλάξει θέση από 15-16 σε 15-18. Αυτό θα έχει σαν συνέπεια ο κλάδος της αυτοσυγκράτησης να μην διαρρέεται από ρεύμα και ο ηλεκτρονόμος K3M να επανέλθει σε κατάσταση ηρεμίας.
- Ο ηλεκτρονόμος K1M μπορεί να απενεργοποιηθεί πατώντας το μπουτόν στοπ (S1Q). Ταυτόχρονα ανοίγουν οι επαφές 23-24 και 33-34 (K1M), χωρίς όμως να έχουν κάποια παρέμβαση στην λειτουργία του κυκλώματος, παρά μόνο την διακοπή της λειτουργίας του χρονικού σε περίπτωση που λειτουργούν οι ηλεκτρονόμοι K1M και K2M..
- Ο ηλεκτρονόμος K2M μπορεί να απενεργοποιηθεί πατώντας το μπουτόν στοπ (S2Q). Ταυτόχρονα ανοίγουν οι επαφές 23-24 και 33-34 (K2M), χωρίς όμως να έχουν κάποια παρέμβαση στην λειτουργία του κυκλώματος, παρά μόνο την διακοπή της λειτουργίας του χρονικού σε περίπτωση που λειτουργούν οι ηλεκτρονόμοι K1M και K2M..
- Ο ηλεκτρονόμος K3M μπορεί να απενεργοποιηθεί χειροκίνητα πατώντας το μπουτόν στοπ (S3Q ή αυτόματα αν ενεργοποιηθεί το χρονικό (με την λειτουργία K1M και K2M) και ανοίξει η επαφή του 15-16 K1T.

### **Διακοπή**

- Σταμάτημα λειτουργίας γίνεται ανεξάρτητα και χειροκίνητα για τον κάθε κινητήρα πατώντας το αντίστοιχο μπουτόν στοπ και αυτόματα για τον τρίτο κινητήρα (K3M) εφ' όσον ενεργοποιηθούν και οι δύο προηγούμενοι (K1M, K2M) ανεξαρτήτου σειράς.
- Η τροφοδοσία στα πηνία επίσης θα διακοπεί αν οποιοσδήποτε κινητήρας δημιουργήσει λόγω μεγάλου φορτίου υπερένταση και ανοίξει η επαφή 95-96 του αντίστοιχου θερμικού στον κλάδο 1.

### **Προστασία**

Οι επαφές και των τριών θερμικών 95-96 F0F, 95-96 F1F και 95-96 F2F βρίσκονται σε σειρά μεταξύ τους και με το κάθε stop αντίστοιχα, έτσι ώστε μόλις δώσουν εντολή τα διμεταλλικά του οποιοδήποτε θερμικού να απομονώνεται όλο το κύκλωμα σύμφωνα με τα δεδομένα της εφαρμογής.

### **Μανδάλωση**

- Οι επαφές 23-23 K1M και 23-24 K2M (επαφές εργασίας) δημιουργούν ηλεκτρική μανδάλωση στο πηνίο του ηλεκτρονόμου K3M έτσι ώστε να είναι δυνατή η ενεργοποίηση του (εκκίνηση τρίτου κινητήρα), εφ' όσον έχει πρώτα ενεργοποιηθεί ένας από τους δύο ηλεκτρονόμους K1M είτε K2M, ανεξάρτητα από την σειρά εκκίνησης.. Επειδή αποτελούν συνθήκες εκκίνησης μπαίνουν στον κλάδο του μπουτόν σταρτ. Επειδή για να ξεκινήσει ο τρίτος κινητήρας πρέπει να έχει ξεκινήσει ένας από τους δύο προηγούμενους κινητήρες τοποθετούνται «παράλληλα».
- Οι επαφές 33-34 K1M και 33-34 K2M (επαφές εργασίας) δημιουργούν ηλεκτρική μανδάλωση στο πηνίο του χρονικού K1T. Έτσι αυτό να ενεργοποιείται όταν ενεργοποιηθούν οι ηλεκτρονόμοι K1M και K2M.. Με την σειρά του το πηνίο του χρονικού ελέγχει την επαφή K1T. Αυτή επειδή αποτελεί συνθήκη σταματήματος μπαίνει στον κλάδο της αυτοσυγκράτησης (ο ηλεκτρονόμος K3M, αφού πατηθεί το

αντίστοιχο μπουτόν σαρτ κι εφ' όσον ικανοποιούνται οι συνθήκες εκκίνησης, παραμένει ενεργός μέσω της αυτοσυγκράτησης).

## **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

Τοποθετήστε τα παρακάτω εξαρτήματα στην εργαστηριακή πινακίδα και έχοντας δίπλα σας το σχέδιο πραγματοποιείτε τη συρμάτωση των εξαρτημάτων χρησιμοποιώντας καλώδιο διαμέτρου ενός τετραγωνικού χιλιοστού (MP με χρώμα μπλε και R με χρώμα μαύρο) σημειώνοντας στο σχέδιο τον αγωγό που τοποθετείται γιατί αυτό θα σας διευκολύνει κατόπιν στον έλεγχο του κυκλώματος και στη εύρεση του λάθους.

Στο τέλος της συρμάτωσης θα πρέπει να έχετε τελικώς δύο καλώδια για την τροφοδοσία του κυκλώματος (R – MP) τα οποία μαζί με τον υπεύθυνο καθηγητή αφού ελέγξει το κύκλωμα θα τα βιδώσετε σε κλέμα τροφοδότησης για να δώσετε τάση και να ελέγξετε τη λειτουργία του κυκλώματος αν είναι σωστή.

Όταν τελειώσετε με την άσκηση αποσυναρμολογήστε το κύκλωμα και παραδώστε τα υλικά στον υπεύθυνο.

## **ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

- Ένας (1) ηλεκτρονόμος με τάση πηνίου 230V, τρεις κύριες επαφές ισχύος και τρεις βοηθητικές επαφές εργασίας (ή κανονικά ανοικτές ή NO NORMALLY OPEN).
- Ένας (1) ηλεκτρονόμος με τάση πηνίου 230V, τρεις κύριες επαφές ισχύος και τρεις βοηθητικές επαφές ηρεμίας εργασίας (ή κανονικά ανοικτές ή NO NORMALLY OPEN).
- Ένας (1) ηλεκτρονόμος με τάση πηνίου 230V, τρεις κύριες επαφές ισχύος, μία βοηθητική επαφή εργασίας (ή κανονικά ανοικτή ή NO NORMALLY OPEN)
- Ένα (1) χρονικό με τάση πηνίου 2320V και καθυστέρηση κατά την λειτουργία.

- Τρία (3) θερμικά με περιοχή ρύθμισης όπως φαίνεται στο σχέδιο.
- Τρεις (3) μπουτονιέρες με ένα (1) μπουτόν στοπ και ένα (1) μπουτόν σταρτ η κάθε μία..
- Αν θα τοποθετηθούν λυχνίες χρειάζονται τρεις (3) ενδεικτικές λυχνίες για την ένδειξη λειτουργίας και τρεις (3) για την ένδειξη βλάβης.



# Άσκηση 10<sup>η</sup>

## **ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ**

### **ΜΕ 4 ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΚΟ**

#### **ΣΚΟΠΟΣ**

Σκοπός αυτής της άσκησης είναι η συνδεσμολογία από τους σπουδαστές της συγκεκριμένης εφαρμογής (όπως διατυπώνεται στο θεωρητικό μέρος) και η εξοικείωση με την συνδυασμένη χρήση τεσσάρων ηλεκτρονόμων, επαφών ηλεκτρικών μανδαλώσεων, χρονικού και βοηθητικών ηλεκτρονόμων για τον έλεγχο τεσσάρων κινητήρων, με το ίδιο κύκλωμα αυτοματισμού και κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.

#### **ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

##### *Γενικά*

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα ελέγξουμε τέσσερεις κινητήρες από ένα ηλεκτρονόμο κατ' αντιστοιχία, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.

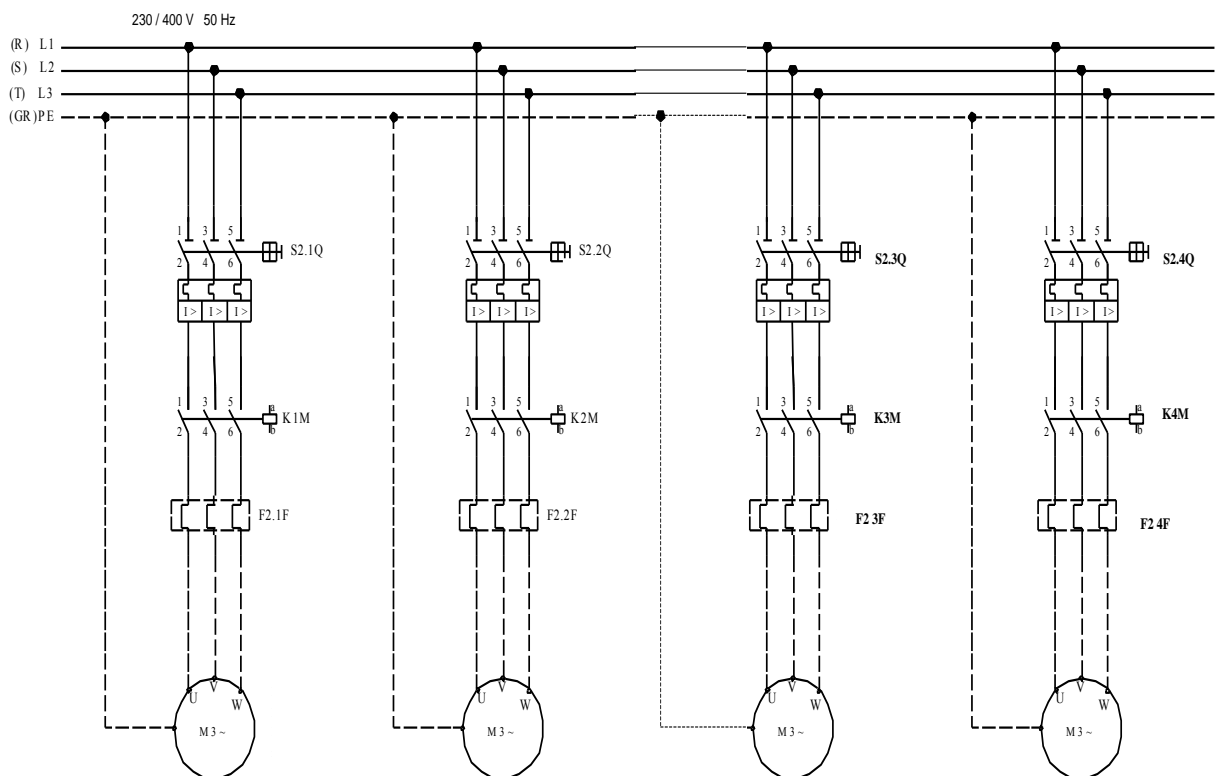
Στην συγκεκριμένη εφαρμογή ζητείται να σχεδιαστεί και να συνδεσμολογηθεί το βοηθητικό κύκλωμα τεσσάρων κινητήρων που ελέγχονται από τους ηλεκτρονόμους K1M, K2M, K3M και K4M οι οποίοι θα πρέπει να λειτουργούν κάτω από τις εξής συνθήκες :

- Ο καθένας θα έχει δικό του σταρτ, στοπ, θερμικό.
- Σε περίπτωση που ενεργοποιηθεί ένα θερμικό να σταματούν και οι 4.
- Ο K2M ξεκινά 50 sec μετά την ενεργοποίηση του K1M.
- Για να ξεκινήσει K3M θα πρέπει να λειτουργεί και ο K1M και ο K2M.

- Όταν είναι σε λειτουργία και οι τέσσερις και σταματήσουν να λειτουργούν οι K1M, K2M, K4M, να σταματάει και ο K3M
- Για να ξεκινήσει ο K4M θα πρέπει να λειτουργεί είτε ο K1M είτε ο K2M, και θα πρέπει να σταματάει όταν σταματήσουν και ο K1M και ο K3M

### Κύκλωμα Ισχύος

Το κύκλωμα ισχύος με μία πρώτη ματιά μοιάζει με το κύκλωμα ισχύος του απλού αυτόματου διακόπτη, με την διαφορά ότι εδώ έχουμε τέσσερις κινητήρες M1M, M2M, M3M, και M4M οι οποίοι ελέγχονται αντίστοιχα από τους ηλεκτρονόμους K1M, K2M, K3M και K4M. Από την διατύπωση της εφαρμογής είναι φανερό ότι κανείς από τους τέσσερις κινητήρες δεν λειτουργεί σε αναστροφή ή σε συνδεσμολογία αστέρα – τριγώνου. Ο κάθε κινητήρας έχει ανεξάρτητο αυτόματο διακόπτη, ηλεκτρονόμο, θερμικό καθώς και αγωγούς τροφοδοσίας ανάλογα με την ισχύ του και το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας του.



Σχήμα 2.21

## ***Κύκλωμα Αυτοματισμού***

Για να σχεδιάσουμε ένα κύκλωμα αυτοματισμού πρέπει πρώτα να ξεκαθαρίσουμε πως θέλουμε να δουλεύει και τι προϋποθέσεις ασφάλειας πρέπει να τηρήσουμε.

Έτσι κάνουμε τα παρακάτω βήματα που μας βοηθούν και να αναλύσουμε την λειτουργία του κυκλώματος στην σκέψη μας αλλά και να έχουμε μία πρώτη εικόνα για το τι εξαρτήματα θα χρησιμοποιήσουμε.

### **Πως θέλουμε να ξεκινούν οι κινητήρες ;**

1. Για τον πρώτο κινητήρα M1M δεν υπάρχει κάποια ιδιαίτερη συνθήκη για το ξεκίνημα, άρα θέλουμε να πατάμε ένα μπουτόν (χρειαζόμαστε ένα μπουτόν σταρτ) για να ξεκινά ο πρώτος κινητήρας. Χρειαζόμαστε ένα ηλεκτρονόμο K1M με βοηθητική επαφή (για αυτοσυγκράτηση αφού ξεκινήσει με το μπουτόν σταρτ) καθώς και μία επαφή θερμικού (για την προστασία του από υπερένταση).
2. Για τον δεύτερο κινητήρα M2M υπάρχουν κάποιες ιδιαίτερες συνθήκες για το ξεκίνημα. Για την χειροκίνητη εκκίνηση θα πρέπει να πατάμε ένα μπουτόν (χρειαζόμαστε ένα μπουτόν σταρτ) για να ξεκινά ο δεύτερος κινητήρας. Χρειαζόμαστε και ένα ηλεκτρονόμο K2M με βοηθητική επαφή (για αυτοσυγκράτηση αφού ξεκινήσει με το μπουτόν σταρτ) καθώς και μία επαφή θερμικού (για την προστασία του από υπερένταση). Για την αυτόματη εκκίνηση μετά από κάποιο χρόνο (50 sec) από την εκκίνηση του K1M, θα απαιτηθεί παράλληλα με το μπουτόν σταρτ η τοποθέτηση επαφής ενός χρονικού. Το πηνίο του χρονικού θα τοποθετηθεί παράλληλα με το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M, αφού η εντολή εκκίνησης του δεύτερου κινητήρα δύνεται 50 sec μετά την έναρξη του πρώτου
3. Για τον τρίτο κινητήρα M3M υπάρχουν κάποιες ιδιαίτερες συνθήκες για το ξεκίνημα. Αρχικά θέλουμε να πατάμε ένα μπουτόν (χρειαζόμαστε ένα μπουτόν σταρτ) για να ξεκινά ο τρίτος κινητήρας. Χρειαζόμαστε και ένα ηλεκτρονόμο K3M με βοηθητική επαφή (για αυτοσυγκράτηση αφού ξεκινήσει με το μπουτόν σταρτ) καθώς και μία επαφή θερμικού (για την προστασία του από υπερένταση). Επειδή όμως ο τρίτος κινητήρας ενεργοποιείται μόνο εάν είναι ενεργοποιημένοι οι δύο πρώτοι, θα χρειαστούν δύο βοηθητικές επαφές (μια από κάθε προηγούμενο

κινητήρα) που θα τοποθετηθούν στο κλάδο του σταρτ του τρίτου κινητήρα.

4. Για τον τέταρτο κινητήρα M4M υπάρχουν κάποιες ιδιαίτερες συνθήκες για το ξεκίνημα. Αρχικά θέλουμε να πατάμε ένα μπουτόν (χρειαζόμαστε ένα μπουτόν σταρτ) για να ξεκινά ο τρίτος κινητήρας. Χρειαζόμαστε και ένα ηλεκτρονόμο K4M με βοηθητική επαφή (για αυτοσυγκράτηση αφού ξεκινήσει με το μπουτόν σταρτ) καθώς και μία επαφή θερμικού (για την προστασία του από υπερένταση). Επειδή όμως ο τέταρτος κινητήρας ενεργοποιείται μόνο εάν είναι ενεργοποιημένοι οι δύο πρώτοι, θα χρειαστούν δύο βοηθητικές επαφές (μια από κάθε προηγούμενο κινητήρα) που θα τοποθετηθούν στο κλάδο του σταρτ του τέταρτου κινητήρα.
5. Αν θέλουμε να έχουμε φωτεινές ενδείξεις λειτουργίας των κινητήρων πρέπει να χρησιμοποιήσουμε και τρεις ενδεικτικές λυχνίες. Υπάρχουν δύο τρόποι ή να τις συνδέσουμε παράλληλα με τα πηνία των ηλεκτρονόμων ή να τις τροφοδοτήσουμε με βοηθητικές επαφές από τους αντίστοιχους ηλεκτρονόμους.

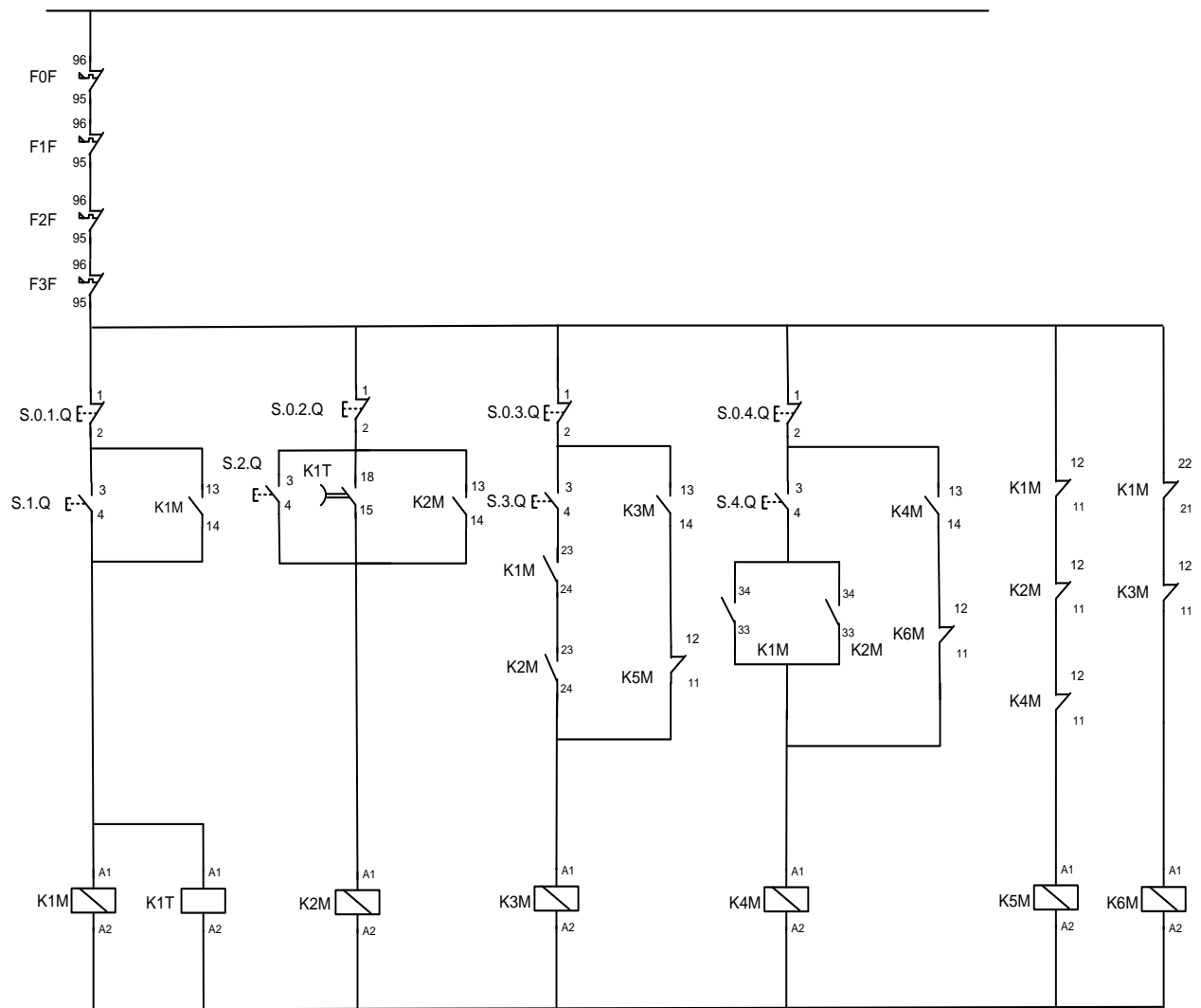
Αφού απαντήσαμε στο ερώτημα πως πρέπει να ξεκινούν οι τρεις κινητήρες τώρα πρέπει να ασχοληθούμε με το ερώτημα **πως πρέπει να σταματούν**:

1. Για να σταματήσει ο πρώτος κινητήρας θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα στοπ (άρα χρειαζόμαστε ένα μπουτόν στοπ) το οποίο θα συνδέσουμε σε σειρά με το ελεγχόμενο πηνίο του ηλεκτρονόμου.
2. Για να σταματήσει ο δεύτερος κινητήρας θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα στοπ (άρα χρειαζόμαστε ένα μπουτόν στοπ) το οποίο θα συνδέσουμε σε σειρά με το ελεγχόμενο πηνίο του ηλεκτρονόμου.
3. Για να σταματήσει ο τρίτος κινητήρας θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα στοπ (άρα χρειαζόμαστε ένα μπουτόν στοπ) το οποίο θα συνδέσουμε σε σειρά με το ελεγχόμενο πηνίο του ηλεκτρονόμου. Εκτός όμως από χειροκίνητο σταμάτημα η εφαρμογή υπαγορεύει και αυτόματο σταμάτημα του τρίτου κινητήρα εάν σταματήσουν οι υπόλοιποι Πέρα από το μπουτόν στοπ θα χρειαστούμε τρεις βοηθητικές επαφές από τους υπόλοιπους ηλεκτρονόμους (K1M, K2M, K4M) αντίστοιχα. Οι επαφές αυτές θα τοποθετούν σε ξεχωριστό κλάδο και θα τροφοδοτούν πηνίο βοηθητικού ηλεκτρονόμου. Η επαφή του βοηθητικού ηλεκτρονόμου θα τοποθετηθεί στον κλάδο της αυτοσυγκράτησης, μιας και μέσω

αυτής λειτουργεί ο τρίτος ηλεκτρονόμος, από τη στιγμή που θα ενεργοποιηθεί μέσω του μπουτόν σταρτ.

3. Για να σταματήσει ο τέταρτος κινητήρας θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα στοπ (άρα χρειαζόμαστε ένα μπουτόν στοπ) το οποίο θα συνδέσουμε σε σειρά με το ελεγχόμενο πηνίο του ηλεκτρονόμου. Εκτός όμως από χειροκίνητο σταμάτημα η εφαρμογή υπαγορεύει και αυτόματο σταμάτημα του τέταρτου κινητήρα εάν σταματήσουν οι δύο προηγούμενοι Πέρα από το μπουτόν στοπ θα χρειαστούμε δύο βοηθητικές επαφές από τους αντίστοιχους ηλεκτρονόμους (K1M, K3M). Οι επαφές αυτές θα τοποθετούν σε ξεχωριστό κλάδο και θα τροφοδοτούν πηνίο βοηθητικού ηλεκτρονόμου. Η επαφή του βοηθητικού ηλεκτρονόμου θα τοποθετηθεί στον κλάδο της αυτοσυγκράτησης, μιας και μέσω αυτής λειτουργεί ο τρίτος ηλεκτρονόμος, από τη στιγμή που θα ενεργοποιηθεί μέσω του μπουτόν σταρτ.
5. Επειδή όμως έχουμε για φορτίο κινητήρες που μπορεί να δημιουργήσουν υπερένταση πρέπει να σταματάμε το κύκλωμα και με τις επαφές των θερμικών. Έτσι σε σειρά με τα πηνία των ηλεκτρονόμων και των επαφών των στοπ και στην αρχή του κυκλώματος του αυτοματισμού τοποθετούμε στο σχέδιο μας σε σειρά τις τέσσερις επαφές των θερμικών 95-96. Με αυτό τον τρόπο στο άνοιγμα οποιουδήποτε θερμικού θα σταματήσουν να λειτουργούν και οι τρεις
6. Αν θελήσουμε να έχουμε φωτεινές ενδείξεις για την περίπτωση που κάποιο θερμικό διακόψει το κύκλωμα λόγω υπερέντασης τότε θα χρησιμοποιήσουμε τρεις ακόμα ενδεικτικές λυχνίες χρησιμοποιώντας τις επαφές των θερμικών 97-98 για να τις ενεργοποιήσουμε.

Τώρα πρέπει να σχεδιάσουμε το κύκλωμα αυτοματισμού (ή κύκλωμα βοηθητικών) και κατόπιν με την βοήθεια του σχεδίου να το υλοποιήσουμε σαν εργαστηριακή άσκηση ή σαν εφαρμογή.



Σχήμα 2.22

### Λειτουργία

Ας δούμε το κύκλωμα αυτοματισμού του σχ. 2.22 που είναι κατασκευασμένο για να εκτελεί τις παρακάτω λειτουργίες.

### Ξεκίνημα

- Πατώντας το μπουτόν start (S1Q), ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K1M, ταυτόχρονα κλείνει η επαφή 13-14 (K1M) καθώς και οι επαφές 23-24 και 33-34

(K1M) (λόγω ενεργοποίησης του ηλεκτρονόμου K1M), με αποτέλεσμα να ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K1M και κλείνοντας την επαφή 13-14 K1M, να αυτοσυγκρατείται. Ταυτόχρονα με την ενεργοποίηση του ηλεκτρονόμου K1M ενεργοποιείται και το πηνίο του χρονικού. Το χρονικό θα αρχίσει να μετρά τον χρόνο που έχει ορισθεί (50 sec) και μετά το τέλος του χρόνου θα εκκινήσει αυτόματα τον δεύτερο κινητήρα μέσω της επαφής του. Ο ηλεκτρονόμος K3M παραμένει ανενεργός ακόμα κι αν πατήσουμε το μπουτόν σταρτ (S3Q), λόγω της ανοιχτής επαφής 23-24 του K2M. Ταυτόχρονα όμως μπορεί να ενεργοποιηθεί ο ηλεκτρονόμος K4M μέσω της κλειστής πλέον επαφής 33-34 (K1M).

- Ο ηλεκτρονόμος K2M ενεργοποιείται είτε χειροκίνητα πατώντας το μπουτόν start (S2Q), είτε αυτόματα μέσω της επαφής του χρονικού 15-18 K1T (μετά από χρόνο 50 sec από την ενεργοποίηση του K1M όπως περιγράφηκε πιο πάνω. Ταυτόχρονα κλείνει η επαφή 13-14 (K2M) καθώς και οι επαφές 23-24 και 33-34 (K2M) (λόγω ενεργοποίησης του ηλεκτρονόμου K2M), με αποτέλεσμα να ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K2M και κλείνοντας την επαφή 13-14 K2M, να αυτοσυγκρατείται. Ο ηλεκτρονόμος K3M μπορεί τώρα να ενεργοποιηθεί αν πατήσουμε το μπουτόν σταρτ (S3Q), λόγω των κλειστών επαφών 23-24 των K1M και K2M. Ταυτόχρονα όμως μπορεί να ενεργοποιηθεί ο ηλεκτρονόμος K4M μέσω της κλειστής πλέον επαφής 33-34 (K2M).
- Πατώντας το μπουτόν start (S3Q), ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K3M (με την προϋπόθεση ότι έχουν ήδη ενεργοποιηθεί οι ηλεκτρονόμοι K1M και K2M - οι επαφές 23-24 των K1M και K2M είναι ήδη κλειστές) και ταυτόχρονα κλείνει η επαφή 13-14 (K3M), με αποτέλεσμα να ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K3M και κλείνοντας την επαφή 13-14 K3M, να αυτοσυγκρατείται.
- Πατώντας το μπουτόν start (S4Q), ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K4M (με την προϋπόθεση ότι έχουν ήδη ενεργοποιηθεί είτε ο ηλεκτρονόμος K1M είτε ο K2M - οι επαφές 23-24 είτε του K1M είτε του K2M είναι ήδη κλειστές) και ταυτόχρονα κλείνει η επαφή 13-14 (K4M), με αποτέλεσμα να ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K4M και κλείνοντας την επαφή 13-14 K4M, να αυτοσυγκρατείται.
- Ο ηλεκτρονόμος K1M μπορεί να απενεργοποιηθεί πατώντας το μπουτόν στοπ (S1Q). Ταυτόχρονα ανοίγει η επαφή αυτοσυγκράτησης 13-14 K;M καθώς και οι επαφές 23-24 και 33-34 (K1M), χωρίς όμως να έχουν κάποια παρέμβαση στην λειτουργία του κυκλώματος.

- Ο ηλεκτρονόμος K2M μπορεί να απενεργοποιηθεί πατώντας το μπουτόν στοπ (S2Q). Ταυτόχρονα ανοίγει η επαφή αυτοσυγκράτησης 13-14 K2M καθώς και οι επαφές 23-24 και 33-34 (K2M), χωρίς όμως να έχουν κάποια παρέμβαση στην λειτουργία του κυκλώματος.
- Ο ηλεκτρονόμος K3M μπορεί να απενεργοποιηθεί πατώντας το μπουτόν στοπ (S3Q). Ταυτόχρονα ανοίγει η επαφή αυτοσυγκράτησης 13-14 K3M.
- Ο ηλεκτρονόμος K4M μπορεί να απενεργοποιηθεί πατώντας το μπουτόν στοπ (S4Q). Ταυτόχρονα ανοίγει η επαφή αυτοσυγκράτησης 13-14 K4M
- Σε περίπτωση που απενεργοποιηθούν οι ηλεκτρονόμοι K1M, K2M και K4M θα κλείσουν (θα βρεθούν σε ηρεμία) αντίστοιχα οι βοηθητικές επαφές 11-12 του K1M, 11-12 του K2M και 11-12 του K4M. Έτσι το πηνίο του βοηθητικού ηλεκτρονόμου K5M θα βρεθεί υπό τάση και θα ενεργοποιηθεί. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα το άνοιγμα της βοηθητικής επαφής 11-12 K5M (NC) στον κλάδο της αυτοσυγκράτησης του ηλεκτρονόμου K3M, και την διακοπή της λειτουργίας του.
- Σε περίπτωση που απενεργοποιηθούν οι ηλεκτρονόμοι K1M και K3M θα κλείσουν (θα βρεθούν σε ηρεμία) αντίστοιχα οι βοηθητικές επαφές 11-12 του K1M και 11-12 του K3M. Έτσι το πηνίο του βοηθητικού ηλεκτρονόμου K6M θα βρεθεί υπό τάση και θα ενεργοποιηθεί. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα το άνοιγμα της βοηθητικής επαφής 11-12 K6M (NC) στον κλάδο της αυτοσυγκράτησης του ηλεκτρονόμου K4M, και την διακοπή της λειτουργίας του.

### Διακοπή

- Σταμάτημα λειτουργίας γίνεται ανεξάρτητα και χειροκίνητα για τον κάθε κινητήρα πατώντας το αντίστοιχο μπουτόν στοπ και επιπρόσθετα αυτόματα για τον τρίτο κινητήρα (K3M) εφ' όσον απενεργοποιηθούν όλοι οι υπόλοιποι κινητήρες (K1M, K2M, K4M) καθώς και για τον τέταρτο κινητήρα K4M αν απενεργοποιηθούν οι δύο προηγούμενοι κινητήρες (K1M, K3M).
- Η τροφοδοσία στα πηνία επίσης θα διακοπεί αν οποιοσδήποτε κινητήρας δημιουργήσει λόγω μεγάλου φορτίου υπερένταση και ανοίξει η επαφή 95-96 του αντίστοιχου θερμικού στον κλάδο 1.



## **Προστασία**

Οι επαφές και των τριών θερμικών 95-96 F0F, 95-96 F1F, 95-96 F2F και 95-96 F3F βρίσκονται σε σειρά μεταξύ τους και με το κάθε stop αντίστοιχα, έτσι ώστε μόλις δώσουν εντολή τα διμεταλλικά του οποιοδήποτε θερμικού να απομονώνεται όλο το κύκλωμα σύμφωνα με τα δεδομένα της εφαρμογής.

## **Μανδάλωση**

- Οι επαφές 23-23 K1M και 23-24 K2M (επαφές εργασίας) δημιουργούν ηλεκτρική μανδάλωση στο πηνίο του ηλεκτρονόμου K3M, έτσι ώστε να είναι δυνατή η ενεργοποίηση του (εκκίνηση τρίτου κινητήρα), εφ' όσον έχουν πρώτα ενεργοποιηθεί και οι δύο ηλεκτρονόμοι K1M και K2M, ανεξάρτητα από την σειρά εκκίνησης.. Επειδή αποτελούν συνθήκες εκκίνησης μπαίνουν στον κλάδο του μπουτόν σταρτ. Επειδή για να ξεκινήσει ο τρίτος κινητήρας πρέπει να έχουν ξεκινήσει και οι δύο κινητήρες τοποθετούνται «σε σειρά».
- Οι επαφές 33-34 K1M και 33-34 K2M (επαφές εργασίας) δημιουργούν ηλεκτρική μανδάλωση στο πηνίο του ηλεκτρονόμου K4M, έτσι ώστε να είναι δυνατή η ενεργοποίηση του (εκκίνηση τέταρτου κινητήρα), εφ' όσον έχει πρώτα ενεργοποιηθεί ένας από τους δύο ηλεκτρονόμους K1M είτε K2M, ανεξάρτητα από την σειρά εκκίνησης.. Επειδή αποτελούν συνθήκες εκκίνησης μπαίνουν στον κλάδο του μπουτόν σταρτ. Επειδή για να ξεκινήσει ο τρίτος κινητήρας πρέπει να έχει ξεκινήσει ένας από τους δύο προηγούμενους κινητήρες (K1M είτε K2M) τοποθετούνται «παράλληλα».
- Οι επαφές 11-12 K1M, 11-12 K2M και 11-12 K4M. δημιουργούν ηλεκτρική μανδάλωση στο πηνίο του ηλεκτρονόμου K3M. Σε περίπτωση που απενεργοποιηθούν οι ηλεκτρονόμοι K1M, K2M και K4M θα κλείσουν αντίστοιχα οι βοηθητικές επαφές, το πηνίο του βοηθητικού ηλεκτρονόμου K5M θα βρεθεί υπό τάση, θα ενεργοποιηθεί κι αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα το άνοιγμα της βοηθητικής επαφής 11-12 K5M (NC) στον κλάδο της αυτοσυγκράτησης του ηλεκτρονόμου K3M και την διακοπή της λειτουργίας του.
- Οι επαφές 11-12 K1M, και 11-12 K3M. δημιουργούν ηλεκτρική μανδάλωση στο πηνίο του ηλεκτρονόμου K4M. Σε περίπτωση που απενεργοποιηθούν οι ηλεκτρονόμοι K1M και K4M θα κλείσουν αντίστοιχα οι βοηθητικές επαφές, το

πηνίο του βοηθητικού ηλεκτρονόμου K6M θα βρεθεί υπό τάση, θα ενεργοποιηθεί κι αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα το άνοιγμα της βοηθητικής επαφής 11-12 K6M (NC) στον κλάδο της αυτοσυγκράτησης του ηλεκτρονόμου K4M και την διακοπή της λειτουργίας του.

## **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

Τοποθετήστε τα παρακάτω εξαρτήματα στην εργαστηριακή πινακίδα και έχοντας δίπλα σας το σχέδιο πραγματοποιείτε τη συρμάτωση των εξαρτημάτων χρησιμοποιώντας καλώδιο διαμέτρου ενός τετραγωνικού χιλιοστού (MP με χρώμα μπλε και R με χρώμα μαύρο) σημειώνοντας στο σχέδιο τον αγωγό που τοποθετείται γιατί αυτό θα σας διευκολύνει κατόπιν στον έλεγχο του κυκλώματος και στη εύρεση του λάθους.

Στο τέλος της συρμάτωσης θα πρέπει να έχετε τελικώς δύο καλώδια για την τροφοδοσία του κυκλώματος (R – MP) τα οποία μαζί με τον υπεύθυνο καθηγητή αφού ελέγξει το κύκλωμα θα τα βιδώσετε σε κλέμα τροφοδότησης για να δώσετε τάση και να ελέγξετε τη λειτουργία του κυκλώματος αν είναι σωστή.

Όταν τελειώσετε με την άσκηση αποσυναρμολογήστε το κύκλωμα και παραδώστε τα υλικά στον υπεύθυνο.

## **ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

- Ένας (1) ηλεκτρονόμος με τάση πηνίου 230V με τρεις κύριες επαφές ισχύος, τρεις βοηθητικές επαφές εργασίας (ή κανονικά ανοικτές ή NO NORMALY OPEN) και δύο βοηθητικές επαφές ηρεμίας (ή κανονικά κλειστές ή NC NORMALY CLOSE).
- Ένας (1) ηλεκτρονόμος με τάση πηνίου 230V με τρεις κύριες επαφές ισχύος, τρεις βοηθητικές επαφές εργασίας (ή κανονικά ανοικτές ή NO NORMALY OPEN) και μία βοηθητική επαφή ηρεμίας (ή κανονικά κλειστή ή NC NORMALY CLOSE).

- Ένας (1) ηλεκτρονόμος με τάση πηνίου 230V με τρεις κύριες επαφές ισχύος, μία βοηθητική επαφή εργασίας (ή κανονικά ανοικτή ή NO NORMALY OPEN) και μία βοηθητική επαφή ηρεμίας (ή κανονικά κλειστή ή NC NORMALY CLOSE).
- Ένας (1) ηλεκτρονόμος με τάση πηνίου 230V με τρεις κύριες επαφές ισχύος, μία βοηθητική επαφή εργασίας (ή κανονικά ανοικτή ή NO NORMALY OPEN) και μία βοηθητική επαφή ηρεμίας (ή κανονικά κλειστή ή NC NORMALY CLOSE).
- Ένας (1) ηλεκτρονόμος με τάση πηνίου 230V με μία βοηθητική επαφή ηρεμίας (ή κανονικά κλειστή ή NC NORMALY CLOSE).
- Ένας (1) ηλεκτρονόμος με τάση πηνίου 230V με μία βοηθητική επαφή ηρεμίας (ή κανονικά κλειστή ή NC NORMALY CLOSE).
- Ένα (1) χρονικό με τάση πηνίου 230V και καθυστέρηση κατά την λειτουργία
- Τέσσερα (4) θερμικά με περιοχή ρύθμισης όπως φαίνεται στο σχέδιο.
- Τέσσερις (4) μπουτονιέρες με ένα (1) μπουτόν στοπ και ένα (1) μπουτόν σταρτ η κάθε μία..
- Αν θα τοποθετηθούν λυχνίες χρειάζονται τέσσερις (4) ενδεικτικές λυχνίες για την ένδειξη λειτουργίας και τέσσερις (4) για την ένδειξη βλάβης.

---

## Βιβλιογραφία

- [1] Π. Ντοκόπουλου, Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών Μέσης και Χαμηλής Τάσης, Εκδόσεις Ζήτη, 1992.
- [2] Τουλόγλου-Στεργίου, Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις, Εκδόσεις Ίων, 1998.
- [3] Φ. Δημόπουλου, Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Φωτισμός – Κίνηση – Αυτοματισμός, 1998.
- [4] Πανταζή Ν, Σύγχρονοι Βιομηχανικοί Αυτοματισμοί, τόμος Α', Ηλεκτρολογικό Σχέδιο & PLC, Ελληνικές Τεχνολογικές Εκδόσεις, 1995.
- [5] Τουλόγλου, Σ. Ηλεκτρικές βιομηχανικές εγκαταστάσεις κίνησης και υποσταθμοί μέσης τάσης, Αθήνα : Ίων, 2001
- [6] Μπιτζιώνης, Β. Βιομηχανικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις: Κίνηση, αυτοματισμός, εναλλακτικές μορφές ενέργειας, Θεσσαλονίκη : Τζιόλα, 2011