



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ**  
**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ**  
**ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**Επιβλέπων: ΠΕΤΡΟΣ Γ. ΒΕΡΝΑΛΟΣ, Καθηγητής**

**ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ**  
**ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ**  
**«ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ»**  
**ΣΕ ΕΞΗΝΤΑ ΩΡΙΑΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:**  
**ΜΠΕΚΡΗΣ ΕΥΘΥΜΙΟΣ ΤΟΥ ΙΩΑΝΝΗ**  
**ΜΙΧΟΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΤΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ**



**ΑΙΓΑΛΕΩ, ΜΑΪΟΣ 2012**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή κ. Πέτρο Γ. Βερνάδο για τις πολύτιμες συμβουλές του, την καθοδήγηση και τη βοήθεια για την ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας.

---

## Πρόλογος-Περίληψη

---

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του μαθήματος Ηλεκτρολογικό Σχέδιο του τμήματος Ηλεκτρολογίας του Τ.Ε.Ι. Πειραιά και παρουσιάζει τον τρόπο εκμάθησης του μηχανολογικού και ηλεκτρολογικού σχεδίου σε εξήντα ωριαία μαθήματα.

Για να πραγματοποιηθεί μια κατασκευή, χρειάζεται ένα σχέδιο που να δίνει την εξωτερική εμφάνιση κάθε αντικειμένου και όλες τις λειτουργικές λεπτομέρειες, εσωτερικές και εξωτερικές. Χρειάζεται, λοιπόν, να σχεδιάσουμε μια σειρά από όψεις του αντικειμένου ή της κατασκευής που θέλουμε να κάνουμε και μερικές τομές που μας δείχνουν όλες τις εσωτερικές κυρίως λεπτομέρειες της κατασκευής. Τις όψεις και τις τομές τις συμπληρώνουμε με τις απαραίτητες διαστάσεις. Η σχεδίαση αυτού του τύπου δε γίνεται αυθαίρετα, αλλά σύμφωνα με ένα σύστημα που το έχουν δεχθεί και το ακολουθούν όλα τα έθνη. Έτσι, λοιπόν, κάθε τεχνικό σχέδιο είναι μια γραφική αναπαράσταση που έγινε με ελεύθερο χέρι ή με τη βοήθεια σχεδιαστικών οργάνων και παρουσιάζει την εξωτερική μορφή και τις εσωτερικές λειτουργίες ενός αντικειμένου υπάρχοντος ή μέλλοντος να κατασκευαστεί.

Η εργασία δομείται σε 15 κεφάλαια που αντιπροσωπεύουν τα αντίστοιχα τετράωρα μαθήματα.

**1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Αφιερώνεται στην πρώτη γνωριμία του σπουδαστή με τα υλικά του σχεδίου και γίνεται σύντομη παρουσίαση αυτών.

**2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Αναφέρεται στη σχεδίαση γραμμών και υπομνημάτων.

**3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Εισαγωγή στην παραστατική γεωμετρία

**4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Αναφέρεται στον τρόπο σχεδίασης του μηχανολογικού σχεδιασμού, δηλαδή την αναπαράσταση ενός μηχανήματος-εξαρτήματος υπό κλίμακα.

**5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Μελέτη των ηλεκτρολογικών συμβόλων, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στα παρακάτω κεφάλαια, σε τυπικές ηλεκτρολογικές συνδεσμολογίες.

**6<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Αναφέρεται στα σύμβολα με τα οποία θα μπορούμε να κάνουμε τις τυπικές συνδεσμολογίες των επόμενων μαθημάτων

**7<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Αναφορά μελέτη και σχεδίαση των διαφορετικών ειδών διακοπών.

**8<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Σχεδιασμός και μελέτη μονοφασικού και τριφασικού πίνακα.

**9<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Κατανόηση της αρχής λειτουργίας μίας λάμπας φθορίου με τα επιμέρους εξαρτήματά της.

**10<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Σχεδίασης και κατανόηση της συνδεσμολογίας φωτισμός ασφαλείας.

**11<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Σχεδίαση και μελέτη του τρόπου λειτουργίας ενός αυτόματου χρονοδιακόπτη κλιμακοστασίου.

**12<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Εκμάθηση και σχεδίαση της αρχής λειτουργίας ενός αντιηλεκτροπληξιακού διακόπτη (ρελέ διαφυγής)

**13<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Αφιερώνεται στην μελέτη και σχεδίαση εγκαταστάσεων όπως, οικίας καταστήματος και βιομηχανικού χώρου.

**14<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Ανάπτυξη τρόπων σχεδίασης αναστροφής κινητήρα μέσω κυκλωμάτων, ώστε να υπάρξει εξοικείωση με τα κυκλώματα αυτοματισμού.

**15<sup>ο</sup> Κεφάλαιο:** Ανάπτυξη τρόπων σχεδίασης ενός διακόπτη αστέρα-τρίγωνο μέσω κυκλωμάτων, ώστε να υπάρξει εξοικείωση με τα κυκλώματα αυτοματισμού.

Στο τέλος παρουσιάζεται η βιβλιογραφία που αποτέλεσε την βάση της παρούσας έκθεσης.

Η πτυχιακή εργασία συνοδεύεται με CD , στο οποίο βρίσκεται σε ηλεκτρονική μορφή η εργασία, καθώς και οι διαφάνειες PowerPoint που εμφανίστηκαν στην παρουσίαση.

## **ABSTRACT**

This dissertation on the subject of electrical design of the department of electrical engineering, presents the way of learning mechanical and electrical design in sixty courses.

For a construction to be completed, a plan that provides the external design of every object is needed, along with the internal and external details of this object. The design at the object or the construction is done according to the international designing system. Therefore, every technical design is a graphical representation made by hand or by using designing tools, presenting the external form and the internal functions of an object that already exists, or that is to be constructed in the future.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

	Σελ
Περιεχόμενα.....	1
Εισαγωγή.....	3
<b>Κεφάλαιο 1°</b>	
<b>Παρουσίαση των οργάνων και των υλικών σχεδίασης.....</b>	<b>5</b>
1.1 Θεωρητικό Μέρος.....	5
1.1.1. Χαρτιά.....	7
1.1.2. Μολύβια.....	8
1.1.3. Μελάνι.....	10
1.1.4. Σχεδιαστική επιφάνεια.....	12
1.1.5. Όργανα σχεδίασης.....	13
1.2 Γραμμές σχεδίασης.....	17
<b>Κεφάλαιο 2°</b>	
<b>Γραμμογραφία .....</b>	<b>19</b>
<b>Κεφάλαιο 3°</b>	
<b>Κατασκευή Γεωμετρικών Σχημάτων.....</b>	<b>23</b>
3.1 Κατασκευή ελλείψεως από τους κύριους άξονες της.....	23
3.2 Κανονικό εξάγωνο εγγεγραμμένο σε κύκλο.....	24
3.3 Εγγραφή κύκλου σε γωνία.....	24
3.4 Σχέδιο ένωσης δύο κύκλων με τόξο γνωστής ακτίνας.....	25
3.5 Διαίρεση ευθυγράμμου τμήματος σε μέσο και ακρο λόγο.....	26
3.6 Διαίρεση ευθύγραμμου τμήματος σε $n$ ίσα μέρη.....	27
<b>Κεφάλαιο 4°</b>	
<b>Μηχανολογικό Σχέδιο.....</b>	<b>28</b>
4.1 Τα είδη του μηχανολογικού σχεδίου.....	29
4.2 Όψεις και Τομές.....	30
4.3 Διαστασιολόγηση.....	34
<b>Κεφάλαιο 5°</b>	
<b>Ηλεκτρολογικά Σύμβολα.....</b>	<b>37</b>
<b>Κεφάλαιο 6°</b>	
<b>Πίνακας Στοιχείων.....</b>	<b>43</b>
<b>Κεφάλαιο 7°</b>	
<b>Διακόπτες.....</b>	<b>45</b>
7.1 Θεωρία .....	45
7.2 Απλός Διακόπτης .....	49
7.3 Alle retour ακραίος .....	51
7.4 Alle retour μεσαίος .....	53
<b>Κεφάλαιο 8°</b>	
<b>Πίνακες.....</b>	<b>56</b>

8.1 Μονοφασικός Πίνακας.....	56
8.2 Τριφασικός Πίνακας.....	59
<b>Κεφάλαιο 9°</b>	
<b>Φωτιστικό Φθορισμού.....</b>	<b>62</b>
<b>Κεφάλαιο 10°</b>	
<b>Φωτισμός Ασφαλείας.....</b>	<b>69</b>
10.1 Φωτισμός ασφαλείας δύο κυκλωμάτων A.C-D.C.....	69
10.2 Συνδεσμολογία φωτισμού ασφαλείας ενός κυκλώματος.....	71
<b>Κεφάλαιο 11°</b>	
<b>Σχεδιασμός ηλεκτρικών κυκλωμάτων οικιακής χρήσης .....</b>	<b>72</b>
11.1 Κύκλωμα φωτισμού,ελεγχόμενο από αυτόματο χρονοδιακόπτη κλιμακοστασίου.....	72
11.2 Κύκλωμα ηλεκτρικής κλειδαριάς, με κουδούνι.....	74
<b>Κεφάλαιο 12°</b>	
<b>Ρελέ Διαφυγής.....</b>	<b>76</b>
<b>Κεφάλαιο 13°</b>	
<b>Εγκαταστάσεις.....</b>	<b>79</b>
13.1 Εγκατάσταση κατοικίας.....	79
13.2 Εγκατάσταση καταστήματος.....	82
13.3 Εγκατάσταση κλιμακοστάσιου.....	84
13.4 Εγκατάσταση βιομηχανικού χώρου .....	86
<b>Κεφάλαιο 14°</b>	
<b>Αναστροφή Κινητήρα.....</b>	<b>88</b>
<b>Κεφάλαιο 15°</b>	
<b>Αστέρα – Τρίγωνο.....</b>	<b>92</b>
<b>Κεφάλαιο 16°</b>	
<b>Συμπεράσματα.....</b>	<b>96</b>
<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>97</b>

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

---

### Παρουσίαση των οργάνων και των υλικών σχεδίασης

Στόχος 1<sup>ο</sup> Μαθήματος είναι ο σπουδαστής:

- ⌚ *Να γνωρίσει τα κυριότερα όργανα και υλικά σχεδίασης.*
- ⌚ *Να γνωρίζει την χρήση του κάθε οργάνου.*
- ⌚ *Να μάθει να τα χρησιμοποιεί σωστά και να τα συντηρεί κατάλληλα.*
- ⌚ *Να γνωρίσει τα είδη των μολυβιών ανάλογα με την σκληρότητά τους, και να κάνει την κατάλληλη εκλογή κάθε φορά που θα σχεδιάζει.*
- ⌚ *Να γνωρίσει τα διάφορα είδη και μεγέθη χαρτιών σχεδίασης της σειράς A σύμφωνα με τους οργανισμούς τυποποίησης DIN & IS*



## 1.1 Θεωρία

Για να σχεδιάσουμε ένα αντικείμενο πρέπει να έχουμε στην διάθεσή μας ορισμένα όργανα και υλικά . Αυτά είναι:

- ⌚ *Σχεδιαστήριο ή πινακίδα σχεδίασης διαστάσεων 500X700 χιλ.*
- ⌚ *Παραλληλογράφο προσαρμοσμένο στον σχεδιαστήριο ή στην πινακίδα .*
- ⌚ *Ορθογώνιο τρίγωνο  $45^{\circ} - 90^{\circ} - 45^{\circ}$  .*
- ⌚ *Ορθογώνιο τρίγωνο  $30^{\circ} - 90^{\circ} - 60^{\circ}$  .*
- ⌚ *Κανόνας μήκους περίπου 30 εκατ. Με διαιρέσεις εκατ. & χιλ..*
- ⌚ *Μοιρογνωμόνιο.*
- ⌚ *Καμπυλόγραμμα.*
- ⌚ *Σβηστήρα.*
- ⌚ *Διαβήτες*
- ⌚ *Οδηγούς χάραξης γραμμάτων και αριθμών (στένσιλ).*
- ⌚ *Μολύβια σκληρότητας B,HB & F.*
- ⌚ *Ραπιδογράφο με πενάκια 0,8 - 0,6 - 0,5 - 0,4 - 0,3 - 0,2 ή 0,7 - 0,5 - 0,35 - 0,18 χιλ.*
- ⌚ *Χαρτί σχεδίασης.*

### 1.1.1 Χαρτιά

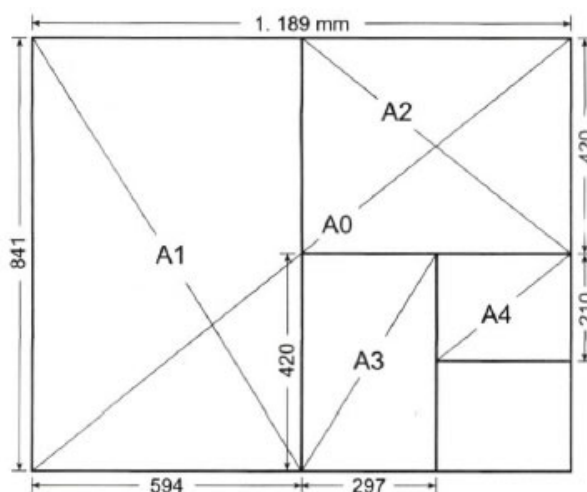
Στο τεχνικό σχέδιο χρησιμοποιούμε ποικιλία χαρτιών ανάλογα με το προσδοκώμενο αποτέλεσμα. Τα χαρτιά χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Τα διαφανή και τα αδιαφανή χαρτιά. Το αδιαφανές, συνήθως λευκό χαρτί, υπάρχει στο εμπόριο σε δύο τύπους. Ο ένας τύπος που έχει λεία και στιλπνή επιφάνεια χρησιμοποιείται για σχέδιο με μολύβι και κυρίως για σχέδιο με μελάνι. Ο άλλος τύπος που έχει πορώδη και αδρή επιφάνεια (ματ) είναι κατάλληλος για σχέδιο με μολύβι και για σκίτσο.

Τα αδιαφανή χαρτιά αποτελούν συνήθως και την τελική επιφάνεια παρουσίασης του σχεδίου, ενώ υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής αντιγράφων με ειδικά ξηρογραφικά φωτοαντιγραφικά μηχανήματα.

Η δεύτερη μεγάλη κατηγορία από άποψη ποιότητας περιλαμβάνει τα διαφανή χαρτιά. Αυτά χρησιμοποιούνται ευρύτατα για σχεδίαση με μελάνι. Το μεγάλο τους πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα που προσφέρουν για παραγωγή φθηνών φωτοαντιγράφων και φωτοτυπιών. Όπως εξάλλου όλα τα χαρτιά, τα διαφανή υπάρχουν στο εμπόριο σε διάφορα πάχη. Το πάχος του κάθε χαρτιού έχει σχέση με το βάρος του το οποίο εκφράζεται σε γραμμάρια ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας χαρτιού ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ).

Συνήθως διαφανή χαρτιά για σχεδίαση με μελάνι είναι βάρους  $90 - 95\text{gr}/\text{m}^2$  και  $110 - 115\text{gr}/\text{m}^2$ , ενώ τα διαφανή χαρτιά για πρόχειρη σχεδίαση με μολύβι (ριζόχαρτα) είναι βάρους  $40 - 45\text{gr}/\text{m}^2$ . Τα αδιαφανή χαρτιά (λευκά) είναι συνήθως βάρους  $200\text{gr}/\text{m}^2$ .

Ένα μεγάλο πρόβλημα που αντιμετωπίζουμε στα χαρτιά σχεδίασης και ιδιαίτερα στα διαφανή είναι η επίδραση της υγρασίας. Η υγρασία έχει ως αποτέλεσμα την παραμόρφωση της επιφάνειας του χαρτιού με συνέπεια την αλλοίωση των διαστάσεων του σχεδιασμένου αντικειμένου. Έτσι, όταν επιθυμούμε να έχουμε ακρίβεια και σταθερότητα στις σχεδιασμένες διαστάσεις, χρησιμοποιούμε τα λεγόμενα αδιάστατα χαρτιά. Τα χαρτιά αυτά, που είναι συνήθως διαφανή, έχουν ειδική πλαστικοποιημένη σύνθεση. Η ειδική αυτή σύνθεση εξασφαλίζει την ακρίβεια των διαστάσεων που απαιτούν κάποιες κατηγορίες σχεδίων, όπως το τοπογραφικό σχέδιο. Οι διαστάσεις των χαρτιών είναι τυποποιημένες σύμφωνα με το σύστημα DIN 476 (γερμανικοί κανονισμοί τυποποίησης).



Εικόνα 1: Τυποποιημένα μεγέθη χαρτιών

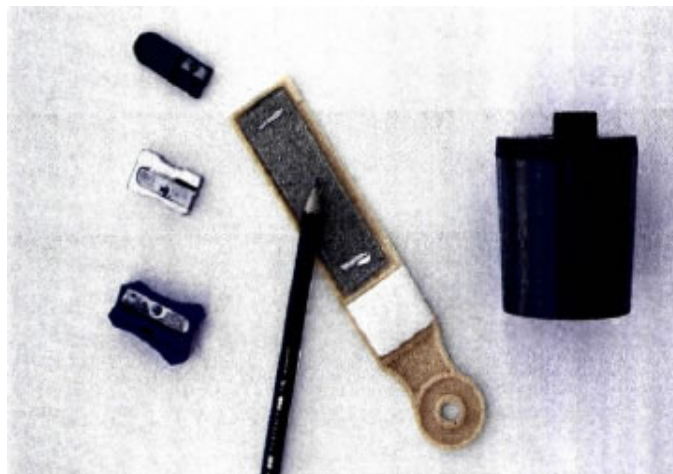
### 1.1.2 Μολύβια

Κάθε τεχνικό σχέδιο θα σχεδιαστεί με μολύβι. Τα μολύβια διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με τη μορφή τους και την ποιότητα της γραφής τους. Ως προς τη μορφή έχουμε τα ξύλινα μολύβια, τα μηχανικά μολύβια με χοντρή μύτη και τα μηχανικά μολύβια με διάφορα πάχη μύτης.

Το ξύσιμο των ξύλινων και μηχανικών μολυβιών με χοντρή μύτη γίνεται με διάφορες κλασικές ή ειδικές ξύστρες (καμπάνες-ψαράκια).

Τα μηχανικά μολύβια με διαφορετικό πάχος μύτης, χρησιμοποιούνται περισσότερο και υπάρχουν στο εμπόριο με πάχη μύτης 0.3mm, 0.5mm, 0.7mm και 0.9mm.

Ως προς την ποιότητα της σχεδιαζόμενης γραμμής τα μολύβια διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα σκληρά που χαρακτηρίζονται με το γράμμα H και τα μαλακά που χαρακτηρίζονται με το γράμμα B.



Εικόνα 2: Συμριδόχαρτο

ΒΑΘΜΟΣ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ	ΠΟΛΥ ΜΑΛΑΚΟ		ΜΑΛΑΚΟ			ΜΕΣΗ ΣΚΛΗΡ/ΤΑ		ΣΚΛΗΡΟ			ΠΟΛΥ ΣΚΛΗΡΟ	
	5B	4B	3B	2B	B	HB	F	H	2H	3H	4H	5H
ΤΥΠΟΙ ΜΟΛΥΒΙΩΝ												
ΣΚΙΤΣΑ	◀	■	■	■	◀							
ΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΠΡΟΧΕΙΡΑ ΣΧΕΔΙΑ				■	■	■	■					
ΚΥΡΙΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΣΧΕΔΙΩΝ					■	■	■	■	■	■	◀	◀

■ ΣΥΝΗΘΕΣΤΕΡΗ ΧΡΗΣΗ      ◀ ΣΠΑΝΙΟΤΕΡΗ ΧΡΗΣΗ

Εικόνα 3: Πίνακας μολυβιών ανάλογα με την ποιότητα γραφής

Με βάση τον παραπάνω πίνακα τα γράμματα τα μολύβια συνοδεύει ένας αριθμός (1,2,3,4..) που δηλώνει το πόσο μαλακό ή σκληρό είναι το μολύβι (2B,3H). Ενδιάμεση κατηγορία σκληρότητας αποτελούν οι ποιότητες HB και F.

Γενικά για την ποιότητα των μολυβιών ισχύει η τυποποίηση του πίνακα του σχήματος 3.6. Η εκλογή του μολυβιού εξαρτάται από το είδος και τον προορισμό του σχεδίου καθώς και από την ποιότητα του χαρτιού.

Για σχέδια που δε θα μελανωθούν χρησιμοποιούμε μολύβια με σκληρότητα ανάλογη με το επιθυμητό πάχος της γραμμής. Έτσι, για παχιές γραμμές χρησιμοποιούμε μαλακά μολύβια, ενώ για λεπτές σκληρά μολύβια. Για σχέδια που επιθυμούμε μεγάλη ακρίβεια σχεδίασης χρησιμοποιούμε σκληρά μολύβια. Για σχέδια που θα μελανωθούν χρησιμοποιούμε σκληρά έως πολύ σκληρά μολύβια. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγουμε το πρόβλημα που παρουσιάζεται από το κλείσιμο των πόρων του χαρτιού με σκόνη γραφίτη που δυσκολεύει το μελάνωμα.

Κατά τη χρήση των σκληρών και πολύ σκληρών μολυβιών προσέχουμε την πίεση του μολυβιού πάνω στο χαρτί, ώστε να αποφύγουμε τη χάραξή του. Το σβήσιμο του μολυβιού γίνεται με κλασικές γομολάστιχες σχεδίου και ειδικές γομολάστιχες με μορφή μολυβιού.

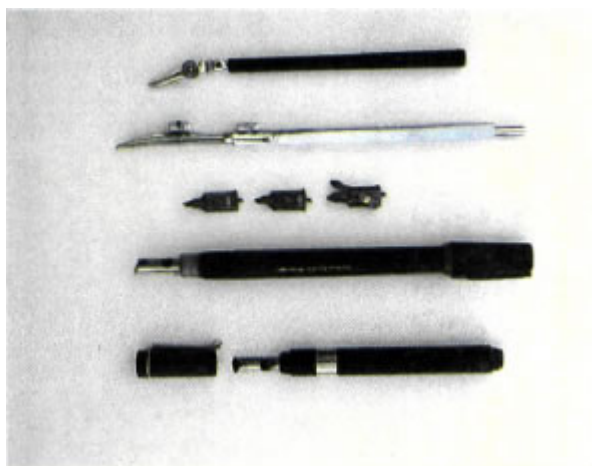


Εικόνα 4: Είδη σβηστήρων μολυβιού και μελάνης

### 1.1.3 Μελάνι

Το μελάνωμα του σχεδίου αποσκοπεί στην άρτια παρουσίαση, στη σταθερότητα στο χρόνο και στην αναπαραγωγή ευανάγνωστων αντιγράφων. Το μελάνι που χρησιμοποιείται είναι μαύρου χρώματος, γνωστό στο εμπόριο ως 'σινική μελάνη'.

Σπανιότερα χρησιμοποιούνται χρησιμοποιούνται μελάνια άλλων χρωμάτων, ώστε σε συνδυασμό με χαρτιά κατάλληλου χρώματος να δίνουν εντυπωσιακά σχέδια παρουσιάσεως. Ειδικά σχέδια, όπως το Τοπογραφικό, απαιτούν τη χρήση έγχρωμων μελανιών για την απόδοση ειδικών συμβολισμών. Το μελάνι εφαρμόζεται στο σχέδιο με κατάλληλους γραμμοσύρτες. Παλαιότερα χρησιμοποιούνταν οι γραμμοσύρτες και τα γκραφός.



Εικόνα 5: Στυλογράφος τύπου γκραφός

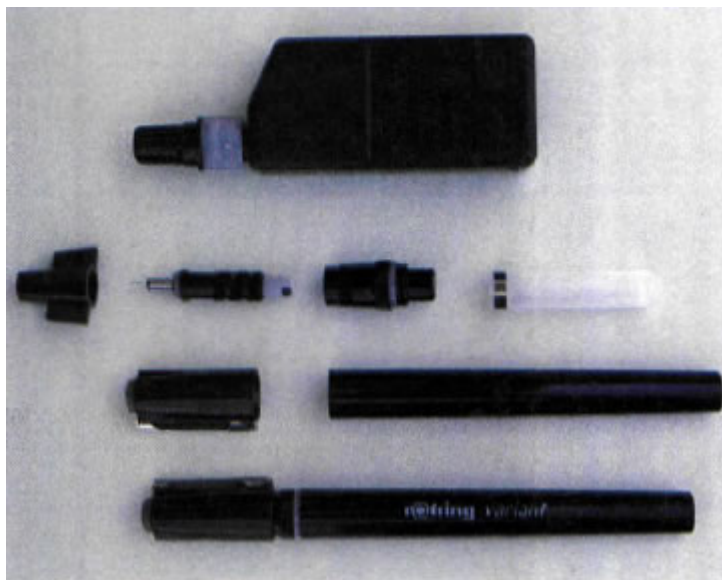
Σήμερα αποκλειστικά χρησιμοποιούνται ειδικοί στυλογράφοι οι οποίοι έχει επικρατήσει να αναφέρονται ως ραπιντογκράφ (rapidograph, από το εμπορικό όνομα της εταιρίας που τα πρωτοεμφάνισε στην αγορά). Τα ραπιντογκράφ είναι κατάλληλα διαμορφωμένα, ώστε να μας δίνουν το επιθυμητό πάχος γραμμής.

Ταυτόχρονα εξασφαλίζουν αυτονομία μελανιού για μεγάλη ποσότητα σχεδιαστικής εργασίας. Τα ραπιντογκράφ, που συνήθως χρησιμοποιούμε στο τεχνικό σχέδιο, υπάρχουν στο εμπόριο ξεχωριστά για κάθε πάχος γραμμής και είναι: 0,1mm - 0,2mm - 0,3mm - 0,4mm - 0,5mm - 0,6mm - 0,8mm - 1,0mm - 1,2mm (Τυποποίηση κατά το DIN 15).

Το μελάνι που χρησιμοποιούμε έχει τέτοια σύνθεση, ώστε να στεγνώνει γρήγορα. Κατά συνέπεια θα πρέπει να προφυλάσσουμε τα ραπιντογκράφ, γιατί αχρηστεύονται από το ξερό μελάνι. Για το σκοπό αυτό, όταν δε χρησιμοποιούνται, πρέπει το καπάκι τους να είναι καλά κλεισμένο ή να τοποθετούνται στις ειδικές βάσεις υγραντήρες, που τα διατηρούν έτοιμα για άμεση χρήση. Για την απόδοση του σωστού πάχους

γραμμής, αλλά και τη γενικότερη συντήρηση των ραπιντογκράφ συνιστάται καλό πλύσιμο κάθε φορά που τα γεμίζουμε με μελάνι.

Κατά τη σχεδίαση με μελάνι, κρατάμε το ραπιντογκράφ κάθετο στο χαρτί σχεδίασης, ενώ το κινούμε με σταθερή ταχύτητα, ώστε να έχουμε ομοιόμορφο πάχος γραμμής. Τα λάθη στη σχεδίαση με μελάνι διορθώνονται με ειδικές γομολάστιχες μελανιού ή συνηθέστερα με ξύσιμο του χαρτιού με ξυραφάκι. Στη δεύτερη αυτή περίπτωση, το ξύσιμο το "σβήνουμε" με μια κοινή γομολάστιχα, για να διώξουμε την αδρότητα (αγρίεμα) που δημιουργήθηκε στο χαρτί.



**Εικόνα 6:** Ραπιντογράφος και τα συνηθέστερα πάχη γραμμών του

### 1.1.4 Η Σχεδιαστική Επιφάνεια

Η σχεδιαστική επιφάνεια μπορεί να είναι ένα ειδικό έπιπλο κατάλληλα εξοπλισμένο (σχεδιαστήριο) ή μια ξύλινη φορητή πινακίδα. Το σχεδιαστήριο μπορεί να είναι εφοδιασμένο με ειδική διάταξη για τη σχεδίαση γραμμών σε όποια γωνία επιθυμούμε. Η ξύλινη φορητή πινακίδα έχει λεία, λευκή και ανθεκτική επιφάνεια με συνήθεις διαστάσεις 40 X 60cm, 50 X 70cm και 60 X 80cm.

Η σχεδίαση ενός τεχνικού σχεδίου βασίζεται στη χάραξη οριζόντιων και κατακόρυφων γραμμών, παράλληλων μεταξύ τους.

Για το σκοπό αυτό υπάρχουν τα σχεδιαστικά όργανα, όπως το ταφ και ο παραλληλογράφος.



**Εικόνα 7:** Πινακίδα με παραλληλογράφο

Το ταφ κατασκευασμένο από ξύλο ή πλαστικό, μπορεί να είναι σπαστό ώστε να σχεδιάζουμε με αυτό ευθείες γραμμές υπό γωνία.

Ο παραλληλογράφος ή παράλληλο είναι ένας πλαστικός κανόνας με μήκος ανάλογο του πλάτους της σχεδιαστικής επιφάνειας, σύρεται πάνω της οδηγούμενος από δύο τεντωμένα νήματα και εκτελεί την ίδια ακριβώς λειτουργία όπως το ταφ.

Κατά την επιλογή των διαστάσεων της σχεδιαστικής επιφάνειας (κυρίως της πινακίδας) πρέπει να προσέξουμε, ώστε το χαρτί σχεδίασης να χωράει πάνω της με άνεση. Ταυτόχρονα πρέπει να υπάρχει χώρος και για τον παραλληλογράφο ο οποίος, όταν δε χρησιμοποιείται, δεν πρέπει να καλύπτει το σχέδιο.

Ο φωτισμός της σχεδιαστικής επιφάνειας είναι ένας παράγοντας πολύ σημαντικός για την ξεκούραστη και σωστή σχεδίαση. Το φως, είτε είναι φυσικό είτε προέρχεται από λάμπα ηλιακού φωτός, πρέπει να φωτίζει από αριστερά, για την αποφυγή σκιάσεων

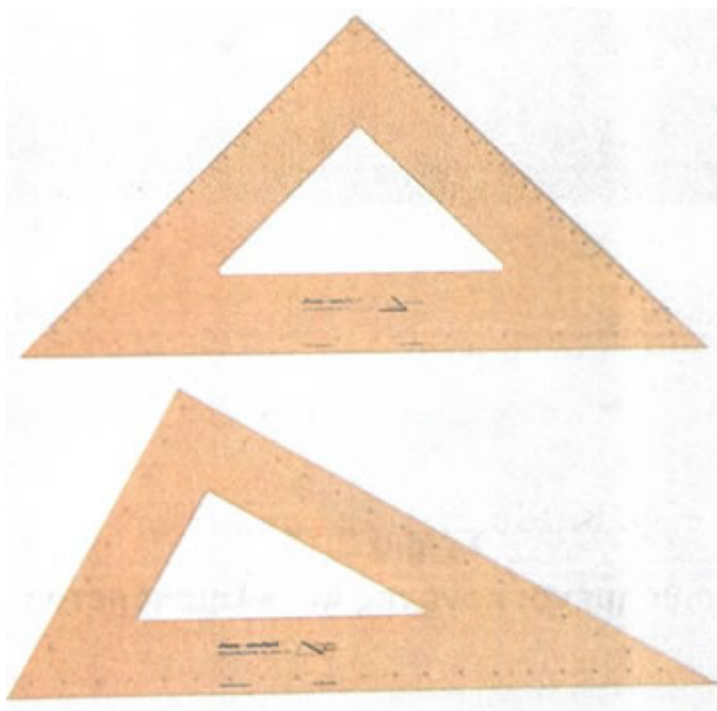


που δυσκολεύουν την ακριβή σχεδίαση. Η τοποθέτηση της σχεδιαστικής επιφάνειας πρέπει να έχει κλίση (περίπου 70 μοίρες), ώστε ο σχεδιαστής να αποφεύγει το σκύψιμο.

### 1.1.5 Όργανα Σχεδίασης

#### Τρίγωνα

Τα τρίγωνα που είναι κατασκευασμένα από διαφανές πλαστικό, διακρίνονται στα ορθογώνια ισοσκελή με γωνίες 45 και 90 μοιρών και τα ορθογώνια ανισοσκελή (σκαληνά) με γωνίες 30, 90 και 60 μοιρών. Για το τεχνικό σχέδιο προτιμώνται τα τρίγωνα χωρίς υποδιαιρέσεις. Για διευκόλυνση της σχεδίασης με μελάνι τα τρίγωνα είναι δυνατό να έχουν στις πλευρές τους ειδική εσοχή (πατούρα).



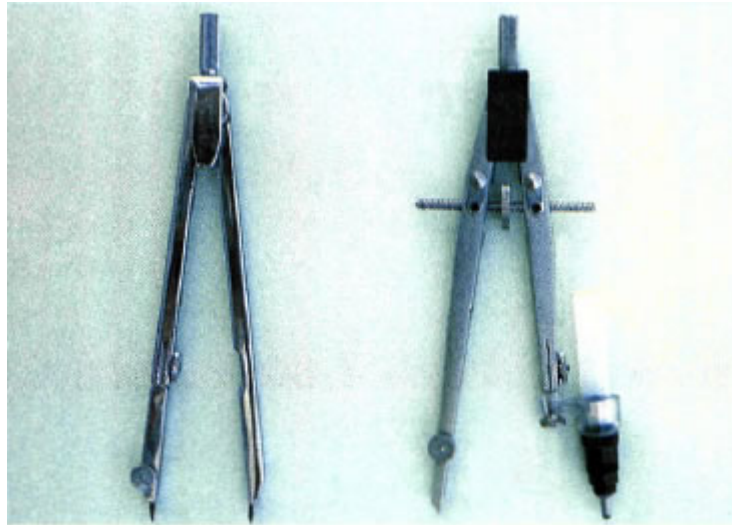
Εικόνα 8: Βασικοί τύποι τριγώνων

#### Διαβήτης

Ο διαβήτης είναι μεταλλικό όργανο που χρησιμοποιείται για τη χάραξη κύκλων, τόξων αλλά και για τη μέτρηση και μεταφορά μηκών (διαστημόμετρο). Αποτελείται από δύο σκέλη που συνδέονται στο πάνω μέρος τους με γραναζωτή άρθρωση, η οποία επιτρέπει τη διατήρηση των ελεύθερων άκρων των σκελών σε σταθερή απόσταση. Στο άκρο του ενός σκέλους υπάρχει ακίδα, ενώ στο άλλο υπάρχει μύτη μολυβιού. Όταν σχεδιάζουμε με μελάνι, η μύτη του μολυβιού αντικαθίσταται με

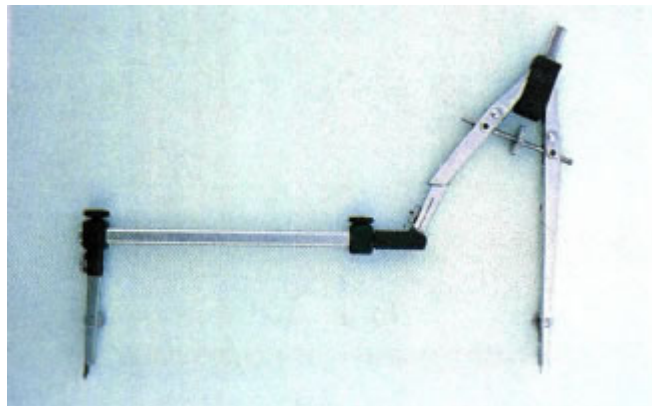


δακτυλίδι, κατάλληλο για το συγκεκριμένο διαβήτη, πάνω στο οποίο βιδώνεται το ραπιντογκράφ.



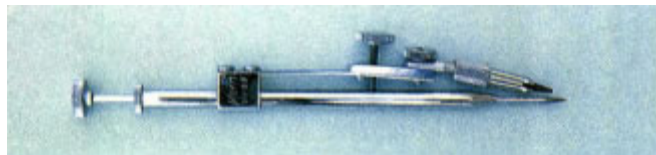
**Εικόνα 9:** Διαβήτες με μολύβι και ραπιντογράφο

Στην περίπτωση που επιθυμούμε να σχεδιάσουμε κύκλο μεγάλης ακτίνας, στη θέση της μύτης προσαρμόζεται κατάλληλο προέκταμα στην άκρη του οποίου τοποθετείται η μύτη μολυβιού ή το ραπιντογράφο.



**Εικόνα 10:** Διαβήτη με παρέκταμα

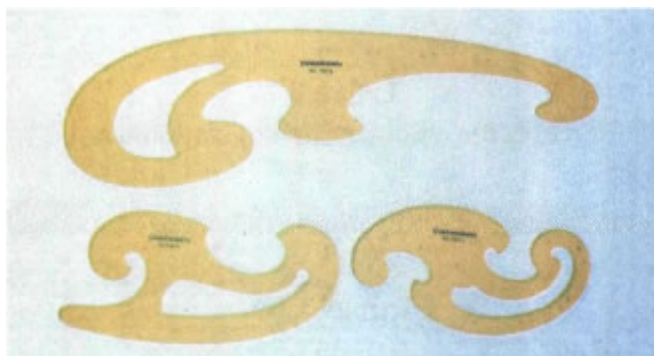
Για τη χάραξη πολύ μικρών κύκλων υπάρχει ειδικός διαβήτη επωνομαζόμενος πόμπα.



Εικόνα 11: Πόμπα

## Καμπυλόγραμμο

Για τη σχεδίαση καμπύλων γραμμών, που δεν είναι τόξα κύκλου, χρησιμοποιούμε τα καμπυλόγραμμο. Τα όργανα αυτά, κατασκευασμένα από διαφανές πλαστικό, έχουν πατούρα για διευκόλυνση του σχεδίου με μελάνι. Στο εμπόριο υπάρχουν με ποικίλες μορφές και μεγέθη.



Εικόνα 12: Καμπυλόγραμμο

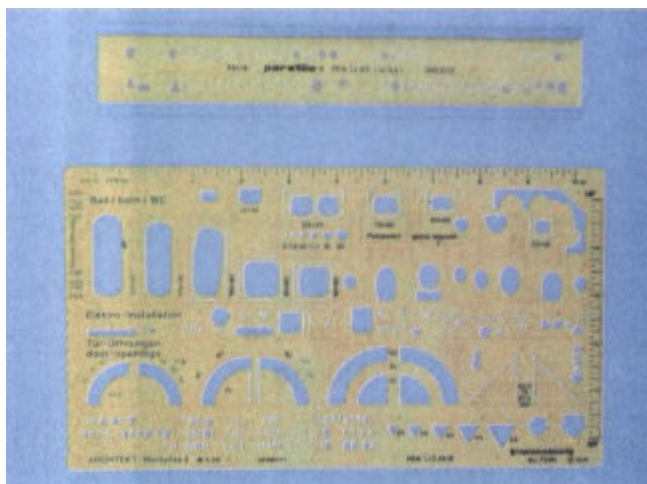
## Οδηγοί γραμμάτων και συμβόλων

Το τεχνικό σχέδιο για να είναι πλήρες και σαφές, περιέχει γράμματα και αριθμούς με τα οποία εξηγούνται λειτουργίες, ονοματίζονται τμήματα του σχεδίου, δίνονται διαστάσεις.

Σε πολλά είδη τεχνικού σχεδίου χρησιμοποιούνται με μεγάλη συχνότητα ειδικοί συμβολισμοί για τη σχεδίαση των οποίων χάνεται πολύτιμος χρόνος. Λύση στα παραπάνω προβλήματα δίνουν ειδικές, πλαστικές ταμπλέτες, γνωστές ως Stencil, με τη χρήση των οποίων επιτυγχάνουμε ταχύτητα και αρτιότητα σχεδίασης.

Στο εμπόριο υπάρχουν οδηγοί γραμμάτων, αριθμών, αρχιτεκτονικών συμβόλων, ηλεκτρολογικών-μηχανολογικών-ηλεκτρονικών συμβόλων και γεωμετρικών σχημάτων.

Εκτός των Stencil, ανάλογη λειτουργία έχουν ειδικά, διαφανή πλαστικά φύλλα (φιλμ) πάνω στα οποία υπάρχουν αυτοκόλλητα γράμματα και αριθμοί.



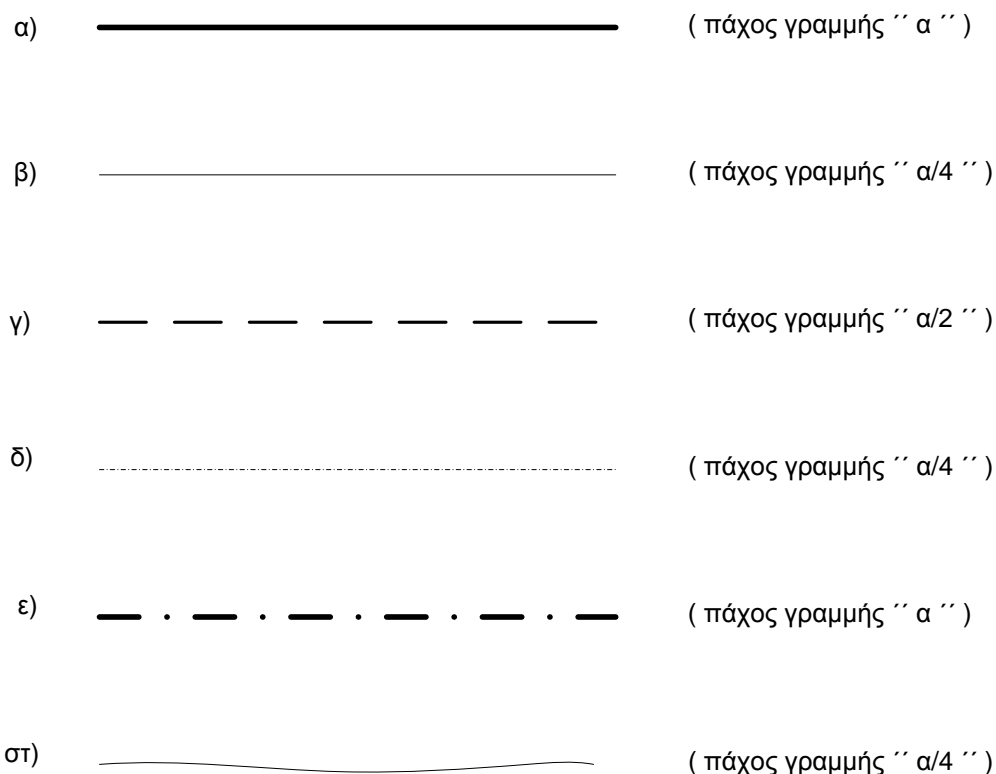
**Εικόνα 13:** Stencil

Το φύλλο αυτό τοποθετείται πάνω στο σχέδιο, στο σημείο που θέλουμε να αποτυπώσουμε ένα σύμβολο και με πίεση, το σύμβολο ξεκολλά από το φιλμ και αποτυπώνεται στο σχέδιο. Τα φιλμ αυτά, που φέρονται στο εμπόριο με το όνομα Lettraset, περιέχουν μεγάλη ποικιλία αριθμών και γραμμάτων. Μια άλλη ειδική κατηγορία διαφανών φιλμ, με την ονομασία Raster, είναι εφοδιασμένη με διαγραμμίσεις, σύμβολα και αντικείμενα. Τα φιλμ αυτά είναι αυτοκόλλητα και καλύπτουν όση έκταση σχεδίου επιθυμούμε, αφού βέβαια κοπούν στις κατάλληλες διαστάσεις.

Όλα τα σχεδιαστικά όργανα πρέπει να διατηρούνται καθαρά, ενώ παράλληλα πρέπει να προφυλάσσονται από επικίνδυνες πτώσεις που προκαλούν βλάβες και παραμορφώσεις. Η τήρηση μέτρων προστασίας εξασφαλίζει ξεκούραστη και παραγωγική σχεδιαστική εργασία, με τελικό αποτέλεσμα ένα ευπαρουσίαστο και ευανάγνωστο σχέδιο.

## 1.2 Γραμμές Σχεδίασης

Στο τεχνικό σχέδιο χρησιμοποιούνται ανάλογα με το σκοπό διάφορα είδη και πάχη γραμμών. Για το μηχανολογικό σχέδιο προβλέπονται κατά DIN 15.4 ομάδες γραμμών. Κάθε ομάδα περιλαμβάνει 6 είδη γραμμών.



Εικόνα 14: Τύποι γραμμών

**α) Συνεχής ή πλήρης παχιά γραμμή:** Με αυτό το είδος γραμμής σχεδιάζονται οι κύριες γραμμές του σχεδίου. Το πάχος της κυμαίνεται από 0,25-1,2 χιλ. ανάλογα με το μέγεθος του αντικειμένου, το μέγεθος του σχεδίου, την κλίμακα σχεδίασης και την πυκνότητα των γραμμών του.

**β) Συνεχής ή βοηθητική λεπτή γραμμή:** Με αυτό το είδος γραμμής σχεδιάζουμε τις γραμμές διαστάσεων, τις βοηθητικές γραμμές διαστάσεων, προεκτάσεις διαστάσεων, παραπομπές, διαγραμμίσεις τομών. Το πάχος της εξαρτάται από το εκάστοτε πάχος της κύριας γραμμής και είναι ίσο με το 1:4.

**γ) Διακεκομμένη γραμμή:** Χρησιμοποιείται για πραγματικές ακμές του αντικειμένου που δεν είναι ορατές. Οι γραμμές αυτές αποτελούνται από μικρά ευθύγραμμα τμήματα, ίσα μεταξύ τους που έχουν μήκος 5-10 φορές του πάχους της

διακεκομμένης, και με διάκενα μεταξύ τους που έχουν μήκος 2-3 φορές του πάχους της γραμμής.

**δ) Αξονική λεπτή γραμμή:** Σχεδιάζουμε αξονικές γραμμές, άξονες συμμετρίας και κάθετους άξονες σε οπές. Αποτελείται από ευθύγραμμα τμήματα ίσα μεταξύ τους, με μήκος **50-60 φορές** το πάχος τους, που ανάμεσά τους υπάρχουν τελείες ή πολύ μικρά ευθύγραμμα τμήματα, ακριβώς στη μέση των κενών. Τα κενά ανάμεσα στα μεγάλα τμήματα, είναι περίπου ίσα με το **1/5** του μήκους τους. Το **πάχος** της κυμαίνεται από **0,13 – 0,35** χιλιοστά ή **1/4** της βασικής.

**ε) Αξονική παχιά:** Χρησιμοποιείται για κατάδειξη επιπέδων τομής και το **πάχος** της κυμαίνεται από **0,25 - 0,7** χιλιοστά

**στ) Ελευθέρως χειρός:** Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις, στις οποίες δεν χρειάζεται η δημιουργία μεγάλων γραμμών για την αποφυγή λαθών.



## **Γραμμογραφία**

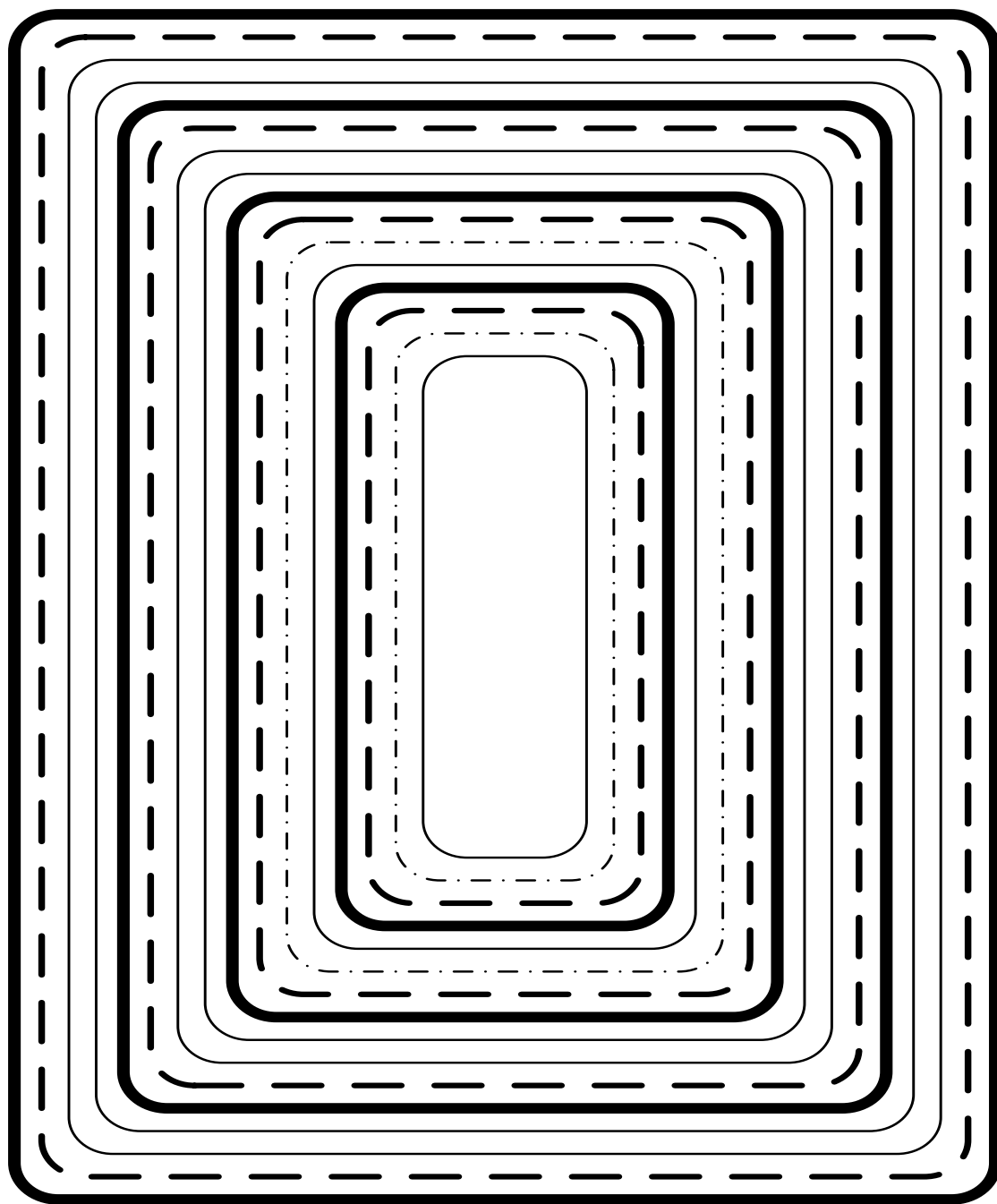
Στόχος 2<sup>ο</sup> Μαθήματος

Ο φοιτητής θα πρέπει να εξοικειωθεί με τη σχεδίαση γραμμών που αφορούν τα προκαταρκτικά πριν ξεκινήσει τη σχεδίαση

Πολλές συστοιχίες γραμμών οι οποίες ενώνονται μεταξύ τους προκειμένου να δημιουργήσουν ένα ορθογώνιο σχήμα. Το σχέδιο απαρτίζεται από 4 γραμμές διαφορετικού πάχους ραπιτογράφου οι οποίες στη συνέχεια επαναλαμβάνονται.

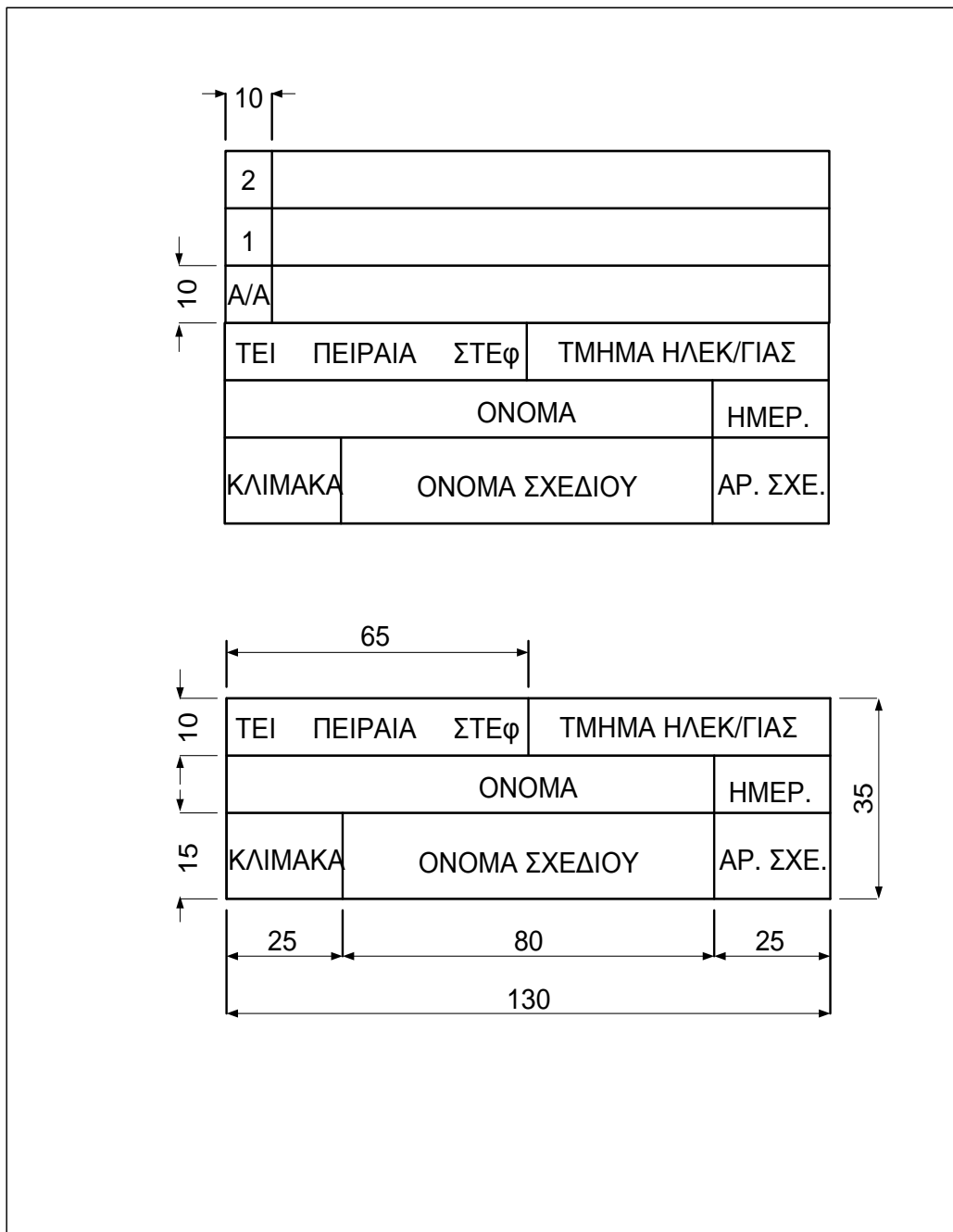


**Εικόνα 16:** Σχεδίαση με ραπιτογράφου



Εικόνα 17: Σχέδιο γραμμογραφίας

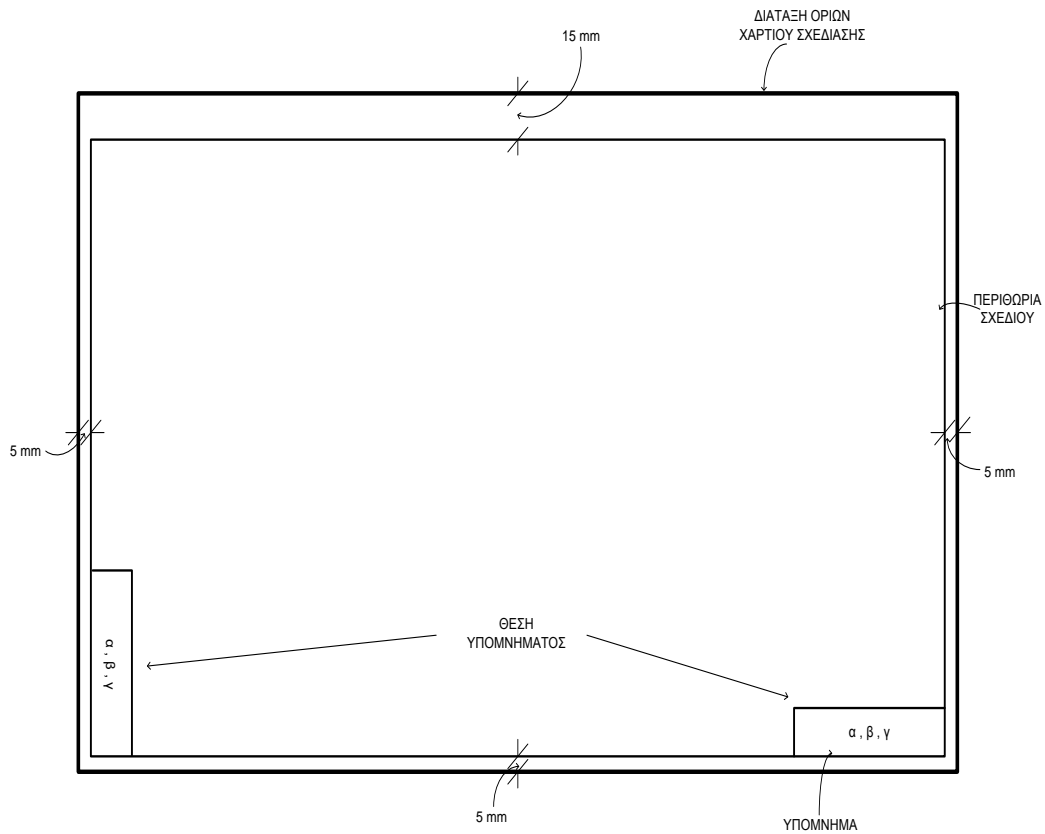
Το παρακάτω σχέδιο αποσκοπεί στην περιγραφή του σχεδίου προκειμένου να διευκολυνθεί ο αναγνώστης του. Επίσης σε αυτό το σχέδιο αναγράφονται τα στοιχεία του σχεδιαστή αλλά και οι λεπτομέρειες του συγκεκριμένου σχεδίου. Οι αποστάσεις που αναγράφονται θα πρέπει να τηρηθούν οπωσδήποτε.



Εικόνα 18: Υπόμνημα



Πιο ολοκληρωμένα όμως φαίνεται η θέση του υπομνήματος στο παρακάτω σχέδιο ανάλογα βέβαια με τη σχεδίαση, δηλαδή αν το σχέδιο θα είναι σε οριζόντια ή κάθετη δομή.



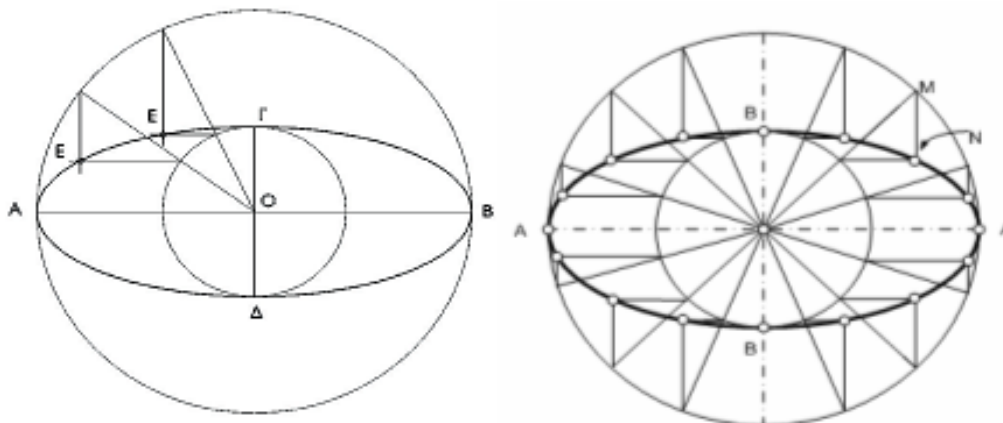
**Εικόνα 19:** Υπόνημα

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

Στόχος του 3<sup>ου</sup> μαθήματος είναι, ο σπουδαστής να αρχίζει να σχεδιάζει πιο πολύπλοκα γεωμετρικά σχήματα και είναι απόφαση καθηγητή ποιο θα σχεδιάσει.

### 3.1 Κατασκευή ελλείψεως από τους κύριους άξονες της

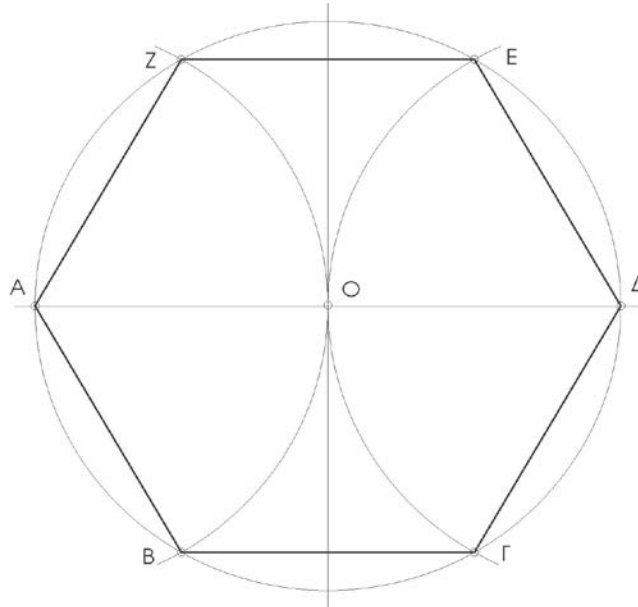
Η κατασκευή της καμπύλης της έλλειψης απαιτεί να γνωρίζουμε τον μεγάλο της άξονα  $AB$  και τον μικρό της άξονα  $\Gamma\Delta$ . Οι άξονες  $AB$  και  $\Gamma\Delta$  αλληλοδιχοτομούνται κάθετα στο κέντρο  $O$  της έλλειψης. Με κέντρο το σημείο  $O$  γράφουμε δύο κύκλους, τον ένα με διάμετρο ίση με τον μικρό άξονα και τον δεύτερο με διάμετρο ίση με τον μεγάλο άξονα της έλλειψης (σχήμα). Από το σημείο  $O$  γράφουμε τυχαία ακτίνα προς τον μεγάλο κύκλο. Από το σημείο που η ακτίνα τέμνει τον μεγάλο κύκλο γράφουμε ημιευθεία παράλληλη προς τον μικρό άξονα και από το σημείο που η ακτίνα τέμνει τον μικρό κύκλο, γράφουμε ημιευθεία παράλληλη προς τον μεγάλο άξονα. Το σημείο τομής  $E$  των ημιευθειών αυτών είναι σημείο της καμπύλης της έλλειψης. Επαναλαμβάνοντας την παραπάνω εργασία, μπορούμε να βρούμε περισσότερα σημεία της καμπύλης και να κατασκευάσουμε την έλλειψη ενώνοντάς τα.



Εικόνα 20: Κατασκευή ελλείψεως από τους κύριους άξονες της

### 3.2 Κανονικό εξάγωνο εγγεγραμμένο σε κύκλο

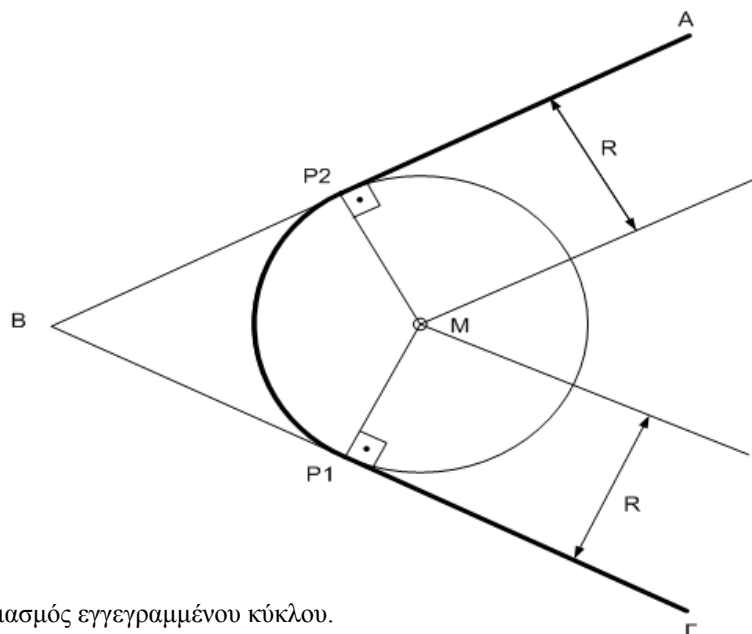
Σχεδιάζεται η κάθετος προς τη διάμετρο του κύκλου στο κέντρο  $O$  (σχήμα 1). Η τομή της μεσοκαθέτου με την περιφέρεια του κύκλου ορίζει τα σημεία  $A$  και  $\Delta$  και είναι και οι πρώτες κορυφές του εξαγώνου. Με κέντρα τα  $A$  και  $\Delta$  και ακτίνα  $AO$  σχεδιάζονται δύο τόξα που τέμνουν την περιφέρεια στα  $B, \Gamma, E$  και  $Z$ , σημεία που μαζί με τα  $A$  και  $\Delta$  ορίζουν τις έξι κορυφές του εξαγώνου.



Εικόνα 21: Κατασκευή εξαγώνου

### 3.3 Εγγραφή κύκλου σε γωνία

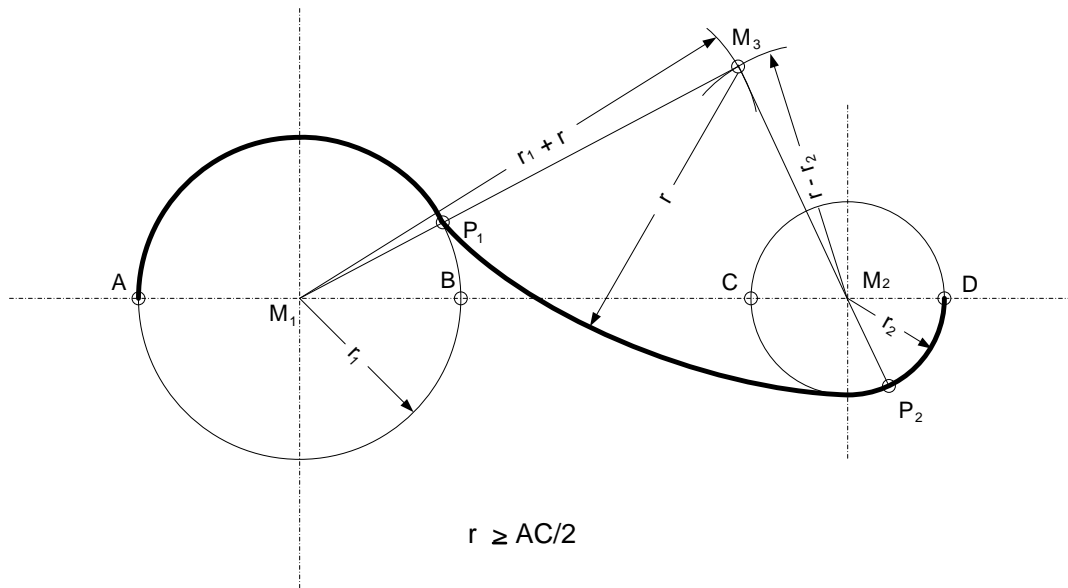
Σε απόσταση  $R$  από τις πλευρές της γωνιάς σχεδιάζουμε παράλληλες προς τις πλευρές αυτές. Η τομή τους  $M$  είναι το ζητούμενο κέντρο.



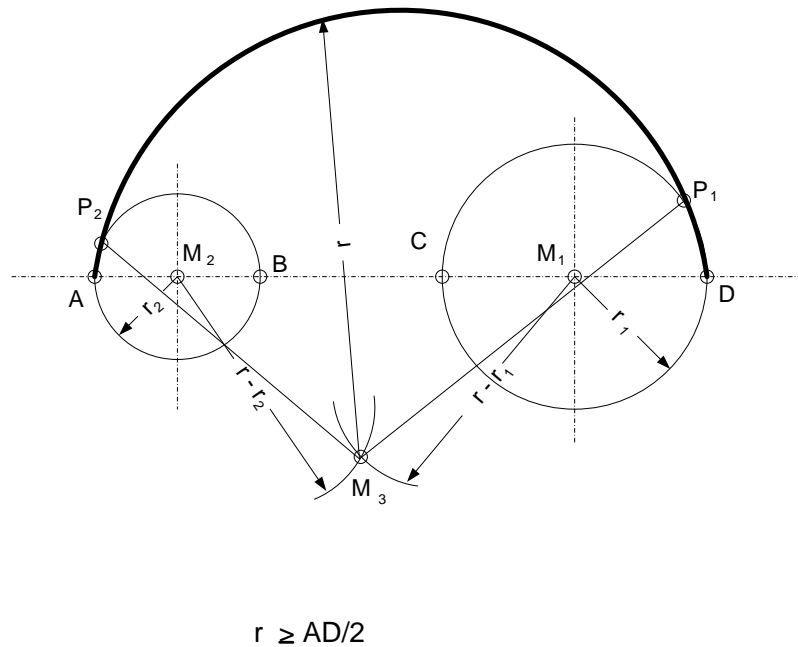
Εικόνα 22: Σχεδιασμός εγγεγραμμένου κύκλου.

### 3.4 Σχέδιο ένωσης δύο κύκλων με τόξο γνωστής ακτίνας

Με κέντρο το  $M_1$  και ακτίνα  $r_1 + r$  γράφουμε περιφέρεια, ομοίως με κέντρο το  $M_2$  και ακτίνα  $r - r_2$ . Η τομή τους δίνει το ζητούμενο κέντρο  $M_3$  (σχήμα α). Κατ' αναλογία γίνεται και η κατασκευή για το σχέδιο (σχήμα β). Το πρόβλημα είναι δυνατόν να έχει και τρίτη λύση αν το  $M_3$  είναι η τομή των περιφερειών  $(M_1, r + r_1)$  και  $(M_2, r + r_2)$ .



(α)

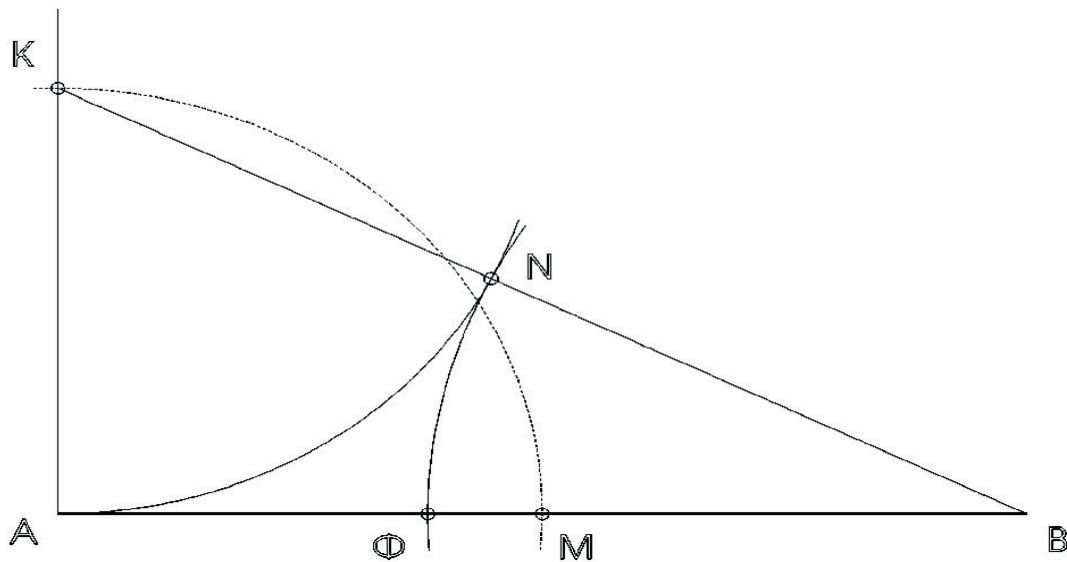


(β)

Εικόνα 23 (α) και (β): Ένωση δύο κύκλων

### 3.5 Διαίρεση ευθυγράμμου τμήματος σε μέσο και άκρο λόγο (Χρυσή τομή)

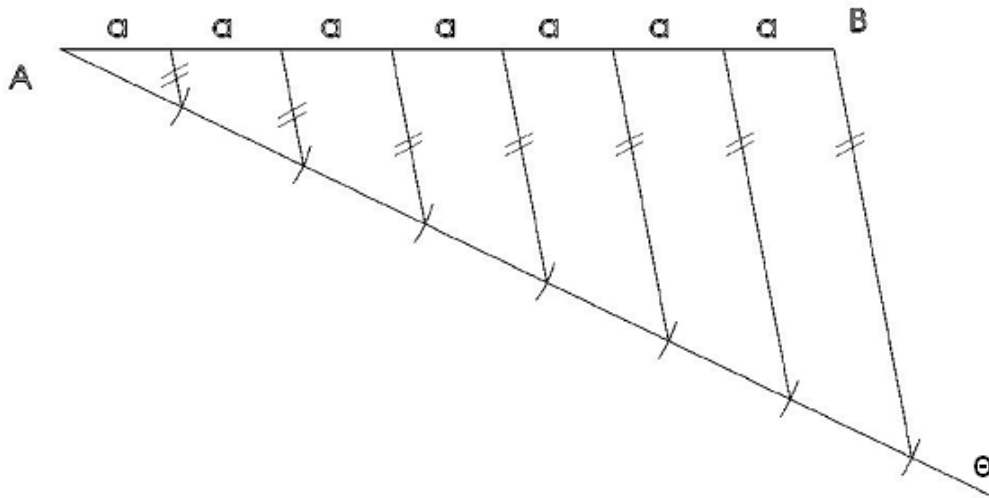
Διαίρεση ευθυγράμμου τμήματος σε μέσο και άκρο λόγο (χρυσή τομή) Για να χωρίσουμε το ευθύγραμμο τμήμα  $AB$  σε μέσο και άκρο λόγο, γράφουμε έστω από το  $A$  (σχ. 9) ημιευθεία κάθετη στο  $AB$  και ορίζουμε σημείο  $K$  ίσο με το μισό του μήκους του ευθυγράμμου τμήματος  $AB$ . Γράφουμε το τμήμα  $KB$ . Με κέντρο το σημείο  $K$  και ακτίνα  $KA$  γράφουμε τόξο κύκλου, το οποίο τέμνει την  $KB$  στο σημείο  $N$ . Με κέντρο το σημείο  $B$  και ακτίνα  $BN$  γράφουμε τόξο κύκλου, που τέμνει την  $AB$  στο σημείο  $\Phi$ . Ο λόγος των μηκών των ευθυγράμμων τμημάτων  $B\Phi/A\Phi$  είναι ίσος με  $\varphi = 1,618$ , όπως και ο λόγος  $AB/\Phi B$ .



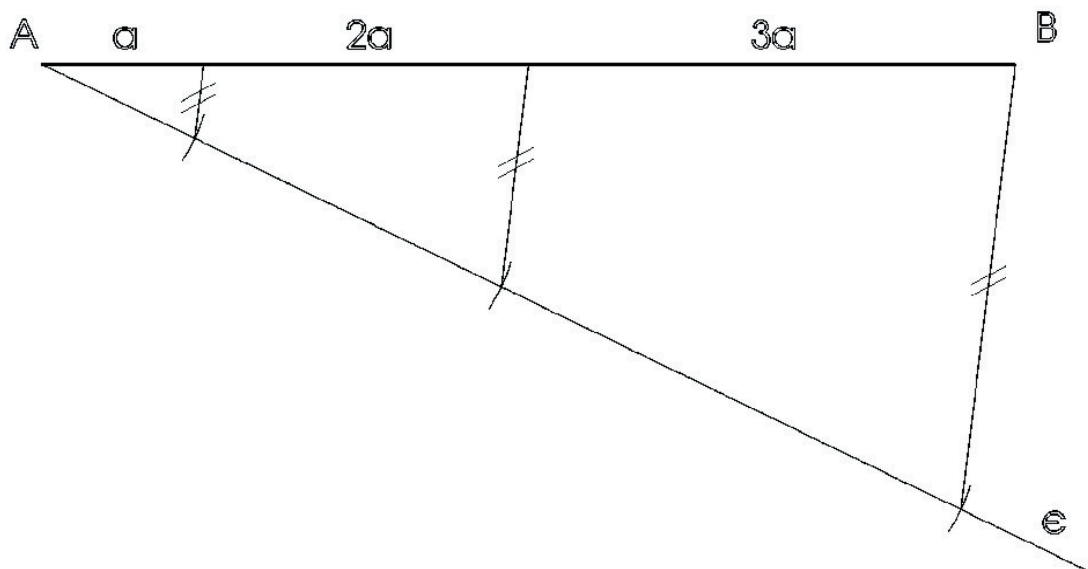
Εικόνα 24: Σχεδιασμός χρυσής τομής

### 3.6 Διαίρεση ευθύγραμμου τμήματος σε $n$ ίσα μέρη

Ο χωρισμός ευθυγράμμου τμήματος σε  $n$  ίσα μέρη είναι μια εφαρμογή του θεωρήματος του Θαλή του Μιλήσιου. (Στο σχήμα 1) παρουσιάζεται ο τρόπος που χωρίζουμε το ευθύγραμμο τμήμα  $AB$  σε 7 ίσα μέρη: από το σημείο  $A$  γράφουμε μια τυχαία ημιευθεία  $A\epsilon$ . Ξεκινώντας από το σημείο  $A$  ορίζουμε πάνω στην ημιευθεία 7 ίσα και τυχαίου μήκους τμήματα. Ενώνουμε το τελευταίο σημείο της ημιευθείας  $A\epsilon$  με το σημείο  $B$ . Από καθένα από τα υπόλοιπα σημεία της ημιευθείας  $A\epsilon$  γράφουμε ευθείες παράλληλες προς την πρώτη.



Εικόνα 25: Ευθεία χωρισμένη σε  $n$  ίσα μέρη



Εικόνα 26: Ευθεία χωρισμένη σε  $n$  ίσα μέρη

---

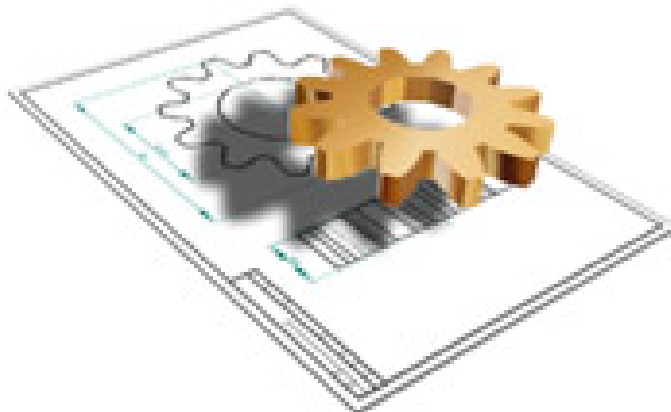
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

---

### Μηχανολογικό Σχέδιο

Στη συνέχεια του τέταρτου μαθήματος ο σπουδαστής ενημερωθεί για τον τρόπο σχεδίασης του μηχανολογικού σχεδίου, δηλαδή την αναπαράσταση ενός μηχανήματος σε κλίμακα.

Το μηχανολογικό σχέδιο χρησιμοποιείται στις αντίστοιχες κατασκευές και συγκεκριμένα στη Βιομηχανία, στη Βιοτεχνία, στα Μηχανουργεία - Εφαρμοστήρια, στα Δομικά Έργα για το μέρος των εγκαταστάσεων των κτιρίων κ.λ.π. Είναι το μέσο επικοινωνίας του εμπνευστή - μελετητή ενός έργου (αντικειμένου, διατάξεως, συστήματος, δικτύου κ.λ.π.) με τον ή τους κατασκευαστές του. Περιέχει με σαφήνεια, πληρότητα και ακρίβεια όλες τις απαραίτητες τεχνικές πληροφορίες για τη μορφή, τις διαστάσεις, τον τρόπο σύνδεσης - συναρμολόγησης και άλλα κατασκευαστικά στοιχεία του έργου, όπως υλικά, ποιότητα κατεργασίας επιφανειών κ.λ.π.

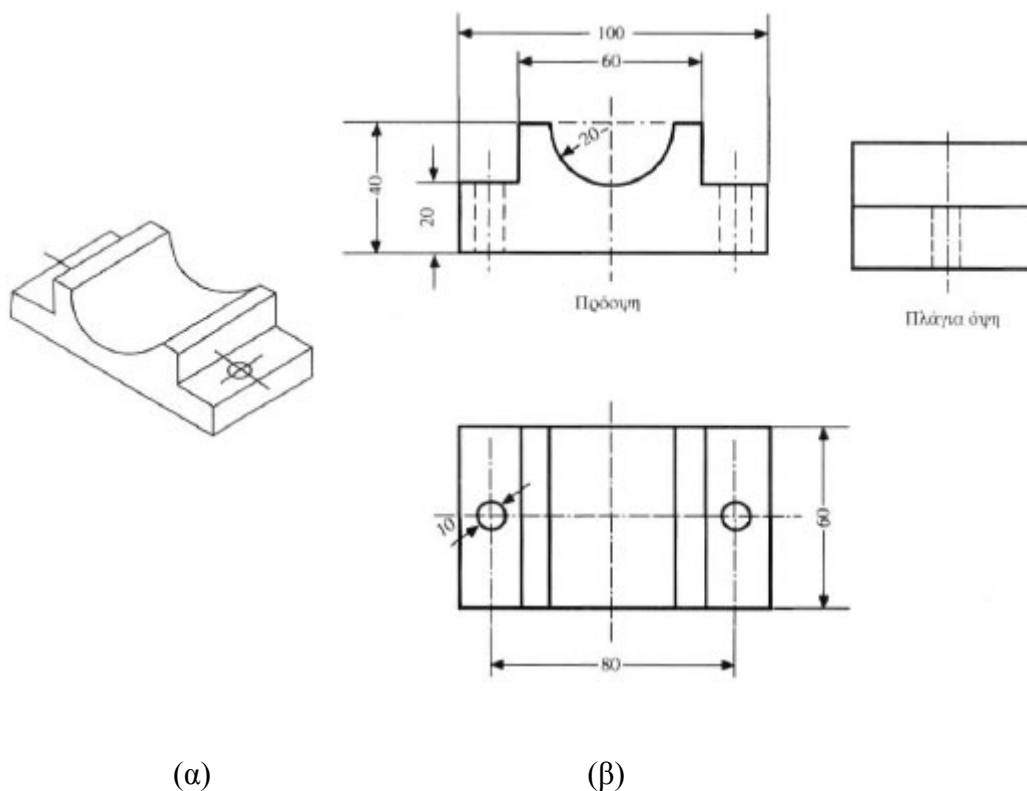


### 4.1.1 Τα είδη του μηχανολογικού σχεδίου

Με κριτήριο το σκοπό για τον οποίο προορίζεται έχουμε τα εξής βασικά είδη Μηχανολογικού Σχεδίου:

- Το κατασκευαστικό σχέδιο αντικειμένων

Στο σχέδιο αυτό παρουσιάζεται μόνο το αντικείμενο που πρόκειται να κατασκευασθεί. Πρόκειται συνήθως για σχέδιο όψεων και τομών που περιέχει όλα τα στοιχεία που έχουν προαναφερθεί (μορφή, πλήρεις διαστάσεις με συγκεκριμένη κλίμακα, κατασκευαστικές προδιαγραφές), με τρόπο ώστε ο κατασκευαστής να μπορεί να το υλοποιήσει χωρίς απορίες ή κενά. Παρουσιάζει με πιστότητα την πραγματική μορφή και τις λεπτομέρειες του αντικειμένου με πολύ περιορισμένη χρήση συμβόλων σε περιπτώσεις τυποποιημένων στοιχείων όπως οδοντώσεις σπειρώματα κ.τ.λ.



Εικόνα 27: (α) μηχανολογικό εξάρτημα,(β) Κατασκευαστικό σχέδιο



- **Το κατασκευαστικό σχέδιο εγκαταστάσεων**

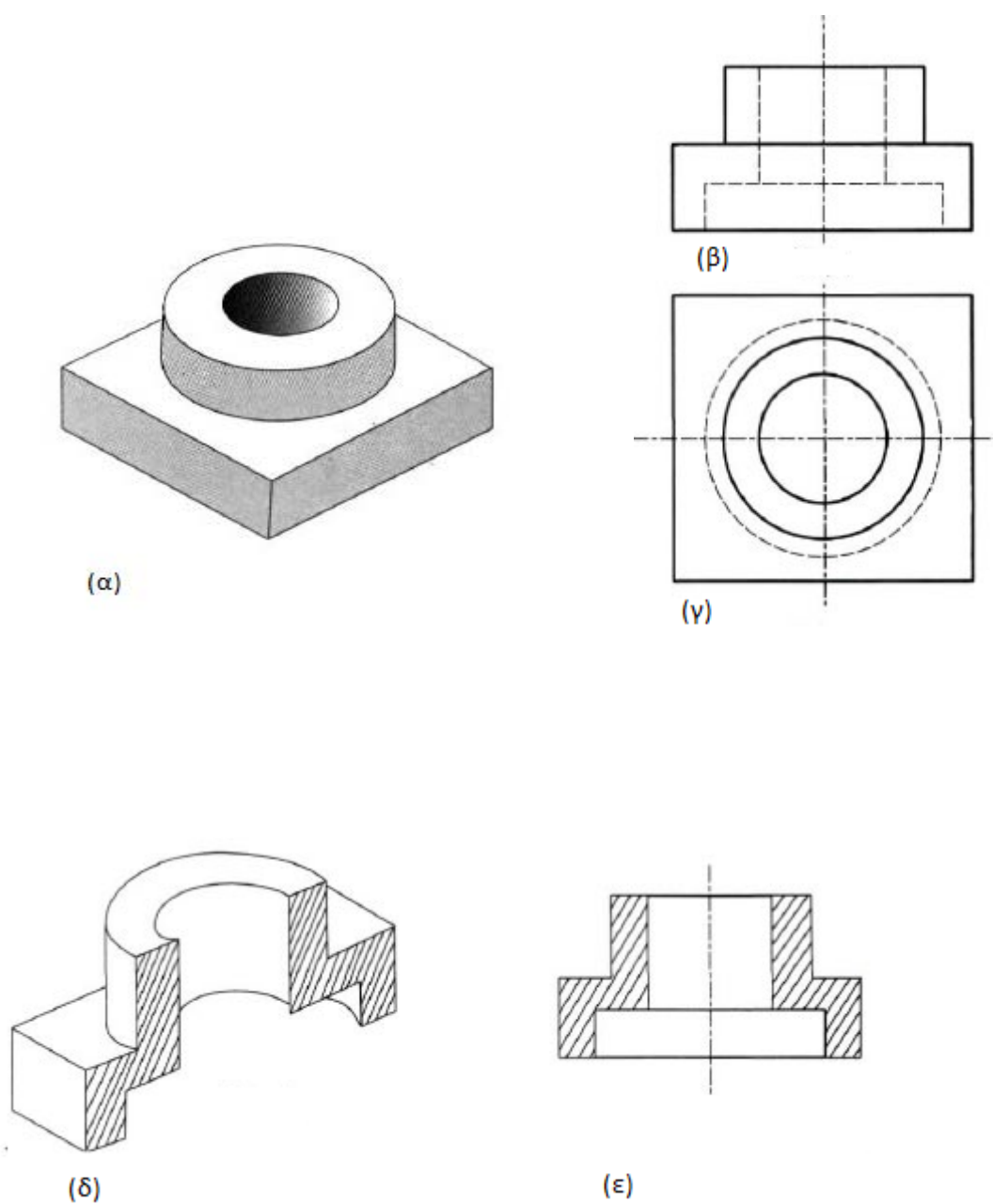
Με το σχέδιο αυτό απεικονίζονται μηχανολογικές εγκαταστάσεις και δίκτυα (π.χ. ανελκυστήρες, δίκτυα ύδρευσης, αποχέτευσης, αερισμού, θέρμανσης). Οι διαφορές του από το προηγούμενο είναι ότι το περιεχόμενο του παρουσιάζεται συνήθως πάνω στα σχέδια των χώρων λειτουργίας των εγκαταστάσεων (με διατήρηση των διαστάσεων και των αποστάσεων με ορισμένη κλίμακα) και ότι χρησιμοποιεί αρκετά σύμβολα για στοιχεία των εγκαταστάσεων αυτών όπως π.χ. όργανα δικτύων, είδη υγιεινής, μηχανήματα και συσκευές λεβητοστασιών κ.λ.π. Οι διαστάσεις στο είδος αυτό του σχεδίου αφορούν, κυρίως τον προσδιορισμό θέσεων και αποστάσεων και λιγότερο κατασκευαστικά στοιχεία των διάφορων εξαρτημάτων. Αυτά προσδιορίζονται με βάση τον τύπο τους ή κάποιο τυποποιημένο βασικό χαρακτηριστικό τους ή τέλος με τη βοήθεια σχεδίων λεπτομερειών (π.χ. κυκλοφορητής παροχής 4.000 lit / h και μανομετρικού 3 m Σ.Υ., διακόπτης Φ 3/4" κ.λ.π.).

- **Το λειτουργικό σχέδιο των εγκαταστάσεων**

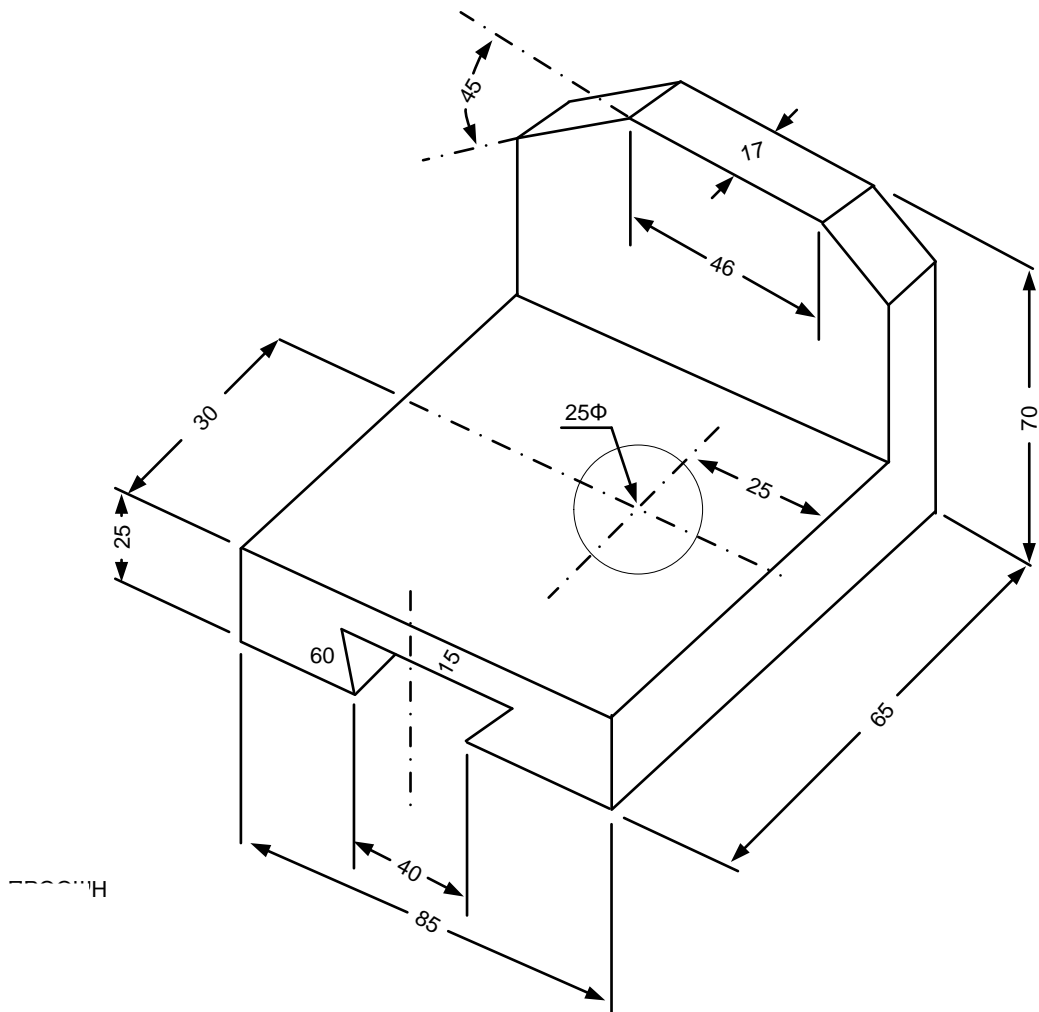
Υπάρχει επίσης ένα είδος σχεδίου εγκαταστάσεων που δεν προορίζεται για καθαρά κατασκευαστική χρήση, αλλά για επεξήγηση του τρόπου λειτουργίας της εγκατάστασης (λειτουργικό σχέδιο). Εδώ η θέση και η παρουσίαση των διαφόρων στοιχείων επιλέγονται με τρόπο που να εξυπηρετεί την κατανόηση της λειτουργίας της εγκατάστασης και όχι της μορφής και των διαστάσεών της. Ως παραδείγματα τέτοιων σχεδίων μπορούν να αναφερθούν τα κατακότυφα ή αναπτυγμένα διαγράμματα των δικτύων κεντρικής θέρμανσης.

#### **4.1.2 Όψεις και Τομές**

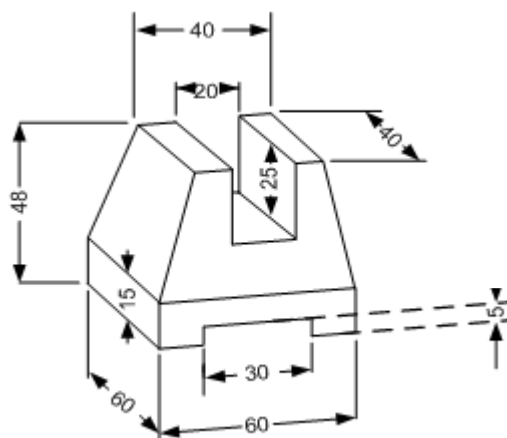
Για το σχεδιασμό των μηχανολογικών εξαρτημάτων στο κατασκευαστικό σχέδιο, που αποτελεί το πιο συνηθισμένο είδος μηχανολογικού σχεδίου, τηρούνται οι κανόνες προβολών των όψεων. Στη χώρα μας χρησιμοποιούμε το Ευρωπαϊκό σύστημα ISO. Συνήθως αρκούν οι τρεις βασικές όψεις (πρόοψη, κάτοψη και πλάγια αριστερά) για την πλήρη απόδοση ενός αντικειμένου. Στις περιπτώσεις που αυτό έχει εσωτερικές λεπτομέρειες ή σύνθετη μορφή που δεν αποδίδεται με σαφήνεια με τις τρεις αυτές όψεις, χρησιμοποιούμε τις τομές. Ειδικά στο μηχανολογικό σχέδιο υπάρχουν περιπτώσεις που δε γίνεται τομή. Οι πιο συνηθισμένες είναι, όταν πρόκειται για εξαρτήματα που είναι τυποποιημένα ή έχουν τέτοια μορφή που η τομή δε δίνει ουσιαστικά πρόσθετες πληροφορίες. Ως παραδείγματα αναφέρουμε τους κοχλίες (βίδες), τους άξονες, τους βραχίονες των τροχών κάθε είδους (γρاناζιών, τροχαλιών κ.λ.π.).



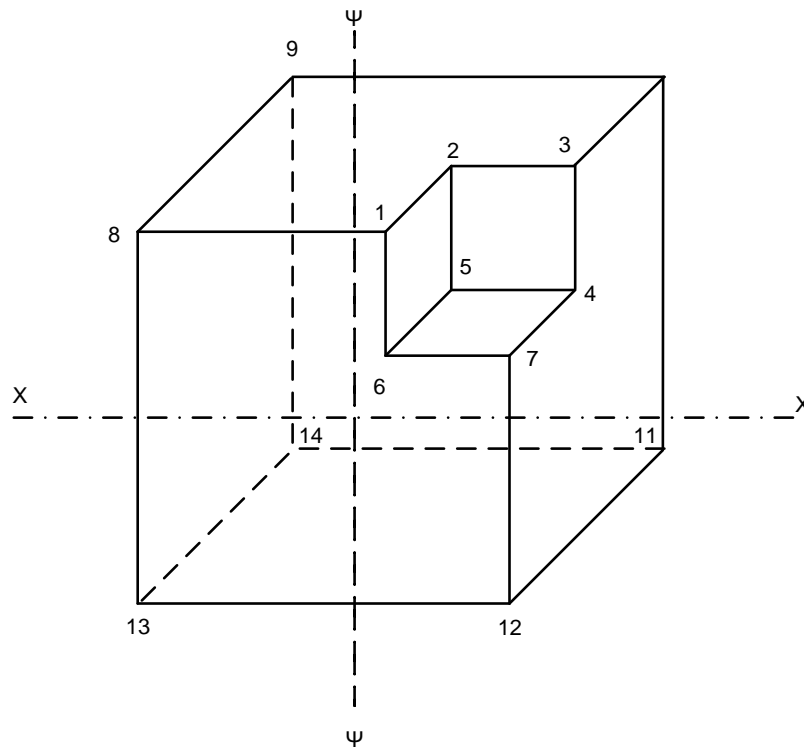
**Εικόνα 28:** (α) μηχανολογικό εξάρτημα, (β) όψη, (γ) κάτοψη, (δ,ε) τομές



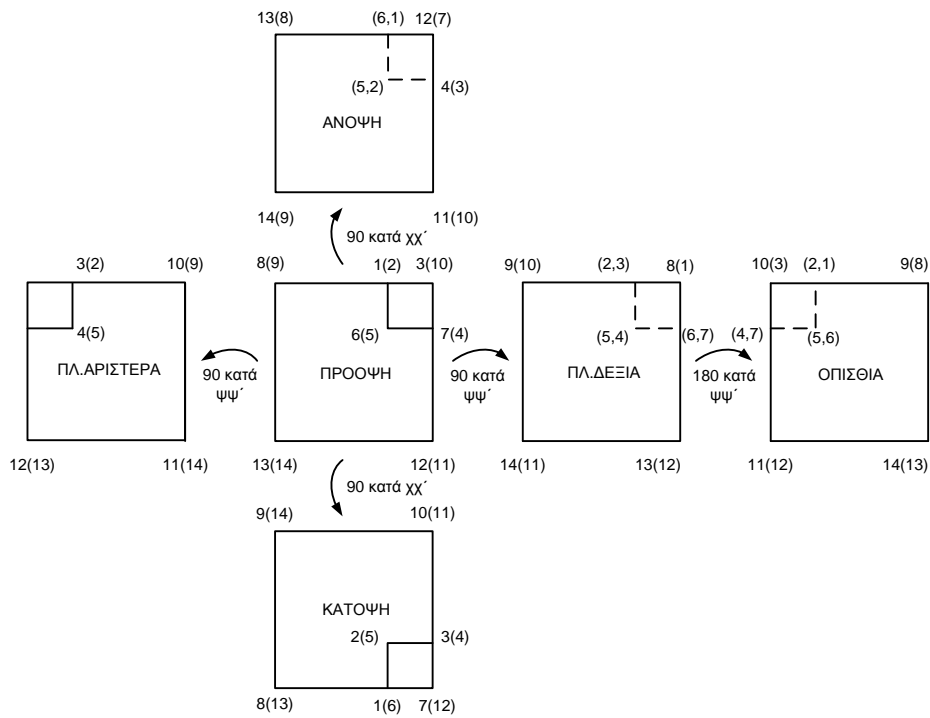
Εικόνα 29: Πρόοψη



Εικόνα 30: Ολισθηρός Οδηγός σε πρόοψη



**Εικόνα 31:** Προοπτικό



**Εικόνα 32:** Παρουσίαση όψεων

### 4.1.3 Διαστασιολόγηση

Η διαστασιολόγηση στο μηχανολογικό σχέδιο, ιδίως στο κατασκευαστικό, είναι μία από τις πιο σημαντικές διαδικασίες και είναι καθοριστική για την επιτυχία του.

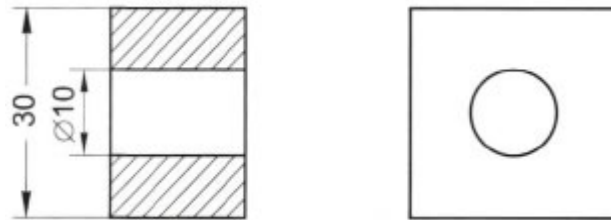
Η πλήρης και σωστή αναγραφή των διαστάσεων μαζί με τη σωστή σχεδίαση αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις για την κατανόηση και τη σωστή κατασκευή του αντικειμένου που περιέχει το σχέδιο. Σημειώνουμε ότι στο μηχανολογικό σχέδιο ως μονάδα μέτρησης χρησιμοποιείται το χιλιοστό (mm). Η ένδειξη της μονάδας δε σημειώνεται. Αν όμως λόγω του μεγέθους του αντικειμένου που σχεδιάζουμε δεν προσφέρεται το mm και απαιτείται η χρήση μεγαλύτερης μονάδας, τότε χρησιμοποιούμε συνήθως το μέτρο (m) και η ένδειξή του σημειώνεται.

1. Δεν υπάρχει κατασκευαστικό σχέδιο χωρίς διαστάσεις.
2. Τα στοιχεία των διαστάσεων είναι:
  - Οι κύριες και οι βοηθητικές γραμμές πρέπει να έχουν πάχος 0,2 mm.
  - τα βέλη πρέπει να είναι κλειστά και ζωνρότερα από τις άλλες γραμμές και να ακουμπάνε ακριβώς στις γραμμές που τελειώνουν.
  - Οι αριθμοί γράφονται καθαρά στο μέσον της γραμμής διαστάσεως.
3. Οι διαστάσεις γράφονται σε χιλιοστά του μέτρου χωρίς σύμβολα.
4. Οι αξονικές γραμμές δεν χρησιμεύουν σαν κύριες, αλλά σαν βοηθητικές γραμμές διαστάσεων.
5. Η διάσταση που τοποθετείται σε μια όψη, δεν επαναλαμβάνεται σε άλλη.
6. Στις διακεκομμένες γραμμές δεν μπαίνουν διαστάσεις.
7. Όταν η σχεδίαση γίνεται σε σμίκρυνση ή μεγέθυνση οι διαστάσεις τοποθετούνται στο φυσικό μέγεθος.
8. Όσον αφορά τις συντομεύσεις το  $\Phi$  συμβολίζει κύκλο και διάμετρο, το r συμβολίζει την ακτίνα το οποίο γράφεται πάνω και δεξιά από τον αριθμό, και όταν σχεδιάσουμε εξάρτημα με μια μόνο όψη και υπάρχει σχήμα σφαιρικό, γράφουμε πάνω στη διάσταση τη λέξη ΣΦΑΙΡΑ.

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	
ΛΑΘΟΣ	ΣΩΣΤΟ
<p>1</p> <p>ΛΑΘΟΣ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ</p>	<p>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ</p>
<p>2</p> <p>ΟΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΝΟΝΤΑΙ</p>	<p>ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ</p>
<p>3</p> <p>ΟΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΙΝΑΙ ΣΕ ΣΕΙΡΑ</p>	<p>ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ</p>

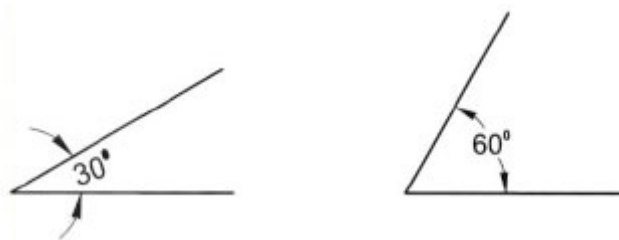
Εικόνα 33: Παραδείγματα αποτύπωσης διαστάσεων πάνω στο σχέδιο

Για να δειχθεί ότι μια διάσταση αφορά διάμετρο ή ακτίνα κύκλου (στις περιπτώσεις που αυτό δεν είναι αμέσως φανερό) χρησιμοποιούνται τα σύμβολα  $\Phi$  και R (ή r) αντίστοιχα, πριν από τον αριθμό της διάστασης.

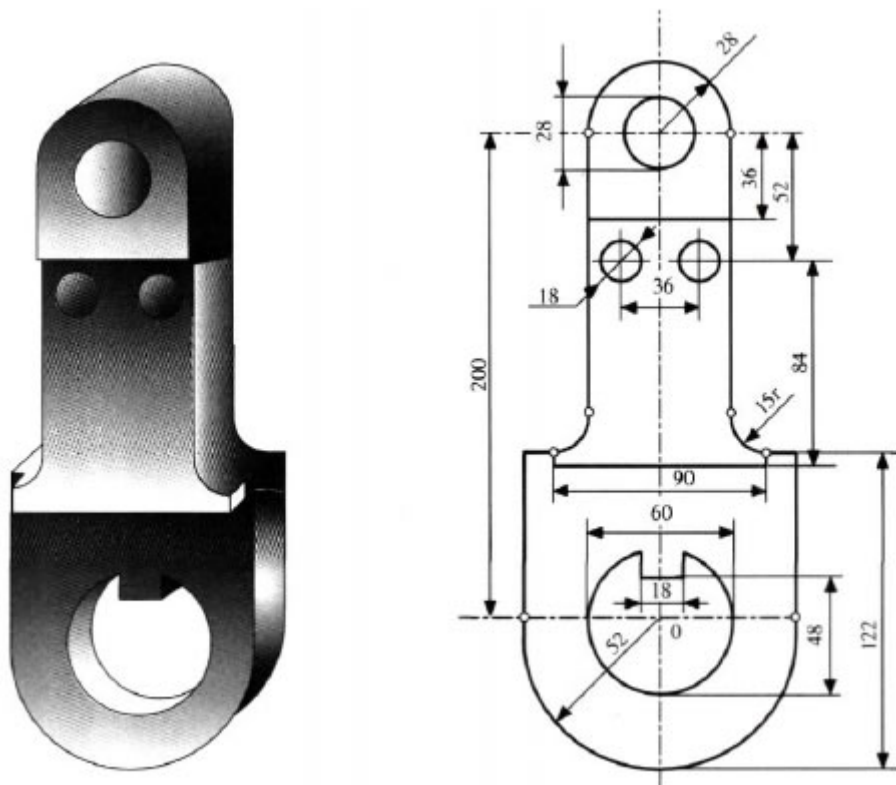


Εικόνα 34: Υπόμνημα διαστάσεων

Για τη διαστασιολόγηση γωνίας η κύρια γραμμή της διάστασης είναι καμπύλη (τόξο) με βέλη στα άκρα και ο αριθμός γράφεται σε κενό της καμπύλης.



Εικόνα 35: Υπόμνημα διαστάσεων γωνίας



Εικόνα 36: Διαστασιολόγηση όψης εξαρτήματος

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

---

### Ηλεκτρολογικά Σύμβολα

Στόχος του 5<sup>ου</sup> Μαθήματος είναι να κατανοήσει ο σπουδαστής τα ηλεκτρολογικά σύμβολα τα οποία θα χρησιμοποιήσουμε στα παρακάτω κεφάλαια σε τυπικές ηλεκτολογικές συνδεσμολογίες.














Τα πιο κάτω σύμβολα που θα δούμε μας βοηθάνε στην συγκρότηση και συγχρόνως στην τελειοποίηση ενός ή περισσότερων ηλεκτρολογικών σχεδίων. Περιλαμβάνουν όλα τα σύμβολα που είναι απαραίτητα για ένα σχέδιο όπως ρεύματα, πρίζες, πολικότητες, αγωγοί, διακόπτες, γραμμές, συνδέσεις κ.λπ.


















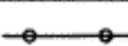


Πίνακας 1: Τυποποιημένα γραφικά σύμβολα

A/A	Αριθ. IEC	Σύμβολο	Έννοια	
<b>Σύμβολα βασικών στοιχείων των ηλεκτρικών κυκλωμάτων</b>				
1	06-15-01		Ηλεκτρικό στοιχείο ή συσσωρευτής (η μακρύτερη γραμμή παριστάνει το θετικό πόλο)	
2	06-15-02		Συστοιχία ηλεκτ. στοιχείων ή συσσωρευτών. (Χρησιμοποιείται και το σύμβολο 06-15-01, αν δεν υπάρχει κίνδυνος παρανοήσεως)	
3	04-01-01		Προτιμητέα μορφή	Αντίσταση
4	04-01-02		Άλλη μορφή	
5	04-02-01		Πυκνωτής	
6	04-03-01		Προτιμητέα μορφή	Αυτεπαγωγή, πηνίο, τύλιγμα
7	04-03-02		Άλλη μορφή	
<b>Σύμβολα για τη σχεδίαση των ΕΗΕ</b>				
8	11-12-01		Γραμμή που πηγαίνει προς τα επάνω	
9	11-12-01		Γραμμή που πηγαίνει προς τα κάτω	
10	11-12-03		Γραμμή που διασχίζει κατακόρυφα	
11	11-12-04		Κουτί, γενικό σύμβολο	
12	11-12-05		Κουτί διακλαδώσεως	
13	03-03-01		Ρευματοδότης, γενικό σύμβολο	
14	11-13-04		Ρευματοδότης με επαφή προστασίας	
15	11-13-02		Προτιμητέα μορφή	Πολλαπλός ρευματοδότης (δείχνεται με τρεις εξόδους)
16	11-13-03		Άλλη μορφή	













Πίνακας 2: Τυποποιημένα γραφικά σύμβολα

A/A	Αριθ. IEC	Σύμβολα	Έννοια
17	11-13-06		Ρευματοδότης με διακόπτη
18	11-13-08		Ρευματοδότης με ενσωματωμένο μετασχηματιστή απομονώσεως (π.χ. για ξυριστικές μηχανές)
19	11-13-09		Ρευματοδότης για τηλεπικοινωνία ή για κεραία τηλεοράσεως (κεραιοδότης). Σημειώνεται TP για τηλέφωνο, TV για τηλεόραση
20	11-14-01		Διακόπτης, γενικό σύμβολο
21	11-14-04		Διπολικός διακόπτης
22	11-14-05		Διακόπτης κομιτατέρ
23	11-14-06		Διακόπτης αλέ ρετούρ
24	11-14-07		Διακόπτης αλέρ ρετούρ μεσαίος
25	11-14-08		Ρυθμιστής εντάσεως φωτισμού (Dimmer)
26	11-14-09		Διακόπτης τραβηχτός
27	11-14-10		Κουμπί (μπουτόν)
28	11-14-14		Χρονοδιακόπτης
29	11-15-01		Φωτιστικό σημείο
30	11-15-02		Επιτοίχιο φωτιστικό σημείο
31	08-10-01		Λάμπα, γενικό σύμβολο
32	11-15-04		Λάμπα φθορισμού
33	11-15-07		Προβολέας















Πίνακας 3: Τυποποιημένα γραφικά σύμβολα

Α/Α	Αριθ. IEC	Σύμβολο	Έννοια	
34	11-15-11		Φωτιστικό σώμα ασφαλείας	
35	11-15-12		Κλειστό φωτιστικό σώμα ασφαλείας	
36	11-16-01		Θερμοσίφωνας	
37	11-16-02		Ανεμιστήρας	
38	11-16-04		Ηλεκτρική κλειδαριά	
39	08-10-06		Κουδούνι	
40	08-10-05		Ηχητικός αναγγελτήρας (κόρνα)	
41	09-05-01		Τηλεφωνική συσκευή	
42	11-16-05		Συσκευή ενδοεπικοινωνίας, θυροτηλέφωνο	
43	10-04-01		Κεραία	
44	08-04-03		Μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας	
45	02-15-01		Γείωση, γενικό σύμβολο	
46	02-15-03		Γείωση προστασίας	
47	02-17-01		Σφάλμα (ένδειξη πιθανής θέσεως σφάλματος)	
48	11-03-01		Υπόγεια γραμμή	
49	11-03-03		Εναέρια γραμμή	
<b>Σύμβολα για τη σχεδίαση ηλεκτρικών συνδεσμολογιών</b>				
50	07-02-01		Μορφή 1	Επαφή εργασίας. Το ίδιο το σύμβολο χρησιμοποιείται ως γενικό σύμβολο διακόπτη
51	07-01-02		Μορφή 2	

**Πίνακας 4:** Τυποποιημένα γραφικά σύμβολα

A/A	Αριθ. IEC	Σύμβολο	Έννοια
52	07-02-03		Επαφή ηρεμίας
53	07-02-05		Μεταγωγική επαφή με μεσαία θέση "Εκτός"
54	07-07-01		Επαφή με χειροκίνητο χειρισμό, γενικό σύμβολο
55	07-07-02		Επαφή κουμπιού (μπουτόν) επανερχόμενη
56	07-07-04		Επαφή περιστροφικού διακόπτη
57	07-09-03		Επαφή ηρεμίας που ανοίγει με τη θερμοκρασία (θερμοστάτης χώρου για κεντρικές θερμάνσεις)
58	07-09-04		Εκκινητής (Starter) για λυχνίες φθορισμού
59	07-21-01		Ασφάλεια, γενικό σύμβολο
60	07-21-03		Ασφάλεια με στέλεχος για την πτώση του διακόπτη (Striker)
61	07-13-05		Διακόπτης με ικανότητα διακοπής ρεύματος βραχυκυκλώματος
62	02-06-01	>	Λειτουργεί, όταν το χαρακτηριστικό μέγεθος έχει τιμή μεγαλύτερη από ένα προκαθορισμένο όριο (π.χ. $I >$ λειτουργία υπερεντάσεως)
63	02-06-01	<	Λειτουργεί, όταν το χαρακτηριστικό μέγεθος έχει τιμή μικρότερη από ένα προκαθορισμένο όριο (π.χ. $U <$ λειτουργία χαμηλής τάσεως)
64	02-12-01	-----	Μηχανική σύνδεση (μηχανικός έλεγχος)
65	02-13-23		Έλεγχος από ηλεκτρομαγνητική διάταξη
66	02-13-24		Έλεγχος από διάταξη προστασίας υπερεντάσεως

**Πίνακας 5:** Τυποποιημένα γραφικά σύμβολα

A/A	Αριθ. IEC	Σύμβολο	Έννοια	
67	02-13-25		Έλεγχος από θερμική διάταξη προστασίας	
68	07-15-07		Πηνίο ηλεκτρονόμου με καθυστέρηση στο άνοιγμα	
69	07-15-08		Πηνίο ηλεκτρονόμου με καθυστέρηση στο κλείσιμο	
70	07-15-09		Πηνίο ηλεκτρονόμου με καθυστέρηση στο κλείσιμο και στο άνοιγμα	
<b>Σύμβολα ηλεκτρικών μηχανών</b>				
71	06-02-05		Τριφασικό τύλιγμα σε σύνδεση τριγώνου	
72	06-02-07		Τριφασικό τύλιγμα σε σύνδεση αστέρα	
73	07-14-06		Εκκινητής αστέρα - τριγώνου για κινητήρα	
74	06-08-01		Τριφασικός κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα	
75	06-08-01		Δακτυλιοφόρος τριφασικός κινητήρας	
76	06-09-01		Μορφή 1	<b>Μετασχηματιστής</b>
77	06-09-02		Μορφή 2	
78	06-09-06		Μορφή 1	<b>Αυτομετασχηματιστής</b>
79	06-09-07		Μορφή 2	
80	06-10-05		Τριφασικός μετασχηματιστής με σύνδεση τριγώνου - αστέρα	

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

---

### Πίνακας Στοιχείων

Στόχος του βου Μαθήματος είναι να κατανοήσει ο σπουδαστής τα σύμβολα με τα οποία θα μπορούμε να κάνουμε τις τυπικές συνδεσμολογίες που θα δούμε στα επόμενα μαθήματα.

Όλα αυτά τα σύμβολα μας είναι χρήσιμα για να μπορέσουμε να εξοικειωθούμε με τους διακόπτες που χρησιμοποιούμε σε ένα ηλεκτρολογικό σχέδιο όπως για παράδειγμα σε μια ηλεκτρολογική εγκατάσταση μιας κατοικίας.

**ΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑ ΔΙΑΚΟΠΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ**

Όνομασία διακόπτη	Σύμβολο	Πραγματοποιούμενες συνδέσεις	Διακόπτης	
			Περιστροφικός	Πλήκτρου
Απλός (μονοπολικός)				
Διπολικός				
Εναλλακτικός				
Κομπιτατέρ				
A-R ακραίος				
A-R μεσαίος				

Εικόνα 37: πίνακας στοιχείων

## **Διακόπτες**

### **7.1 Θεωρία**

Διακόπτης ονομάζεται το ηλεκτρικό στοιχείο που μεταβάλλει τη δυνατότητά του διέλευσης ηλεκτρικού ρεύματος μέσω του.

Οι διακόπτες έχουν σημεία με τα οποία συνδέονται με το κύκλωμα τα οποία ονομάζονται ακροδέκτες. Κάθε διακόπτης έχει δύο καταστάσεις, την κατάσταση που είναι κλειστός και την κατάσταση που είναι ανοιχτός. Όταν ένας διακόπτης είναι ανοιχτός δεν επιτρέπει τη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος μεταξύ των ακροδεκτών του, ενώ όταν είναι κλειστός επιτρέπει τη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος μεταξύ των ακροδεκτών του. Ο διακόπτης διατηρεί την κατάσταση στην οποία βρίσκεται, ενώ αυτή μεταβάλλεται μόνο από εξωτερικούς του στοιχείου παράγοντες.

Η αλλαγή της κατάστασης ενός διακόπτη γίνεται είτε μεταβάλλοντας την αγωγιμότητα ενός μέρους του που παρεμβάλλεται μεταξύ των ακροδεκτών του, η αλλάζοντας την απόσταση μεταξύ δύο αγωγίων μερών του, που ονομάζονται επαφές. Συνήθως ο πρώτος τρόπος χρησιμοποιείται σε αυτόματους διακόπτες, ενώ ο δεύτερος σε χειροκίνητους. Σε αυτήν την περίπτωση μία επαφή είναι σταθερή στη θέση της, ενώ η άλλη μετακινείται μηχανικά.

Για να διέλθει ηλεκτρικό ρεύμα μέσω ενός διακόπτη, πρέπει να είναι κλειστός και να εφαρμοστεί στους ακροδέκτες του διαφορά δυναμικού. Για να μη διέλθει ηλεκτρικό ρεύμα αρκεί να είναι ανοιχτός, αν και είναι πιθανό να είναι κλειστός και να μη διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, γιατί δεν υπάρχει τάση.

Ο διακόπτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για να απομονώσει μέρος ενός κυκλώματος. Το κύκλωμα ονομάζεται κλειστό, όταν ο διακόπτης είναι κλειστός, γιατί το σχέδιό του είναι μια κλειστή καμπύλη. Το κύκλωμα ονομάζεται ανοιχτό, όταν ο διακόπτης είναι ανοιχτός, γιατί το σχέδιό του είναι μια ανοιχτή καμπύλη. Αυτή η ορολογία αντιτίθεται στην καθημερινή ορολογία η οποία περιγράφει το ίδιο φαινόμενο, για



παράδειγμα λέμε άνοιξε το φως και εννοούμε στην ηλεκτρολογική ορολογία κλείσε το κύκλωμα που παράγει φως.

Συνοπτικά οι διακόπτες επιτελούν τις εξής λειτουργίες :

- Ανοίγουν σε εξαιρετικές περιπτώσεις ένα κύκλωμα όπως για παράδειγμα ο γενικός διακόπτης ενός νοικοκυριού.
- Κλείνουν σε εξαιρετικές περιπτώσεις όπως για παράδειγμα ο συναγερμός ενός νοικοκυριού.
- Δίνουν τη δυνατότητα επιλογής της κατάστασης ενός κυκλώματος, όπως για παράδειγμα ένα φωτιστικό σε κομοδίνο.

Επιπλέον, οι διακόπτες μεταφέρουν τις στοιχειώδεις πληροφορίες 0 ή ψευδής όταν είναι ανοιχτοί και 1 ή αληθής όταν είναι κλειστοί όπως συμβαίνει στους υπολογιστές. Ο ιδανικός διακόπτης μεταβάλλει ακαριαία την κατάσταση του και δεν συμβαίνει καμία μετατροπή ενέργειας σε αυτόν. Η λειτουργία του διακόπτη είναι ανεξάρτητη από το είδος του ηλεκτρικού ρεύματος που χρησιμοποιείται (συνεχές ή εναλλασσόμενο).

Στην πραγματικότητα όλοι οι διακόπτες έχουν ωμική αντίσταση άρα έχουν θερμικές απώλειες, όπως όλοι οι αγωγοί. Οι θερμικές απώλειες περιορίζονται, όπως και στους αγωγούς, χρησιμοποιώντας κατάλληλα υλικά, με βάση το μέγεθος και σχήμα του διακόπτη.

Όταν ένας διακόπτης μεταβάλλει την κατάσταση του μπορεί να δημιουργηθεί σπινθήρας. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος «κατάπνιξης» της αναπήδησης που προκαλούν οι σπινθηρισμοί(εκείνη τη στιγμή) είναι η χρήση ενός RS FLIP FLOP κυκλώματος. Σπινθήρες μπορεί να εκσπάσουν ακόμα και αν είναι κλειστός, αν το μονωτικό υλικό του διακόπτη(ο αέρας)έχει μικρότερη διηλεκτρική αντοχή από αυτή που χρειάζεται, για να αντέξει τη διαφορά δυναμικού στις επαφές. Αυτό το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί αλλάζοντας το μονωτικό υλικό με άλλο ισχυρότερο, όπως λάδι, ή χρησιμοποιώντας πυκνωτή αν πρόκειται για συνεχές ρεύμα. Επιπλέον, ένα άλλο πρόβλημα είναι ότι οι επαφές, όταν είναι ανοιχτές, μπορεί να λειτουργήσουν σαν πυκνωτής. Αυτό διορθώνεται προσαρμόζοντας το σχήμα του διακόπτη, την απόσταση και τη διηλεκτρική σταθερά του μονωτή.

## Είδη Διακοπών

Πίνακας μερικών διακοπών. Αριστερά οι διακόπτες είναι ανοιχτοί και δεξιά κλειστοί. Ο μεταγωγός και η μεταβλητή αντίσταση δεν έχουν τέτοιες καταστάσεις.

Ανάλογα με τη χρήση τους υπάρχουν τα εξής είδη διακοπών:

- **Απλός διακόπτης:** Είναι ο διακόπτης δύο ακροδεκτών και των δύο βασικών καταστάσεων ανοιχτός και κλειστός. Αποτελεί το πιο απλό και σημαντικό παράδειγμα διακόπτη. Παράδειγμα τέτοιου διακόπτη είναι ο διακόπτης του φωτιστικού στο κομοδίνο.

- **Αποζεύκτης:** Διακόπτης ο οποίος ελέγχει την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος σε μία ηλεκτρική εγκατάσταση ή σε ένα μέρος της από το δίκτυο ηλεκτροδότησης. Ελέγχει ταυτόχρονα όλες τις φάσεις που χρησιμοποιούνται σε αυτό το μέρος της εγκατάστασης. Συνήθως αμέσως μετά τον αποζεύκτη τοποθετείται η ασφάλεια. Υπάρχουν και περιπτώσεις όπου αυτά τα δύο εξαρτήματα είναι συνενωμένα σε ένα ασφαλεία αποζεύκτη, ή για σχετικά μικρότερες τάσεις σε μικροαυτόματο.
- **Μεταγωγός:** Ο μεταγωγός έχει τρεις ακροδέκτες και δύο καταστάσεις. Έχει τρεις επαφές και κάθε φορά συνδέει μία μετακινούμενη επαφή με μία από τις άλλες δύο σταθερές επαφές. Χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι ότι πάντα μπορεί να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.
- **Ηλεκτρονόμος (ρελές) :** Ανοίγει ή κλείνει ένα κύκλωμα κάτω από τον έλεγχο ενός άλλου ηλεκτρικού κυκλώματος.

Ως διακόπτες επίσης λειτουργούν:

- **Φωτοκύτταρο:** Λειτουργεί ως διακόπτης του οποίου η κατάσταση εξαρτάται από την ύπαρξη φωτός ή τον εντοπισμό κίνησης.
- **Τρανζίστορ:** Λειτουργεί ως διακόπτης ανάλογα με τη διαφορά δυναμικού που εφαρμόζεται σε δύο άλλους του ακροδέκτες.
- **Στοιχείο μεταβλητής αντίστασης** (ονομάζεται και μεταβλητή αντίσταση): Αυξάνοντας την αντίσταση, μειώνετε η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος. Όταν η αντίσταση γίνει πολύ μεγάλη, η ένταση γίνεται αμελητέα, δηλαδή ουσιαστικά δεν υπάρχει ροή ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτή η κατάσταση μπορεί να χαρακτηριστεί ως ανοιχτός διακόπτης. Ένα απλό παράδειγμα είναι το ποτενσιόμετρο. Υπάρχουν και άλλα ηλεκτρικά στοιχεία και μικρά κυκλώματα που λειτουργούν σαν διακόπτες, όπως πολλοί αισθητήρες και στοιχεία της ηλεκτρονικής.

#### **Διακόπτες δικτύων ισχύος:**

- a. Διακόπτες Μέσης Τάσεως
- b. Διακόπτες Υψηλής Τάσεως

Στα δίκτυα εναλλασσομένου ρεύματος μέσης τάσεως (1-22kV) και υψηλής/υπερυψηλής τάσεως (66-400kV) οι διακόπτες ταξινομούνται ως εξής:

- **Αποζεύκτες-γειωτές:** Οι αποζεύκτες δεν έχουν δυνατότητα διακοπής ή αποκατάστασης αξιόλογου ρεύματος, όμως έχουν μεγάλη απόσταση μεταξύ των επαφών και εξασφαλίζουν (σε συνεργασία με τους γειωτές) ότι ένα κύκλωμα είναι ασφαλές ώστε να εργασθεί προσωπικό σε αυτό. Οι γειωτές είναι διακόπτες με ανάλογα χαρακτηριστικά με τους αποζεύκτες, με τους οποίους αλληλομανδάλωνονται και εξασφαλίζουν ότι όταν ο αποζεύκτης είναι ανοικτός, το κύκλωμα συνδέεται στη γείωση.
- **Διακόπτες φορτίου:** Έχουν δυνατότητα διακοπής μόνο του κανονικού ρεύματος λειτουργίας ενώ μπορούν να κλείσουν χωρίς βλάβη ακόμα και αν υπάρχει βραχυκύκλωμα. Είναι εφοδιασμένοι με ελατήριο για την γρήγορη απομάκρυνση των

επαφών. Αποτελούν μέσα χειρισμού και χρησιμοποιούνται για χειρισμό ηλεκτροκινητήρων, ζεύξη αναχωρήσεων γραμμών, συγχρονισμένη σύνδεση ηλεκτρογεννητριών κλπ.

▪ **Διακόπτες ισχύος ή αυτόματοι:** Οι διακόπτες ισχύος αποτελούν μέσα προστασίας και σπανίως χρησιμοποιούνται για χειρισμούς. Έχουν δυνατότητα ταχείας διακοπής του πολύ μεγάλου ρεύματος που ρέει στα δίκτυα ΜΤ και ΥΤ σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, μέσω ειδικών διατάξεων που σβήνουν το τόξο που σχηματίζεται ανάμεσα στις επαφές τους. Οι συνηθέστεροι τύποι σήμερα είναι οι διακόπτες πτωχού ελαίου και οι διακόπτες SF<sub>6</sub>. Οι διακόπτες ισχύος διαθέτουν ισχυρότατο ελατήριο το οποίο εξασφαλίζει την ταχεία απομάκρυνση των επαφών εντός ελάχιστου χρόνου, κάτω των 5 ms. Αν ο μηχανισμός του ελατηρίου ενεργοποιηθεί και ο διακόπτης ανοίξει, πρέπει να οπλίσει εκ νέου, πράγμα που επιτυγχάνεται με χρήση ηλεκτροκινητήρα ή βοηθητικού χειροστροφάλου.



**Εικόνα 38:** Διακόπτες ισχύος υψηλής τάσεως τύπου πτωχού ελαίου

### **Διακόπτες Χαμηλής Τάσεως**

Στα δίκτυα ΧΤ (τυπικά έως 1000V) δεν υπάρχει ιδιαίτερη κατηγορία αποζευκτών, διότι αφενός είναι δυνατή η εργασία προσωπικού υπό τάση, αφετέρου δε οι διακόπτες φορτίου εξασφαλίζουν επαρκή απόζευξη. Υπάρχουν μόνο διακόπτες φορτίου (χειρισμού) και διακόπτες ισχύος (προστασίας) ή αυτόματοι. Αυτοί έχουν τις ίδιες βασικές ιδιότητες με τους αντίστοιχους διακόπτες μέσης τάσης αλλά είναι πολύ απλούστεροι και φθηνότεροι. Σε απλές εγκαταστάσεις και για ρεύματα μέχρι 100Α χρησιμοποιούνται οι λεγόμενοι μικροαυτόματοι, οι οποίοι είναι ιδιαίτερα χαμηλού κόστους.

Εκτός από απλές εφαρμογές (οικιακές, φωτισμός κλπ) στις περισσότερες περιπτώσεις ο χειρισμός και έλεγχος των φορτίων γίνεται με ηλεκτρονόμους (ρελέ) ισχύος αντί για

απλούς χειροκίνητους διακόπτες. Ο λόγος είναι ότι οι ηλεκτρονόμοι συνεργάζονται άμεσα με συστήματα αυτοματισμού, από τα απλούστερα με πιεστικούς διακόπτες START-STOP μέχρι προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (PLC) και περίπλοκα συστήματα αυτομάτου ελέγχου.



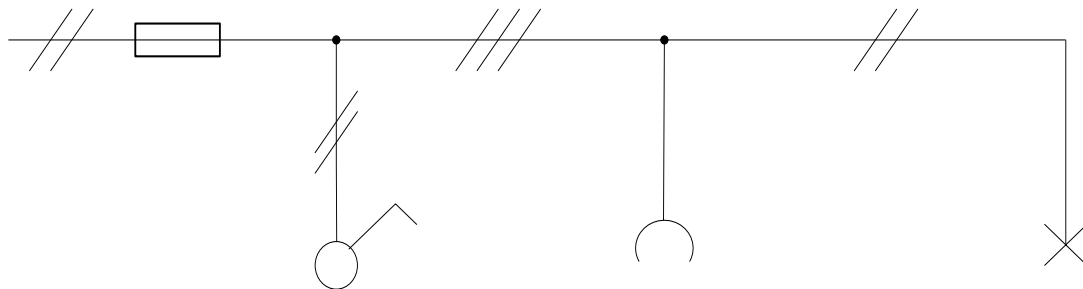
Εικόνα 39: Τριφασικός μικροαυτόματος διακόπτης χαμηλής τάσεως.

## 7.2 Απλός Διακόπτης

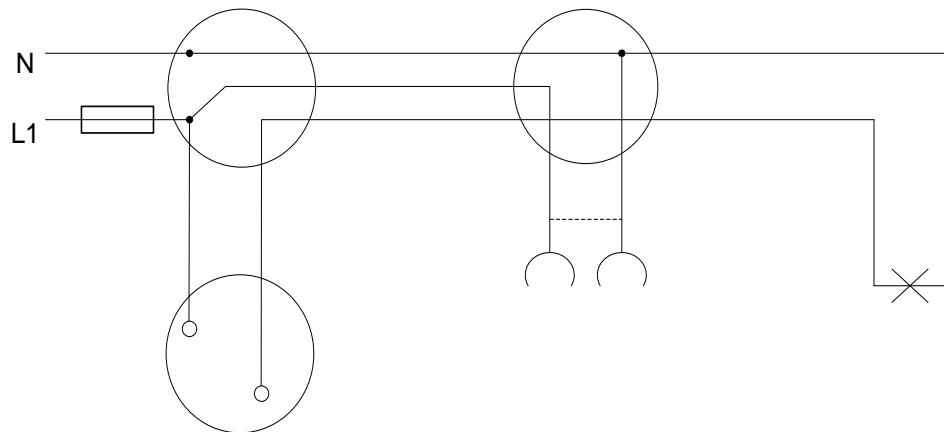
Διακόπτης ονομάζεται το ηλεκτρικό στοιχείο που μεταβάλλει τη δυνατότητα διέλευσης του ηλεκτρικού ρεύματος μέσω αυτού. Ο απλός διακόπτης ελέγχεται από ένα σημείο και μπορεί να είναι συνδεδεμένος με ένα ή περισσότερα φωτιστικά σώματα.

ΣΧΕΔΙΟ

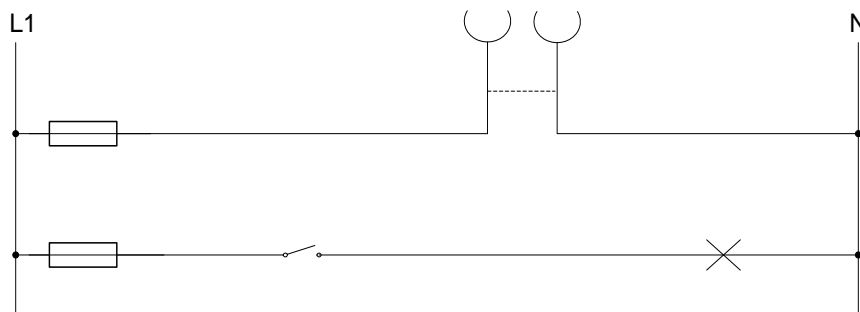
**(1) Μονογραμμικό:**



**(2) Αναλυτικό:**



**(3) Λειτουργικό:**

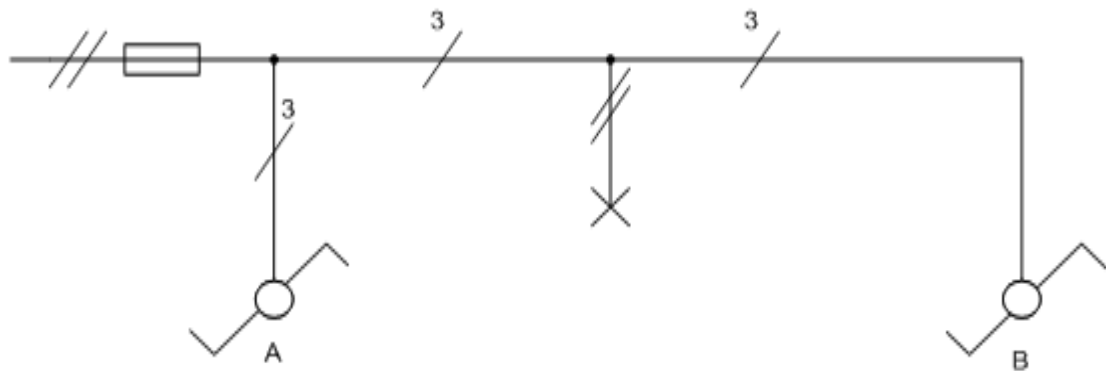


### 7.3 Alle retour ακραίος

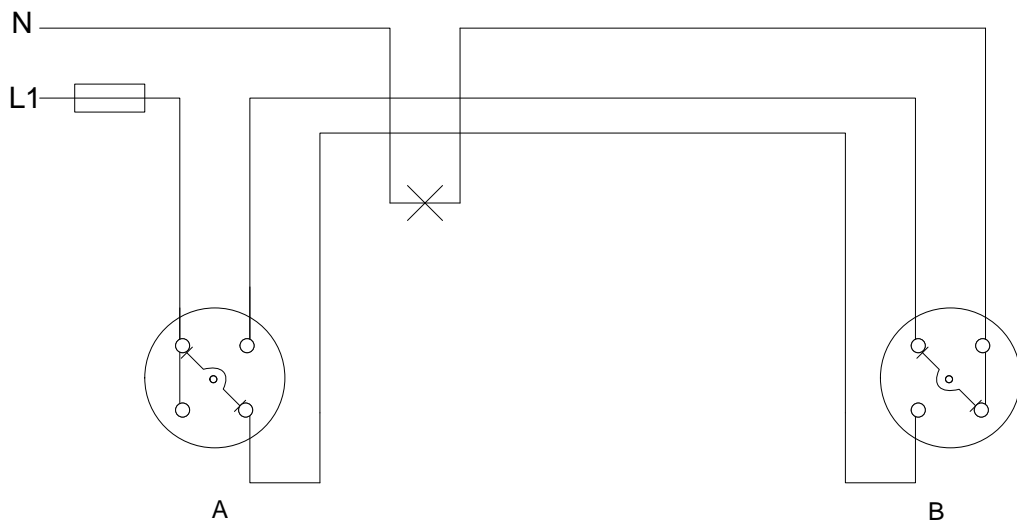
Αυτός ο διακόπτης χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να ελέγχουμε ένα ή περισσότερα φωτιστικά σώματα από 2 διαφορετικά σημεία.

#### ΣΧΕΔΙΟ

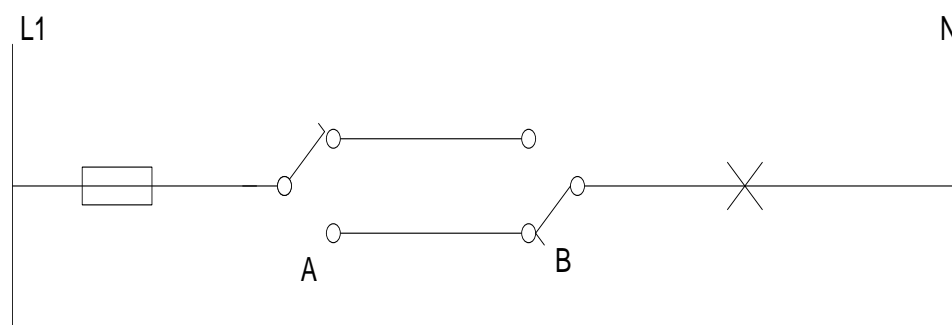
**(1)Μονογραμμικό:**



**(2)Αναλυτικό:**



**(3)Λειτουργικό:**

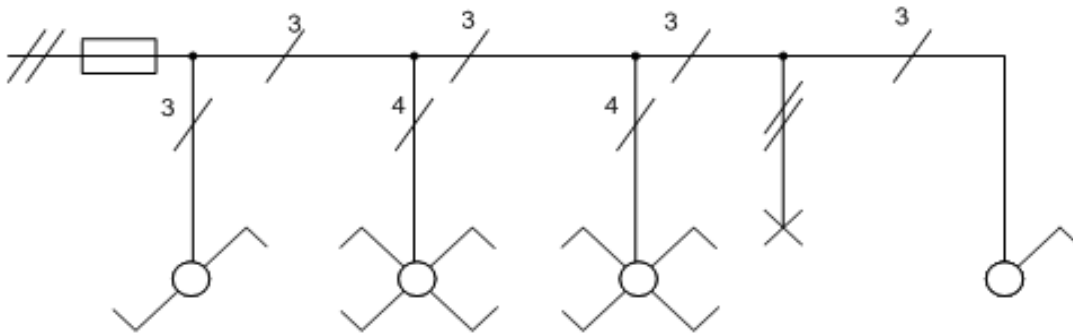


## 7.4 Alle retour μεσαίος

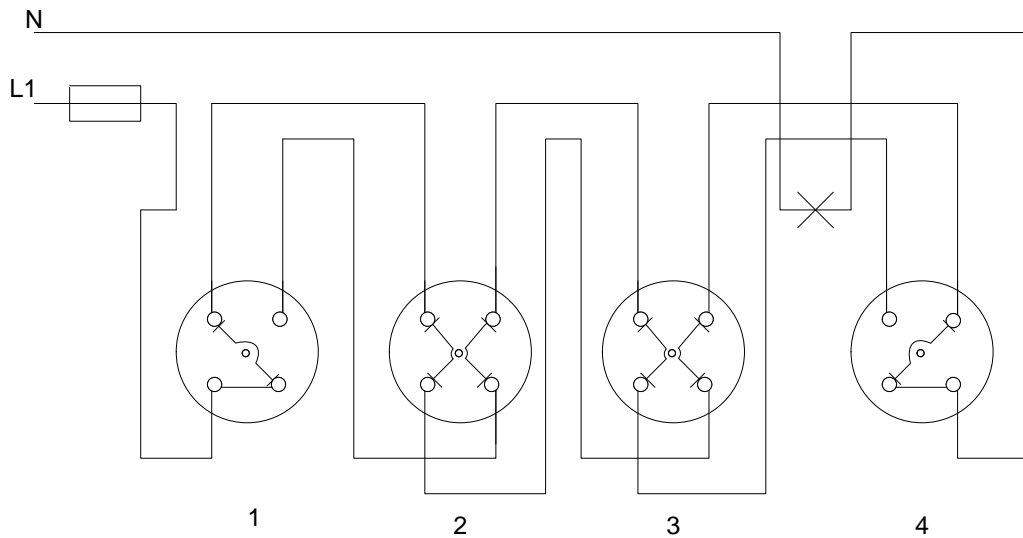
Με αυτόν τον διακόπτη μπορούμε να ελέγχουμε ένα ή περισσότερα φωτιστικά σώματα από τρία διαφορετικά σημεία

### ΣΧΕΔΙΟ

(1) Μονογραμμικό:

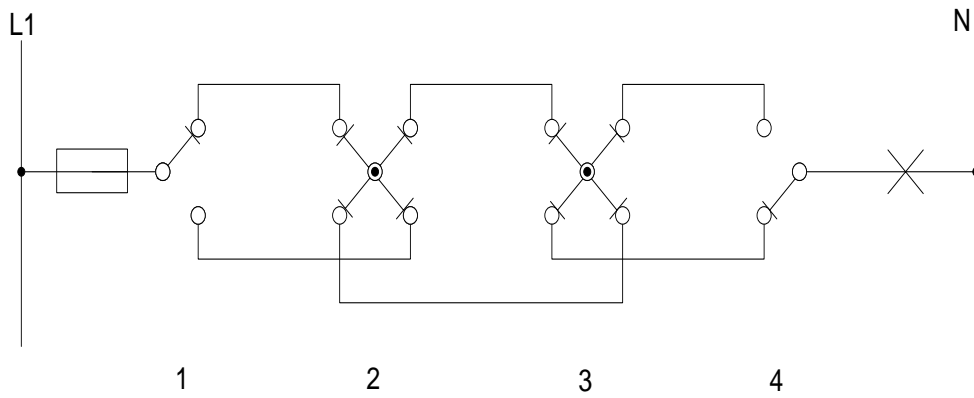


(2) Αναλυτικό:





**(3)Λειτουργικό:**



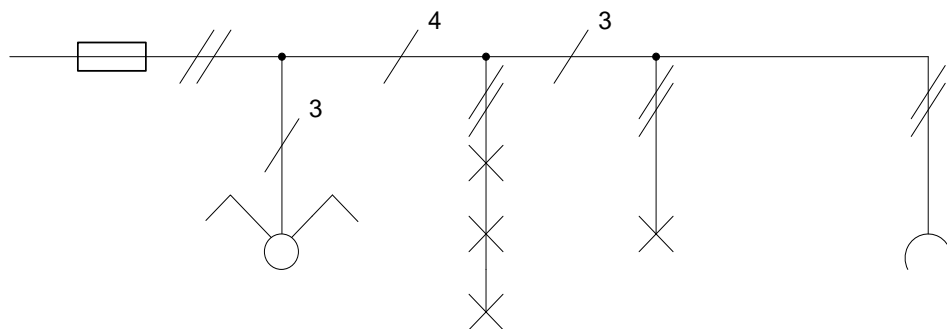
**Κομιτατέρ**

Διακόπτης που χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να ελέγξουμε 2 φωτιστικά σώματα η δυο ομάδες φωτιστικών σωμάτων από ένα σημείο.

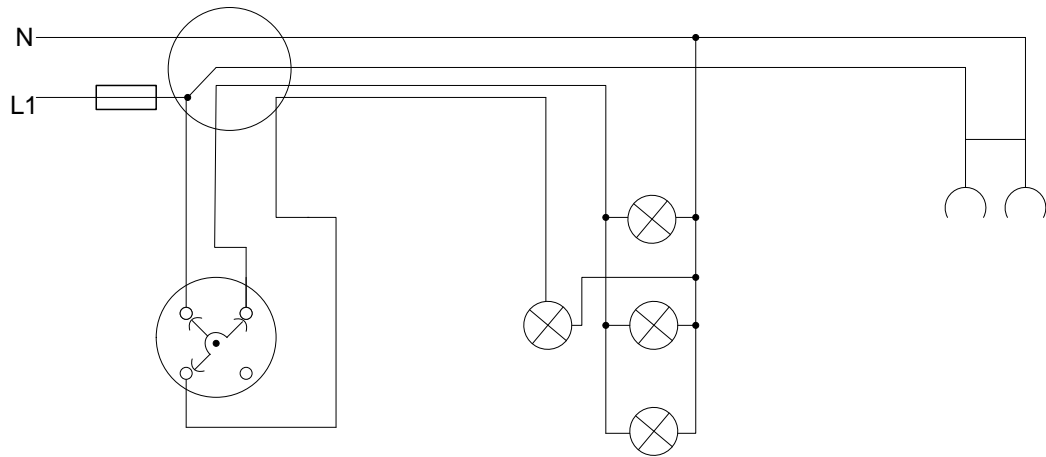
**ΣΧΕΔΙΟ**

---

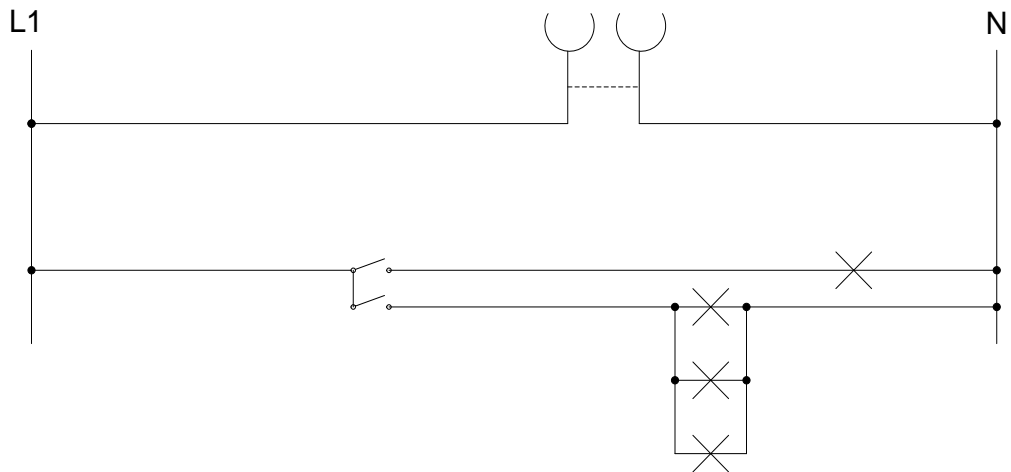
**(1)Μονογραμμικό:**



(2) Αναλυτικό:



(3) Λειτουργικό:



---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup>

---

### 8.1 Μονοφασικός Πίνακας

Σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση, μπορούμε να θεωρήσουμε τον κεντρικό ηλεκτρικό πίνακα σαν την κεντρική μονάδα. Τοποθετείται:

1. για να συνδεθεί η ηλεκτρική εγκατάσταση με το δίκτυο της Δ.Ε.Η.
2. για συνολική και μερική προστασία της εγκατάστασης.

Η σύνδεση με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. μπορεί να γίνει υπόγεια ή εναέρια.

Σε κάθε ηλεκτροδότηση θα πρέπει να υπολογίσουμε την συνολική ισχύ της εγκατάστασης ώστε να επιλέξουμε:

1. τυποποιημένη παροχή από τη Δ.Ε.Η.
2. γραμμή μετρητού – πίνακα
3. γενικό διακόπτη και γενικές ασφάλειες

Ο πιο κάτω πίνακας διαθέτει μια γενική πωματοασφάλεια 35 A, μονοπολικό γενικό διακόπτη, πέντε μερικές πωματοασφάλειες 25 A, δυο διπολικούς διακόπτες χειρισμού και δύο ενδεικτικές λυχνίες.

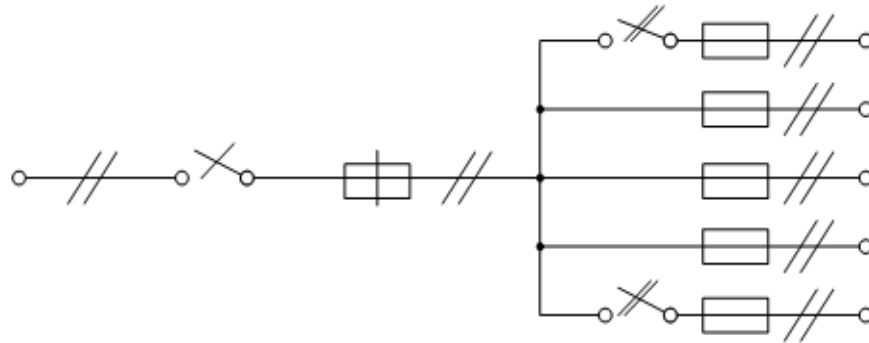
Αυτό ο πίνακας τοποθετείται σε κατοικίες που διαθέτουν κουζίνα και ηλεκτρικό θερμοσίφωνα.

Κατά την εσωτερική συναρμολόγηση ενός πίνακα ακολουθείται η εξής πορεία:

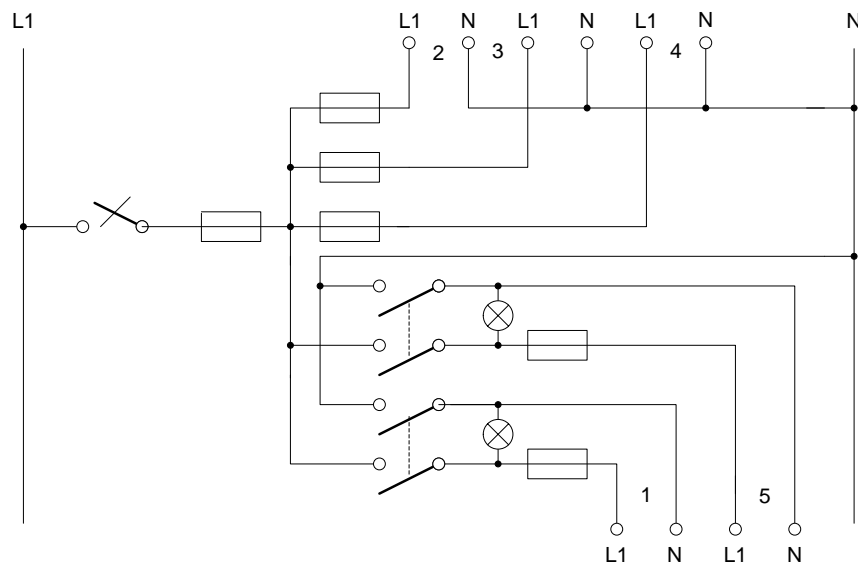
- ο αγωγός της φάσης L1 ή των φάσεων L1,L2,L3 πηγαίνει στο γενικό διακόπτη, στη συνέχεια στη γενική ασφάλεια και καταλήγει στις μερικές ασφάλειες, η έξοδος των οποίων συνδέεται με τα διάφορα κυκλώματα που ελέγχουν αυτές.
- ο αγωγός του ουδέτερου N συνδέεται με τον ουδέτερο των διαφόρων κυκλωμάτων, μέσω μιας συνδετικής χάλκινης γέφυρας, εκτός από την περίπτωση όπου υπάρχει διακόπτης χειρισμού (διπολικός), οπότε διακόπτεται και ο ουδέτερος σ' αυτό το κύκλωμα.
- ο αγωγός της γείωσης PE, των κυκλωμάτων συνδέεται πάντα κατ' ευθείαν με τους αντίστοιχους αγωγούς γείωσης των κυκλωμάτων, μέσω μιας χάλκινης συνδετικής γέφυρας. Ποτέ δεν διακόπτεται ο αγωγός γείωσης.

ΣΧΕΔΙΟ

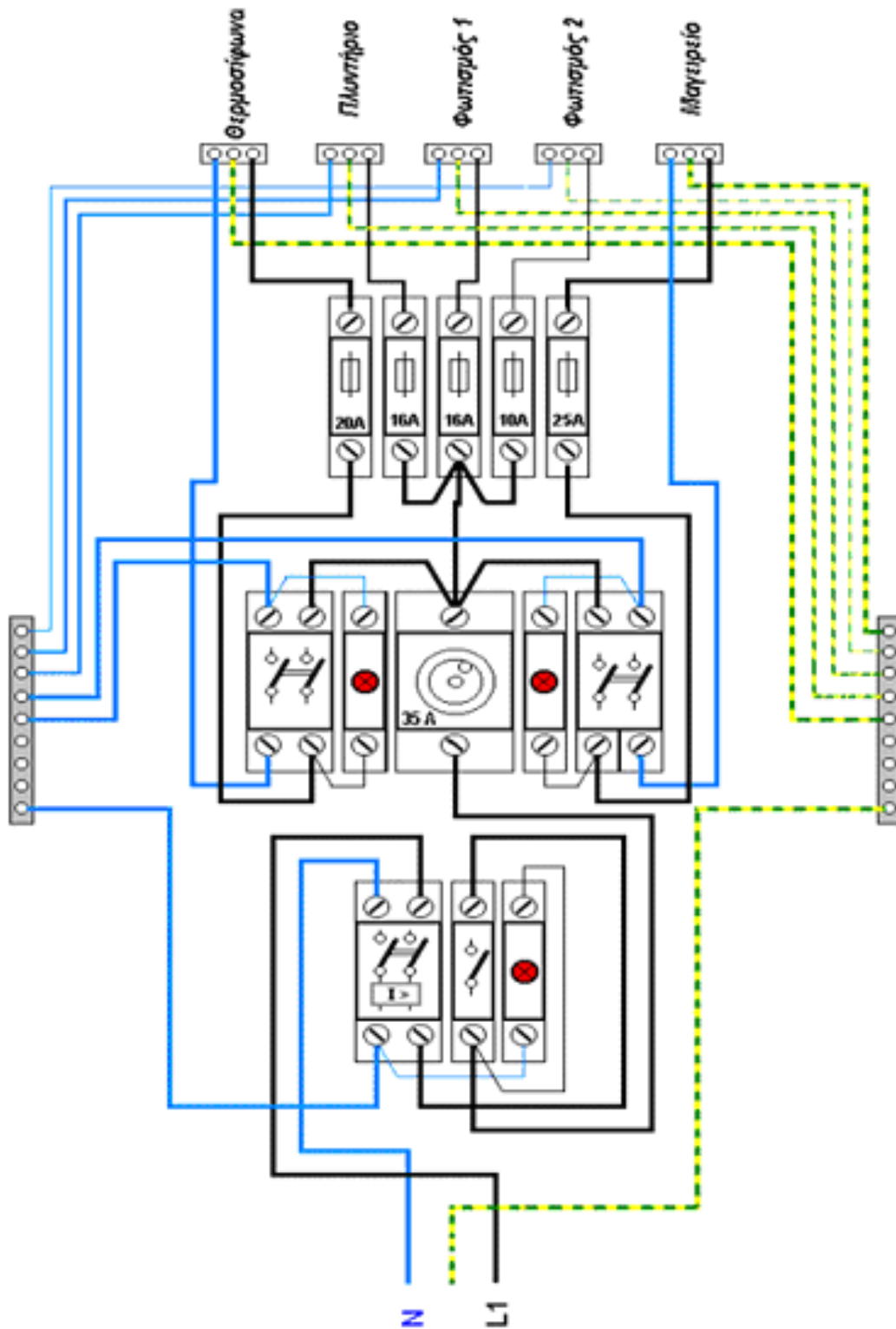
(1) Μονογραμμικό:



(2) Λειτουργικό:



(3) Αναλυτικό



## 8.2 Τριφασικός Πίνακας

Σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση, μπορούμε να θεωρήσουμε τον κεντρικό ηλεκτρικό πίνακα σαν την κεντρική μονάδα. Τοποθετείται:

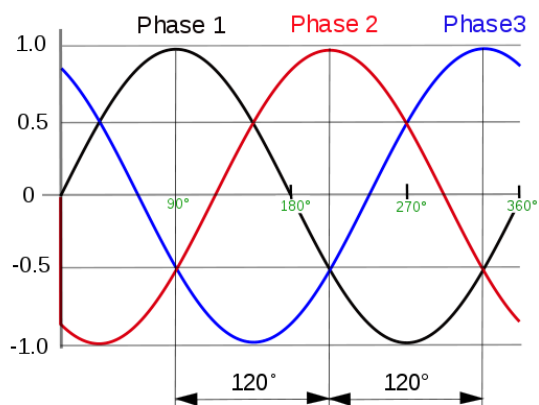
1. Για να συνδεθεί η ηλεκτρική εγκατάσταση με το δίκτυο της Δ.Ε.Η.
2. Για συνολική και μερική προστασία της εγκατάστασης.

Η σύνδεση με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. μπορεί να γίνει υπόγεια ή εναέρια.

Σε κάθε ηλεκτροδότηση θα πρέπει να υπολογίσουμε την συνολική ισχύ της εγκατάστασης ώστε να επιλέξουμε:

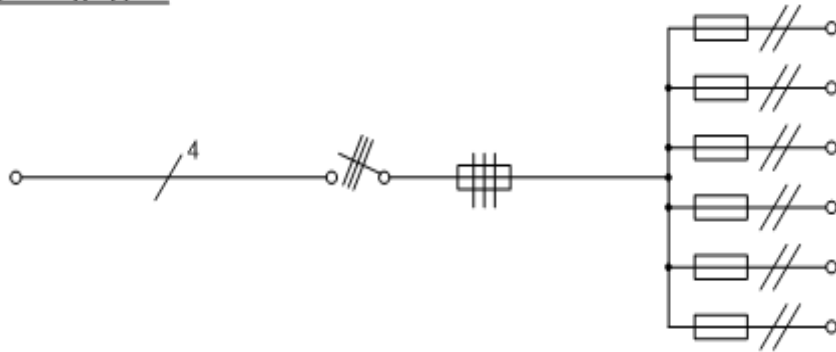
4. Τυποποιημένη παροχή από τη Δ.Ε.Η.
5. Γραμμή μετρητού – πίνακα
6. Γενικό διακόπτη και γενικές ασφάλειες

Ο πιο κάτω πίνακας διαθέτει τρεις γενικές πωματοασφάλειες 35 A, ένα γενικό τριπολικό διακόπτη και έξι πωματοασφάλειες 25 A. Ο συγκεκριμένος πίνακας τοποθετείται σε κατοικίες μεγάλης εγκατεστημένης ισχύος (> 8 KW), σε βιομηχανίες κ.λπ. Αξίζει να σημειωθεί πως οι πίνακες που συναρμολογούνται τώρα περιέχουν και τριφασικό διακόπτη διαφυγής έντασης. Ο διακόπτης αυτός ελέγχει το ρεύμα διαρροής ως προς τη γη. Αν αυτό υπερβεί κάποια τιμή επικίνδυνη για τον άνθρωπο (10-30 mA) τότε αυτόματα διακόπτει την εγκατάσταση από τη φάση και τον ουδέτερο.

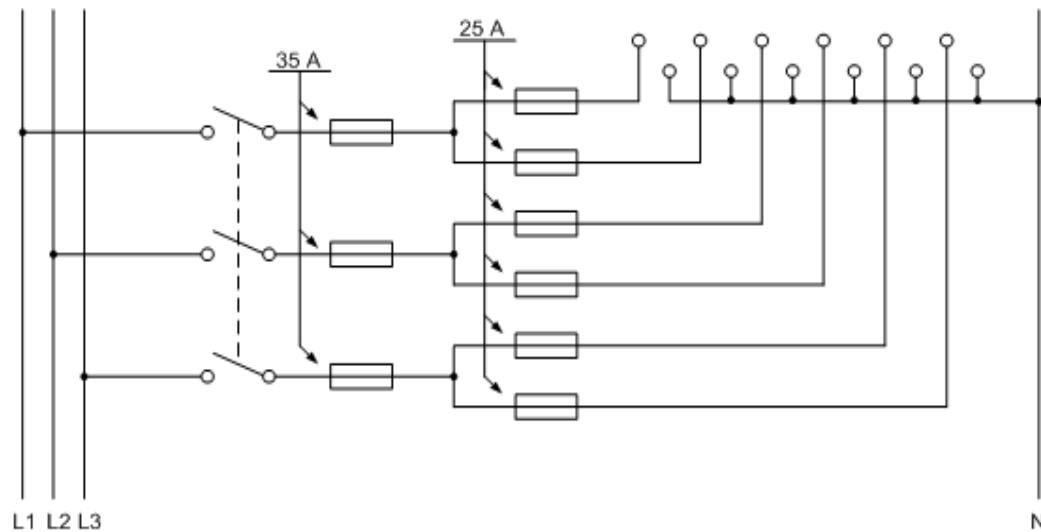


ΣΧΕΔΙΟ

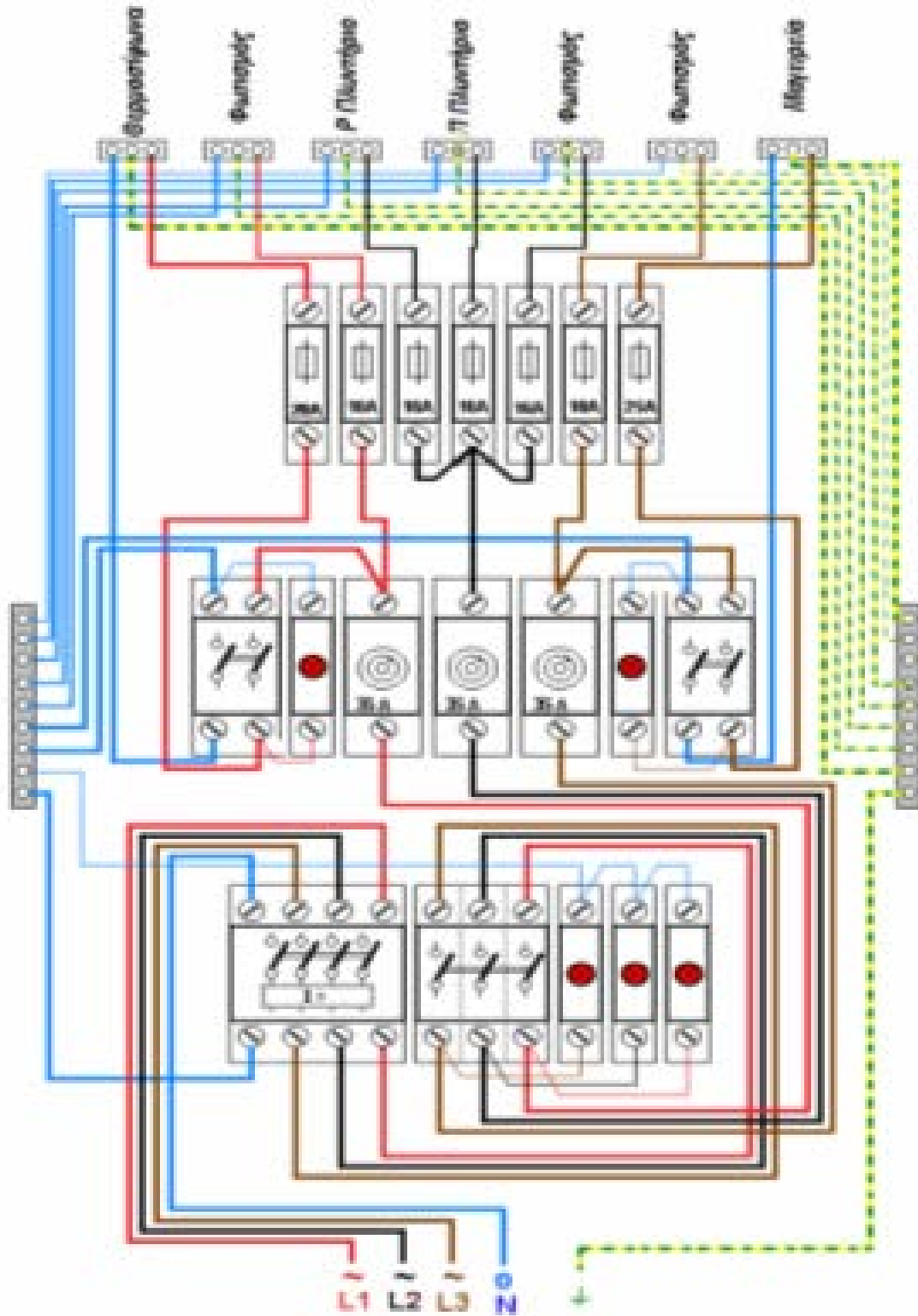
(1) Μονογραμμικό :



(2) Λειτουργικό



**(3) Αναλυτικό**





---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9<sup>ο</sup>

---

### Φωτιστικό Φθορισμού

Σκοπός του ένατου κεφαλαίου είναι ο σπουδαστής να κατανοήσει την αρχή λειτουργίας μιας λάμπας φθορίου καθώς και τα επιμέρους εξαρτήματά της (ballast,starter).

Οι λυχνίες φθορισμού, είναι λυχνίες θερμής καθόδου και διατίθενται στο εμπόριο, σε διάφορες ισχύς, όπως 60, 40, 32, 30, 20, 15, 8 W, με τα ανάλογα αντίστοιχα μήκη, σε ευθύγραμμη ή κυκλική (κουλούρα) μορφή. Η φωτεινή απόδοση τους είναι 30-60 Lm/W.

Η λειτουργία των λαμπτήρων φθορισμού στηρίζεται σε μια διαδικασία εκφορτίσεως αερίου χαμηλής πίεσεως που αρχίζει όταν από τα ηλεκτρόδια στα άκρα του σωλήνα εκπέμπονται ηλεκτρόνια είτε με θερμιονική εκπομπή είτε με την εφαρμογή πεδίου υψηλής εντάσεως. Ένας λαμπτήρας φθορισμού αποτελείται από υάλινο επιμήκη σωλήνα με δύο ηλεκτρόδια στα άκρα του.



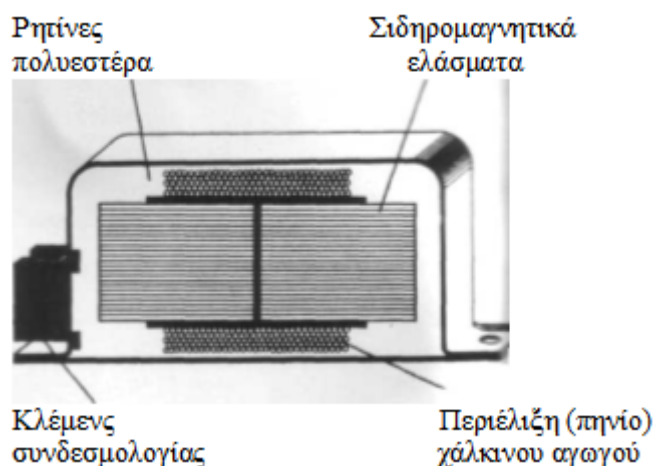
Εικόνα 42: Λάμπες Φθορισμού

Το αέριο πληρώσεως είναι μίγμα δύο αερίων κατά πλειοψηφία αργού και λιγότερο υδραργύρου ο οποίος τοποθετείται σε μικρές σταγόνες οι οποίες με την θερμότητα από την εκφόρτιση του αργού ταχέως εξατμίζονται τον υδράργυρο ο οποίος και ιονίζεται αμέσως. Αλλά και σε συνήθειες θερμοκρασίες δωματίου υπάρχει αρκετός εξατμισμένος υδράργυρος και ο ιονισμός του δεν καθυστερεί την έναυση του λαμπτήρα.

Για να λειτουργήσει μια λυχνία φθορισμού, απαιτούνται ορισμένα βοηθητικά συστήματα:

**1. Τσόκ ή Μπάλλαστ (Ballast):** Αυτό περιλαμβάνει μια αυτεπαγωγή (πηνίο) με σιδηροπυρήνα και αρκετές φορές, ένα πυκνωτή για τη διόρθωση του συντελεστή ισχύος (συνφ). Το πηνίο είναι μεγάλης επαγωγικής αντίδρασης και η σκοπιμότητα του στο κύκλωμα είναι:

- Η πρόκληση στιγμιαίας υπέρτασης μεταξύ των δυο ηλεκτροδίων της λυχνίας, απαραίτητης για τη δημιουργία ρεύματος εκκένωσης.
- Η δημιουργία πτώσης τάσης, για τη λειτουργία της λυχνίας με μειωμένη τάση, μετά την έναυση.



Εικόνα 43:Μέρη του BALLAST



Εικόνα 44:BALLAST

## 2. Εκκινητής (Starter)

Ο εκκινητής, που συχνά τον λέμε "Στάρτερ", είναι ένας αυτόματος διακόπτης, ο οποίος προκαλεί περιοδικές διακοπές και αποκαταστάσεις του κυκλώματος, με αποτέλεσμα την πρόκληση στιγμιαίων υπερτάσεων στους ακροδέκτες του Ballast, που τελικά εφαρμόζονται στα ηλεκτρόδια της λυχνίας φθορισμού.

Το στάρτερ αποτελείται από μια αερόκενη αμπούλα, που περιέχει ένα απ'τα ευγενή αέρια, Νέον, Αργόν, Ήλιον. Έκτός απ'το αέριο, υπάρχουν ακόμη μέσα στην αμπούλα και δυο ηλεκτρόδια, το ένα σχήματος U που είναι διμεταλλικό στοιχείο και το άλλο σχήματος ράβδου.

Μόλις κλείσουμε το διακόπτη και αποκατασταθεί το κύκλωμα, κυκλοφορεί ένα ρεύμα μέσω του Ballast των νημάτων της λυχνίας και του εκκινητή, με αποτέλεσμα να θερμανθεί το διμεταλλικό ηλεκτρόδιο του στάρτερ, να ανοίξει και να αποκαταστήσει την επαφή με το σταθερό ηλεκτρόδιο του. Με το κλείσιμο της επαφής του στάρτερ, συμβαίνουν τα εξής:

- Η εκκένωση (ιονισμός του αερίου) μέσα στο στάρτερ, διακόπτεται.
- Στον κλάδο Ballast -ηλεκτρόδια, δημιουργείται μια υπέρταση.
- Το διμεταλλικό του στάρτερ ψύχεται, συστέλλεται και επανέρχεται στην αρχική του θέση ηρεμίας, οπότε αρχίζει νέος κύκλος λειτουργίας (ιονισμός).

Η απότομη διακοπή και αποκατάσταση του κυκλώματος, δημιουργεί μια ισχυρή ΑΗΕΔ (νόμος του Lenz), ανάλογη της μεγάλης επαγωγικής αντίδρασης του Ballast. Αυτή η ισχυρή ΑΗΕΔ, εφαρμόζεται στα ηλεκτρόδια της λυχνίας, η οποία περιέχει μίγμα ευγενών αερίων και μικρή ποσότητα υδράργυρου, ατμοποιημένου απ'τα πυρακτωμένα ηλεκτρόδια. Κάποια στιγμή, ιονίζονται τα ευγενή αέρια και αποκαθίσταται κύκλωμα ρεύματος μεταξύ των ηλεκτροδίων.

Η ακτινοβολία των ευγενών αερίων είναι υπεριώδης (μη ορατή), μετατρέπεται όμως σε ορατή, περνώντας μέσα απ'το εσωτερικό επίχρισμα της λυχνίας που αποτελείται από φθορίζουσες ουσίες, όπως άλατα ασβεστίου, μαγνησίου, βορίου... Η μετατροπή της αόρατης ακτινοβολίας σε ορατή, ονομάζεται φθορισμός, απ'όπου και η ονομασία της λυχνίας.

Ο πυκνωτής στο στάρτερ, τοποθετείται για λόγους προστασίας των επαφών του και την αποφυγή ραδιοενοχλήσεων (παράσιτα).

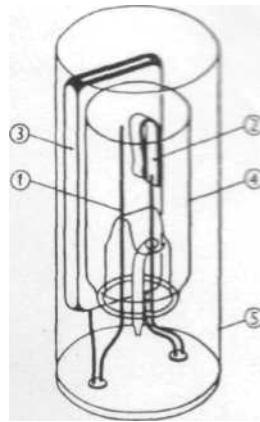
Αν μετρήσουμε τη διαφορά δυναμικού στους ακροδέκτες του Ballast κατά τη λειτουργία της λυχνίας, διαπιστώνουμε ότι αυτή είναι περίπου το ήμισυ της εφαρμοζόμενης τάσης, ενώ το υπόλοιπο της τάσης, εφαρμόζεται στη λυχνία.

Ο συντελεστής ισχύος (συνφ) ενός κυκλώματος φθορισμού είναι περίπου 0,5, οπότε με τον πυκνωτή του Ballast, γίνεται περίπου 0,8.

Η απαιτούμενη στιγμιαία υπέρταση για την εκκίνηση μιας λυχνίας φθορισμού 40 M ίου λειτουργεί σε δίκτυο 220 V, είναι 500 μέχρι 700 V. Αν η τιμή της τάσης του δικτύου μειωθεί σημαντικά (περίπου κατά 25%), τότε η λυχνία σβήνει.

Εκκινητής-Starter

---



1. Σταθερό ηλεκτρόδιο
2. Μεταβλητό, διμεταλλικό ηλεκτρόδιο
3. Αντιπαρασιτικός πυκνωτής
4. Γυάλινη αμπούλα
5. Εξωτερικό, μεταλλικό περίβλημα

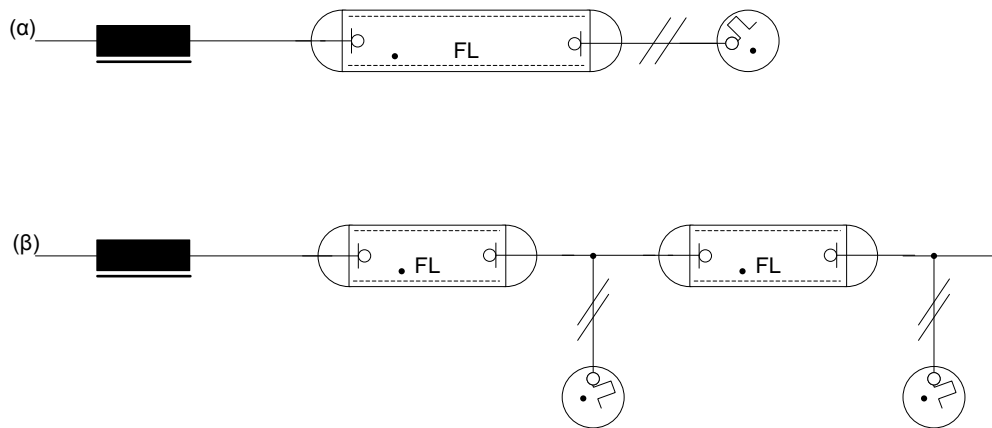
Εικόνα 45:Μέρη Εκκινητή-Starter



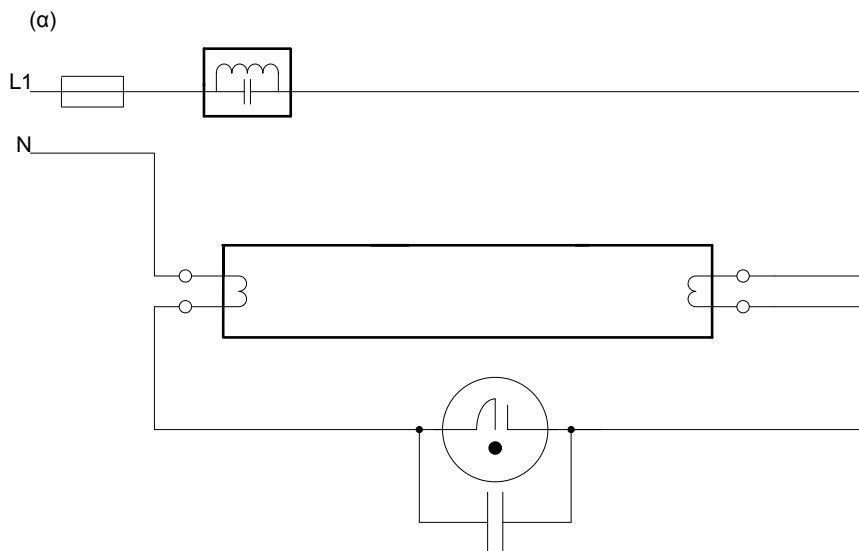
Εικόνα 46:Εκκινητής-Starter

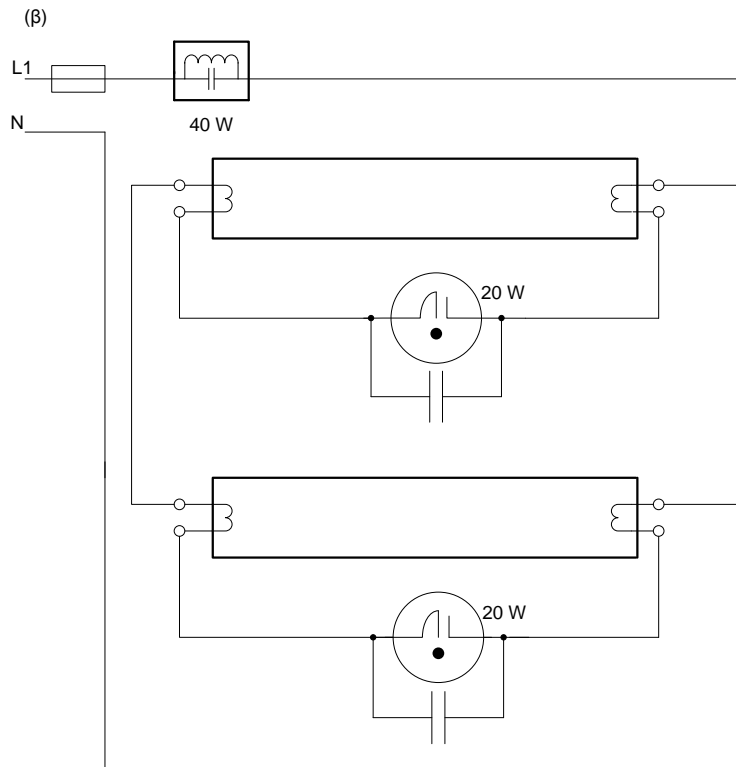
ΣΧΕΔΙΟ

(1) Μονογραμμικό:



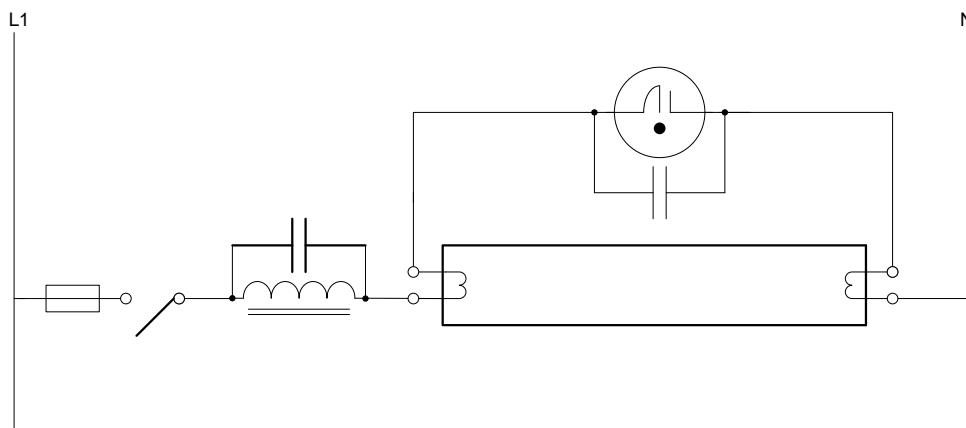
(2) Αναλυτικό:

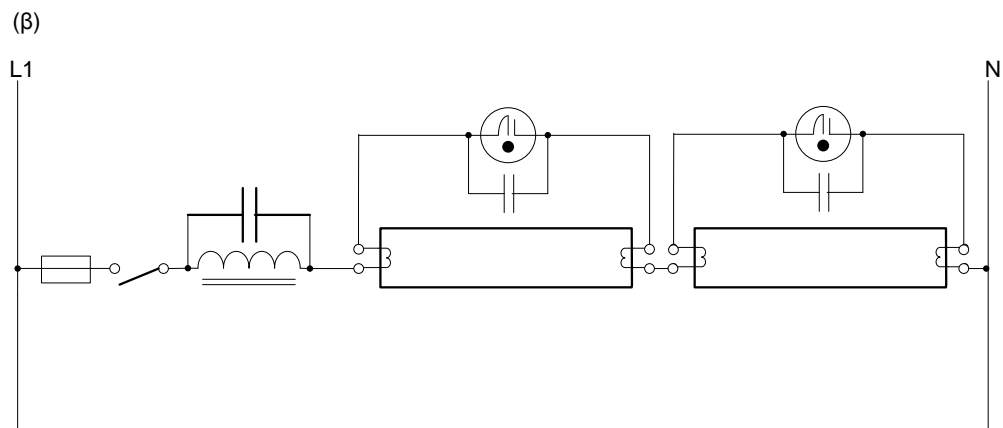




(3) Λειτουργικό:

(α)





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10<sup>ο</sup>

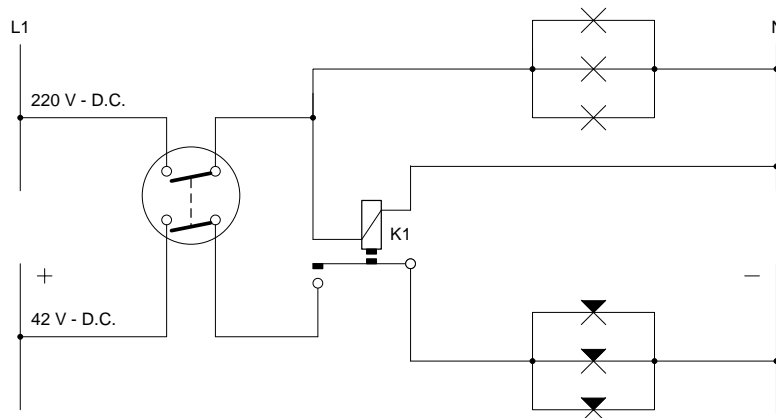
### 10.1 Φωτισμός ασφαλείας δύο κυκλωμάτων A.C-D.C

Σκοπός του δέκατου κεφαλαίου είναι ο σπουδαστής να μπορεί να σχεδιάσει και να κατανοήσει το κύκλωμα φωτισμού ασφαλείας, δύο κυκλωμάτων ( A.C – D.C ) Η περιγραφόμενη συνδεσμολογία διαθέτει δύο κυκλώματα, ένα A.C. 220V και ένα D.C. 42V ή 24V, με ανάλογες λυχνίες αντίστοιχα. Η ζεύξη επιτυγχάνεται με ηλεκτρονόμο.

Η συνδεσμολογία αυτή, χρησιμοποιείται σε χώρους συναθροίσεως ατόμων, για την αποφυγή πανικού σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο ηλεκτρονόμος K1, ελέγχεται απ' το κύκλωμα A.C., το δε κύκλωμα D.C., τροφοδοτείται μέσω της επαφής εργασίας K1: 13-14. Με το ίδιο σκεπτικό, μπορούμε να τροφοδοτήσουμε το κύκλωμα D.C., μέσω άλλου ηλεκτρονόμου κύριων επαφών (π.χ K3: 1-2), που θα ελέγχεται απ' την επαφή K1: 13-14.

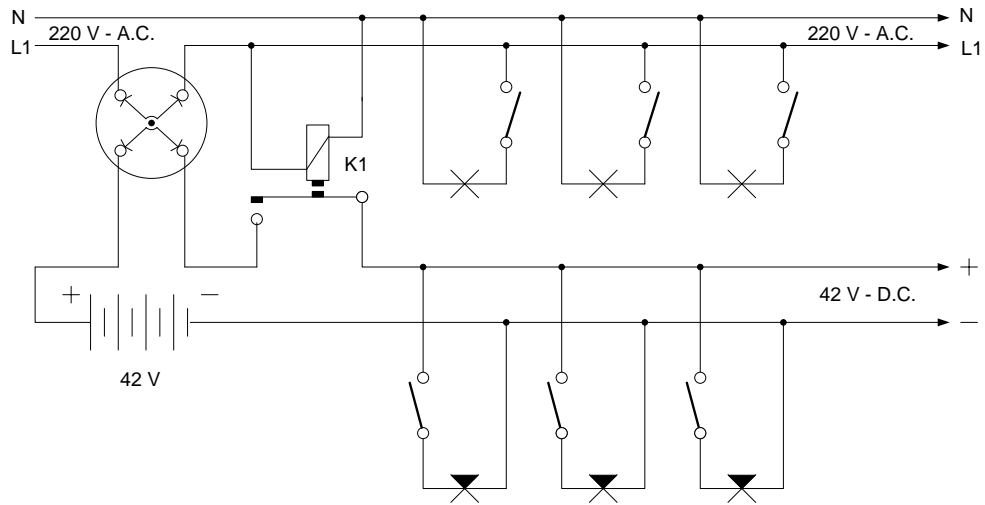
#### ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ, ΕΝΟΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ (A.C.- D.C).

(1) Λειτουργικό:





(2) Αναλυτικό:



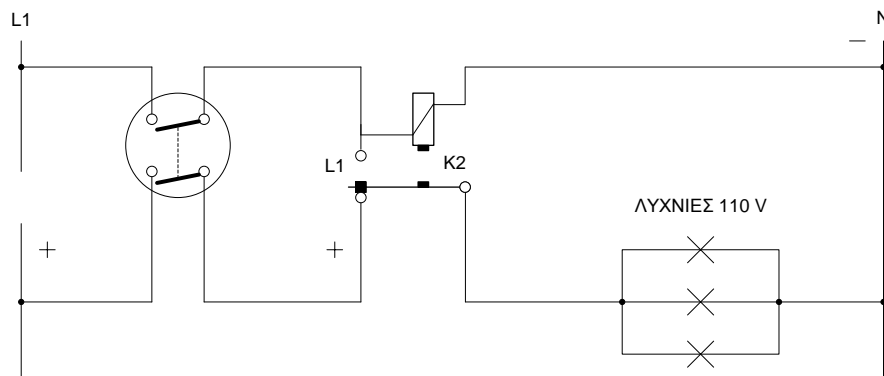
## 10.2 Συνδεσμολογία φωτισμού ασφαλείας ενός κυκλώματος

Σκοπός του δέκατου κεφαλαίου είναι ο σπουδαστής να μπορεί να σχεδιάσει και να κατανοήσει το κύκλωμα φωτισμού ασφαλείας ενός κυκλώματος. Η συνδεσμολογία διαθέτει ένα κύκλωμα, που μπορεί να τροφοδοτηθεί, είτε με εναλλασσόμενο ρεύμα, είτε με συνεχές, μέσω ηλεκτρονόμου. Αυτό το σύστημα ασφαλείας, χρησιμοποιείται όπως περιγράφει η προηγούμενη συνδεσμολογία.

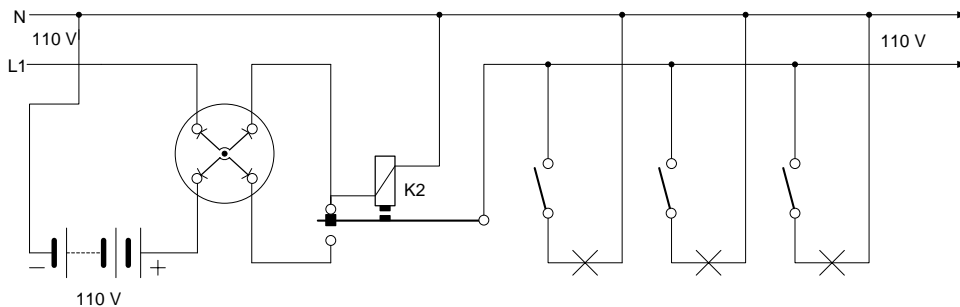
Ο ηλεκτρονόμος K2, ελέγχεται απ' τη γραμμή τροφοδοσίας A.C., που τροφοδοτεί το κύκλωμα μέσω της επαφής εργασίας K2: 1 – 2 ή K2: 13 – 14. Η τροφοδοσία του κυκλώματος με D.C., πραγματοποιείται μέσω μιας επαφής ηρεμίας ( π.χ K2: 21 - 22). Και πάλι, μπορούμε να τροφοδοτήσουμε το κύκλωμα D.C., μέσω άλλου ηλεκτρονόμου κύριων επαφών ( π.χ. K3: 1 - 2), που θα ελέγχεται από την επαφή K2: 21 – 22.

### ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ, ΕΝΟΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

(1) Λειτουργικό :



(2) Αναλυτικό :



---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11<sup>ο</sup>

---

### 11.1 ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ, ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ ΑΠΟ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΧΡΟΝΟΔΙΑΚΟΠΤΗ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟΥ

Σκοπός του ενδέκατου κεφαλαίου είναι να είναι σε θέση ο φοιτητής να μπορεί να σχεδιάσει και να παρατηρήσει πως λειτουργεί ο χρονοδιακόπτης κλιμακοστασίου.

Είναι ένα κύκλωμα φωτισμού μεγάλου αριθμού λυχνιών, που ελέγχεται από αυτόματο χρονοδιακόπτη (διακοπής και αποκατάστασης), χειριζόμενο από πολλά σημεία (μπουτόν στιγμιαίας επαφής).

Το κύκλωμα χρησιμοποιείται κυρίως σε κλιμακοστάσια πολυκατοικιών.

Πιο κάτω στο λειτουργικό διάγραμμα παρατηρούμε ότι ο αυτόματος χρονοδιακόπτης κλιμακοστασίου ΚΤ, αποτελεί συνδυασμό ενός εναλλακτικού διακόπτη τριών θέσεων και ενός χρονικού ρελέ. Οι θέσεις του εναλλακτικού διακόπτη είναι:

θέση 1: για αυτόματη λειτουργία

θέση 2: μόνιμη διακοπή

θέση 3: μόνιμη λειτουργία

- Αυτόματη λειτουργία: πιέζοντας ένα οποιοδήποτε μπουτόν στιγμιαίας επαφής (Μ), κλείνει το κύκλωμα ελέγχου και διεγείρεται το χρονικό ρελέ (ΚΤ), το οποίο με τη σειρά του και μέσω του εναλλακτικού διακόπτη, κλείνει το κύκλωμα ισχύος, οπότε ανάβουν οι λυχνίες.

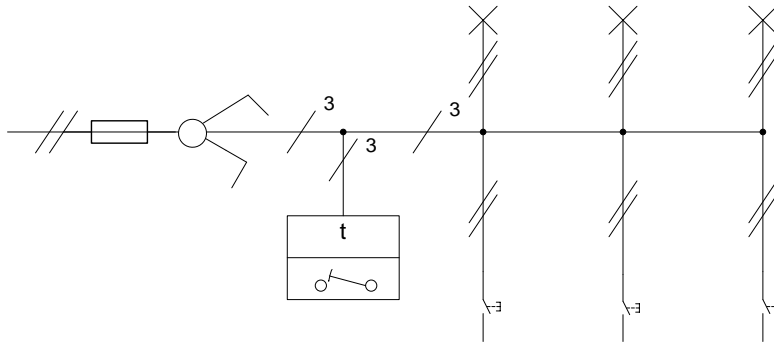
Μετά από κάποιο προεπιλεγμένο χρόνο (όσο χρειάζεται για να επανέλθει το υδραυλικό σύστημα του χρονοδιακόπτη, στη θέση ηρεμίας), διακόπτεται η τροφοδοσία του κυκλώματος ισχύος, με το άνοιγμα της επαφής ΚΤ1 του χρονικού ρελέ.

- Παρατηρώντας τα διαγράμματα (αναλυτικό και λειτουργικό), διαπιστώνουμε ότι ο ουδέτερος Ν είναι κοινός για τις λυχνίες και μπουτόν.

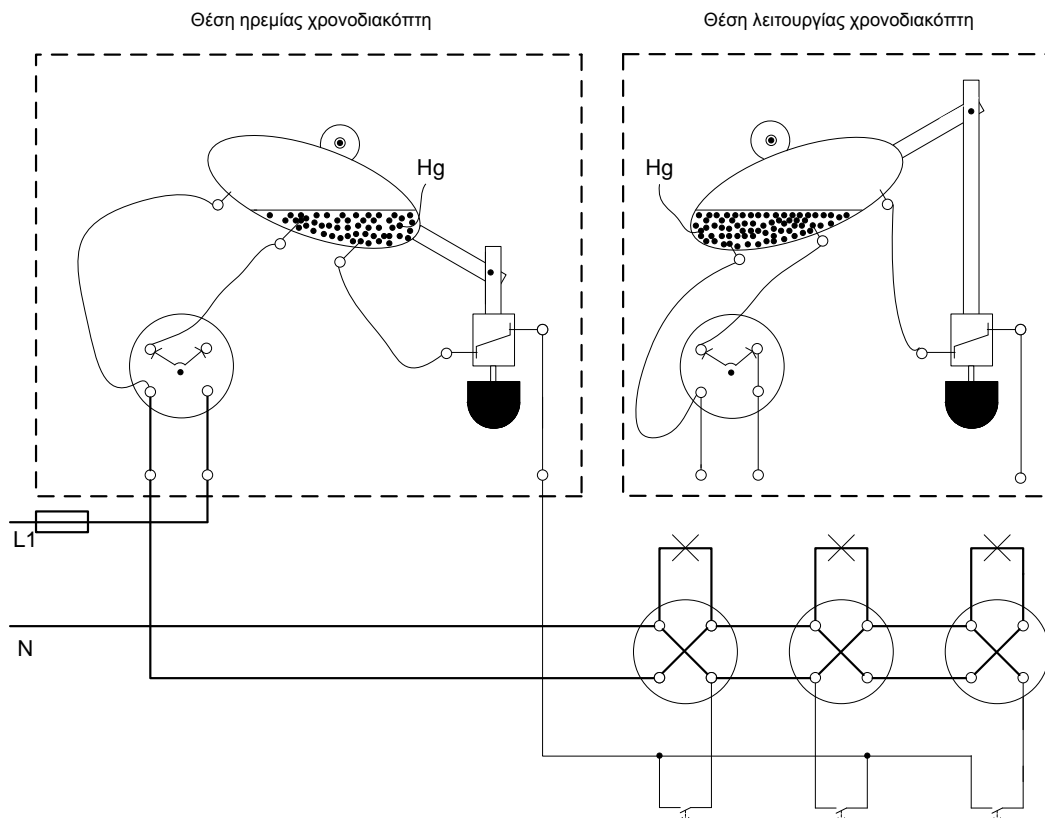
- Μπορούμε να συνδέσουμε, παράλληλα πάντα, αρκετές λυχνίες και όσα μπουτόν επιθυμούμε στο κύκλωμα.

**ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ ΑΠΟ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΧΡΟΝΟΔΙΑΚΟΠΤΗ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟΥ**

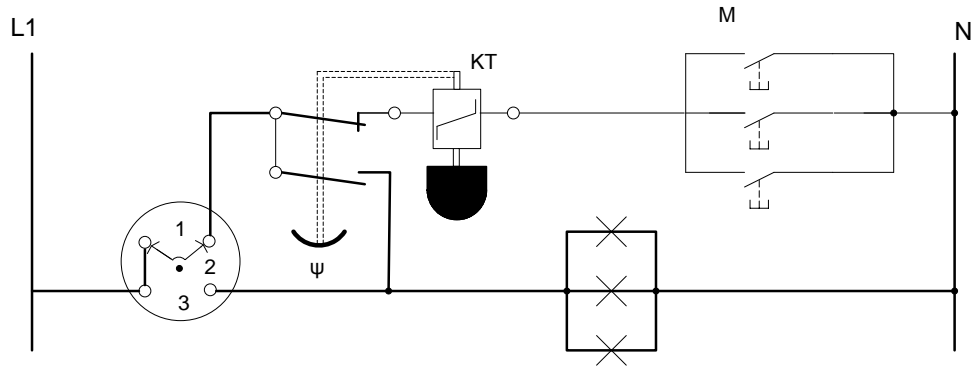
(1) Μονογραμμικό:



(2) Αναλυτικό:



**(3)Λειτουργικό :**



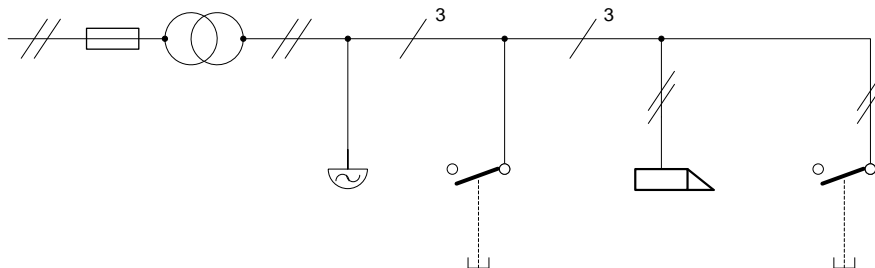
**11.2 ΚΥΚΛΩΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΛΕΙΔΑΡΙΑΣ, ΜΕ ΚΟΥΔΟΥΝΙ**

Σκοπός της υποενότητας αυτής είναι να είναι η εκμάθηση του τρόπου σχεδιασμού κύκλωματος ηλεκτρικής κλειδαριάς, με κουδούνι.

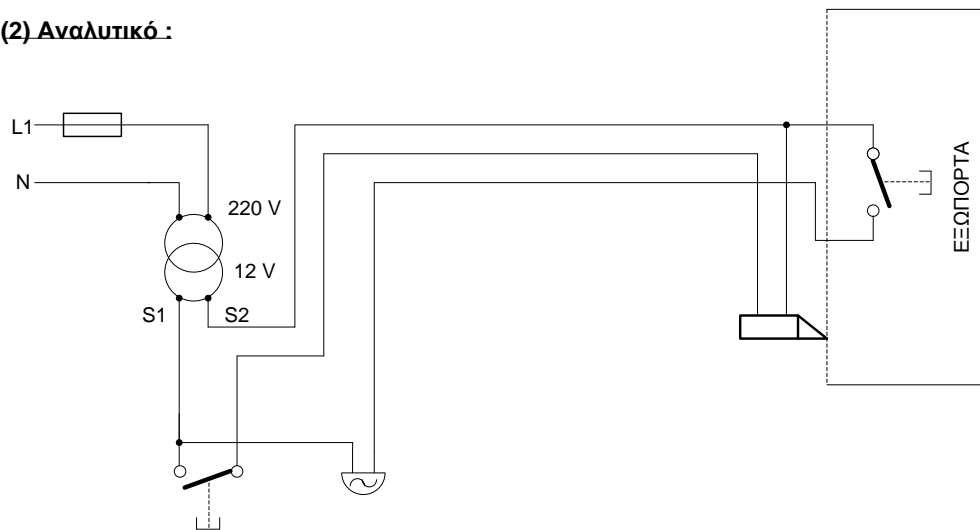
Το κύκλωμα περιλαμβάνει, ένα μετασχηματιστή 220/12V, ένα ηλεκτρικό θυρανοικτήρα (κλειδαριά), ένα κουδούνι και δυο μπουτόν στιγμιαίας επαφής που ελέγχουν, την κλειδαριά και το κουδούνι. Το κύκλωμα αυτό, χρησιμοποιείται σε κατοικίες, εργοστάσια κ.α.

**ΚΥΚΛΩΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΛΕΙΔΑΡΙΑΣ, ΜΕ ΚΟΥΔΟΥΝΙ**

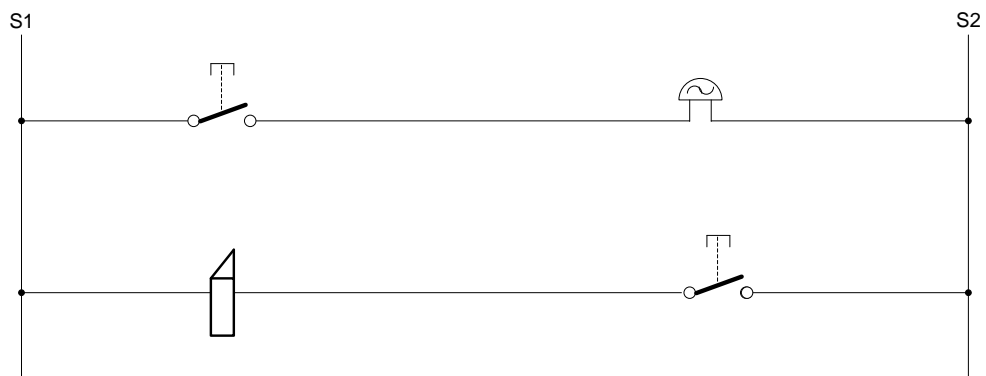
**(1) Μονογραμμικό :**



**(2) Αναλυτικό :**



**(3) Λειτουργικό :**



---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12<sup>ο</sup>

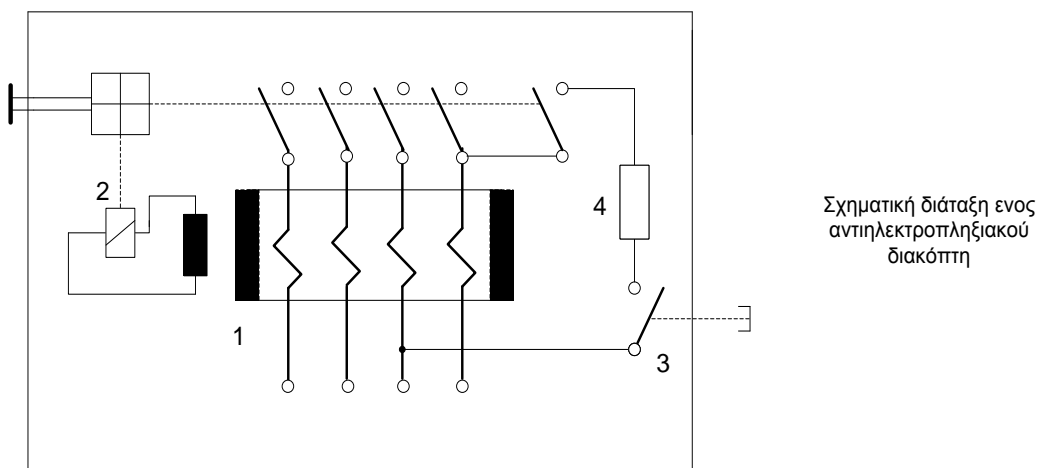
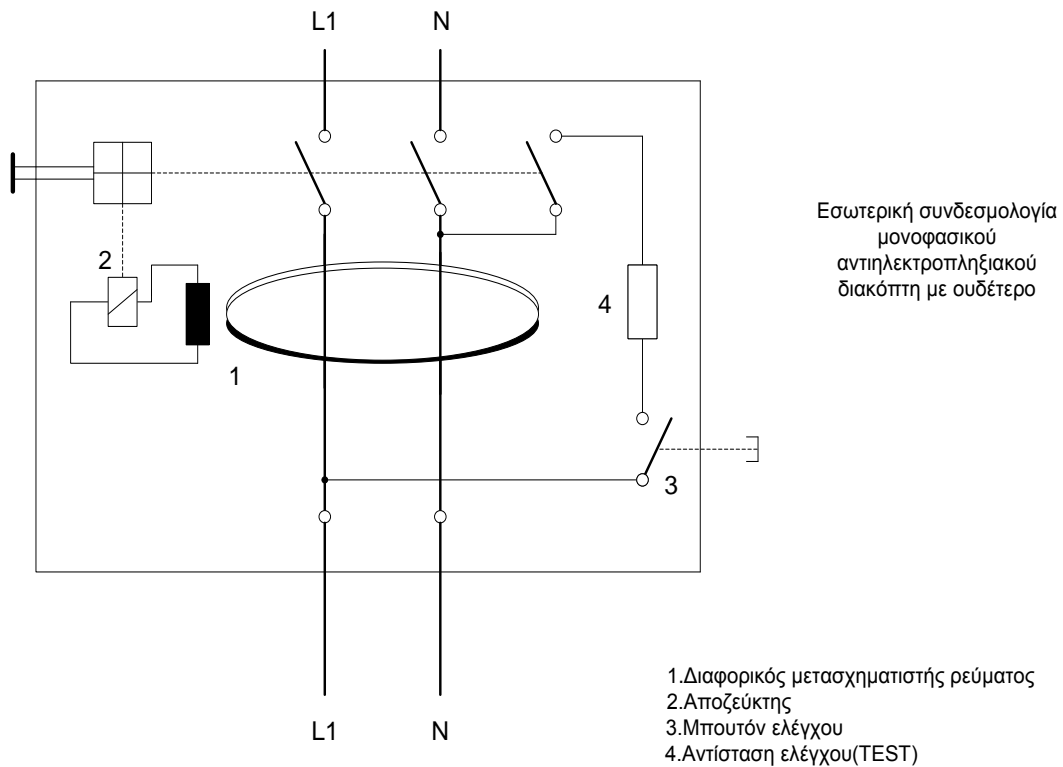
---

### ΡΕΛΕ ΔΙΑΦΥΓΗΣ

Σκοπός του δωδέκατου μαθήματος είναι η εκμάθηση της αρχής λειτουργίας ενός αντιηλεκτροπληξιακού διακόπτη (ΡΕΛΕ) και έπειτα ο σχεδιασμός του.

Ο αντιηλεκτροπληξιακός διακόπτης ή αυτόματος διαφορικής προστασίας, αποτελεί ένα σύγυρο σύστημα προστασίας από ηλεκτροπληξία. Η αρχή λειτουργίας του αυτόματου αυτού, στηρίζεται στη σύγκριση των ρευμάτων εισόδου-εξόδου της εγκατάστασης, τα οποία σε κανονικές συνθήκες είναι ίσα (το αλγεβρικό άθροισμα ίσων και αντίθετων ρευμάτων είναι 0). Σε περίπτωση διαρροής, ένα μέρος του ρεύματος δεν επιστρέφει, αλλά διαφεύγει. Προς τη οπότε, το προηγούμενο αλγεβρικό άθροισμα, παύει να είναι μηδέν και μόλις η διαφορά γίνει 30 mA, ενεργοποιείται ο μηχανισμός προστασίας και διακόπτει την τροφοδοσία της εγκατάστασης μέσα σε χρόνο 30 msec. Ο αντιηλεκτροπληξιακός διακόπτης, τοποθετείται στο σημείο τροφοδοσίας της εγκατάστασης (συνήθως στο γενικό πίνακα) και προηγείται όλων των τροφοδοτούμενων κυκλωμάτων. Ο αυτόματος αυτός, περιλαμβάνει ένα διαφορικό τοροειδή μετασχηματιστή, το πρωτεύον του οποίου αποτελούν οι φάσεις και ο ουδέτερος της γραμμής τροφοδοσίας της εγκατάστασης και δευτερεύον, το πηνίο ελέγχου του ηλεκτρονόμου προστασίας. Με την εμφάνιση διαρροής, το πρωτεύον διαρρέεται απ' το διαφορικό ρεύμα (διαφορά, μεταξύ των ρευμάτων των φάσεων με το ρεύμα του ουδετέρου), επάγεται τάση στο δευτερεύον, το οποίο τροφοδοτεί το πηνίο απόζευξης, διακόπτοντας την τροφοδοσία της εγκατάστασης.

ΑΝΤΙΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ (ΔΙΑΦΟΡΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ)

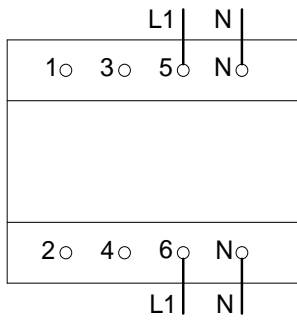


Στις τριφασικές εγκαταστάσεις, συμμετρικής ή ασύμμετρης φόρτισης, όταν έχουμε κανονική λειτουργία, δεν δημιουργείται διαφορικό ρεύμα, γιατί το αλγεβρικό ( και γεωμετρικό ) άθροισμα των ρευμάτων των φάσεων και του ουδετέρου παραμένει μηδέν.

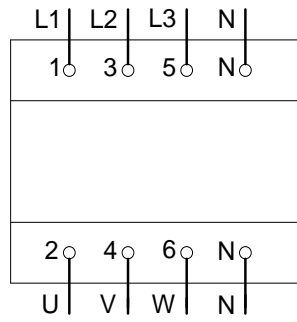
Οι αντιηλεκτροπληξιακοί διακόπτες που υπάρχουν στο εμπόριο είναι τετραπολικό και χρησιμοποιούνται σ' όλες τις περιπτώσεις, όπως δείχνουν τα παρακάτω σχήματα.



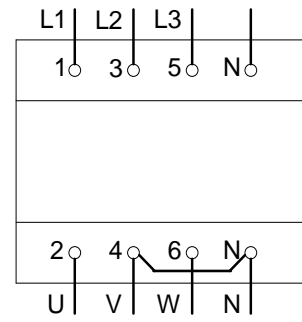
ΣΧΕΔΙΟ



Σε γραμμή μιας φάσης (L1) και ουδετέρου (N).



Σε γραμμή τριών φάσεων (L1,L2,L3) και ουδετέρου (N).



Σε γραμμή τριών φάσεων (L1,L2,L3), χωρίς ουδέτερο.



Εικόνα 47: Τριφασικό Ρελέ διαφυγής

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13<sup>ο</sup>

---

### 13.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Στόχος του 13ου Μαθήματος είναι να κατανοήσει ο σπουδαστής πως γίνεται η σχεδίαση της εγκατάστασης μιας κατοικίας αφού στο μέλλον είναι ένα από τα σημαντικότερα πράγματα που πρέπει να κάνει όταν ξεκινήσει μια τέτοια ηλεκτρολογική εγκατάσταση. Το σχέδιο μιας κατοικίας βοηθάει πάρα πολύ τον ηλεκτρολόγο πριν ξεκινήσει την εγκατάσταση διότι μπορεί να δει τι προβλήματα υπάρχουν(για να μπορέσει να τα αντιμετωπίσει) αλλά και κάθε λεπτομέρεια που υπάρχει. Με λίγα λόγια έχει μια σφαιρική εικόνα για την καλύτερη εγκατάσταση.

#### Οδηγίες ηλεκτρικής εγκατάστασης κατοικίας

- Οι διακόπτες ελέγχου των φωτιστικών σημείων, τοποθετούνται κοντά στην πόρτα και από την πλευρά που ανοίγει αυτή, σε ύψος 1,5 m ή 0,6 m περίπου και σε απόσταση από την κάσα της πόρτας, 10-15 cm.
- Στους διάφορους χώρους του διαμερίσματος και σύμφωνα αυτών, τοποθετούνται ρευματοδότες (πρίζες). Στο χώρο υποδοχής (σαλονοτραπεζαρία), κατά κανόνα τοποθετούνται περισσότεροι ρευματοδότες.
- Το φωτιστικό σημείο του λουτρού, πρέπει να είναι στεγανού τύπου και διακόπτης να βρίσκεται έξω από το λουτρό κοντά στη πόρτα. Επιτρέπεται η τοποθέτηση ρευματοδότη μέσα στο λουτρό, αρκεί να είναι σύμφωνη η εγκατάσταση μας με τους κανόνες. Επίσης στεγανού τύπου πρέπει να είναι τα φωτιστικά, οι διακόπτες και οι ρευματοδότες, που τοποθετούνται σε υγρούς ή κατά περιόδους υγρούς χώρους.
- Απ' το γενικό πίνακα, αναχωρούν ανεξάρτητες ηλεκτρικές γραμμές, που τροφοδοτούν τις ηλεκτρικές οικιακές συσκευές (κουζίνα, πλυντήριο, θερμοσίφωνα κ.λπ.), με τις ανάλογες διατομές και

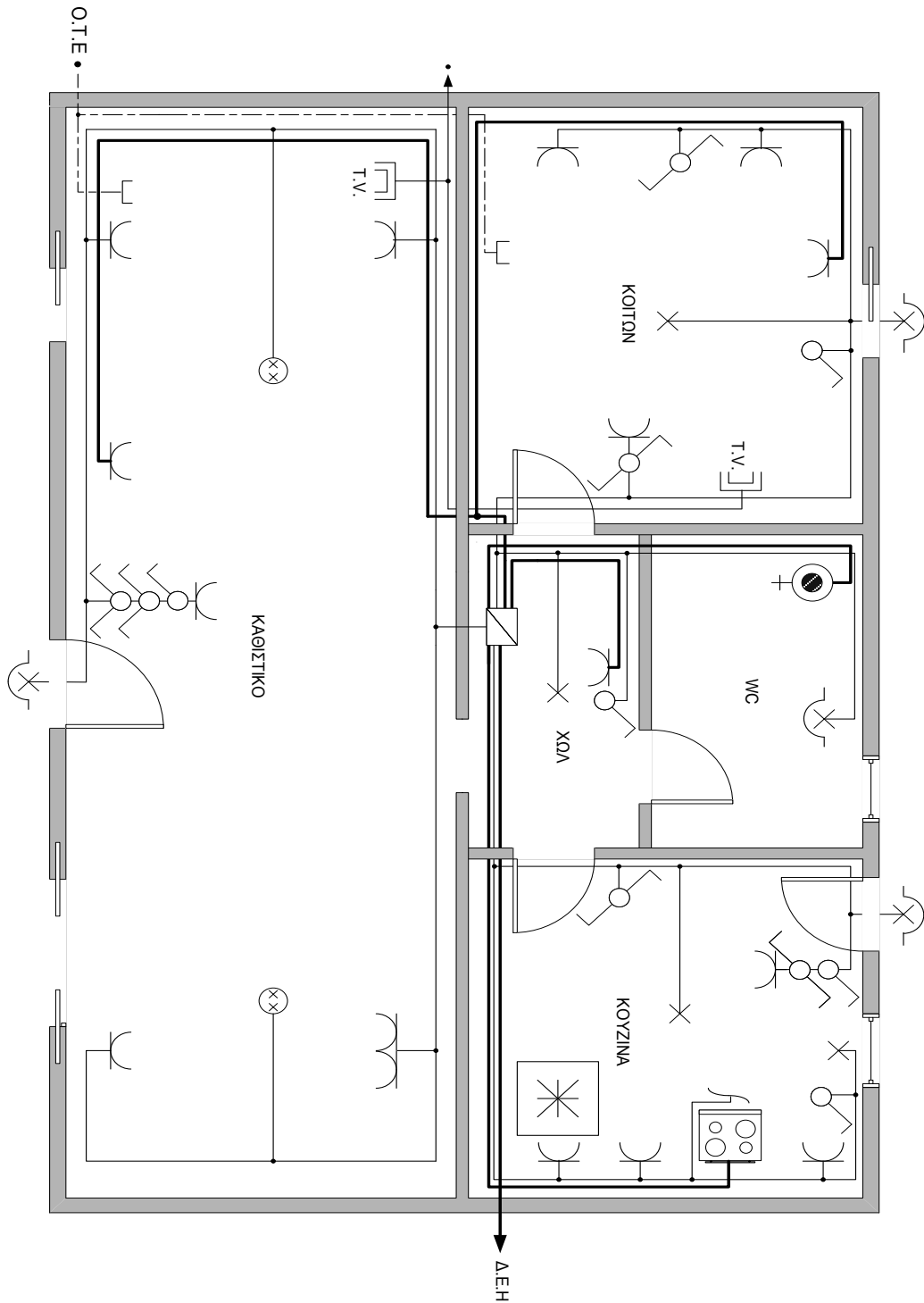
ασφάλειες. Αυτές οι γραμμές ελέγχονται από διπολικούς διακόπτες, τοποθετημένους στο πίνακα.

- Επιπλέον απ' τα παραπάνω βασικά ηλεκτρικά κυκλώματα, σε μια σύγχρονη κατοικία, υπάρχουν συνήθως και τα εξής ηλεκτρικά κυκλώματα: θυροτηλεφώνου ή θυροτηλεόρασης, τηλεφώνου, κεραίας τηλεόρασης, ηχείων μουσικής, home cinema κ.λπ.
- Ο μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας της Δ.Ε.Η. και η ηλεκτρική μας εγκατάσταση χρίζει θεμελιακής γείωσης όπου έχει γίνει κατά τη διάρκεια της θεμελίωσης της κατοικίας σύμφωνα με τους κανόνες του ΕΛΟΤ HD384. Ως γειωτής εγκαθίσταται ταινία χαλύβδινη θερμά επιψευδαργυρωμένη (St/tZn) διαστάσεων 30x3,5 mm με πάχος επιψευδαργύρωσης 500gr/m<sup>2</sup> εντός των θεμελίων του κτιρίου.
- Στις χωνευτές εγκαταστάσεις, τα καλώδια (NYM) και οι σωλήνες, τοποθετούνται οριζόντια ή κάθετα, με σαφείς ενδείξεις των άκρων τους (κουτιά διακλάδωσης ή διακόπτη), για να προσδιορίζεται κατά προσέγγιση θέση τους, προκειμένου ν' αποφεύγεται η τοποθέτηση πάνω σ' αυτά, στηριγμάτων (καρφιά, βίδες).
- Μέσα στους σωλήνες τοποθετούνται αγωγοί του ίδιου κυκλώματος (φωτισμού ή κουζίνας ή θερμοσίφωνα κ.λπ.).
- Οι διακλαδώσεις των αγωγών γίνονται πάντα μέσα στα κουτιά διακλάδωσης και ποτέ μέσα στους σωλήνες.



**Εικόνα 48:** Θεμελιακή γείωση

ΣΧΕΔΙΟ



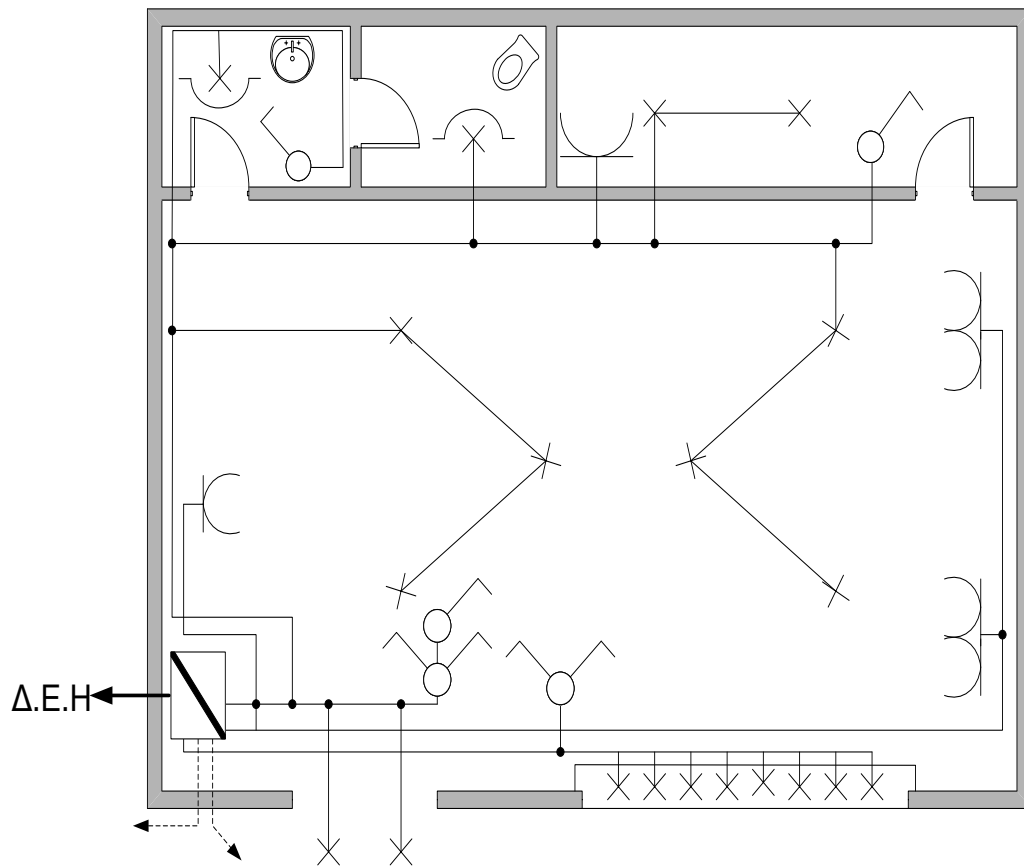
## 13.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ

Στόχος του κεφαλαίου αυτού είναι να κατανοήσει ο σπουδαστής πως γίνεται η σχεδίαση της εγκατάστασης ενός καταστήματος. Στο πιο κάτω σχέδιο φαίνεται η κάτοψη ενός καταστήματος όπου έχει γίνει ο κατάλληλος σχεδιασμός για την εγκατάσταση αυτού. Ισχύει ότι και στην εγκατάσταση κατοικίας αλλά υπάρχουν ορισμένες διαφορές ως προς τις οδηγίες της εγκατάστασης.

### Οδηγίες ηλεκτρικής εγκατάστασης καταστήματος

- Ο φωτισμός στα καταστήματα, πρέπει να προέρχεται από καλαίσθητα φωτιστικά σώματα και να είναι πλούσιος και κατάλληλης απόχρωσης, για να προβάλλει σωστά τα εμπορεύματα.
- Οι διακόπτες ελέγχου των φωτιστικών σημείων, τοποθετούνται συνήθως, πάνω στο γενικό πίνακα διανομής, ή γύρω απ' αυτόν, με εξαίρεση το διακόπτη της τουαλέτας.
- Οι ρευματοδότες είναι στεγανού τύπου
- Στις βιτρίνες των καταστημάτων, συνήθως υπάρχουν ρευματοδότες και αναμονές φωτιστικών σημείων, με σκοπό να εξυπηρετήσουν διαφημιστικές ή διακοσμητικές διατάξεις, που θα τοποθετηθούν ενδεχομένως από τον ιδιοκτήτη. Ακόμη, υπάρχει αναμονή τροφοδοσίας, στο χώρο τοποθέτησης της φωτεινής επιγραφής.
- Η γείωση της εγκατάστασης, πρέπει να γίνει με μεγάλη επιμέλεια, με αγωγό διατομής τουλάχιστον  $16 \text{ mm}^2$  και να ελεγχθεί η αντίσταση γείωσης ( $1-10\Omega$ ), προκειμένου να χρησιμοποιηθεί αυτή. Στην εγκατάσταση του μετασχηματιστή ανύψωσης τάσης της φωτεινής επιγραφής.
- Σε ειδικές περιπτώσεις, όπως τράπεζες, κοσμηματοπωλεία και μεγάλα καταστήματα, εφαρμόζονται ειδικές διατάξεις φωτισμού ασφάλειας και συστήματος συναγερμού.
- Τέλος σε κάποια γωνία υψηλά (συνήθως πάνω από την είσοδο του καταστήματος), ανοίγεται μια οπή διαμέτρου 8 cm (που κλείνουμε προσωρινά με μια τάπα). Δίπλα στην οπή υπάρχει αναμονή γραμμής τροφοδοσίας κλιματιστικού μηχανήματος,  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ . Η γραμμή αυτή είναι ανεξάρτητη όπου ξεκινά από τον πίνακα και προστατεύεται από ασφάλεια 16 ή 20 A.

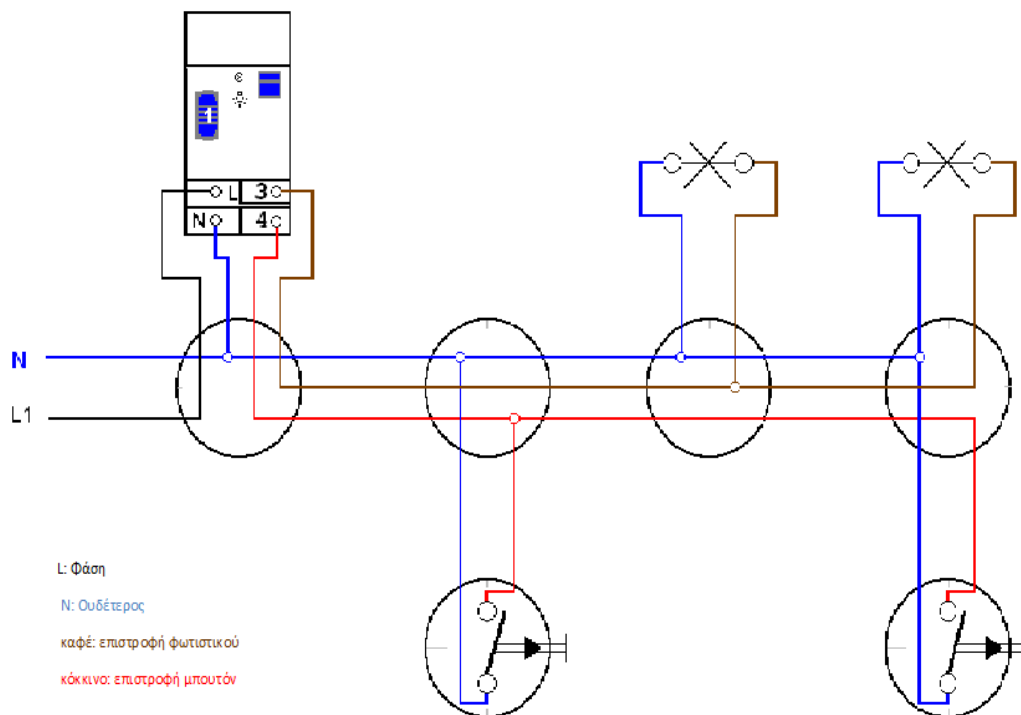
ΣΧΕΔΙΟ



### 13.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟΥ

Στόχος του κεφαλαίου αυτού είναι να κατανοήσει ο σπουδαστής πως γίνεται η σχεδίαση της εγκατάστασης του κλιμακοστασίου σε μία κατοικία, σε μία πολυκατοικία ή σε οποιοδήποτε άλλο κτίριο.

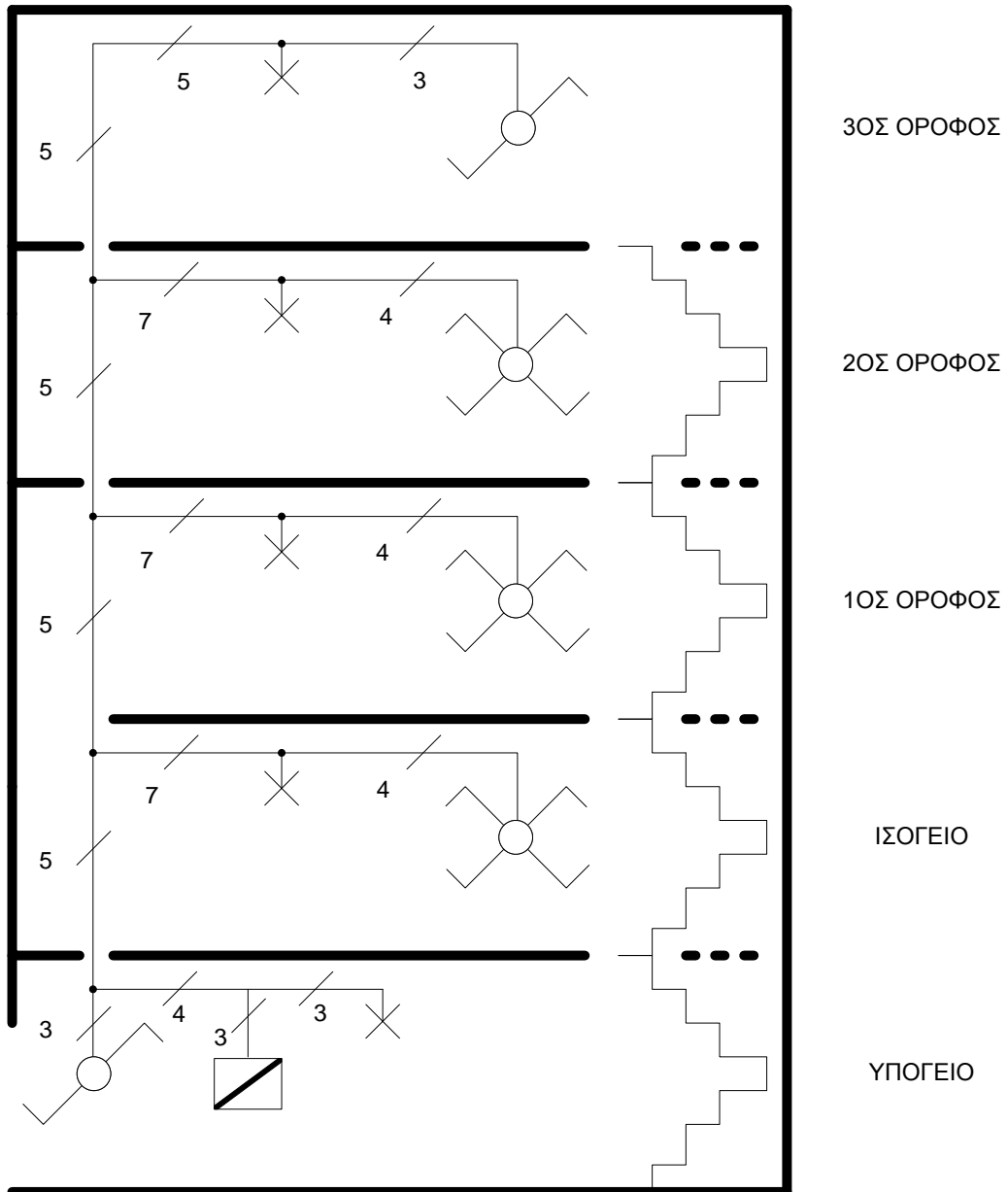
Η συγκεκριμένη εγκατάσταση εφαρμόζεται ως επί το πλείστον σε πολυκατοικία όπου τοποθετείται για να έχουμε φωτισμό στους διαδρόμους αυτής. Στο πιο κάτω σχέδιο βλέπουμε ότι η συγκεκριμένη 3όροφη εγκατάσταση αποτελείται από πέντε πατώματα όπου στο υπόγειο υπάρχει ο πίνακας διανομής. Από εκεί ξεκινάνε όλες οι γραμμές για τους διακόπτες ελέγχου και τι φωτιστικά σημεία. Στην εγκατάσταση υπάρχουν δυο ακραίοι αλλά - ρετούρ και τρεις μεσαίοι αλλά - ρετούρ διακόπτες.



Εικόνα 49:Κύκλωμα κλιμακοστασίου

ΣΧΕΔΙΟ

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟΥ





### 13.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Στόχος του κεφαλαίου αυτού είναι να κατανοήσει ο σπουδαστής πως γίνεται η σχεδίαση της εγκατάστασης ενός βιομηχανικού.

Στο πιο κάτω σχέδιο φαίνεται η κάτοψη ενός μηχανουργείου όπου έχει γίνει ο κατάλληλος σχεδιασμός για την εγκατάσταση αυτού.

Στις βιομηχανικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις (κινήσεως), πρωταρχική μας φροντίδα είναι η καλή και επιμελημένη γείωση, για την προστασία των εργαζομένων, που βρίσκονται σε συνεχή επαφή με τα ηλεκτροκίνητα μηχανήματα και εργαλεία.

Η ηλεκτρική εγκατάσταση κινήσεως (τροφοδοσία, έλεγχος και προστασία των ηλεκτρικών μηχανών) και η εγκατάσταση φωτισμού, είναι εντελώς ανεξάρτητες και ελέγχονται από διαφορετικούς πίνακες διανομής με ιδιαίτερους μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας.

Λόγω της κατά κανόνα μεγάλης ισχύος των μηχανημάτων, αλλά και για μεγαλύτερη ασφάλεια, αποφεύγεται η τροφοδότηση αυτών από μια γραμμή. Στην ιδανική εγκατάσταση, κάθε μηχανήμα τροφοδοτείται από ιδιαίτερη γραμμή. Συνήθως, μοιράζουμε τα μηχανήματα σε κατηγορίες ισχύος και τα τροφοδοτούμε ανά δυο ή τρία, εφόσον δεν ξεπερνούν συνολικά τα 7 KW ανά γραμμή.

Για τα μηχανήματα ισχύος  $>1,5$  KW (ή 2 HP), εκτός από τις ασφάλειες και το γενικό διακόπτη πάνω στο γενικό πίνακα διανομής, απαιτείται τοπικό σύστημα ελέγχου, σύστημα εκκίνησης και αυτόματος διακόπτης υπερεντάσεως και ελλείψεως τάσεως.

Για λόγους προστασίας επιβάλλεται όπως οι διάφορες φορητές μικροσυσκευές εργαλεία κ.λπ., τροφοδοτούνται με χαμηλή τάση 42 V.

Ο γενικός φωτισμός ενός βιομηχανικού χώρου, ελέγχεται συνήθως απ' τον πίνακα φωτισμού και είναι στεγανού τύπου.

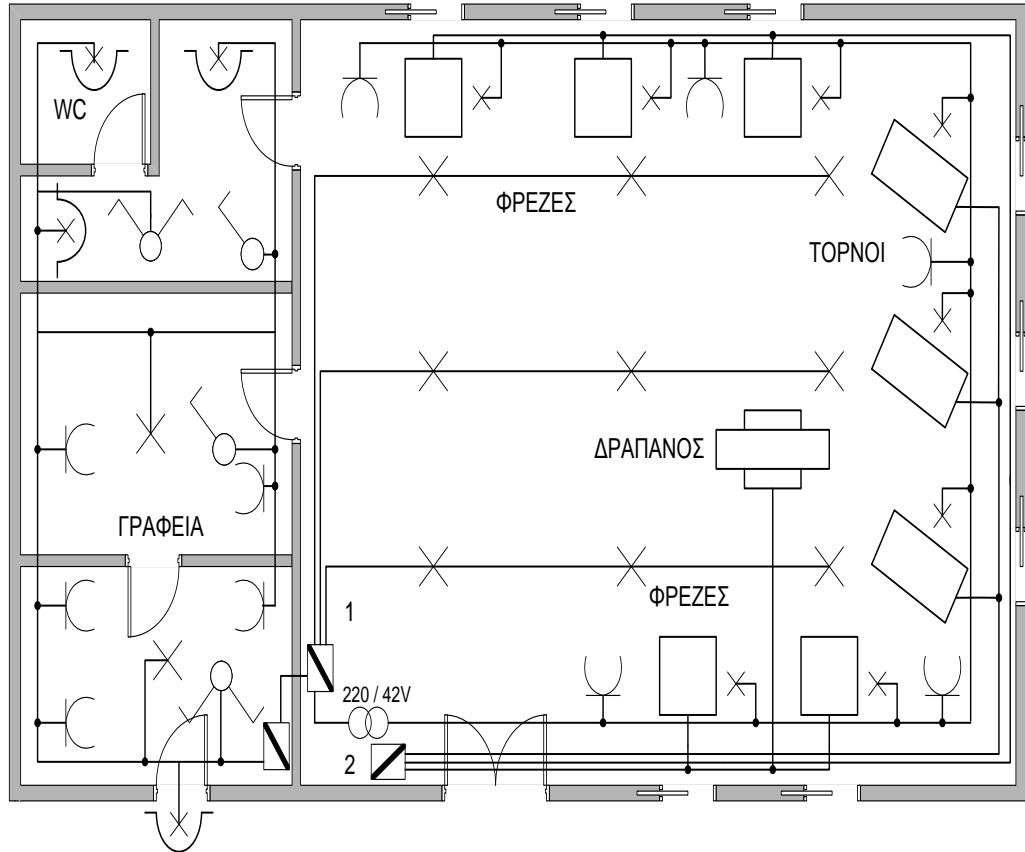
Για τα μηχανήματα που απαιτούν τοπικό φωτισμό και το φωτιστικό σώμα είναι ενσωματωμένο μ' αυτά, απαιτείται ιδιαίτερη γραμμή τροφοδοσίας αυτών των φωτιστικών, τάσης 42 V, από μετασχηματιστή 220/42 V.

Για την ηλεκτρική εγκατάσταση των γραφείων και των βοηθητικών χώρων, ισχύουν οι οδηγίες εγκατάστασης κατοικιών.

Ανάλογα με το είδος της βιομηχανίας (π.χ. χημικών, εκρηκτικών, κονιορτού κ.λπ.), εφαρμόζεται κατά περίπτωση, οι ειδικές διατάξεις που προβλέπουν οι κανονισμοί «περί εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων».

Αν ο γενικός φωτισμός του χώρου εξασφαλίζεται από λυχνίες φθορισμού και τροφοδοσία του πίνακα φωτισμού είναι τριφασική, φροντίζουμε ώστε τα φωτιστικά φθορισμού, να τροφοδοτούνται εναλλάξ απ' τις τρεις φάσεις, για την αποφυγή εμφάνισης του στραβοσκοπικού φαινομένου, στα στρεφόμενα τμήματα των μηχανών.

ΣΧΕΔΙΟ



- 1: ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ
- 2: ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14<sup>ο</sup>

---

### Αναστροφή Κινητήρα

Στόχος του 14ου Μαθήματος είναι ο σπουδαστής να μπορεί να αναπτύξει τους τρόπους σχεδίασης ενός αυτοματισμού, και στην συγκεκριμένη περίπτωση η αναστροφή κινητήρα, μέσω κυκλωμάτων, ώστε να υπάρξει εξοικείωση με τα κυκλώματα αυτοματισμού και τον τρόπο σχεδιάσεως τους.

Πιο κάτω βλέπουμε το κύκλωμα ισχύος και το κύκλωμα αυτοματισμού για τον τρόπο με τον οποίο μπορούμε να αναστρέψουμε τη φορά περιστροφής του κινητήρα με τη μέθοδο της αντιστροφής των φάσεων.

Για το κύκλωμα ισχύος βλέπουμε ότι 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.

Όσον αφορά το κύκλωμα αυτοματισμού παρατηρούμε ότι και εδώ υπάρχουν για το χειρισμό δύο μπουτόν σταρτ και ένα μπουτόν στοπ. Δύο ηλεκτρονόμοι που ο καθένας έχει μία βοηθητική επαφή ηρεμίας και μια βοηθητική επαφή εργασίας. Τρεις είναι οι 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 περιγράφεται παρακάτω αναλυτικά:

Πατώντας το πρώτο μπουτόν σταρτ S1.1Q ενεργοποιείται το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1M, ταυτόχρονα ενεργοποιούνται οι κύριες και οι βοηθητικές επαφές του K1M. Οι τρεις κύριες επαφές του ηλεκτρονόμου K1M τροφοδοτούν τον κινητήρα M1M.

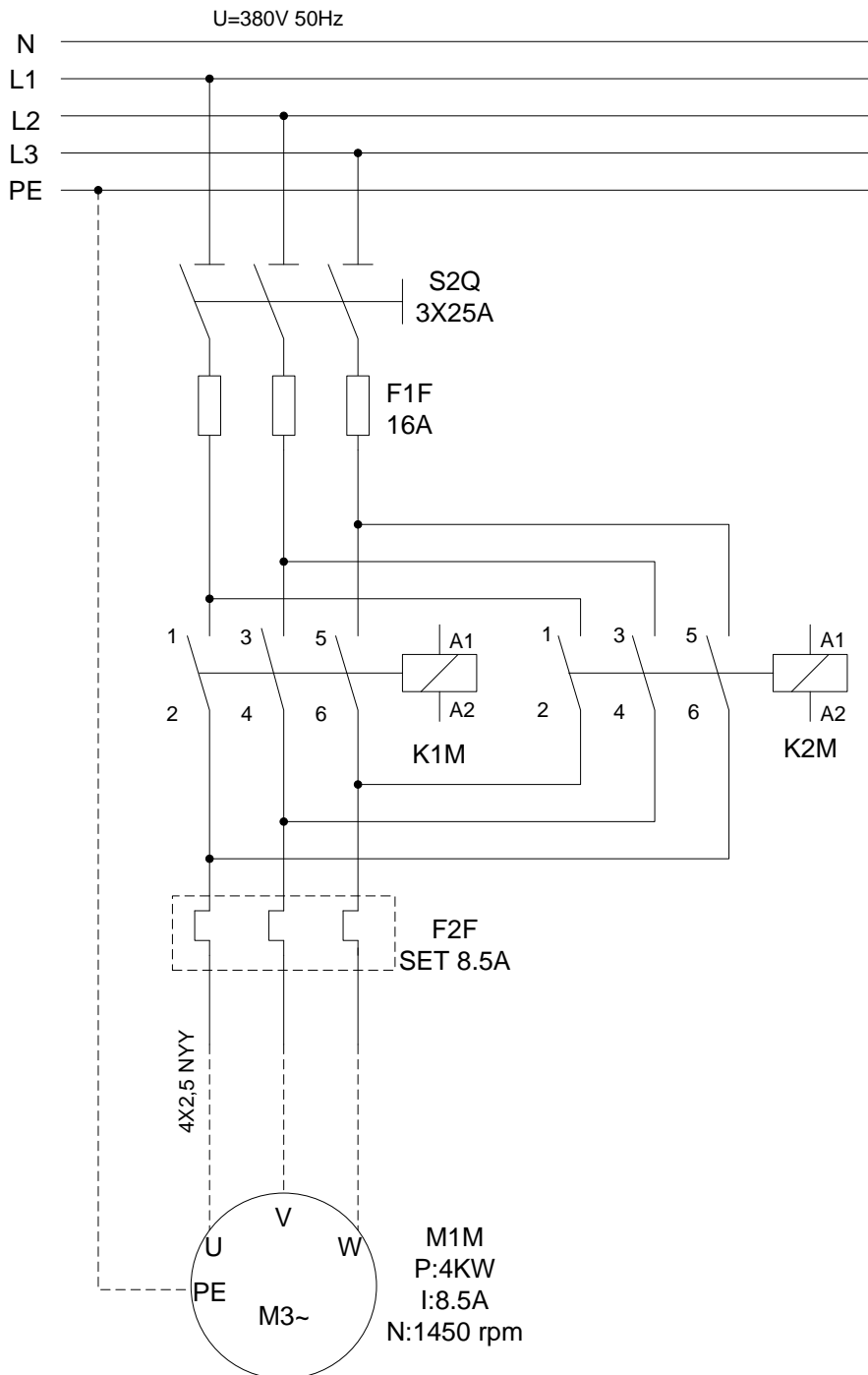
Η βοηθητική επαφή ηρεμίας του K1M 21 - 22 (κλάδος 3) έχει ανοίξει και αποκλείει την περίπτωση ταυτόχρονης λειτουργίας των δύο ηλεκτρονόμων και η βοηθητική επαφή εργασίας του 13 - 14 (κλάδος 2) δημιουργεί αυτοσυγκράτηση του πηνίου του. Αν τώρα πατήσουμε το δεύτερο μπουτόν σταρτ S1.2Q τότε αυτό θα ανοίξει την μηχανικά μανδαλωμένη κλειστή επαφή του στο κλάδο 1 (1 - 2) και θα απενεργοποιηθεί το πηνίο του K1M με αποτέλεσμα να κλείσει κύκλωμα R – MP στον κλάδο 3 ενεργοποιώντας το πηνίο του K2M.

Οι τρεις κύριες επαφές του K2M τροφοδοτούν τον κινητήρα M1M, ο οποίος αλλάζει τη φορά περιστροφής του. Τώρα η βοηθητική επαφή ηρεμίας του 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.

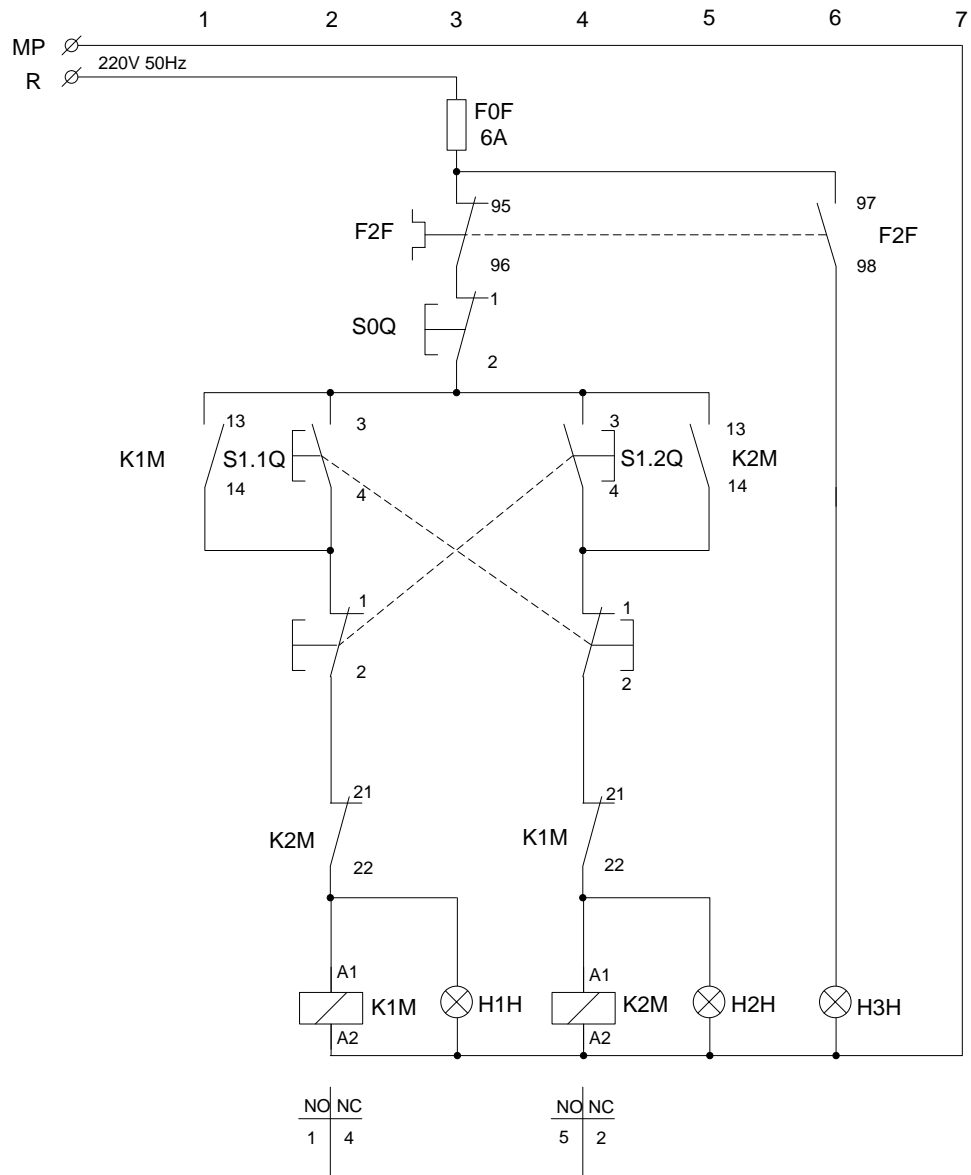
ΣΧΕΔΙΟ

ΚΥΚΛΩΜΑ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

(1)Κύκλωμα ισχύος



**(2)Κύκλωμα αυτοματισμού**



---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15<sup>ο</sup>

---

### Αστέρα-Τρίγωνο

Στόχος του 15ου Μαθήματος είναι να μπορεί ο σπουδαστής να αναπτύξει τους τρόπους σχεδίασης ενός αυτοματισμού, και στην συγκεκριμένη περίπτωση αυτόματου διακόπτη αστέρα - τρίγωνο, μέσω κυκλωμάτων, ώστε να υπάρξει εξοικείωση με τα κυκλώματα αυτοματισμού και τον τρόπο σχεδίασέως τους.

Ο αυτόματος διακόπτης αστέρα – τρίγωνο είναι η πιο διαδεδομένη εφαρμογή του αυτοματισμού. Πιο κάτω βλέπουμε το κύκλωμα ισχύος και το κύκλωμα αυτοματισμού με το οποίο μπορούμε να εναλλάξουμε το κινητήρα από αστέρα – τρίγωνο ή αντίστροφα.

Στο κύκλωμα ισχύος παρατηρούμε ότι:

- Ο πρώτος ηλεκτρονόμος 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.

Έτσι λοιπόν αν ενεργοποιηθούν ταυτόχρονα ο ηλεκτρονόμος Γ (γενικός) και ο ηλεκτρονόμος Υ (ηλεκτρονόμος αστέρα) τότε έχουμε συνδεσμολογία αστέρα. Αν ενεργοποιηθούν ταυτόχρονα ο ηλεκτρονόμος Γ και ο ηλεκτρονόμος Δ (ηλεκτρονόμος τριγώνου) τότε έχουμε συνδεσμολογία τριγώνου.

Ας δούμε όμως τώρα στο κύκλωμα αυτοματισμού:

Πατώντας το μπουτόν σταρτ (S1Q), ενεργοποιείται ο K3M (Y) και το χρονικό K4T. Ταυτόχρονα κλείνει η επαφή 13 – 14 (K3M) και ανοίγει η επαφή 21 – 22 (K3M)

(λόγω ενεργοποίησης του K3M), με αποτέλεσμα να ενεργοποιείται ο K1M (Γ) και κλείνοντας την επαφή 13 – 14 K1M, να αυτοσυγκρατείται.

Όλες οι παραπάνω λειτουργίες γίνονται σε πολύ λίγο χρόνο (δέκατα του δευτερολέπτου). Στο χρονικό διάστημα δηλαδή που το μπουτόν σταρτ (S1Q) εξακολουθεί να είναι πατημένο από το χειριστή. Μετά την ενεργοποίηση του K1M (Γ), και θα αφηθεί το σταρτ (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 K3M (Υ)
- Να επανέλθουν σε ηρεμία οι επαφές 13 – 14 K3M, 21 – 22 K3M
- Να ενεργοποιηθεί μέσω επαφής 13 -14 K1M και επαφής 21 – 22 K3M το πηνίο του K2M (Δ)
- Να ανοίξει η επαφή 11 – 12 K2M, να σταματήσει να τροφοδοτείται το πηνίο του χρονικού και να μανδαλωθεί ηλεκτρικά το πηνίο του K3M (Υ)

Ήδη με τις πιο πάνω ενέργειες έχουν ενεργοποιηθεί οι K1M (Γ) και K2M (Δ).

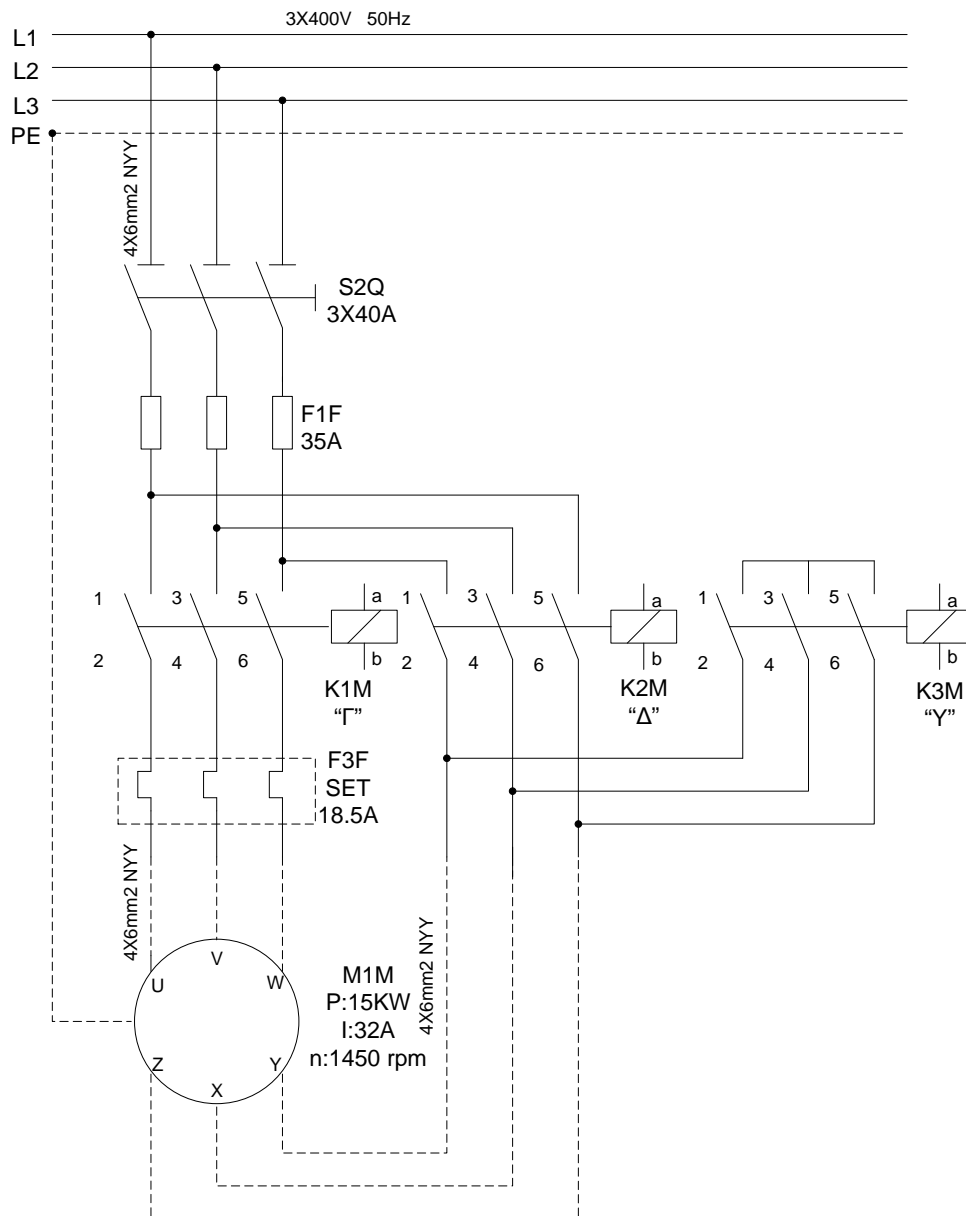
Έχουμε δηλαδή συνδέσει τον κινητήρα κατά τρίγωνο.



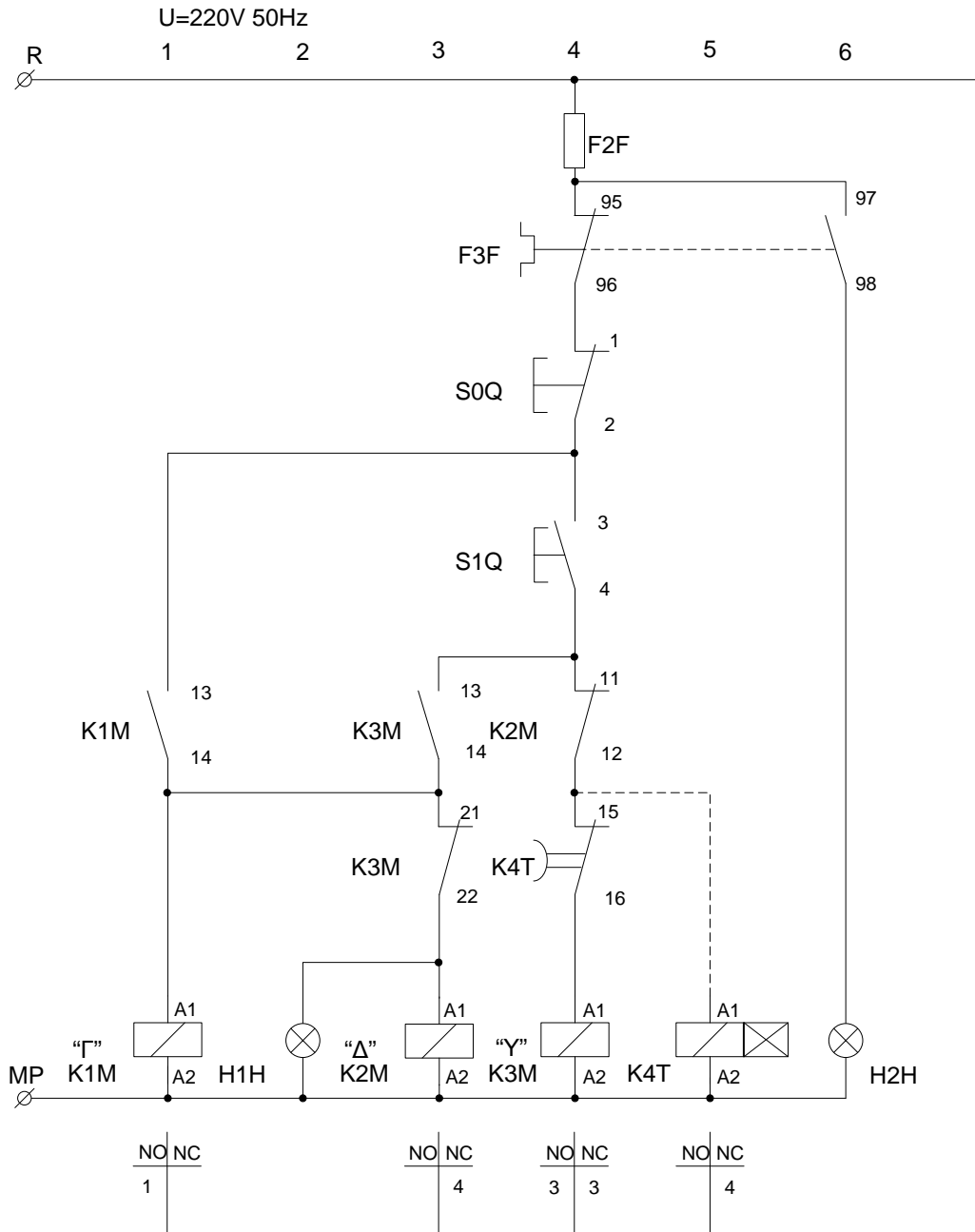
ΣΧΕΔΙΟ

ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΝΑΛΛΑΓΗΣ ΑΣΤΕΡΑ - ΤΡΙΓΩΝΟ

(1)Κύκλωμα ισχύος



**(2)Κύκλωμα αυτοματισμού**



---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16<sup>ο</sup>

---

### Συμπεράσματα

Με το παρόν κεφάλαιο των Συμπερασμάτων κλείνει η προσπάθεια έκφρασης όλων των απαραίτητων κανόνων και γνώσεων που είναι απαιτούμενοι ώστε ο φοιτητής να μπορέσει να εξοικειωθεί με τις αρχές του ηλεκτρολογικού σχεδίου. Με το πέρας των εξήντα ωριαίων μαθημάτων ο σπουδαστής θα είναι σε θέση:

- Να αναγνώσει και να κατασκευάσει όχι μόνο ηλεκτρολογικά σχέδια, καθώς η γνώση του έχει διευρυνθεί στις γενικές αρχές της παραστατικής γεωμετρίας καθώς και στους κανόνες του τεχνικού σχεδίου (ορθές προβολές, όψεις, τομές, κανόνες διαστάσεων)
- Να αποτυπώνει βασικές αρχές της ηλεκτρολογίας με πληρότητα, σαφήνεια και με κάθε λεπτομέρεια χωρίς την ανάγκη καμιάς πρόσθετης τεχνικής περιγραφής, με τρόπο παραστατικό και εποπτικό.
- Να αντιληφθεί τον τρόπο σύνδεσης, λειτουργίας και ελέγχου των κυκλωμάτων μιας ηλεκτρολογικής κατασκευής.

Εν κατακλείδι, το πλούσιο περιεχόμενο των κεφαλαίων της πτυχιακής εργασίας όπως παρουσιάστηκε αυτοτελές σε κάθε κεφάλαιο ξεχωριστά ανέδειξε τη φύση του σχεδίου, η οποία μένει αναλλοίωτη στον χρόνο, όχι τόσο σαν υλικό αντικείμενο, αλλά ως τρόπο έκφρασης μιας ιδέας ή απεικόνισης ενός αντικειμένου με απόλυτη λακωνικότητα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Α) ΒΙΒΛΙΑ

Παναγιώτης Α. Τσαλαπάτης (2003). Τεχνικές σχεδιάσεις-παραστάσεις μηχανολογικό σχέδιο.

Μ. Δ. Βουδούρη (1995). Μηχανολογικό σχέδιο, 4 έκδοση

Α. Γούτης (2004). Το ηλεκτρολογικό σχέδιο μέρος Ι

Α. Γούτης (2005). Το ηλεκτρολογικό σχέδιο μέρος ΙΙ

Χ. Γκίνης - Ν. Βενέτας (2002). Σημειώσεις εργαστηριακού μαθήματος Ε.Η.Ε.Ι

Ηρ. Σωτηράκης - Α. Κανέλος (2009). Σημειώσεις εργαστηριακού μαθήματος Ε.Η.Ε.ΙΙ

Π. Ντοκόπουλος. Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις καταναλωτών μέσης και χαμηλής τάσης.

Β. Στεργίου - Στ. Τούλογλου. Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις Α' τόμος

Β. Στεργίου - Στ. Τούλογλου. Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις Β' τόμος

Α. Μαχιάς - Στ. Αντωνόπουλος (1989). Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις - αυτοματισμοί

Φ. Δημόπουλου. Πρακτικός οδηγός Ε.Η.Ε.

Χ. Χ. Ανδρέου (1986). Γεωμετρικό και μηχανολογικό σχέδιο

### Β) ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

<http://users.sch.gr/panamichas/sxediaEHE.htm> (πρόσβαση στην ιστοσελίδα αρκετές φορές το 2011 και το 2012)

<http://digitalschool.minedu.gov.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-B107/41/246,1197/> (πρόσβαση στην ιστοσελίδα αρκετές φορές το 2011 και το 2012)

<http://www.sekha.gr/Documents/simvola%20iec%2060617.pdf> (πρόσβαση στην ιστοσελίδα το 2011)

## ΤΙΤΛΟΙ ΕΙΚΟΝΩΝ-ΠΙΝΑΚΩΝ

- Εικόνα 1:** Τυποποιημένα μεγέθη χαρτιών (σελίδα 7)
- Εικόνα 2:** Σμυριδόχαρτο (σελίδα 8)
- Εικόνα 3:** Πίνακας μολυβιών ανάλογα με την ποιότητα γραφής (σελίδα 8)
- Εικόνα 4:** Είδη σβηστήρων μολυβιού και μελάνης (σελίδα 9)
- Εικόνα 5:** Στυλογράφος τύπου γκραφός (σελίδα 10)
- Εικόνα 6:** Ραπιτογράφος και τα συνηθέστερα πάχη γραμμών του (σελίδα 11)
- Εικόνα 7:** Πινακίδα με παραλληλογράφο (σελίδα 12)
- Εικόνα 8:** Βασικοί τύποι τριγώνων (σελίδα 13)
- Εικόνα 9:** Διαβήτες με μολύβι και ραπιτογράφο (σελίδα 14)
- Εικόνα 10:** Διαβήτη με παρέκταμα (σελίδα 14)
- Εικόνα 11:** Πόμπα (σελίδα 15)
- Εικόνα 12:** Καμπυλόγραμμα (σελίδα 15)
- Εικόνα 13:** Stencil (σελίδα 16)
- Εικόνα 14:** Τύποι γραμμών (σελίδα 17)
- Εικόνα 15:** Εξοπλισμός σχεδίασης (σελίδα 18)
- Εικόνα 16:** Σχεδίαση με ραποτογράφου (σελίδα 19)
- Εικόνα 17:** Σχέδιο γραμμογραφίας (σελίδα 20)
- Εικόνα 18:** Υπόμνημα (σελίδα 21)
- Εικόνα 19:** Υπόνημα (σελίδα 22)
- Εικόνα 20:** Κατασκευή ελλείψεως από τους κύριους αξονές της (σελίδα 23)
- Εικόνα 21:** Κατασκευή εξαγώνου (σελίδα 24)
- Εικόνα 22:** Σχεδιασμός εγγεγραμμένου κύκλου (σελίδα 24)

**Εικόνα 23 (α) και (β):** Ένωση δύο κύκλων (σελίδα 25)

**Εικόνα 24:** Σχεδιασμός χρυσής τομής (σελίδα 26)

**Εικόνα 25:** Ευθεία χωρισμένη σε  $n$  ίσα μέρη (σελίδα 27)

**Εικόνα 26:** Ευθεία χωρισμένη σε  $n$  ίσα μέρη (σελίδα 27)

**Εικόνα 27:** (α) μηχανολογικό εξάρτημα,(β) Κατασκευαστικό σχέδιο (σελίδα 29)

**Εικόνα 28:** (α) μηχανολογικό εξάρτημα,(β) όψη, (γ) κάτοψη, (δ,ε) τομές (σελίδα 31)

**Εικόνα 29:** Πρόοψη (σελίδα 32)

**Εικόνα 30:** Ολισθηρός Οδηγός σε πρόοψη (σελίδα 32)

**Εικόνα 31:** Προοπτικό (σελίδα 33)

**Εικόνα 32:** Παρουσίαση όψεων (σελίδα 33)

**Εικόνα 33:** Παραδείγματα αποτύπωσης διαστάσεων πάνω στο σχέδιο (σελίδα 35)

**Εικόνα 34:** πίνακας στοιχείων (σελίδα 36)

**Εικόνα 35:** Διακόπτες ισχύος υψηλής τάσεως τύπου πτωχού ελαίου (σελίδα 36)

**Εικόνα 36:** Τριφασικός μικροαυτόματος διακόπτης χαμηλής τάσεως (σελίδα 36)

**Εικόνα 37:** Πίνακας στοιχείων (σελίδα 44)

**Εικόνα 38:** Διακόπτες ισχύος υψηλής τάσεως τύπου πτωχού ελαίου (σελίδα 48)

**Εικόνα 39:** Τριφασικός μικροαυτόματος διακόπτης χαμηλής τάσεως (σελίδα 49)

**Εικόνα 42:** Λάμπες Φθορισμού (σελίδα 61 )

**Εικόνα 43:**Μέρη του BALLAST (σελίδα 62)

**Εικόνα 44:**BALLAST (σελίδα 62)

**Εικόνα 45:**Μέρη Εκκινητή-Starter (σελίδα 64)

**Εικόνα 46:**Εκκινητής-Starter (σελίδα 64)

**Εικόνα 47:** Τριφασικό Ρελέ διαφυγής (σελίδα 78)

**Εικόνα 48:** Θεμελιακή γείωση (σελίδα 80)

**Εικόνα 49:**Κύκλωμα κλιμακοστασίου (σελίδα 84)

**Πίνακας 1 :** Τυποποιημένα γραφικά σύμβολα (σελίδα 38)

**Πίνακας 2 :** Τυποποιημένα γραφικά σύμβολα (σελίδα 39)

**Πίνακας 3 :** Τυποποιημένα γραφικά σύμβολα (σελίδα 40)

**Πίνακας 4 :** Τυποποιημένα γραφικά σύμβολα (σελίδα 41)

**Πίνακας 5 :** Τυποποιημένα γραφικά σύμβολα (σελίδα 42)

## Ἡ πατρότης του Πυθαγόρα για τις ιδιότητες του χρυσοῦ αριθμοῦ

Τα τελευταία χρόνια κυκλοφόρησαν 2 τόμοι του καθηγητοῦ Μ. Gyka με τον τίτλο «Ιδιότητες του χρυσοῦ αριθμοῦ».

Ἡ μελέτη τοῦ κ. καθηγητοῦ θεωρεῖται ἐξαιρετική και περιλαμβάνει ἓνα μεγάλο πλήθος εντυπωσιακῶν ιδιοτήτων τοῦ χρυσοῦ αριθμοῦ  $\Phi \approx 1.61803 = (\sqrt{5} + 1)/2$ .

Ἄλλ' ὅμως πριν ἀπὸ δύο χιλιάδες ἐξακόσια περίπου χρόνια ο ἴδιος ο Πυθαγόρας με τὴ λύση τοῦ γενεσιουργοῦ προβλήματος τῆς Ἀρμονίας των Σφαιρῶν και τὴν σύνθεση του Μεγάλου Σχεδίου μας ἔδωσε γεωμετρικά και αναλυτικά τις βασικές, περίεργες πράγματι ιδιότητες, του χρυσοῦ αριθμοῦ  $\Phi$ .

Συγκεκριμένα, ὡπως φαίνεται ἀπὸ το ὀρθογώνιο τρίγωνο ΑΓΕ που εἶναι στο σχέδιο του γενεσιουργοῦ προβλήματος τῆς Ἀρμονίας των Σφαιρῶν. - προκύπτει ὅτι βάσει του γνωστοῦ Πυθαγορείου θεωρήματος των ὀρθογωνίων τριγώνων εἶναι  $(ΑΕ)^2 = (ΑΓ)^2 + (ΓΕ)^2$  ἢ  $\Phi^2 = 1 + (\sqrt{\Phi})^2 = 1 + \Phi$

Το ἴδιο ἀποτέλεσμα βρίσκουμε και ἀπὸ τὴν σχέση  $(ΑΒ) = (ΑΓ) + (ΒΓ)$  ἴτοι  $\Phi^2 = \Phi + 1$ .

Δηλαδή ἀπ' αυτές τις σχέσεις παίρνουμε τὴν βασική ιδιότητα τοῦ χρυσοῦ αριθμοῦ κατὰ τὴν ὁποῖαν με πρόσθεση επιτυγχάνουμε να κάνουμε πολλαπλασιασμό.

Ἡ σχέση αὐτή ἐπεκτείνεται και γενικεύεται ἀπὸ τα προαναφερθέντα σχέδια των 13 φάσεων τῆς διερευνήσεως του θεωρήματος καθὼς και ἀπὸ το Μεγάλο Σχέδιο τῆς Ἀρμονίας ὁπότε γίνεται:

$$\Phi^2 = \Phi + 1$$

$$\Phi^3 = \Phi^2 + \Phi$$

$$\Phi^4 = \Phi^3 + \Phi^2$$

.....

$$\Phi^v = \Phi^{v-1} + \Phi^{v-2}$$

Ἀπ' αὐτή τὴ γενίκευση, πού γεωμετρικά εἶναι ἀπεικονισμένη μέσα στο Μεγάλο Σχέδιο τῆς Ἀρμονίας του Πυθαγόρα, μπορούμε νὰ λάβουμε ἓνα πλήθος ἄλλων περιέργων Ἰδιοτήτων ὡπως ἐπίσης και τὴν χαρακτηριστικὴ ἀνακύκλωση τῆς μονάδος μετὰ τὴν ἐξάντληση του  $v = 13$  με πολὺ Ἰκανοποιητικὴ προσέγγιση.

Περὶσσότερα για τις ιδιότητες τοῦ χρυσοῦ αριθμοῦ  $\Phi$  κατὰ τον Πυθαγόρα θα παρουσιάσω γεωμετρικά και αναλυτικά στον ὑπὸ ἐκδοσὴ Μαθηματικὸ Τόμο, με τον Τίτλο «Ἄγνωστα Πρωτότυπα Θεωρήματα του Πυθαγόρα».

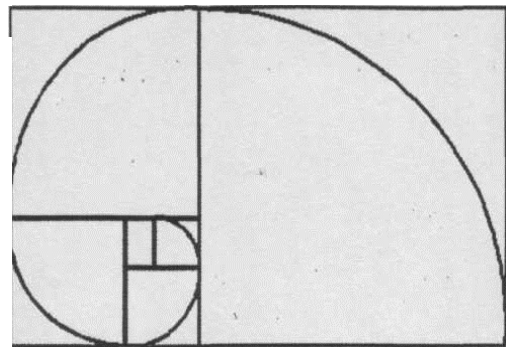
Αὐτὰ λοιπὸν ἐπὶ του παρόντος ἀρκούν για νὰ ἀποδείξουν τον πρώτον διδάξαντα και τὴν πατρότητα τοῦ Πυθαγόρα ἐπάνω στις ιδιότητες του Χρυσοῦ Αριθμοῦ.

Συνεπῶς ο Πυθαγόρας πρέπει να δίδασκε στους μαθητές του στο Ὀμακοεῖο στο μάθημα τῆς ἀριθμητικῆς τις παράξενες ιδιότητες τοῦ χρυσοῦ αριθμοῦ, μια και ὑπῆρχαν ἀπεικονισμένες στο Μεγάλο Σχέδιο, πολὺ μάλλον πού ο ἀριθμὸς  $\Phi$  ἦτανε για τον Πυθαγόρα ἢ Παγκόσμια Σταθερὰ για τὴν δημιουργία του Σύμπαντος και τὴν ἀποκαλοῦσε κρυπτογραφικά «ΜΗΔΕΝ ΑΓΑΝ».



## Όστρακα, κυκλώνες, γαλαξίες και χρυσή τομή

Ο Πυθαγόρας υποστήριξε ότι αποτελεί μια από τις κρυμμένες αρμονίες της φύσης. Ο Ικτίνος τη χρησιμοποίησε στην κατασκευή του Παρθενώνα και ο Ντα Βίντσι στα υπέροχα γυμνά του. Κανένας όμως δεν μπορούσε να φανταστεί ότι χαρακτηρίζει τη μορφή φυσικών σχημάτων σε όλες τις κλίμακες των μεγεθών, από τις μικρότερες, όπως είναι τα όστρακα, ως τις μεγαλύτερες, όπως είναι οι κυκλώνες και οι γαλαξίες. Πρόκειται για τη Χρυσή Τομή.



Η λογαριθμική σπείρα (με μπλε γραμμή) μπορεί να εγγραφεί σε μια άπειρη ακολουθία «χρυσών» ορθογώνιων (με κόκκινη γραμμή)

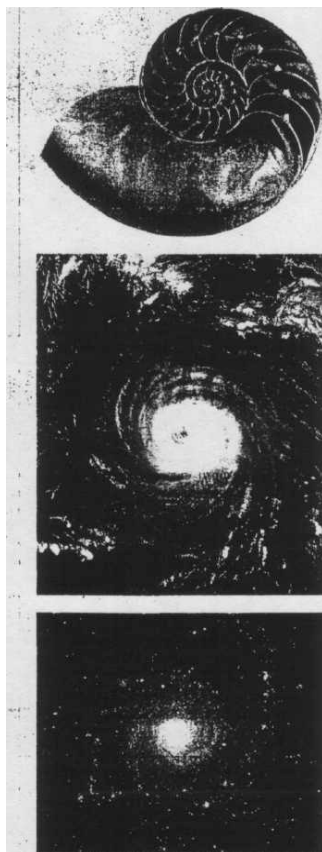
Ποια είναι η σημασία του μαγικού αριθμού 1,62 στη ζωή μας; Τόσο η φύση όσο και οι καλλιτέχνες φαίνεται ότι ακολουθούν τους κανόνες της αρμονίας, η οποία βασίζεται σε μαθηματικούς τύπους που είχαν επινοήσει οι αρχαίοι Έλληνες

Του Χ.ΒΑΡΒΟΓΛΗ

Οι αρχαίοι Έλληνες μαθηματικοί, με τη γνωστή αδυναμία τους στην τελειότητα της αρμονίας, είχαν δώσει ξεχωριστή σημασία στη διαίρεση ενός ευθύγραμμου τμήματος σε «μέσο και άκρο λόγο». Η αρκετά σκοτεινή αυτή διατύπωση σημαίνει, με απλά λόγια, να χωρίσουμε μια γραμμή σε δύο αντίστα τμήματα, έτσι ώστε ο αριθμός που παίρνουμε αν διαιρέσουμε το μήκος του μεγάλου τμήματος με το μήκος του μικρού να ισούται με τον αριθμό που παίρνουμε αν διαιρέσουμε το μήκος ολόκληρης της γραμμής με το μήκος του μεγάλου. Ο αριθμός αυτός ονομάστηκε από τους αρχαίους *Χρυσή Τομή* ή θεία αναλογία και ισούται, περίπου, με 1,62. Κατά τους αρχαίους Έλληνες η Χρυσή Τομή διαίρεσε μια γραμμή με τον τελειότερο αισθητικά τρόπο, και για τον λόγο αυτόν ο Πλάτωνας θεωρούσε ότι ο αριθμός αυτός βρίσκεται στον υπερουράνιο τόπο. Η φαινομενικά απλή αυτή κατασκευή απέκτησε μεγάλη σημασία με το πέρασμα των αιώνων. Για παράδειγμα είναι γνωστό ότι υπάρχουν άνθρωποι με ψηλά πόδια και άλλοι με κοντά.

Ο μεγάλος ζωγράφος της Αναγέννησης Λεονάρντο ντα Βίντσι θεωρούσε ότι από όλους τους δυνατούς τύπους ανθρώπινων σωμάτων φαίνεται πιο «φυσικός» στο ανθρώπινο μάτι εκείνος στον οποίο ο ομφαλός χωρίζει το σώμα σε μέσο και άκρο λόγο. Έτσι για έναν «μέσο» άνθρωπο με ύψος 1,80 μέτρα, ο ομφαλός βρίσκεται σε απόσταση 1,10 από το έδαφος.

Πέρα όμως από τη διαίρεση ευθύγραμμων τμημάτων, η Χρυσή Τομή παίζει σημαντικό ρόλο στην αισθητική των επιφανειών. Για παράδειγμα, αν παρουσιάσετε σε μια ομάδα ανθρώπων ορθογώνια παρα-



**Το όστρακο του ναυτίλου, οι κυκλώνες και οι σπειροειδείς γαλαξίες είναι τρία αντικείμενα στη φύση που έχουν σχήμα λογαριθμικής σπείρας.**

Ο κ. Χάρης Βάρβογλης είναι αναπληρωτής

Καθηγητής του Τμήματος Φυσικής του

Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

ληλόγραμμα με διάφορες αναλογίες πλευρών, οι περισσότεροι επέλεγαν ως «αρμονικότερο» αυτό του οποίου οι πλευρές έχουν λόγο ίσο με τη Χρυσή Τομή. Η τάση αυτή ήταν ήδη γνωστή στους αρχιτέκτονες της αρχαίας Ελλάδας, όπως δείχνει το γεγονός ότι η βάση και το ύψος της πρόσοψης του Παρθενώνα, αν συνυπολογίσει κανείς και το τμήμα του αετώματος που λείπει, έχουν λόγο ίσο με τη Χρυσή Τομή.

Η σημασία της Χρυσής Τομής όμως δεν περιορίζεται στις καλές τέχνες, όπως ίσως θα μπορούσε να συμπεράνει κανείς εκ πρώτης όψεως. Οι πραγματικά ενδιαφέρουσες εφαρμογές ξεκινούν από την κατασκευή, με τη βοήθεια της Χρυσής Τομής, ενός άλλου γεωμετρικού σχήματος, που ονομάζεται *Λογαριθμική Σπείρα*. Η κατασκευή αυτή βασίζεται στην ακόλουθη ιδιότητα των «χρυσών» ορθογώνιων. Αν «κόψουμε» ένα τετράγωνο από ένα τέτοιο ορθογώνιο, τότε το μικρότερο ορθογώνιο που απομένει είναι πάλι «χρυσό». Με τον τρόπο αυτόν μπορούμε να κατασκευάσουμε μια ακολουθία από ολοένα και μικρότερα «χρυσά» ορθογώνια, που βρίσκονται το ένα μέσα στο άλλο. Η λογαριθμική σπείρα είναι το σχήμα που σχηματίζεται σε αυτή την ακολουθία των χρυσών ορθογώνιων, αν εγγράψουμε σε κάθε τετράγωνο ένα τεταρτοκύκλιο.

Αν οι άνθρωποι επέλεγαν τη Χρυσή Τομή για αισθητικούς λόγους, τι μπορούμε να πούμε για τη φύση, που επιλέγει τη λογαριθμική σπείρα για να «κατασκευάσει» μια πληθώρα από δομές; Οι επιστήμονες έχουν διαπιστώσει με έκπληξη ότι η λογαριθμική σπείρα εμφανίζεται σε σχήματα φυσικών αντικειμένων με εντελώς διαφορετικές ιδιότητες. Στη μικρότερη κλίμακα εμφανίζεται στα όστρακα πολλών θαλάσσιων οργανισμών, όπως για παράδειγμα είναι ο ναυτίλος. Στην ενδιάμεση κλίμακα εμφανίζεται στο σχήμα των κυκλώνων, όπως αποτυπώνεται χαρακτηριστικά στις φωτογραφίες των μετεωρολογικών δορυφόρων. Τέλος στη μεγαλύτερη δυνατή κλίμακα εμφανίζεται στο σχήμα των σπειροειδών γαλαξιών, τεράστιων σχηματισμών από εκατοντάδες δισεκατομμύρια αστέρια, τους οποίους μπορούμε να απολαύσουμε στις φωτογραφίες των σύγχρονων τηλεσκοπίων.

Ποιος είναι άραγε ο βαθύ-

τερος λόγος που κάνει έναν αριθμό, κατασκευασμένο με βάση μια αφηρημένη μαθηματική ιδιότητα, να έχει τόσο σημαντικές εφαρμογές στη φύση, και μάλιστα σε τόσο διαφορετικά συστήματα; Τα όστρακα, οι κυκλώνες και οι γαλαξίες δεν έχουν καμία κοινή ιδιότητα και διέπονται από εντελώς διαφορετικούς φυσικούς νόμους. Η ανάπτυξη των οστράκων επηρεάζεται από τον διαθέσιμο χώρο. Η δημιουργία των κυκλώνων οφείλεται στη ροή του υγρού αέρα από περιοχές υψηλής πίεσης σε περιοχές χαμηλής. Λόγω της περιστροφής της Γης, τα ρεύματα του αέρα αποκλίνουν αντίθετα από τη φορά των δεικτών του ρολογιού ενώ στο νότιο ημισφαίριο αντιστροφή. Τέλος οι σπείρες είναι περιοχές ενός γαλαξία όπου υπάρχει συγκέντρωση αστέρων, σκόνης και αερίων, οι οποίες δημιουργούνται όταν κάποιος άλλος γαλαξίας περάσει σε κοντινή απόσταση. Φαίνεται λοιπόν ότι η Χρυσή Τομή αποτελεί έναν αριθμό με «παγκόσμια» ιδιότητες, παρόμοιο με τον αριθμό  $\pi = 3,14$  ο οποίος ισούται με το πηλίκο της περιφέρειας ενός κύκλου διά τη διάμετρο του. Για τον λόγο αυτόν οι μαθηματικοί παριστάνουν τη Χρυσή Τομή με ένα άλλο ελληνικό γράμμα, το  $\phi$ , οπότε έχουμε ότι  $\phi = 1,62$ .