

## ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΟΙΚΙΑΣ

(2 διδακτικές ώρες)

### 1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Στόχος είναι η μελέτη και ταυτόχρονη αυτόματη σχεδίαση του μονογραμμικού διαγράμματος ενός μονοφασικού ηλεκτρικού πίνακα που αποτελεί μια από τις βασικές δεξιότητες ενός ηλεκτρολόγου εγκαταστάτη.

### 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

#### 2.1 Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές

- Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις (ΕΗΕ) και Ηλεκτρολογικό σχέδιο στην Α' και Β' Τάξη του 1<sup>ου</sup> Κύκλου
- Ηλεκτρικές Μηχανές στην Β' Τάξη του 1<sup>ου</sup> Κύκλου
- Αυτοματισμοί στην Α' και Β' τάξη του 1<sup>ου</sup> Κύκλου, Α' Τάξη του 2<sup>ου</sup> Κύκλου

#### 2.2 Συμβατότητα με το αναλυτικό πρόγραμμα

Το μάθημα των ΕΗΕ διδάσκεται σε συνδυασμό με το Ηλεκτρολογικό σχέδιο. Έτσι ο μαθητής του ηλεκτρολογικού τομέα, συνδυάζει από την πρώτη τάξη το μάθημα των ΕΗΕ με το μπλοκ σχεδίασης και την ανάπτυξη των δεξιοτήτων του στη σχεδίαση φασικών συμβόλων και στην εισαγωγή τους και στην εισαγωγή τους στην αρχιτεκτονική κάτοψη.

Στο μάθημα ΕΗΕ της Β' Τάξης ο μαθητής γνωρίζει τα ηλεκτρολογικά υλικά προστασίας και ελέγχου και μαθαίνει τα υλικά που υπάρχουν σε ένα ηλεκτρικό πίνακα ή βιομηχανικό. Στο μάθημα Εφαρμογές Η/Υ της Β' Τάξης ο μαθητής μαθαίνει να σχεδιάζει με την βοήθεια του Η/Υ χρησιμοποιώντας το AutoCAD

#### 2.3 Απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Η/Υ που τρέχει Windows 95/98/200/XP. Από λογισμικό απαιτείται ένα εξειδικευμένο λογισμικό που ασχολείται με τη μελέτη-σχεδίαση ηλεκτρικών πινάκων. Σαν τέτοιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ελληνικό πακέτο PanelCAD ([www.ti-soft.gr](http://www.ti-soft.gr)) της εταιρίας Ti-Soft.

### 3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΤΠΕ

Το λογισμικό PanelCAD είναι ένα εξειδικευμένο λογισμικό που χρησιμοποιείται από τα Ελληνικά τεχνικά γραφεία για τη μελέτη-σχεδίαση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων σε κτίρια οικιών, γραφείων βιομηχανιών, σταθμών παραγωγής κ.ά. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει πολλά modules όπως είναι η δημιουργία της ηλεκτρικής διανομής, υπολογισμούς καλωδίων, υπολογισμός βραχυκυκλώματος κ.λ.π. Στη δική μας περίπτωση το κομμάτι του πακέτου που αναφέρεται στην σχεδίαση των μονογραμμικών διαγραμμάτων.

Βασικό χαρακτηριστικό του PanelCAD είναι ότι συνδυάζει τους θεωρητικούς υπολογισμούς με την αυτόματη παραγωγή των μονογραμμικών διαγραμμάτων που αποτελούν τα βασικότερα σχέδια τόσο στο στάδιο της κατασκευής αλλά και κατόπιν στη συντήρηση της ηλεκτρικής εγκατάστασης.

## 4. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

### 4.1 Εισαγωγικά (χρόνος 10')

Παρουσιάζεται κατ'αρχάς η βασική αρχή σχεδίασης, γίνεται αναφορά στον παλιό τρόπο σχεδίασης δηλαδή η άφιξη σχεδιάζεται από πάνω ενώ οι αναχωρήσεις κάτω από τις μπάρες. Γίνεται σύγκριση με το νέο τρόπο σχεδίασης (πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα). Κάνουμε αναφορά στα ηλεκτρολογικά σύμβολα τα οποία αποτελούν καθοριστικό παράγοντα στην ανάγνωση αλλά και στη δημιουργία ενός ηλεκτρολογικού σχεδίου.

### 4.2 Αναφορά στην επίλυση του προβλήματος με την βοήθεια ενός απλού σχεδιαστικού προγράμματος π.χ. Auto CAD (χρόνος 20')

Με τη βοήθεια του σχεδιαστικού προγράμματος σχεδιάζουμε το μονογραμμικό διάγραμμα του ηλεκτρικού πίνακα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σειρά των βημάτων που υπάρχει στο βιβλίο Β' τεύχος του διδακτικού βιβλίου Εφαρμογές Η/Υ του ηλεκτρολογικού τομέα.

Σε ένα καθαρό σχεδιαστικό πακέτο οι βασικές σχεδιαστικές οντότητες είναι τα γεωμετρικά σχήματα δηλαδή γραμμή, κύκλος, τόξο και έλλειψη.

Η τεχνική που ακολουθείται είναι η δημιουργία ανεξάρτητων μπλοκ με τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στη δημιουργία του ηλεκτρολογικού σχεδίου π.χ. διακόπτης, ασφάλεια κ.λ.π.

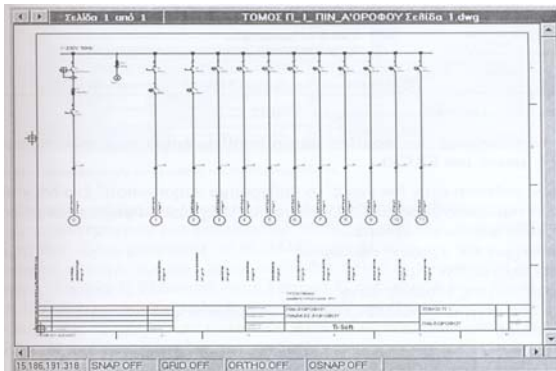
Έτσι η σχεδίαση απλοποιείται εισάγοντας εύκολα και γρήγορα τα προκατασκευασμένα μπλοκ που σχηματίζουν την άφιξη αλλά και τις γραμμές του ηλεκτρικού πίνακα.

Αυτό που πρέπει να κατανοήσει ο επιμορφούμενος είναι ότι η ηλεκτρονική σχεδίαση με τη βοήθεια του σχεδιαστικού πακέτου, πρακτικά αντικαθιστά το μολύβι-γόμα αλλά σταματά εκεί.

Επίσης θα πρέπει να τονιστεί ότι τόσο τα υλικά του ηλεκτρονικού πίνακα όσο και τα καλώδια πρέπει καταρχάς να υπολογίζονται και κατόπιν να σχεδιάζονται.

Η πιστή τήρηση των κανόνων παραγωγής του ηλεκτρικού σχεδίου είναι ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του ηλεκτρολογικού σχεδίου και μάλιστα όταν υπάρχουν διεθνείς οργανισμοί (ISO) που έχουν τυποήσει τα ηλεκτρολογικά σύμβολα, το μέγεθος του χαρτιού (A3=420x297 για όλη την Ευρώπη) αλλά και γενικότερα τον τρόπο παραγωγής του.

Δηλαδή οι δυνατότητες του σχεδιαστικού πακέτου είναι από τη φύση του περιορισμένες και συνεπώς κανείς αισθάνεται την ανάγκη να ξεπεράσει τα προβλήματα αυτά με τη χρήση ενός εξειδικευμένου λογισμικού.

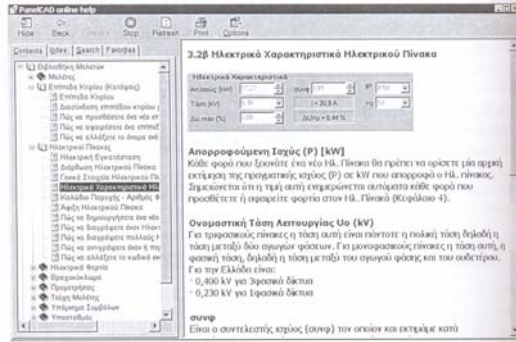


Εικόνα 1. Το μονογραμμικό διάγραμμα ενός ηλεκτρικού πίνακα σε χαρτί A3

### 4.3 Επίλυση του προβλήματος με το πακέτο PanelCAD (χρόνος 90')

Καταρχάς γίνεται μια σύντομη εισαγωγή στο ελληνικό πακέτο PanelCAD. Το πρόγραμμα συνοδεύεται από εγχειρίδιο χρήστη στα Ελληνικά.

Επίσης διαθέτει πολύ καλή On-line βοήθεια σε μορφή HTML (Εικόνα 2) και συνεπώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους επιμορφούμενους χωρίς την ανάγκη έντυπου υλικού.



Εικόνα 2. Η On-Line βοήθεια του προγράμματος PanelCAD

#### 4.4 Εισαγωγή των φορτίων με τη βοήθεια λογιστικού φύλλου παρομοίου του Excel

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 2, το πρόγραμμα χρησιμοποιεί ένα λογιστικό φύλλο παρόμοιο με το Excel στο οποίο εισάγουμε τα φορτία του σπιτιού.

Για κάθε φορτίο εισάγουμε:

- το όνομα π.χ. *Γραμμή φωτισμού*
- την ισχύ σε kW και
- το μήκος της γραμμής σε m

Κάθε φορτίο χαρακτηρίζεται από τον αριθμό των φάσεων

- 1φασικό
- 3φασικό

Και την κατηγορία του δηλ.

- Φωτισμός
- Ρευματοδότες-Συσκευές
- Μοτέρ

Οι στήλες του λογιστικού φύλλο έχουν τρία χρώματα

- κόκκινες είναι οι στήλες που θα πρέπει να εισάγουμε στοιχεία π.χ. η ισχύς του φορτίου
- μπλε είναι οι στήλες που περιέχουν στοιχεία που προκύπτουν π.χ. το ρεύμα της γραμμής
- ροζ είναι οι στήλες που περιέχουν τιμές που δίνει αυτόματα το πρόγραμμα αλλά μας επιτρέπει να τα διορθώσουμε

Στο κάτω μέρος του λογιστικού φύλλου επαναλαμβάνονται τα τρία βασικά χαρακτηριστικά του φορτίου δηλαδή ισχύς, μήκος, επιτρεπόμενη πτώση τάσης έτσι ώστε μπορούμε να τα αλλάξουμε εύκολα και να παρακολουθούμε τις αλλαγές π.χ. στο ρεύμα, καλώδιο, υλικά αναχώρησης. Για παράδειγμα (Εικόνα 3) βλέπουμε ότι η Γραμμή 1 έχει ισχύ 6 kW, μήκος 10 m και  $Du_{max}=1\%$ . Το καλώδιο που προκύπτει είναι  $3 \times 6mm^2$ . Αν κάτι αλλάξει, π.χ. το μήκος του καλωδίου γίνει 15 m, ποιο θα είναι το νέο καλώδιο. Η απάντηση μας δίνεται αυτόματα.

#	Ισχύς P [kW]	Μέγιστο I [A]	Όνομα	Φάση	Εξ. Βασ.	Γραμμές		
						Καλώδιο	Ρεύμα I [A]	Διάμετρο φάσης [mm]
1	2,50	11,36	ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	1	✓	Καλώδιο (1x3,0 mm)	26,1	0,54
2	18,25	82,07	ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	1	✓	Καλώδιο (2x2,5 mm)	17,4	0,87
3	0,00	0,00	ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	1	✓	Καλώδιο (2x2,5 mm)	2,7	0,61
4	0,00	0,00	ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	1	✓	Καλώδιο (2x2,5 mm)	17,4	0,87
5	0,00	0,00	ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	1	✓	Καλώδιο (2x2,5 mm)	4,3	0,40
6	0,00	0,00	ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	1	✓	Καλώδιο (2x2,5 mm)	2,2	0,34
7	0,00	0,00	ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	1	✓	Καλώδιο (2x2,5 mm)	2,2	0,34
8	0,00	0,00	ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	1	✓	Καλώδιο (2x2,5 mm)	2,2	0,34
9	0,00	0,00	ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	1	✓	Καλώδιο (2x2,5 mm)	2,2	0,34
10	0,00	0,00	ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	1	✓	Καλώδιο (2x2,5 mm)	2,2	0,34

Εικόνα 3. Λογιστικό φύλλο με τα φορτία του ηλ.πίνακα

#### 4.5 Απορροφούμενη ισχύς

Η έννοια της εγκατεστημένης και απορροφούμενης ισχύος πολύ συχνά συγχέεται από τους μαθητές. Εστιάζοντας σε μια τυπική ηλεκτρική εγκατάσταση όπως είναι η ΕΗΕ του σπιτιού μας μπορούμε ευκολότερα να περάσουμε τις έννοιες αυτές. Στην Εικόνα 4 βλέπουμε ότι το πρόγραμμα αυτόματα έχει ταξινομήσει τα φορτία του σπιτιού σε τρεις κατηγορίες. Για κάθε κατηγορία μπορούμε να ορίσουμε τον συντελεστή ταυτοχρονισμού που είναι ένας αριθμός  $\leq 1$

Ο συντελεστής αυτός πολλαπλασιάζεται με τη εγκατεστημένη ισχύ και προκύπτει η απορροφούμενη ισχύς. Έτσι ενώ η εγκατεστημένη ισχύς όλων των συσκευών είναι 15,00 kW η απορροφούμενη ισχύς προκύπτει μόνο 8,0 kW  $I = 8000/230 = 35$  A και συνεπώς το καλώδιο είναι  $3 \times 10 \text{mm}^2$ .

Σημειώνουμε ότι τόσο το παροχικό καλώδιο όσο και τα υλικά της άφιξης υπολογίζονται με βάση την απορροφούμενη ισχύ. Αν αντίθετα χρησιμοποιούσαμε τη εγκατεστημένη ισχύ των 15 kW, το ρεύμα θα ήταν  $I = 15000/230 = 65$  A ενώ ξέρουμε ότι η ασφάλεια είναι 35 A.

#### 4.6 Σημεία του μονογραμμικού διαγράμματος που πρέπει να τονιστούν

Στην Εικόνα , έχουμε κάνει μεγένθυση στο πάνω αριστερό μέρος του χαρτιού. Σημειώνουμε τα σημεία που έχουν ενδιαφέρον.

1. Η άφιξη του ηλ. πίνακα σχεδιάζεται από πάνω προς τα κάτω και καταλήγει στις μπάρες (ζυγούς) του ηλ. πίνακα. Έτσι υπάρχει ομοιομορφία στην εμφάνιση του σχεδίου και εξοικονόμηση χαρτιού.
2. Στην αριστερή άκρη των ζυγών γράφεται η ονομαστική τάση δηλ. 1Φ 230V

Ταυτοχρονισμός-Απορροφούμενη ισχύς  
 Αρ. φορτίων Εγκαθ. Ισχύς x Ταυτοχρ. = Απορ. Ισχύς

Φορτία: 5 2,50 kW x 1,00 = 2,50 kW  
 Ρεζερβουάρια: 6 18,25 kW x 0,50 = 9,12 kW  
 Υποπίνακες: 0 0,00 kW x 1,00 = 0,00 kW  
 Καπτήρες: 0 0,00 kW x 1,00 = 0,00 kW

συντ = 0,98 Απορροφούμενη ισχύς: 11,39 kW  
 Ποσοστό εφεδρείας: 1,10 x  
 Συνολική Απορροφούμενη ισχύς: 12,51 kW

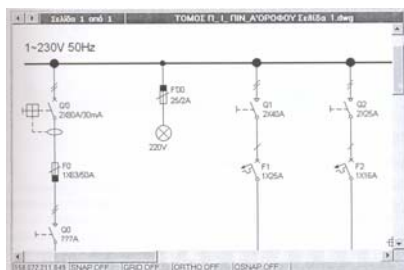
Καλώδιο παροχής - Ραφίλι  
 3x(2x 1x16 mm)

Καλώδιο παροχής: Προγραμμα Τύπος και διάμετρο καλωδίου  
 Υπό σφ-ής: Προγραμμα (κωδ. σφ-ής)

Εικόνα 4. Υπολογισμός της απορροφούμενης ισχύος

3. Κάθε υλικό χαρακτηρίζεται από ένα μοναδικό κωδικό π.χ. ο γενικός διακόπτης SO, η γενική ασφάλεια F1 κ.ο.κ. Τα αρχικά F, S...είναι τυποποιημένα για όλο τον κόσμο. Με την βοήθεια αυτών των κωδικών μπορούμε να εντοπίσουμε το υλικό από το σχέδιο στο αληθινό πίνακα.

4. Δεξιά από το σύμβολο κάθε υλικού γράφεται η ονομαστική του τιμή σε A και ο αριθμός των πόλων π.χ. διακόπτης 2x40A το 2 δείχνει ότι ο διακόπτης είναι διπολικός.
5. Στις γραμμές θερμοσίφωνα και κουζίνας επειδή ξεπερνούν τα 2,00 kW χρησιμοποιούμε διακόπτη και κατόπιν την αυτόματη ασφάλεια. Στις υπόλοιπες γραμμές η αυτόματη ασφάλεια είναι αρκετή.
6. Η θέση ΔΔΕ (Διακόπτης Διαφυγής Έντασης) είναι μετά από τη γενική ασφάλεια. Πολλές φορές τον συναντάμε πριν από την γενική ασφάλεια.
7. Η ενδεικτική λυχνία ασφαρίζεται με μια τικτή ασφάλεια που σπάνια την συναντάμε στο τελικό ηλ. πίνακα.

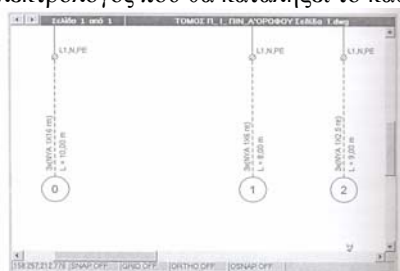


Εικόνα 5. Μεγέθυνση στα υλικά του ηλεκτρικού Πίνακα

#### 4.7 Βοηθητικά στοιχεία που πρέπει να εμφανίζονται στο ηλ. σχέδιο

Βασική απαίτηση στο ηλεκτρολογικό σχέδιο (όπως και σε κάθε είδος σχεδίου) είναι να είναι όσο το δυνατόν πλερέστερο. Έτσι στο κάτω μέρος κάθε αναχώρησης πρέπει να γράφεται ο τύπος π.χ. NYM 3x1.5 και το μήκος του καλωδίου σε m.

Ακριβώς από κάτω γράφεται το όνομα του φορτίου έτσι ώστε κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης να γνωρίζει ο ηλεκτρολόγος που θα καταλήξει το κάθε καλώδιο.



Εικόνα 6. Μεγέθυνση στα καλώδια και στις ονομασίες των φορτίων

### 5. ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ

Η μελέτη και σχεδίαση ηλεκτρικού πίνακα με τη βοήθεια του εξειδικευμένου λογισμικού (PanelCAD) έχει διδαχθεί στους μαθητές του Ηλεκτρολογικού Τομέα του 1ου ΤΕΕ Χαλανδρίου. Οι μαθητές δεν αντιμετώπισαν βασικά προβλήματα στην κατανόηση του περιβάλλοντος εργασίας (user interface) του προγράμματος διότι ακολουθεί τις προδιαγραφές των Microsoft Windows 98/2000, με τα οποία είναι εξοικειωμένοι οι μαθητές λόγω του Microsoft Office.

Τα προβλήματα εντοπίστηκαν:

- στην προσέγγιση των βασικών εννοιών π.χ. εγκατεστημένη-απορροφούμενη ισχύς, DU πραγματικό, DU επιτρεπτό κ.ά., για τις οποίες οι μαθητές έχουν μεν θεωρητικές γνώσεις αλλά τους λείπει η πρακτική εμπειρία
- στον τρόπο σχεδίασης της γραμμής άφιξης δηλ. Από κάτω προς τα πάνω, ενώ έχουν συνηθίσει να την σχεδιάζουν από πάνω προς τα κάτω.