



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και  
Μηχανικών Υπολογιστών

Εαρινό Εξάμηνο 2023-2024

---

# ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

---

Λύσεις Θεμάτων

Ιωάννης (Χουάν) Τσαντήλας  
03120883

## Contents

Κανονική 23 .....	2
Θέμα 2 .....	2
Ανάλυση Υπογείου .....	2
Ανάλυση Κεντρικού Πίνακα .....	2
Θέμα 3 .....	5
Κανονική 22 – Γραπτό 1 .....	6
Θέμα 2 .....	6
Ανάλυση πίνακα ορόφου .....	6
Ανάλυση Κεντρικού Πίνακα .....	8
Θέμα 3 .....	9
Επαναληπτική 22 .....	10
Θέμα 2 .....	10
Κανονική 20 - Ομάδα Θ .....	14
Θέμα 2 .....	14
Θέμα 3 .....	15

## Κανονική 23

### Θέμα 2

Η εγκατάσταση για ένα οροφωδιαμέρισμα μιας πολυκατοικίας περιλαμβάνει: 25 ρευματοδότες, 12 φωτιστικά LED 23 W έκαστο, ένα κλιματιστικό των 9.000 btu/h και ένα των 18.000 btu/h, μονοφασικό θερμοσίφωνα 4 kW, τριφασική ηλεκτρική κουζίνα 6 kW, ψυγείο, πλυντήριο πιάτων, πλυντήριο ρούχων και τριφασική αντλία θερμότητας 10 kW. Επίσης, στο υπόγειο της πολυκατοικίας υπάρχει αποθήκη και χώρος στάθμευσης που ανήκουν στην κατοικία με 4 φωτιστικά LED 23 W έκαστο, 1 ενισχυμένο ρευματοδότη και τριφασικός φορτιστής για ηλεκτρικό όχημα 11 kW ( $\cos\phi=0,95$ ).

Να γίνουν τα μονογραμμικά διαγράμματα των πινάκων σύμφωνα με τους κανονισμούς. Χωρίστε κατάλληλα τα φορτία ανά γραμμή και φάση. Υπολογίστε και ασφαλίστε τις γραμμές. Δώστε την διατομή και τον τύπο των καλωδίων και την διάμετρο των σωλήνων. Να θεωρήσετε συντελεστή ετεροχρονισμού 0,6. Η πτώση τάσης να θεωρηθεί αμελητέα σε όλες τις γραμμές.

### Λύση

Ανάλυση Υπογείου

Γραμμή 1: Φωτιστικά

$$I_b = \frac{P}{U_\phi \cdot \cos\phi} = \frac{4 \cdot 23}{230 \cdot 1} = 0,4A$$

Γραμμή 2: Ενισχυμένος Ρευματοδότης (E.P.)

$$I_n = 10A$$

Γραμμή 3: 3Φ Φορτιστής

$$I_b = \frac{P}{3 \cdot U_\phi \cdot \cos\phi} = \frac{11000}{3 \cdot 230 \cdot 0,95} = 16,781A$$

Γραμμή	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>n</sub> MCB (A)	I <sub>n</sub> αποζ. (A)	S (mm <sup>2</sup> )	Σωλήνες (mm)	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
1	0,4	10		3x1,5	13,5	0,4		
2	10	16		3x2,5	16		10	
3	16,781	(4p) 20	(4p) 25	5x4	20	16,781	16,781	16,781
Σύνολο						17,181	26,781	16,781
Τελικό Σύνολο		(4p) 20	(4p) 25	5x4	20	17,181	26,781	16,781

Εφαρμόζουμε ετεροχρονισμό στην μεγαλύτερη φάση  $26,781 \cdot 0,8 = 21,4248A$ . Επιλέγουμε  $I_n = 20A$  και αποζεύκτη 25A. Για  $I_n = 20A$ , έχουμε  $S = 4mm^2$  και σωλήνα 20 mm.

Ανάλυση Κεντρικού Πίνακα

Γραμμή 1: Γραμμή Υπογείου

Υπολογίστηκε πάνω.

Γραμμές 2-7: Ρευματοδότες

Θα έχουμε 5 γραμμές των 5 ρευματοδοτών η κάθε μία, με:

$$I_n = 3 \cdot 2 + 2 \cdot 0,5 = 7A$$

#### Γραμμές 8-9: Φωτιστικά

Θα έχουμε 2 γραμμές των 6 φωτιστικών η κάθε μία, με:

$$I_b = \frac{P}{U_\phi \cdot \sigma\sigma\nu\phi} = \frac{6 \cdot 23}{230 \cdot 1} = 0,6A$$

#### Γραμμή 10: Κλιματιστικό 1

Αφού είναι  $9 \leq 15 \text{ kbtu/h}$  τότε  $I_n = 16A, S = 2,5\text{mm}^2$

#### Γραμμή 11: Κλιματιστικό 2

Αφού είναι  $\geq 15 \text{ kbtu/h}$  και  $\leq 22 \text{ kbtu/h}$  τότε  $I_n = 20A, S = 4\text{mm}^2$

#### Γραμμή 12: 1Φ Θερμοσίφωνας 4kW

$$I_b = \frac{P}{U_\phi \cdot \sigma\sigma\nu\phi} = \frac{4000}{230 \cdot 1} = 17,391A$$

#### Γραμμή 13: 3Φ Κουζίνα 6kW

$$I_b = \frac{P}{3 \cdot U_\phi \cdot \sigma\sigma\nu\phi} = \frac{6000}{3 \cdot 230 \cdot 1} = 8,695A$$

#### Γραμμή 14: Ψυγείο

Επειδή δεν προσδιορίζει τιμή, θεωρώ την τυπική  $P = 250W$  και  $\cos\phi = 0,8$ .

$$I_b = \frac{P}{U_\phi \cdot \sigma\sigma\nu\phi} = \frac{250}{230 \cdot 0,8} = 1,358A$$

#### Γραμμή 15: Πλυντήριο Πιάτων

Επειδή δεν προσδιορίζει τιμή, θεωρώ τις τυπικές:

$$I_n = 20A, S = 4\text{mm}^2$$

#### Γραμμή 16: Πλυντήριο Ρούχων

Επειδή δεν προσδιορίζει τιμή, θεωρώ τις τυπικές:

$$I_n = 20A, S = 4\text{mm}^2$$

#### Γραμμή 17: 3Φ Αντλία Θερμότητας 10kW

$$I_b = \frac{P}{3 \cdot U_\phi \cdot \sigma\sigma\nu\phi} = \frac{10000}{3 \cdot 230 \cdot 0,8} = 18,115A$$

Γραμμή	$I_b$ (A)	$I_n$ MCB (A)	$I_n$ αποζ. (A)	$S$ (mm <sup>2</sup> )	Σωλήνες (mm)	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
1		(4p) 20	(4p) 25	5x4	20	17,181	26,781	16,781
2	7	10		3x1,5	13,5	7		
3	7	10		3x1,5	13,5		7	
4	7	10		3x1,5	13,5			7
5	7	10		3x1,5	13,5	7		
6	7	10		3x1,5	13,5		7	
7	7	10		3x1,5	13,5			7
8	0,6	10		3x1,5	13,5	0,6		
9	0,6	10		3x1,5	13,5		0,6	
10		16		3x2,5	16			16
11		20		3x2,5	16		20	
12	17,391	20	(2p) 25	3x2,5	16	20		
13	8,695	(4p) 10	(4p) 16	5x1,5	16	8,695	8,695	8,695
14	1,358	10		3x1,5	13,5			1,358
15		20		3x4	20		20	
16		20		3x4	20			20
17	18,115	(4p) 20	(4p) 25	5x4	20	18,115	18,115	18,115
Σύνολο						78,591	108,191	94,949
Τελικό Σύνολο		(4p) 80	(4p) 80	6x25	40			

Έχουμε ρευματοδότες, επομένως για να εφαρμόσουμε ετεροχρονισμό θα πρέπει να τους αφαιρέσουμε:

$$(78,591 - 14) \cdot 0,6 + 14 = 52,7546A$$

$$(108,191 - 14) \cdot 0,6 + 14 = 70,5146A$$

$$(94,949 - 14) \cdot 0,6 + 14 = 62,5694A$$

Η μεγαλύτερη ένταση είναι η 70,5A, επομένως επιλέγουμε  $I_n = 80A$  και άρα  $S = 25mm^2$ . Το πλήθος θα είναι 6 (γιατί έχουμε στην γραμμή 13 ένα 5x) και ο σωλήνας θα είναι 40mm. Τέλος, ο αποζεύκτης θα είναι 80A (μπορούμε και 100A).

### Θέμα 3

Ο φωτισμός με 4 φωτιστικά LED 24 W έκαστο ενός κήπου μίας κατοικίας μπορεί να γίνει: 1) χρησιμοποιώντας Μ/Σ 230V/24V και 2) χρησιμοποιώντας Μ/Σ απομόνωσης 230V/230V. Το μήκος της γραμμής από τον πίνακα έως τα φωτιστικά είναι 15 m. Να υπολογίσετε τη γραμμή (διατομή και ασφάλεια) των φωτιστικών κήπου και να σχεδιάσετε το μονογραμμικό και το πολυγραμμικό διάγραμμα της γραμμής και για τις δύο περιπτώσεις. Προσοχή η πτώση τάσης μπορεί να επηρεάσει τη διατομή της γραμμής.

#### Λύση

Η ισχύς των 4 φωτών είναι 96 W. Θα εξετάσω μόνο το ρεύμα από την μεριά της ΧΤ. Το ρεύμα γραμμής στην μεριά της ΧΤ στις δύο περιπτώσεις:

$$I_{b1} = \frac{P}{U_{\phi} \cdot \cos\varphi} = \frac{96}{24 \cdot 0,8} = 5 \text{ A}$$

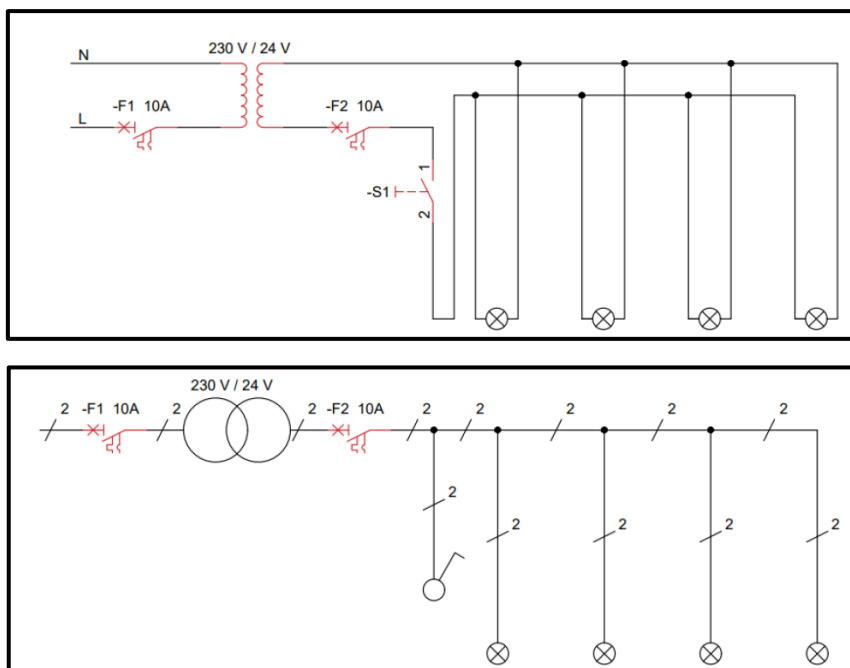
$$I_{b2} = \frac{P}{U_{\phi} \cdot \cos\varphi} = \frac{96}{230 \cdot 0,8} = 0,521 \text{ A}$$

Και στις δύο περιπτώσεις έχουμε ασφάλεια  $I_n = 10 \text{ A}$  και άρα διατομή  $S = 1,5 \text{ mm}^2$ . Η πτώση τάσης στις δύο περιπτώσεις:

$$u_1 = b \cdot \left( \rho \frac{L}{S} \cos\varphi \right) \cdot I_{b1} = 2 \cdot \left( 0,0225 \cdot \frac{15}{1,5} \cdot 0,8 \right) \cdot 5 = 1,8 \text{ V}$$

$$u_2 = b \cdot \left( \rho \frac{L}{S} \cos\varphi \right) \cdot I_{b2} = 2 \cdot \left( 0,0225 \cdot \frac{15}{1,5} \cdot 0,8 \right) \cdot 0,521 = 0,187 \text{ V}$$

Επειδή έχουμε φώτα, η αποδεκτή πτώση τάσης είναι 6,9 V (σελίδα 530). Και οι δύο περιπτώσεις είναι αποδεκτές. Το πολυγραμμικό και το μονογραμμικό για την 1<sup>η</sup> περίπτωση (Μ/Σ 230/24) είναι:



## Κανονική 22 – Γραπτό 1

### Θέμα 2

Δίνεται διώροφο κτήριο, όπου σε κάθε όροφο υπάρχουν: **6 χώροι γραφείων** όπου ο κάθε χώρος έχει: 2 σειρές φωτιστικών από 4 LEDs σε κάθε σειρά 28 W έκαστο και 9 ρευματοδότες. Στον όροφο για τον κλιματισμό των γραφείων υπάρχουν τρία κλιματιστικά των 15.000 btu/h. Επιπλέον, περιλαμβάνει WC με 1Φ θερμοσίφωνα 3,8kW και διάδρομο με 3 LEDs 20W έκαστο και έναν Ε.Ρ.. Ο γενικός πίνακας τροφοδοτεί μόνο τους υποπίνακες του κάθε ορόφου. Ο συντελεστής ετεροχρονισμού είναι 0,6. Κάντε τα μονογραμμικά.

---

### Λύση

---

*Επειδή αγαπώ την ψυχούλα μου, θα κάνω τον πίνακα για έναν όροφο. Ο πίνακας του 2<sup>ου</sup> ορόφου θα είναι ίδιος, απλά οι συνολικές εντάσεις δεν θα είναι με την ίδια σειρά στα L1,2,3.*

Ανάλυση πίνακα ορόφου

#### Γραμμές 1-6: Φωτιστικά

Θα έχω 6 γραμμές φωτιστικών, με 8 φωτιστικά η κάθε μία.

$$I_b = \frac{28 \cdot 4 \cdot 2}{230 \cdot 1} = 0,96A$$

#### Γραμμές 7-18: Ρευματοδότες

Κάθε γραμμή ρευματοδοτών μπορεί να έχει μέγιστο 5 ρευματοδότες. Επομένως, για κάθε γραφείο θα έχουμε 2 γραμμές ρευματοδοτών, μία των 4 και μία των 5. Συνολικά, 12 γραμμές.

$$I_b = 3 \cdot 2 + 2 \cdot 0,5 = 7A$$

$$I_b = 3 \cdot 2 + 1 \cdot 0,5 = 6,5A$$

#### Γραμμές 19-21: Κλιματιστικά

Αφού είναι  $9 \leq 15 \text{ kbtu/h}$  τότε  $I_n = 16A, S = 2,5mm^2$

#### Γραμμή 22: 1Φ Θερμοσίφωνα

$$I_b = \frac{3,8k}{230 \cdot 1} = 16,5A$$

#### Γραμμή 23: Φωτιστικά Διαδρόμου

$$I_b = \frac{20 \cdot 3}{230 \cdot 1} = 0,258A$$

#### Γραμμή 24: Ε.Ρ.

Επειδή δεν προσδιορίζει τιμή, θεωρώ την τυπική:

$$I_n = 10A$$

### Υποπίνακας ενός ορόφου

Γραμμή	$I_b$ (A)	$I_n$ MCB (A)	$I_n$ αποζ. (A)	S (mm <sup>2</sup> )	Σωλήνες (mm)	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
1	0,96	10		3x1,5	13,5	0,96		
2	0,96	10		3x1,5	13,5		0,96	
3	0,96	10		3x1,5	13,5			0,96
4	0,96	10		3x1,5	13,5	0,96		
5	0,96	10		3x1,5	13,5		0,96	
6	0,96	10		3x1,5	13,5			0,96
7	7	10		3x1,5	13,5	7		
8	6	10		3x1,5	13,5	6		
9	7	10		3x1,5	13,5		7	
10	6	10		3x1,5	13,5		6	
11	7	10		3x1,5	13,5			7
12	6	10		3x1,5	13,5			6
13	7	10		3x1,5	13,5	7		
14	6	10		3x1,5	13,5	6		
15	7	10		3x1,5	13,5		7	
16	6	10		3x1,5	13,5		6	
17	7	10		3x1,5	13,5			7
18	6	10		3x1,5	13,5			6
19		16		3x2,5	16	16		
20		16		3x2,5	16		16	
21		16		3x2,5	16			16
22	16,5	20	(2p) 25	3x4	20	16,5		
23	0,258	10		3x1,5	13,5		0,258	
24		10						10
Σύνολο						47,42	30,662	40,92
Τελικό Σύνολο		63	(2p) 63	3x16	25			

Για να εφαρμόσουμε τον ετεροχρονισμό θα πρέπει να αφαιρέσουμε τους ρευματοδότες (όχι τον Ε.Ρ.):

$$(47,42 - 13) \cdot 0,6 + 13 = 34,652A$$

$$(30,662 - 13) \cdot 0,6 + 13 = 23,5972A$$

$$(40,92 - 13) \cdot 0,6 + 13 = 29,752A$$

Έχουμε μεγαλύτερη ένταση 34,6A, άρα επιλέγουμε  $I_n = 63A$  (μπορούμε και 35A, απλά είναι μικρή η διαφορά) και αποζεύκτη 63A (εφόσον έχουμε τόσο περιθώριο με την προηγούμενη παραγωγή). Αφού  $I_n = 63A$ , θα έχουμε  $S = 16mm^2$ . Παρατηρώντας τα S του πίνακα, μπορούμε να πάρουμε πλήθος 3 και άρα ο σωλήνας 25mm.

(Η λύση απαιτεί να γραφτεί και το κάτωθι – δεξ σελίδα 582)

Η αναχώρηση του υποπίνακα μας θα αποτελείται από ονομαστικό ρεύμα MCB 63A, αποζεύκτη φορτίου 63A, διαφορικό ονομαστικό ρεύμα 30mA και ΔΔΡ RCD 63A. Οι 3 αγωγοί θα έχουν διατομή  $16mm^2$  και ο σωλήνας διάμετρο 25mm.



## Ανάλυση Κεντρικού Πίνακα

Θα έχει απλά τις γραμμές των 2 ορόφων.

Γραμμή	$I_n$ MCB (A)	$I_n$ αποζ. (A)	S (mm <sup>2</sup> )	Σωλήνες (mm)	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
1	63	(2p) 63	3x16	25	47,42	30,662	40,92
2	63	(2p) 63	3x16	25	30,662	47,42	40,92
Σύνολο		(2p) 63	3x16	25	78,082	78,082	81,84

Εφαρμόζουμε ετεροχρονισμό:

$$78,082 \cdot 0,6 = 46,8492A$$

$$81,84 \cdot 0,6 = 49,104A$$

Άρα μπορούμε να επιλέξουμε  $I_n = 63A$ , και άρα  $S = 16mm^2$ . Ομοίως με πριν, προκύπτει πλήθος 3 και σωλήνας 25.

Η αναχώρηση του πίνακα μας θα αποτελείται από ονομαστικό ρεύμα MCB 63A, αποζεύκτη φορτίου 63A, διαφορικό ονομαστικό ρεύμα 30mA και ΔΔΡ RCD 63A. Οι 3 αγωγοί θα έχουν διατομή  $16mm^2$  και ο σωλήνας διάμετρο 25mm.

### Θέμα 3

Ένας γενικός πίνακας οικίας τροφοδοτεί μονοφασικό υποπίνακα αποθήκης με συνολική ισχύ 6 kW,  $\cos\phi = 0,85$ , που βρίσκεται 90 m μακριά. Υπολογίστε την ονομαστική τιμή της προστασίας της αναχώρησης του πίνακα προς τον υποπίνακα και την αντίστοιχη διατομή των αγωγών.

---

#### Λύση

---

Θεωρώ ότι οι αγωγοί είναι από χαλκό ( $\rho = 0,0225$ ).

Το ρεύμα γραμμής δίνεται από τον τύπο:

$$I_b = \frac{P}{U_\phi \cdot \cos\phi} = \frac{3 \text{ k}}{230 \cdot 0,85} = 16,304 \text{ A}$$

Επιλέγουμε  $I_n = 20 \text{ A}$  (Πίνακας 5), άρα διατομή  $S = 10 \text{ mm}^2$ . Η πτώση τάσης δίνεται από τον τύπο (σελίδα 530):

$$u = b \cdot \left( \rho \frac{L}{S} \cos\phi \right) \cdot I_b = 2 \cdot \left( 0,0225 \cdot \frac{80}{10} \cdot 0,85 \right) \cdot 30,69 = 10,565 \text{ V}$$

Βλέπουμε πως  $u < 11,5$ , άρα η πτώση τάσης είναι αποδεκτή.

Χρειαζόμαστε και αποζεύκτη γιατί πρόκειται για υποπίνακα. Αποδεκτή τιμή είναι η 40 A.

## Επαναληπτική 22

### Θέμα 2

Μία γραμμή τροφοδοτεί έναν μονοφασικό κινητήρα ισχύος 3 kW σε απόσταση 80 m. Οι αγωγοί της γραμμής είναι χάλκινοι με θερμοπλαστική μόνωση (PVC), η όδευσή τους γίνεται μέσα σε σωλήνα εντός μονωμένου τοίχου και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι 35 °C.

1. Να βρείτε τη διατομή των αγωγών που τροφοδοτούν τον κινητήρα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΕΛΟΤ 60364.
2. Αν ο μονοφασικός κινητήρας ήταν ισχύος 5 kW, να αναφέρετε αν πρέπει να γίνουν κάποιες αλλαγές και αν ναι ποιες είναι αυτές.
3. Αν χρειαζόταν στον ίδιο σωλήνα να οδεύσει δεύτερη γραμμή σε περίπτωση τροφοδοσίας επιπλέον ενός κινητήρα ίδιας ισχύος με αυτόν του πρώτου ερωτήματος, να αναφέρετε αν πρέπει να γίνουν κάποιες αλλαγές και αν ναι ποιες είναι αυτές.

---

### Λύση

---

#### Ερώτημα 1

Το ρεύμα γραμμής δίνεται από τον τύπο:

$$I_b = \frac{P}{U_\phi \cdot \cos\varphi} = \frac{3 \text{ k}}{230 \cdot 0,8} = 16,304 \text{ A}$$

Θα πρέπει:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Επιλέγουμε  $I_n = 20 \text{ A}$ , άρα  $S = 4 \text{ mm}^2$  (Πίνακας 5).

Για  $I_z$  πάμε σελίδα 508 (έχουμε μονοφασικό κινητήρα, με PVC και 30 °C), και έχουμε 26 A.

Σελίδα 522, έχουμε συντελεστή διόρθωσης 0,94 (επειδή είμαστε 35 °C και όχι 30). Άρα  $I_z = 24,44 \text{ A}$ .

Η πτώση τάσης δίνεται από τον τύπο (σελίδα 530):

$$u = b \cdot \left( \rho \frac{L}{S} \cos\varphi \right) \cdot I_b = 2 \cdot \left( 0,0225 \cdot \frac{80}{4} \cdot 0,8 \right) \cdot 16,304 = 11,738 \text{ V}$$

Βλέπουμε πως  $u > 11,5$ , άρα η πτώση τάσης δεν είναι αποδεκτή και επιλέγουμε την αμέσως επόμενη διατομή, 6. Άρα:

$$u = b \cdot \left( \rho \frac{L}{S} \cos\varphi \right) \cdot I_b = 2 \cdot \left( 0,0225 \cdot \frac{80}{6} \cdot 0,8 \right) \cdot 16,304 = 7,825 \text{ V}$$

#### Ερώτημα 2

Ίδιο με (α), απλά για  $P=5\text{kW}$ .

#### Ερώτημα 3

Έχουμε τα ίδια με (α), αλλά πρέπει να βάλουμε επιπλέον συντελεστή διόρθωσης. Σελίδα 523, ο συντελεστής διόρθωσης προκύπτει 0,80, άρα  $I_z = 24,44 \cdot 0,8 = 19,55 \text{ A}$ .

Πλέον όμως  $I_n > I_z$  άρα παίρνουμε την αμέσως επόμενη διατομή, 10. Από σελίδα 508, έχουμε  $I_z = 46$  A, με συντελεστή διόρθωσης για θερμοκρασία (σελ. 522 – 0,94) έχουμε 43,24 A και με τον συντελεστή γραμμών (σελ. 523 – 0,8) έχουμε 34,592 A, το οποίο είναι αποδεκτό.

### Θέμα 3

Ένας υποπίνακας υπογείου τροφοδοτεί τον υποπίνακα του μηχανοστασίου και επιπλέον τα παρακάτω φορτία: 10 φωτιστικά led, 8 ρευματοδότες, έναν ενισχυμένο και έναν τριφασικό ρευματοδότη. Το μηχανοστάσιο εκτός από τον κινητήρα του ανελκυστήρα έχει επιπλέον ένα φωτιστικό και έναν ρευματοδότη. Να σχεδιάσετε τον υποπίνακα του υπογείου.

#### Λύση

Ανάλυση υποπίνακα μηχανοστασίου

##### Γραμμή 1: Κινητήρας Ανελκυστήρα

Επειδή δεν προσδιορίζει, θεωρώ τις τυπικές τιμές  $P = 8kW$  και  $\cos\varphi = 0,8$  και ότι είναι 3Φ.

$$I_b = \frac{P}{3 \cdot U_\phi \cdot \sin\varphi} = \frac{8000}{3 \cdot 230 \cdot 0,8} = 14,492A$$

##### Γραμμή 2: Φωτιστικό

Επειδή δεν προσδιορίζει, θεωρώ την τυπική τιμή  $I_b = 0,5A$ .

##### Γραμμή 3: Ρευματοδότης

Επειδή δεν προσδιορίζει, θεωρώ ότι επειδή είναι στο ασανσέρ/μηχανοστάσιο πως είναι ενισχυμένος, άρα την τυπική τιμή  $I_b = 10A$ .

Γραμμή	$I_b$ (A)	$I_n$ MCB (A)	$I_n$ αποζ. (A)	S (mm <sup>2</sup> )	Σωλήνες (mm)	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
1	14,492	(3p) 16	(4p) 20	5x2,5	25	14,492	14,492	14,492
2	0,5	10		3x1,5	13,5	0,5		
3	10	16		3x2,5	16		10	
Σύνολο						14,992	24,492	14,492
Τελικό		(3p) 20	(4p) 25	5x4	20	14,992	24,492	14,492

Επειδή δεν προσδιορίζει, θεωρώ ετεροχρονισμό 0,8 στην μεγαλύτερη ένταση, δηλαδή  $24,492 \cdot 0,8 = 19,5936A$ . Επιλέγουμε  $I_n = 20A$ , άρα  $S = 4mm^2$  και πλήθος 3, επομένως σωλήνας 20.

Η αναχώρηση του πίνακα μας θα αποτελείται από ονομαστικό ρεύμα MCB 20A, αποζεύκτη φορτίου 25A, διαφορικό ονομαστικό ρεύμα 30mA και ΔΔΡ RCD 25A. Οι 5 αγωγοί θα έχουν διατομή  $4mm^2$  και ο σωλήνας διάμετρο 20mm.

Ανάλυση πίνακα υπογείου

##### Γραμμή 1: Μηχανοστάσιο

Αναλύθηκε παραπάνω.

##### Γραμμές 2-3: Φωτιστικά

Επειδή δεν προσδιορίζει, θεωρώ την τυπική τιμή  $I_b = 0,5A$ . Πρέπει να έχουμε τουλάχιστον 2 γραμμές, επομένως κάθε μία θα έχει 5 φωτιστικά, με  $I_b = 2,5A$ .

#### Γραμμή 4,5: Ρευματοδότες

Πρέπει να έχουμε τουλάχιστον 2 γραμμές, επομένως κάθε μία θα έχει 4 ρευματοδότες, με:

$$I_b = 3 \cdot 2 + 1 \cdot 0,5 = 6,5A$$

#### Γραμμή 6: Ε.Ρ.

Επειδή δεν προσδιορίζει, θεωρώ την τυπική τιμή  $I_b = 10A$ .

#### Γραμμή 7: 3Φ Ρευματοδότης

Επειδή δεν προσδιορίζει, θεωρώ την τυπική τιμή  $I_b = 10A$ , απλά εδώ είναι τριφασικός.

Γραμμή	$I_b$ (A)	$I_n$ MCB (A)	$I_n$ αποζ. (A)	S (mm <sup>2</sup> )	Σωλήνες (mm)	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
1		(3p) 20	(4p) 25	5x4	20	14,992	24,492	14,492
2	2,5	10		3x1,5	13,5	2,5		
3	2,5	10		3x1,5	13,5		2,5	
4	6,5	10		3x1,5	13,5	6,5		
5	6,5	10		3x1,5	13,5		6,5	
6	10	16		3x2,5	16			10
7	10	(3p) 16		4x2,5	16	10	10	10
Σύνολο						33,992	43,192	34,492
Τελικό								

## Κανονική 20- Ομάδα Θ

### Θέμα 2

Μία μονοφασική αντλία νερού, ισχύος 3 kW, εξυπηρετεί ένα πηγάδι σε ένα χωράφι και τροφοδοτείται από τον γενικό πίνακα σε οικία εντός του χωραφίου, με ένα καλώδιο χάλκινων αγωγών μήκους 80 μέτρων και διατομής 2,5 mm<sup>2</sup>. Η ασφάλεια είναι 16 A, ενώ συνφ = 0,8. Είναι σωστές οι παραπάνω επιλογές; Αν ναι, αιτιολογήστε το γιατί, αν όχι προτείνετε τις απαιτούμενες αλλαγές.

---

#### Λύση

---

Το ρεύμα γραμμής δίνεται από τον τύπο:

$$I_b = \frac{P}{U_\phi \cdot \cos\varphi} = \frac{3k}{230 \cdot 0,8} = 16,304 \text{ A}$$

Βλέπουμε πως  $I_b > I_n = 16$ , επομένως η ασφάλεια είναι λάθος.

Η πτώση τάσης δίνεται από τον τύπο (σελίδα 530):

$$u = b \cdot \left( \rho \frac{L}{S} \cos\varphi \right) \cdot I_b = 2 \cdot \left( 0,0225 \cdot \frac{80}{2,5} \cdot 0,8 \right) \cdot 16,304 = 18,782 \text{ V}$$

Βλέπουμε πως  $u > 11,5$ , επομένως η διατομή είναι λάθος. Δοκιμάζοντας για διατομή  $S = 6$ :

$$u = 2 \cdot \left( 0,0225 \cdot \frac{80}{6} \cdot 0,8 \right) \cdot 16,304 = 7,825 \text{ V}$$

Αυτή η πτώση τάση είναι αποδεκτή. Άρα έχουμε ασφάλεια 20 A και διατομή 6 mm<sup>2</sup>.

### Θέμα 3

Τρία φοιτητικά στούντιο τροφοδοτούνται από έναν γενικό πίνακα που βρίσκεται στο κοινόχρηστο χώρο. Κάθε στούντιο έχει δικό του υποπίνακα και περιλαμβάνει: 1Φ κουζίνα, ψυγείο, 2 LEDs 32 W έκαστο, 1 πολύφωτο 4 LEDs 32 W έκαστο, 4 ρευματοδότες στην κουζίνα, 4 ρευματοδότες στο καθιστικό, 1 Ε.Ρ.. Στο υπνοδωμάτιο έχει, 1 LED 32 W, κλιματιστικό 9 btu/h, 3 ρευματοδότες, θερμοσίφωνα 3,5 kW, 1 LED 10 W, 3Φ θερμοσυσσωρευτής 5 kW. Στο μπαλκόνι του υπνοδωματίου έχει 1 LED 32 W, 1 ρευματοδότη.

Στον κοινόχρηστο χώρο των 3 στούντιο υπάρχει 1 πολύφωτο 6 LEDs 20 W έκαστο, 1 LED, 5 ρευματοδότες, 1 LED μπάνιου, πλυντήριο ρούχων.

Να γίνει το μονογραμμικό σχέδιο. Δίνεται  $P_{kw} = P_{btu/h} = 3412,142$ .

---

#### Λύση

---

Για κάθε γραφείο έχουμε από έναν υποπίνακα:

##### Καθιστικό

Γραμμή 1: 1<sup>η</sup> Φωτιστικών

$$I_b = \frac{P}{U_\phi \cdot \sigma\upsilon\nu\phi} = \frac{32 \cdot 2 \text{ W}}{230 \cdot 1} = 0,278 \text{ A}$$

Γραμμή 2: Πολύφωτο

$$I_b = \frac{P}{U_\phi \cdot \sigma\upsilon\nu\phi} = \frac{32 \cdot 4 \text{ W}}{230 \cdot 1} = 0,556 \text{ A}$$

Γραμμή 3: 1Φ Κουζίνα

$$I_b = \frac{P}{U_\phi \cdot \sigma\upsilon\nu\phi} = \frac{8000 \text{ W}}{230 \cdot 1} = 34,782 \text{ A}$$

Γραμμή 4: Ψυγείο

$$I_b = \frac{P}{U_\phi \cdot \sigma\upsilon\nu\phi} = \frac{250 \text{ W}}{230 \cdot 0,8} = 1,358 \text{ A}$$

Γραμμή 5: 1<sup>η</sup> Ρευματοδοτών

$$I_b = 2 \cdot 3 + 0,5 \cdot 1 = 6,5 \text{ A}$$

Γραμμή 6: 2<sup>η</sup> Ρευματοδοτών

$$I_b = 2 \cdot 3 + 0,5 \cdot 1 = 6,5 \text{ A}$$

Γραμμή 7: Ε.Ρ.

$$I_b = 10 \text{ A}$$

##### Υπνοδωμάτιο

Γραμμή 8: 2<sup>η</sup> Φωτιστικών



$$I_b = \frac{P}{U_\phi \cdot \sigma\upsilon\nu\phi} = \frac{32 \cdot 2 \text{ W}}{230 \cdot 1} = 0,278 \text{ A}$$

Γραμμή 9: Κλιματιστικό

$$I_n = 16 \text{ A}$$

Γραμμή 10: 3<sup>η</sup> Ρευματοδοτών

$$I_b = 2 \cdot 3 + 0,5 \cdot 1 = 6,5 \text{ A}$$

Γραμμή 11: 3Φ Θερμοσυσσωρευτής

$$I_b = \frac{P}{3 \cdot U_\phi \cdot \sigma\upsilon\nu\phi} = \frac{5000 \text{ W}}{3 \cdot 230 \cdot 0,8} = 9,057 \text{ A}$$

Γραμμή 12: 3<sup>η</sup> Φωτιστικών

$$I_b = \frac{P}{U_\phi \cdot \sigma\upsilon\nu\phi} = \frac{10 \text{ W}}{230 \cdot 1} = 0,043 \text{ A}$$

Γραμμή 13: Θερμοσίφωνα

$$I_b = \frac{P}{U_\phi \cdot \sigma\upsilon\nu\phi} = \frac{3500 \text{ W}}{230 \cdot 1} = 15,217 \text{ A}$$

Γραμμή	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>n</sub> MCB (A)	I <sub>n</sub> αποζ.	S (mm <sup>2</sup> )	Σωλήνες (mm)	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
1	0,278	10		3x1,5	13,5		0,278	
2	0,556	10		3x1,5	13,5	0,556		
3	34,782	63	(2p) 63	3x16	25			34,782
4	1,358	10		3x1,5	13,5	1,358		
5	6,5	10		3x1,5	13,5			6,5
6	6,5	10		3x1,5	13,5		6,5	
7	10	16		3x2,5	16	10		
8	0,278	10		3x1,5	13,5	0,278		
9		16		3x2,5	16		16	
10	6,5	10		3x1,5	13,5	6,5		
11	9,057	(3p) 10	(4p) 16	5x1,5	16	9,057	9,057	9,057
12	0,043	10		3x1,5	13,5	0,043		
13	15,217	20	(2p) 25	3x4	20		15,217	
Σύνολο						27,792	47,052	50,339
Τελικό Σύνολο		(3p) 63	(4p) 63	5x16	32			

### Γενικός Πίνακας

Γραμμή 4: Πολύφωτο

$$I_b = \frac{P}{U_\phi \cdot \sigma\upsilon\nu\phi} = \frac{20 \cdot 6 \text{ W}}{230 \cdot 1} = 0,521 \text{ A}$$

Γραμμή 5: Φωτιστικά

$$I_b = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ A}$$

Γραμμή 6: Ρευματοδότες

$$I_b = 2 \cdot 3 + 0,5 \cdot 2 = 7 \text{ A}$$

Γραμμή 7: Πλυντήριο ρούχων

$$I_b = \frac{P}{U_\phi \cdot \cos\phi} = \frac{2000}{230 \cdot 0,8} = 10,869 \text{ A}$$

Γραμμή	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>n</sub> MCB (A)	I <sub>n</sub> αποζ.	S (mm <sup>2</sup> )	Σωλήνες (mm)	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
1		(3p) 63	(4p) 63	5x16	32	27,792	47,052	50,339
2		(3p) 63	(4p) 63	5x16	32	50,339	27,792	47,052
3		(3p) 63	(4p) 63	5x16	32	47,052	50,339	27,792
4	0,521	10		3x1,5	13,5	0,521		
5	1	10		3x1,5	13,5		1	
6	7	10		3x1,5	13,5			7
7	10,869	16		3x2,5	16	10,869		
Σύνολο						136,052	126,183	132,183
Τελικό Σύνολο		(3p) 125	(4p) 125	3x50	40	108,8416	100,9464	107,1464

Για ετεροχρονισμό, θεωρώντας συντελεστή 0,8 προκύπτουν οι τελευταίες τιμές (η φάση 3 έχει ρευματοδότες).

(Διάγραμμα στην επόμενη σελίδα)

Είσοδος από πίνακα  
Εισαγωγή ΔΕΔΔΗΕ

HO7V-K 3x50 mm<sup>2</sup>

3 N/PE AC

-Q<sub>1</sub>  
12.5A

-F<sub>1</sub>, -F<sub>2</sub>, -F<sub>3</sub>  
3xg 6.50A

-F<sub>4</sub>, ..., -F<sub>7</sub> 4x10A

(4x1) SPD

-F<sub>8</sub>  
12.5A  
I<sub>ΔΠ</sub> = 30mA  
Tύπου A

-F<sub>9</sub>, ..., -F<sub>11</sub> 3xg 6.5A

(3x1)

-Q<sub>2</sub>  
12.5A

-F<sub>12</sub>  
3x6A

3 N/PE HO7V-R 5x16 mm<sup>2</sup>

-U<sub>c1</sub>

-Q<sub>3</sub>  
12.5A

-F<sub>13</sub>  
3x6A

3 N/PE HO7V-R 5x16 mm<sup>2</sup>

-U<sub>c2</sub>

-Q<sub>4</sub>  
12.5A

-F<sub>14</sub>  
3x6A

3 N/PE HO7V-R 5x16 mm<sup>2</sup>

-U<sub>c3</sub>

-F<sub>15</sub>  
10A

L1 N/PE HO7V-R 3x15 mm<sup>2</sup>

-F<sub>16</sub>  
10A

L2 N/PE HO7V-R 3x15 mm<sup>2</sup>

-F<sub>17</sub>  
10A

L3 N/PE HO7V-R 3x15 mm<sup>2</sup>

-F<sub>18</sub>  
16A

L1 N/PE HO7V-R 3x25 mm<sup>2</sup>