



# Ειδικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις

.....Α' τεύχος.....

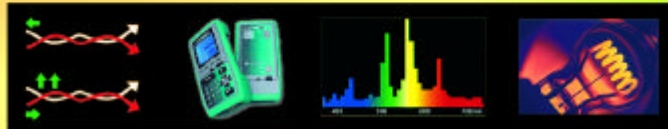
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

ΔΗΜΗΤΡΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ  
ΒΑΡΒΑΤΣΟΥΛΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

ΚΟΥΤΟΥΛΑΚΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ  
ΓΕΩΡΓΑΚΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

# Ειδικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Α' Τεύχος

ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ  
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ - 2ος Κύκλος  
Ειδικότητα: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ  
ΑΘΗΝΑ 2001



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

| ΔΗΜΗΤΡΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

| ΚΟΥΤΟΥΛΑΚΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

| ΒΑΡΒΑΤΣΟΥΛΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

| ΓΕΩΡΓΑΚΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

# Ειδικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις

## Α' τεύχος

ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ

2ος Κύκλος

Ειδικότητα: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

ΑΘΗΝΑ 2001

### **ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ**

**Δημητρόπουλος Βασίλης:** Διπλ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Διδάκτωρ ΕΜΠ,  
Σχολικός Σύμβουλος

**Κουτουλάκος Χρήστος:** Τεχνολόγος Ηλεκτρολόγος & Ηλεκτρονικός Μηχανικός,  
Εκπ/κός Β/θμιας Εκπ/σης

**Βαρβατσουλάκης Μιχάλης:** Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

**Γεωργάκης Θεόδωρος:** Διπλ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Εκπ/κός Β/θμιας Εκπ/σης

### **ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ**

**Παγιάτης Χαράλαμπος:** Τεχνολόγος Ηλ/γος Μηχανικός, Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπαίδευσης

### **ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΡΙΣΗΣ**

**Τοπαλής Φραγκίσκος,** Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

**Τσίλης Βασίλειος,** Διπλ. Ηλ/γος Μηχανικός, Εκπ/κός Β/θμιας Εκπ/σης

**Τσολακόπουλος Ανδρέας,** Σχολικός Σύμβουλος Ηλεκτρολόγων ΠΕ17

### **ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ**

**Αλεξιάδου Θεοδούλη,** Φιλολόγος

### **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ**

**Σιμιτσίης Αλκιβιάδης**

### **ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ**

Υπεύθυνος του Ηλεκτρολογικού τομέα

**Ιγνάτιος Χατζνευστρατίου**

Μόνιμος Πάρεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

# Πρόλογος

Το βιβλίο «Ειδικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις» απευθύνεται στους μαθητές του 2ου κύκλου σπουδών του Ηλεκτρολογικού Τομέα των ΤΕΕ και αποτελείται από δύο τεύχη. Το Α΄ τεύχος περιλαμβάνει ένα εισαγωγικό κεφάλαιο με τις γενικές ηλεκτρολογικές διατάξεις των μεγάλων κτιρίων, το κεφάλαιο «Φωτοτεχνία» και το κεφάλαιο «Δομημένη καλωδίωση». Το Β΄ τεύχος περιλαμβάνει το κεφάλαιο «Ειδικές εγκαταστάσεις μεγάλων κτιρίων» (στο οποίο περιέχονται οι ενότητες «Εγκαταστάσεις πυρανίχνευσης», «Αυτονομία κεντρικής θέρμανσης», «Κεντρική κεραία τηλεόρασης», «Αλεξικέραυνα-γειώσεις» κ.λπ.) και το κεφάλαιο «Διαχείριση ηλεκτρικής ενέργειας σε κτίρια- Σύστημα E.I.B. (European Installation Bus)».

Το βιβλίο φιλοδοξεί να ενημερώσει τους μαθητές ηλεκτρολόγους σε σύγχρονους τομείς της ειδικότητάς τους, με παιδαγωγική προσέγγιση που να αναπτύσσει την κριτική τους σκέψη. Στην προσέγγιση αυτή εντάσσονται και οι ποικίλες ασκήσεις που παρατίθενται στο τέλος κάθε κεφαλαίου και οι οποίες είναι μόνο ενδεικτικές για τον διδάσκοντα. Οι ασκήσεις χωρίζονται σε τρεις ομάδες. Επισημαίνεται πάντως ότι στην πρώτη και στη δεύτερη ομάδα ασκήσεων δεν αρκεί μία μονολοκτική απάντηση για το σωστό, αλλά είναι απαραίτητη και η πλήρης αιτιολόγηση. Ορισμένες ασκήσεις της τρίτης ομάδας είναι πιθανόν να απαιτούν και συνεργασία μεταξύ των μαθητών.

Ορισμένα τμήματα του βιβλίου (π.χ. πίνακες, παραρτήματα) έχουν παρατεθεί για μια σφαιρική ενημέρωση του μαθητή και δεν προσφέρονται για απομνημόνευση. Άλλωστε η απομνημόνευση, πλην ορισμένων βασικών στοιχείων, μακράν απέχει της επιθυμίας των συγγραφέων. Ο διδάσκων, ανάλογα με τη δυναμική της τάξης του, θα εκτιμήσει σε ποια τμήματα της ύλης χρειάζεται να επιμείνει περισσότερο και σε ποια να κάνει απλή αναφορά.

Τα μέλη της επιτροπής κρίσης του βιβλίου, κ.κ. Τοπαλής Φραγκίσκος, Τσίλης Βασίλειος και Τσολακόπουλος Ανδρέας, με τις εύστοχες επιστημονικές και παιδαγωγικές υποδείξεις τους βοήθησαν σημαντικά στη σωστή ανάπτυξη της ύλης.

Η φιλόλογος κυρία Αλεξιάδου Λίλυ, με την επιστημονική της σχολαστικότητα και τις επίπονες προσπάθειες διόρθωσης συνέβαλε αποτελεσματικά στην κατά το δυνατόν καλύτερη παρουσίασή του.

Ευχαριστούμε θερμά τον κ. Χατζηνευστρατίου Ιγνάτιο, μόνιμο πάρεδρο του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, τον κ. Κραβαρίτη Δημήτριο της Δημόσιας Επιχείρησης Ανέγερσης Νοσηλευτικών Μονάδων (ΔΕΠΑΝΟΜ) και την κ/α Συνδουκά Ελένη, Ηλ/γο Μηχανικό, για την πολύτιμη συμβολή τους.

Ο γραφίστας Μπαζάκας Γιάννης, με υψηλό πνεύμα συνεργασίας, συνέβαλε κατά πολύ στην όλη εμφάνιση του βιβλίου.

*Οι συγγραφείς*

# Περιεχόμενα

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΓΕΝΙΚΑ.....	11
2. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΓΑΛΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ (νοσοκομείου).....	13
— Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ισχυρών και ασθενών ρευμάτων.....	13
— Εγκατάσταση υποσταθμού μέσης τάσης.....	14
— Ηλεκτροπαραγωγή ζεύγη (H/Z).....	17
— Διανομή - Ηλεκτρικοί πίνακες.....	21
— Εγκατάσταση τηλεφώνων - δεδομένων (data).....	24
3. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ.....	27

## Κεφάλαιο Α' ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑ

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ.....	32
1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ.....	33
1.1 Η φύση του φωτός.....	33
1.2 Φωτεινή δέσμη.....	36
1.3 Φωτεινή πηγή.....	36
1.4 Ανάκλαση του φωτός.....	37
1.5 Απορρόφηση του φωτός.....	40
1.6 Φως και χρώμα.....	40
1.7 Θερμοκρασία και χρώμα.....	42
2. ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ.....	44
2.1 Στερεά γωνία.....	44
2.2 Φωτεινή ροή.....	45
2.3 Ένταση φωτεινής πηγής.....	45
2.4 Φωτισμός επιφάνειας (Illuminance).....	48
2.5 Νόμοι της φωτομετρίας.....	49
2.6 Λαμπρότητα (Luminance).....	49
2.7 Φωτιστική απόδοση λαμπτήρων.....	51
2.8 Τυπολόγιο Φωτομετρίας.....	52
3. ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΦΩΤΕΙΝΕΣ ΠΗΓΕΣ (ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ).....	53
3.1 Κριτήρια επιλογής.....	53
3.2 Λαμπτήρες πυράκτωσης.....	55
3.2.1 Κατασκευαστικά μέρη λαμπτήρα πυράκτωσης.....	56
3.2.2 Είδη λαμπτήρων πυράκτωσης.....	59
3.2.3 Λαμπτήρες πυράκτωσης ειδικών χρήσεων.....	60
3.2.4 Λαμπτήρες πυράκτωσης αλογόνου.....	61
3.3 Λαμπτήρες εκκένωσης.....	64

3.3.1	Λαμπτήρες φθορισμού.....	65
3.3.1.1	Αρχή λειτουργίας λαμπτήρα φθορισμού.....	66
3.3.1.2	Εκκινητής (starter).....	67
3.3.1.3	Συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού.....	67
3.3.1.4	Ειδικοί τύποι λαμπτήρων φθορισμού.....	68
3.3.1.5	Συνδεσμολογίες λαμπτήρων φθορισμού.....	71
3.3.1.6	Συνηθισμένες βλάβες λαμπτήρων φθορισμού.....	73
3.3.1.7	Σύγκριση λαμπτήρων φθορισμού με τους λαμπτήρες πυράκτωσης.....	74
3.3.1.8	Κριτήρια επιλογής λαμπτήρων φθορισμού.....	75
3.3.2	Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης.....	78
3.3.2.1	Αρχή λειτουργίας.....	78
3.3.2.2	Είδη λαμπτήρων ατμών υδραργύρου.....	78
3.3.3	Λαμπτήρες ξένου, υψηλής πίεσης.....	81
3.3.4	Λαμπτήρες ατμών νατρίου.....	82
3.3.4.1	Λαμπτήρες ατμών νατρίου, χαμηλής πίεσης.....	82
3.3.4.2	Λαμπτήρες ατμών νατρίου, υψηλής πίεσης.....	83
3.3.5	Φωτεινοί σωλήνες νέον.....	84
<b>4.</b>	<b>ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ.....</b>	<b>85</b>
4.1	Κατηγορίες φωτιστικών σωμάτων.....	85
4.2	Τύποι φωτιστικών σωμάτων εσωτερικών χώρων.....	89
4.3	Φωτιστικά ασφαλείας.....	92
4.4	Φωτιστικά σώματα κατάλληλα για λαμπτήρες ατμών υδραργύρου ή νατρίου.....	93
4.5	Φωτιστικά σώματα κατάλληλα για λαμπτήρες LED.....	93
4.6	Φωτιστικά σώματα με οπτικές ίνες.....	94
4.7	Ανταυγαστήρες.....	95
4.8	Στάθμη φωτισμού και χώρος εργασίας.....	97
<b>5.</b>	<b>ΜΕΛΕΤΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ.....</b>	<b>99</b>
5.1	Μελέτες φωτισμού με τη μέθοδο της φωτεινής ροής (Favie).....	99
5.2	Παραδείγματα φωτοτεχνικών μελετών με τη μέθοδο φωτεινής ροής.....	102
<b>6.</b>	<b>ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΟΔΩΝ.....</b>	<b>106</b>
6.1	Φωτισμός σπράγγων (Τούνελ).....	109
<b>7.</b>	<b>ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ.....</b>	<b>110</b>
<b>8.</b>	<b>ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ.....</b>	<b>117</b>

## Κεφάλαιο Β' ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ.....	128
<b>1. Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΔΟΜΗΜΕΝΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ.....</b>	<b>129</b>
1.1 Αναγκαιότητα και πλεονεκτήματα.....	129

1.2	Κύρια μέρη μιας δομημένης καλωδίωσης.....	133
1.2.1	Κατανεμπτές.....	135
1.2.1.1	Κεντρικός κατανεμπτής.....	135
1.2.1.2	Ενδιάμεσος κατανεμπτής ορόφου.....	137
1.2.1.3	Εξαρτήματα κατανεμπτών.....	138
1.2.1.3.1	Κιβώτιο κατανεμπτή.....	138
1.2.1.3.2	Οριολωρίδες.....	138
1.2.1.3.3	Μετώπες μεικτονόμησης (Patch Panel).....	139
1.2.1.3.4	Μετώπες διευθέτησης καλωδίων.....	140
1.2.1.3.5	Συγκεντρωτής (Hub).....	141
1.2.2	Καλωδίωση κορμού.....	142
1.2.2.1	Εσωτερικό δίκτυο κορμού.....	143
1.2.2.1.1	Καλώδια εσωτερικού κορμού.....	143
1.2.2.2	Εξωτερικό δίκτυο κορμού.....	144
1.2.3	Οριζόντια καλωδίωση.....	144
1.2.3.1	Καλώδια οριζόντιας καλωδίωσης.....	146
1.2.3.2	Πρίζες.....	146
1.2.4	Θέση εργασίας.....	148
<b>2.</b>	<b>ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ.....</b>	<b>151</b>
2.1	Ethernet.....	154
2.2	Τοπολογίες δικτύων.....	155
2.2.1	Τοπολογία αστέρα (Star).....	155
2.2.2	Τοπολογία διαύλου (Bus).....	156
2.2.3	Τοπολογία δακτυλίου (Ring).....	157
2.2.4	Τοπολογία πλέγματος.....	158
<b>3.</b>	<b>ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ.....</b>	<b>159</b>
3.1	Κύρια χαρακτηριστικά των μέσων μετάδοσης.....	159
3.1.1	Απώλεια ενέργειας στα χάλκινα καλώδια.....	160
3.1.2	Το ντεσιμπέλ (dB).....	161
3.1.3	Λόγος σήματος προς θόρυβο (S/N).....	163
3.2	Καλώδια συνεστραμμένων ζευγών.....	164
3.2.1	Καλώδιο UTP.....	167
3.2.2	Καλώδιο STP.....	168
3.2.3	Καλώδιο FTP.....	168
3.2.4	Καλώδιο SFTP.....	169
3.2.5	Καλώδιο SSTP.....	169
3.2.6	Κωδικοποίηση χρωμάτων καλωδίων 25 ζευγών.....	170
3.3	Καλώδια οπτικών ινών.....	171
3.3.1	Αρχή λειτουργίας οπτικών ινών.....	173
3.3.2	Κατηγορίες οπτικών ινών.....	175
3.3.3	Στοιχεία συστήματος οπτικών ινών.....	176



<b>4. ΕΛΕΓΧΟΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ.....</b>	<b>180</b>
4.1 Βασικοί έλεγχοι.....	181
4.1.1 Χάρτης καλωδίου (Wire Map).....	181
4.1.2 Εξασθένιση.....	183
4.1.3 Κοντινή αλληλεπίδραση (NEXT).....	184
4.2 Πρόσθετοι έλεγχοι.....	186
4.2.1 Λόγος εξασθένισης/ αλληλεπίδραση (ACR).....	186
4.2.2 Μήκος καλωδίου .....	187
4.2.3 Καθυστέρηση μετάδοσης.....	188
4.2.4 Ασύμμετρη καθυστέρηση μετάδοσης.....	188
4.2.5 Χαρακτηριστική σύνθετη αντίσταση.....	189
4.2.6 Αντίσταση βρόχου συνεχούς ρεύματος.....	190
4.2.7 Αμοιβαία χωρητικότητα.....	190
4.3 Προχωρημένοι έλεγχοι .....	190
4.3.1 Απώλειες λόγω επιστροφής (Return Loss) .....	190
4.3.2 Αθροιστική ισχύς κοντινής αλληλεπίδρασης (PSNEXT).....	191
4.3.3 Αθροιστική ισχύς λόγου εξασθένισης προς κοντινή αλληλεπίδραση (PSACR).....	192
4.3.4 Μακρινή αλληλεπίδραση (FEXT).....	192
4.3.5 Ίσο επίπεδο μακρινής αλληλεπίδρασης (ELFEXT).....	193
4.3.6 Αθροιστική ισχύς ίσου επιπέδου μακρινής αλληλεπίδρασης (PSELFEXT).....	194
4.4 Εξωτερική αλληλεπίδραση.....	194
<b>5. ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΑ.....</b>	<b>195</b>
5.1 Πρότυπα δομημένης καλωδίωσης.....	198
5.2 Η εξέλιξη των προτύπων δομημένης καλωδίωσης.....	201
5.2.1 Ορισμός συνδέσμου και καναλιού.....	202
5.2.2 Νέες κατηγορίες και κλάσεις.....	205
<b>6. ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΟΜΗΜΕΝΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ.....</b>	<b>207</b>
6.1 Τερματισμοί καλωδίων.....	211
6.2 Σήμανση καλωδίων και σημείων τερματισμού.....	212
6.3 Έλεγχοι.....	214
<b>7. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ.....</b>	<b>215</b>
<b>8. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ.....</b>	<b>229</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....</b>	<b>243</b>