

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ 20 kV



Τίτλοι σχεδίων που περιέχονται στο παράρτημα Α

A/A	Τίτλος σχεδίου	Αρ.Φύλλου	Σελίδα
1	Μονογραμμικό σχέδιο πίνακα 20 kV	10	A5
2	Οψη πίνακα 20 kV	20	A7
3	Λειτουργικό σχέδιο κυψέλης εισόδου ΔΕΗ, κύκλωμα ισχύος	30	A9
4	Λειτουργικό σχέδιο κυψέλης εισόδου ΔΕΗ, κύκλωμα ισχύος, ένδειξη τάσης	31	A11
5	Λειτουργικό σχέδιο κυψέλης εισόδου ΔΕΗ, κύκλωμα ισχύος, μέτρηση τάσης	32	A13
6	Λειτουργικό σχέδιο κυψέλης εισόδου ΔΕΗ, κύκλωμα διανομής βοηθ. τάσης - θέρμανσης	33	A15
7	Λειτουργικό σχέδιο κυψέλης εισόδου ΔΕΗ, κύκλωμα ελέγχου	34	A17
8	Λειτουργικό σχέδιο κυψέλης εισόδου ΔΕΗ, κύκλωμα ελέγχου	35	A19
9	Λειτουργικό σχέδιο κυψέλης εισόδου ΔΕΗ, κύκλωμα επιτήρησης	36	A21
10	Λειτουργικό σχέδιο κυψέλης εισόδου ΔΕΗ, κύκλωμα τοπικών ενδείξεων	37	A23
11	Λειτουργικό σχέδιο κυψέλης εισόδου ΔΕΗ, κύκλωμα τηλενδείξεων	38	A25
12	Κατάλογος υλικών κυψέλης άφιξης	100	A26
13	Κατάλογος υλικών κυψέλης άφιξης	101	A27
14	Κατάλογος υλικών κυψέλης άφιξης	102	A28

Εισαγωγή

Στο παράρτημα αυτό παρουσιάζεται ένα μέρος από τα κατασκευαστικά ηλεκτρολογικά σχέδια του υποσταθμού 20/0,4 kV ενός σύγχρονου αεροδρομίου που βρίσκεται σε κάποιο Ελληνικό νησί.

Ο υποσταθμός του αεροδρομίου περιλαμβάνει δύο μετασχηματιστές των 630 kVA, και αποτελεί ένα τυπικό δείγμα υποσταθμού που συναντάμε στην πλειοψηφία των καταναλωτών μέσης τάσης. Για λόγους ασφάλειας το αεροδρόμιο διαθέτει και τρία ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη που σε περίπτωση απώλειας της τάσης από τη ΔΕΗ, αναλαμβάνουν να εξυπηρετήσουν τα σημαντικότερα φορτία του αεροδρομίου (φωτισμός διαδρόμου προσγείωσης, πύργος ελέγχου κ.ά). Για το μικρό χρονικό διάστημα (περίπου 2-20 s) που μεσολαβεί από τη στιγμή που ο Η/Ν έλλειψης τάσης διαπιστώσει απώλεια τάσης στους ζυγούς των 400 V, μέχρι την αυτόματη εκκίνηση των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών, προβλέπεται σύστημα αδιάλειπτης λειτουργίας (UPS) που αναλαμβάνει την εξυπηρέτηση των κρίσιμων ηλεκτρικών φορτίων όπως είναι ο Ηλεκτρονικός Υπολογιστής, τα συστήματα ασφαλείας κ.ά.

Τα σχέδια έχουν σχεδιασθεί σύμφωνα με τους ισχύοντες διεθνείς ηλεκτρολογικούς κανονισμούς (IEC) και συνεπώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους μαθητές σαν πρότυπα σχέδια για οποιαδήποτε άλλη εγκατάσταση, μέσης ή χαμηλής τάσης.

Σημειώνουμε ότι τα σχέδια αυτά - αν εξαιρέσουμε τις ελληνικές λέξεις που υπάρχουν στο υπόμνημα - μπορούν να διαβαστούν από οποιοδήποτε ηλεκτρολόγο σε οποιαδήποτε χώρα του κόσμου αρκεί να γνωρίζει τους κανόνες ανάγνωσης του ηλεκτρολογικού σχεδίου.

Γνωρίζουμε ότι η πρώτη ανάγνωση των σχεδίων αυτών από το μαθητή δεν είναι εύκολη διότι περιέχουν πολλές νέες έννοιες, κωδικοποιημένες πληροφορίες ενώ, ταυτόχρονα, απαιτούν μια βαθιά γνώση του ηλεκτρολογικού υλικού.

Για λόγους πρακτικούς, όλα τα ηλεκτρολογικά σχέδια έχουν μέγεθος A4 και αποτελούν ένα ενιαίο τόμο. Κάθε φύλλο του τόμου χαρακτηρίζεται από τον αριθμό φύλλου. Ο αριθμός φύλλου είναι καθοριστικός στη σύνδεση των λειτουργικών σχεδίων μεταξύ τους για να μπορέσουμε να παρακολουθήσουμε τη λειτουργία της εγκατάστασης.

Κριτήρια στην επιλογή των σχεδίων του παρόντος παραρτήματος ήταν :

- **Να αποτελούν ένα ενιαίο φυσικό και λειτουργικό σύνολο όπως είναι η κυψέλη άφιξης του πίνακα 20 kV.**
- **Να περιέχουν ηλεκτρολογικά υλικά που έχει γνωρίσει ο μαθητής (διακόπτες ισχύος, μετασχηματιστές μέτρησης κ.ά) στο παρόν μάθημα αλλά και σε άλλα μαθήματα (Αυτοματισμοί, Ηλεκτρικές Μηχανές, Ε.Η.Ε).**
- **Να δείχνουν πώς αυτά τα υλικά συνδέονται μεταξύ τους για να εκτελέσουν μια σειρά από λειτουργίες (μανδαλώσεις, επιτήρηση κλπ) που συναντάμε σε κάθε σύγχρονη ηλεκτρική εγκατάσταση.**

Τα σχέδια του υποσταθμού, μελετώνται και σχεδιάζονται από έμπειρους μηχανικούς του τμήματος μελετών της εταιρείας που αναλαμβάνει να προμηθεύσει τον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό του αεροδρομίου. Τα σχέδια αυτά αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του πίνακα των 20 kV, και συμμετέχουν σε όλες τις φάσεις του έργου όπως αναλύονται παρακάτω:

- **Φάση I, Συναρμολόγηση του πίνακα 20 kV.**

Με βάση τους καταλόγους υλικών συγκεντρώνονται τα υλικά της κάθε κυψέλης. Τα μεταλλικά μέρη (πλαίσια, πόρτες κλπ) των προκατασκευασμένων κυψελών συναρμολογούνται και βιδώνονται. Κατόπιν τοποθετείται ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός κάθε κυψέλης. Όλα τα υλικά σηματοδοτούνται με κωδικούς προσδιορισμού (-F1, -T51, -X1, -Q0) όπως ακριβώς αναφέρονται στους καταλόγους υλικών. Αυτό γίνεται με μικρά κίτρινα αυτοκόλλητα χαρτάκια -στα οποία αναγράφεται ο κωδικός προσδιορισμού του υλικού- τα οποία κολλιούνται πάνω ή δίπλα στο υλικό. Στη συνέχεια, με βάση τα λειτουργικά σχέδια, γίνονται οι συρματώσεις μεταξύ των υλικών (διακόπτης ισχύος, μετασχηματιστές μέτρησης, όργανα μέτρησης, ηλεκτρονόμους προστασίας, κλεμμοσειρές κλπ) της κάθε κυψέλης.

- **Φάση II, Εγκατάσταση του πίνακα 20 kV στο χώρο του υποσταθμού**

Τα σχέδια χρησιμοποιούνται από τους εγκαταστάτες ηλεκτρολόγους του συνεργείου του Εργολάβου που έχει αναλάβει την κατασκευή του αεροδρομίου. Οι κυψέλες μεταφέρονται στο χώρο του υποσταθμού, και οι ηλεκτρολόγοι βιδώνουν τις κυψέλες μεταξύ τους ώστε να αποτελέσουν τον πίνακα 20 kV. Κατόπιν, με βάση τα λειτουργικά σχέδια, συρματώνουν τις κυψέλες μεταξύ τους αλλά και με τη βοηθητική πηγή τά-

σης του υποσταθμού, δηλαδή τα 220 VAC από το σύστημα αδιάλειπτης λειτουργίας (UPS).

- **Φάση III, Ελεγχος - δοκιμές του πίνακα 20 kV πριν τεθεί σε λειτουργία.**

Με βάση τα σχέδια, εξειδικευμένο συνεργείο ελέγχει τα όργανα μέτρησης και προστασίας (ηλεκτρονόμους) του πίνακα 20 kV. Οι διακόπτες ισχύος υφίστανται επανειλημμένες δοκιμές λειτουργίας (ON-OFF) και ταυτόχρονα ελέγχονται όλες οι λειτουργίες όπως ενδείξεις, αλληλοδεσμεύσεις. Σε όλη τη διάρκεια των δοκιμών ο πίνακας είναι εκτός τάσης. Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση των δοκιμών και σε συνεννόηση με τη ΔΕΗ, ο πίνακας 20 kV τίθεται υπό τάση.

Κατά τη διάρκεια των τριών παραπάνω φάσεων έχουν γίνει αλλαγές- διορθώσεις που αναγράφονται πάνω στα σχέδια. Οι διορθώσεις αυτές μεταφέρονται στα αρχικά σχέδια και προκύπτει ο τελικός φάκελος των σχεδίων όπως αυτά κατασκευάστηκαν (As Build).

- **Φάση IV, Συντήρηση του πίνακα 20 kV.**

Ο τόμος με τα διορθωμένα σχέδια παραδίδεται στο τμήμα συντήρησης του αεροδρομίου. Τα σχέδια αυτά θα χρησιμοποιηθούν από τον ηλεκτρολόγο συντηρητή καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας του αεροδρομίου. Επίσης, θα αποτελέσουν σημείο αναφοράς για οποιαδήποτε μελλοντική τροποποίηση ή επέκταση των εγκαταστάσεων του αεροδρομίου.

Για το σχολιασμό των σχεδίων έχουν προστεθεί σε αυτά κίτρινοι κύκλοι που αριθμούνται με τους αριθμούς 1,2 κλπ. Για κάθε αριθμό υπάρχει το αντίστοιχο σχόλιο που το διαβάζετε στη διπλανή από το σχέδιο σελίδα.

Σχόλια Φύλλου 10

Στο φύλλο αυτό βλέπουμε το μονογραμμικό σχέδιο του πίνακα των 20 kV.

Το μονογραμμικό σχέδιο είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να αντιστοιχεί σε κάθε γραμμή του μια κυψέλη του πίνακα των 20 kV. Κάτω από κάθε γραμμή υπάρχει ένας κατάλογος με τα κύρια υλικά που αναφέρονται στο μονογραμμικό και συνεπώς στα υλικά που υπάρχουν στην κυψέλη.

Ο πίνακας μέσης τάσης αποτελείται από τρεις (3) κυψέλες, μία κυψέλη άφιξης από τη ΔΕΗ, και δύο κυψέλες προστασίας (αναχώρησης) των ΜΣ.

1. Γύρω από το χαρτί υπάρχει ένα διπλό πλαίσιο που περιέχει τον κάρναβο του σχεδίου. Ο οριζόντιος κάρναβος αποτελείται από τα γράμματα **A,B,C,D,E,F** και ο κάθετος κάρναβος από τους αριθμούς **1,2,3,4,5,6,7,8**. Έτσι μπορούμε να αναφερθούμε σε οποιαδήποτε περιοχή του σχεδίου χρησιμοποιώντας τα γράμματα/αριθμούς του καννάβου.

2. Κάτω δεξιά υπάρχει ο αριθμός του φύλλου, δηλαδή 10 και ο αριθμός του επόμενου φύλλου, δηλαδή 20. Βλέπουμε ότι δεν υπάρχει μια συνέχεια στην αρίθμηση των φύλλων και ο λόγος είναι για να μπορούμε (αν χρειαστεί) να παρεμβάλλουμε νέα φύλλα.

3. Πάνω από τις μπάρες του πίνακα αναγράφονται με τη σειρά:

- η ονομαστική τάση $U_n = 24 \text{ kV}$
- το ονομαστικό ρεύμα $I_n = 1250 \text{ A}$
- η αντοχή σε βραχυκύκλωμα διάρκειας 1 s, $I_k = 25 \text{ kA}$ τιμή RMS και τιμή κορυφής $I_p = 50 \text{ kA}$.

4. Σε όλες τις κυψέλες προβλέπεται συρόμενος διακόπτης ισχύος (Δ.Ι.) SF₆. Σε παρόμοιους υποσταθμούς με παρόμοια ισχύ Μ/Σ συναντάμε αποζεύκτες φορτίου αντί των Δ.Ι. που είναι πολύ πιο οικονομική λύση. Στο αεροδρόμιο όμως για λόγους αυξημένης αξιοπιστίας, σε όλες τις κυψέλες χρησιμοποιούνται διακόπτες ισχύος.

Έτσι υπάρχει η δυνατότητα τηλεχειρισμού όλου του υποσταθμού από ένα κεντρικό σημείο ελέγχου και η δυνατότητα άμεσης αντί-κατάστασης του Δ.Ι.

5. Στην κυψέλη άφιξης υπάρχει χωρητικός καταμεριστής τάσης που τροφοδοτεί τις ενδεικτικές λυχνίες. Έτσι μπορούμε να βλέπουμε αν υπάρχει τάση στο καλώδιο της ΔΕΗ.

6. Για τη μέτρηση της τάσης στο καλώδιο της ΔΕΗ υπάρχουν τρεις Μ/Σ τάσης με λόγο 15-20/0,1 kV.

Οι Μ/Σ τάσης έχουν λόγο 15-20 kV, διότι σε πολλά νησιά η μέση τάση της ΔΕΗ είναι ακόμη 15 kV. Έτσι όλο το υλικό του υποσταθμού (Μ/Σ ισχύος, Μ/Σ μέτρησης κ.ά) εργάζεται στα 15 kV. Όταν στο μέλλον, η τάση του δικτύου Μ.Τ. ευθυγραμμισθεί με την τυποποιημένη τάση των 20 kV, το υπάρχον υλικό με μικρές μετατροπές μπορεί να λειτουργήσει και στα 20 kV.

7. Στις δύο κυψέλες προστασίας των Μ/Σ ισχύος υπάρχουν τρεις Μ/Σ έντασης (**-T11, -T12, -T13**) με λόγο **50/5/5A**, δηλαδή έχουν δύο δευτερεύοντα τυλίγματα.

8. Το ένα δευτερεύον τυλίγμα χρησιμοποιείται για μέτρηση και τροφοδοτεί τα Α-μετρα.

9. Το άλλο τυλίγμα χρησιμοποιείται για προστασία και τροφοδοτεί τον Ηλεκτρονόμο προστασίας. Ο Η/Ν προστασίας περιλαμβάνει στοιχείο υπερέντασης (ένα για κάθε φάση) και στοιχείο διαρροής ρεύματος προς τη γη. Όταν το ρεύμα ξεπεράσει το όριο στο οποίο έχει ρυθμισθεί δίνει εντολή απόζευξης του **-Q00**.

10. Στις δύο κυψέλες προστασίας των Μ/Σ υπάρχει γειωτής στην πλευρά του καλωδίου. Χρησιμοποιείται για τη γείωση των στατικών φορτίων στη πλευρά των 20 kV του Μ/Σ πριν από την εργασία συντήρησης στο Μ/Σ.

Σχόλια Φύλλου 20

Στο φύλλο αυτό βλέπουμε τη μπροστινή όψη του πίνακα 20 kV. Ευκολα διακρίνουμε από αριστερά προς τα δεξιά την κυψέλη άφιξης απο ΔΕΗ και τις δύο κυψέλες προστασίας των Μ/Σ.

Οι κυψέλες είναι μεταλλικά διαμερισματοποιημένες δηλαδή χωρίζονται σε ανεξάρτητα διαμερίσματα από χαλυβδοελάσματα.

Στο πάνω μπροστινό μέρος κάθε κυψέλης υπάρχει το *διαμέρισμα χαμηλής τάσης* που είναι τελείως απομονωμένο από την υπόλοιπη κυψέλη. Ακριβώς από πίσω βρίσκεται το *διαμέρισμα των ζυγών* 20 kV. Στο κάτω μέρος κάθε κυψέλης είναι το διαμέρισμα των καλωδίων.

Στο μεσαίο διαμέρισμα κάθε κυψέλης βρίσκεται ο συρόμενος Δ.Ι. Σημειώνουμε ότι όλοι οι Δ.Ι. που υπάρχουν στον πίνακα είναι ακριβώς ίδιοι. Ετσι σε περίπτωση βλάβης σε οποιοδήποτε Δ.Ι., αυτός αντικαθίσταται αμέσως από τον εφεδρικό Δ.Ι. που προβλέπεται στον υποσταθμό.

1. Μιμικό διάγραμμα στο οποίο έχει σχεδιασθεί το μονογραμμικό διάγραμμα της κάθε κυψέλης.

2. Παράθυρο που μας επιτρέπει να δούμε στο εσωτερικό της κυψέλης τη θέση του φορίου του Δ.Ι. και του γειωτή.

3. Στην κυψέλη άφιξης υπάρχουν οι ενδεικτικές λυχνίες που μας επιτρέπουν να βλέπουμε αν υπάρχει τάση στο καλώδιο της ΔΕΗ. Οι ενδεικτικές λυχνίες τροφοδοτούνται από τους χωρητικούς καταμεριστές τάσης.

4. Η απλή ένδειξη της ύπαρξης τάσης στο καλώδιο της ΔΕΗ δε μας αρκεί. Ετσι το V-μετρο (4α) μας δείχνει την ακριβή τάση στο καλώδιο. Το V-μετρο τροφοδοτείται από τα δευτερεύοντα των τριών μονοπολικών Μ/Σ τάσης που υπάρχουν στο κάτω μέρος της κυψέλης. Για να βλέπουμε στο ίδιο V-μετρο την τιμή της τάσης σε κάθε μία από τις τρεις φάσεις, υπάρχει ο περιστροφικός μεταγωγικός διακόπτης (4β) τεσσάρων θέσεων.

- στη θέση 0 το V-μετρο δείχνει 0, δηλαδή απομονώνεται από τους Μ/Σ τάσης
- στη θέση L1-L2 το V-μετρο δείχνει την τάση μεταξύ των φάσεων L1 και L2
- στη θέση L2-L3 το V-μετρο δείχνει την τάση μεταξύ των φάσεων L2 και L3
- στη θέση L3-L1 το V-μετρο δείχνει την τάση μεταξύ των φάσεων L3 και L1

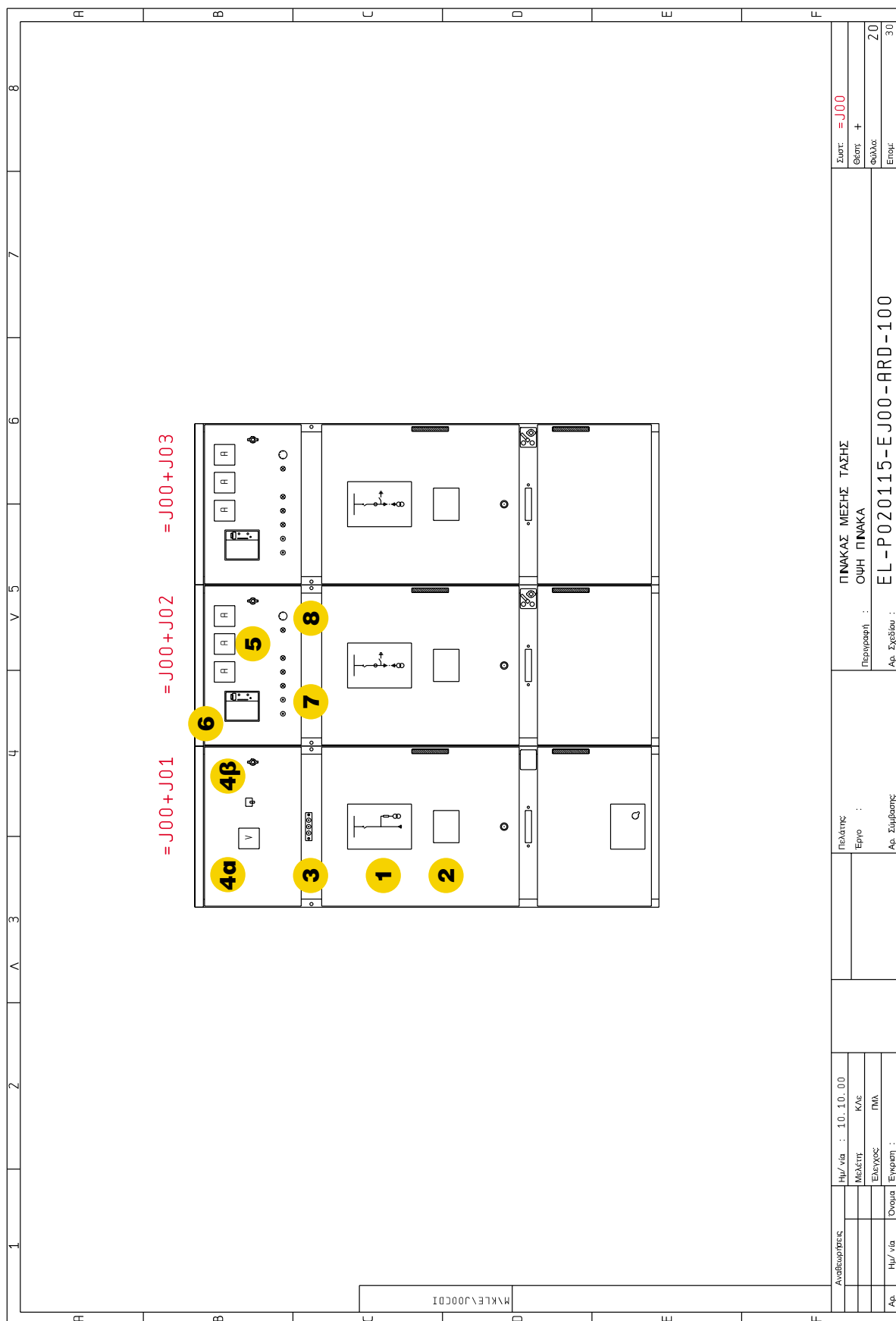
5. Στις κυψέλες προστασίας των Μ/Σ υπάρχουν από τρία Α-μετρα που μας δείχνουν το ρεύμα σε κάθε φάση στην πλευρά Μ.Τ. του Μ/Σ ισχύος. Τα τρία Α-μετρα τροφοδοτούνται από τα τυλίγματα μέτρησης των αντίστοιχων Μ/Σ έντασης που υπάρχουν στο κάτω μέρος της κυψέλης. Τα τρία Α-μετρα, από αριστερά προς τα δεξιά, μετράνε αντίστοιχα τις φάσεις L1, L2, L3.

Στους ηλεκτρικούς πίνακες αλλά και στα ηλεκτρολογικά υλικά ισχύει ο κανόνας ότι κοιτώντας προς τον πίνακα ή το υλικό η σειρά των φάσεων L1, L2, L3 είναι πάντα από αριστερά προς τα δεξιά ή από έξω προς τα μέσα

6. Στις κυψέλες προστασίας των Μ/Σ υπάρχει ο Η/Ν προστασίας που προστατεύει τον Μ/Σ από υπερφόρτιση και βραχυκύκλωμα. Ο Η/Ν προστασίας τροφοδοτείται από τα τυλίγματα προστασίας των τριών Μ/Σ έντασης που υπάρχουν στο κάτω μέρος της κυψέλης.

7. Σε κάθε κυψέλη υπάρχουν μια σειρά από ενδεικτικές λυχνίες που μας δείχνουν τη θέση του διακόπτη ισχύος (ΑΝΟΙΚΤΟΣ-ΚΛΕΙΣΤΟΣ) και τις πιθανές βλάβες στα κυκλώματα της κυψέλης (π.χ ο Δ.Ι. δεν είναι διαθέσιμος)

8. Σε κάθε κυψέλη υπάρχουν τουλάχιστον δύο διακόπτες κομβίου (μπουτόν) που μας επιτρέπουν να κλείσουμε και να ανοίξουμε το Δ.Ι. ηλεκτρικά μέσω των αντίστοιχων πηνίων.



Σχόλια Φύλλου 30

Στο φύλλο αυτό βλέπουμε το πάνω μέρος της κυψέλης άφιξης. Πιο αναλυτικά βλέπουμε:

- ένα μέρος των κύριων ζυγών 20 kV (1α)
- τις κύριες επαφές του διακόπτη ισχύος (Δ-I) (3α)
- τα βοηθητικά μέρη του Δ.Ι., δηλαδή
 - τις βοηθητικές επαφές (3β),
 - τον κινητήρα όπλισης του ελατηρίου ζεύξης (4),
 - το πηνίο ζεύξης (5) και το πηνίο απόζευξης (6),
 - τις επαφές των τερματικών διακοπών του φορείου (7).

1α. Οι οριζόντιοι ζυγοί συνεχίζονται στο φύλλο 60 στήλη 2 (/60.2), δηλαδή μετά το χαρακτήρα / ακολουθεί ο αριθμός του φύλλου (60) και μετά την τελεία ο αριθμός της στήλης. Θυμίζουμε ότι κάθε φύλλο είναι χωρισμένο σε βοηθητικό κάναβο που αποτελείται από έξι οριζόντια και οκτώ κάθετα τμήματα. Έτσι η αναζήτηση σε ένα φύλλο, γίνεται πολύ πιο εύκολη και γρήγορη.

1β. Οι κάθετοι ζυγοί συνεχίζονται στο φύλλο 31 στήλη 2 (/31.2). (Πηγαίνετε στο φύλλο 31 να το επιβεβαιώσετε)

2α. Στη κάτω δεξιά γωνία του υπομνήματος κάθε φύλλου βλέπουμε το σύστημα (=J00) και τη θέση (+J01). Στην ενότητα 1.7.5 αναφερθήκαμε στη χρησιμότητα των δύο αυτών κωδικών. Ο ηλεκτρολόγος που διαβάζει το σχέδιο, με μια ματιά ξέρει ότι βρίσκεται στον πίνακα 20 kV (=J00) και στην κυψέλη άφιξης (+J01).

2β. Στο πλαίσιο *Περιγραφή* στο υπόμνημα του σχεδίου διαβάζουμε ΚΥΨΕΛΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΔΕΗ, ΚΥΚΛΩΜΑ ΙΣΧΥΟΣ. Δηλαδή επιβεβαιώνεται ότι βρισκόμαστε στη κυψέλη άφιξης και ότι βλέπουμε το κύριο κύκλωμα των 20 kV.

3α. Αριστερά από το σύμβολο του διακόπτη ισχύος (-Q01) υπάρχουν τα βασικά του ηλεκτρικά χαρακτηριστικά, δηλαδή ονομαστική τάση (24 kV), ονομαστική ένταση (630 A) και ονομαστικό ρεύμα διακοπής (16 kA).

3β. Στο πλαίσιο με διακεκομμένη γραμμή, βλέπουμε τις βοηθητικές επα-

φές του διακόπτη ισχύος -Q01. Ο διακόπτης είναι εξοπλισμένος με εννέα (9) βοηθητικές επαφές (4 ανοικτές και 5 κλειστές) που με τη βοήθεια πολύμπριζου καταλήγουν στην κλεμμοσειρά -X1. Οι επαφές αυτές χρησιμοποιούνται στα βοηθητικά κυκλώματα του υποσταθμού. Δίπλα σε κάθε επαφή φαίνεται το φύλλο που θα πρέπει να την αναζητήσουμε. Για παράδειγμα οι επαφές Q/2 και Q/3 θα πρέπει να τις αναζητήσουμε στο φύλλο 37.2. Προσέξτε ότι, οι επαφές Q/10, Q/11 και Q/12 είναι εφεδρικές, δηλαδή δεν χρησιμοποιούνται πουθενά και απλά καταλήγουν στην κλεμμοσειρά -X1

4. Ο κινητήρας τάνυσης (κουρδίσματος) του ελατηρίου ζεύξης αποτελεί βασικό εξάρτημα του διακόπτη ισχύος. Σε σειρά με το τύλιγμα του κινητήρα τάνυσης υπάρχει μια τερματική κλειστή επαφή (1-2) που διακόπτει αυτόματα το κύκλωμα του κινητήρα, όταν το ελατήριο ζεύξης τανυσθεί πλήρως. Το κύκλωμα του κινητήρα καταλήγει στις κλέμμες 25,26 της κλεμμοσειράς -X1.

5. Το πηνίο ζεύξης YC του ΔΙ καταλήγει στις κλέμμες 4, 14 της κλεμμοσειράς -X1. Για να κλείσει ο διακόπτη ισχύος πρέπει στις κλέμμες αυτές να εμφανιστεί τάση ίση με την ονομαστική τάση του πηνίου, δηλαδή 220 VAC (βλέπε κατάλογο υλικών φύλλο 101) . Για να δούμε πως γίνεται η εντολή ζεύξης πρέπει να πάμε στο **φύλλο 35.7**

6. Το πηνίο απόζευξης Y01 του ΔΙ καταλήγει στις κλέμμες 30,31 της κλεμμοσειράς -X1. Για να ανοίξει ο διακόπτη ισχύος πρέπει στις κλέμμες αυτές να εμφανιστεί τάση ίση με την ονομαστική τάση του πηνίου, δηλαδή 110 VDC (βλέπε κατάλογο υλικών φύλλο 101). Για να δούμε πως γίνεται η εντολή απόζευξης πρέπει να πάμε στο **φύλλο 35.4**. Προσέξτε ότι σε σειρά με το πηνίο Y01 υπάρχει μια ανοικτή βοηθητική επαφή (1-2) του -Q01. Ο λόγος είναι ότι δεν επιτρέπεται να μένει το πηνίο ζεύξης συνεχώς υπό τάση διότι θα καταστραφεί το τύλιγμα του. Η επαφή 1-2 είναι κλειστή όταν ο διακόπτης -Q01 είναι κλειστός και συνεπώς η εντολή απόζευξης θα τη βρεί κλειστή.

Σχόλια Φύλλου 31

Στο φύλλο αυτό βλέπουμε το κάτω μέρος της κυψέλης άφιξης. Πιο αναλυτικά βλέπουμε:

- ένα μέρος των κατακόρυφων ζυγών (μπαρών) 20 kV
- τους χωρητικούς καταμεριστές τάσης (2)
- τις ενδεικτικές λυχνίες (3).

1α. Οι κάθετες μπάρες συνεχίζονται προς τα πάνω στο **φύλλο 30.3** (Πηγαίνετε στο φύλλο 30 να το επιβεβαιώσετε)

1α. Οι κάθετες μπάρες συνεχίζονται προς τα κάτω στο **φύλλο 32.3** (Πηγαίνετε στο φύλλο 32 να το επιβεβαιώσετε)

2. Όπως έχουμε αναφέρει στην ενότητα 1.7.2, για να μπορούμε να

βλέπουμε αν υπάρχει τάση στους ζυγούς των 20 kV, χρησιμοποιούμε ειδικούς μονωτήρες με χωρητικούς καταμεριστές τάσης. Στο εσωτερικό κάθε μονωτήρα υπάρχει ο πυκνωτής ζεύξης με την τάση των 20 kV (**-C11**, **-C12**, **-C13**).

3. Για να λειτουργήσει ο χωρητικός καταμεριστής τάσης, απαιτείται και ένας δεύτερος πυκνωτής (Εικόνα 1.7.2β), παράλληλα στον οποίο συνδέεται μια λυχνία αίγλης. Για τις τρεις φάσεις απαιτούνται τρεις πυκνωτές χαμηλής τάσης και τρεις ενδεικτικές λυχνίες αίγλης, που περιέχονται σε μια συσκευή με τον κωδικό προσδιορισμού **-H1**. Η συσκευή H1 τοποθετείται στη μπροστινή όψη της κυψέλης και όταν και οι τρεις λυχνίες είναι αναμμένες σημαίνει ότι υπάρχει τάση.

Σχόλια Φύλλου 32.

Στο φύλλο αυτό βλέπουμε το κάτω μέρος της κυψέλης άφιξης (διαμέρισμα καλωδίων) και το σύστημα μέτρησης των 20 kV. Πιο αναλυτικά βλέπουμε:

- ένα μέρος των κατακόρυφων ζυγών (μπαρών) 20 kV
- τους τρεις μονοπολικούς μετασχηματιστές τάσης (2)
- τις κλέμμες δοκιμών (3).
- τον αυτόματο διακόπτη προστασίας των δευτερεόντων τυλιγμάτων (4)
- το μεταγωγικό διακόπτη και το V-μετρο.

1α. Οι κάθετοι ζυγοί συνεχίζονται προς τα πάνω στο **φύλλο 31.3** (Πηγάζετε στο φύλλο 31 να το επιβεβαιώσετε)

2. Οι τρεις μονοπολικοί μετασχηματιστές τάσης (**-T51, -T52, -T53**) μετράνε την τάση στο καλώδιο άφιξης. Το πρωτεύον τυλίγμα ασφαλίζεται με ασφάλειες σκόνης υψηλής ικανότητας διακοπής HRC (**-F01, -F02, -F03**). Στο δευτερεύον τυλίγμά τους υπάρχει μια μεσαία λήψη ώστε να αλλάξουμε το λόγο τους, όταν η μέση τάση από 15 kV γίνει 20 kV.

Έτσι οι μετασχηματιστές χαρακτηρίζονται με τον λόγο

$$\frac{15000-20000}{V\sqrt{3}} / \frac{100}{V\sqrt{3}}$$

Θυμίζουμε ότι ο παρανομαστής $V\sqrt{3}$ μετατρέπει την πολική τάση σε φασική τάση. Παρόλο που δεν υπάρχει ουδέτερος στα δίκτυα των 20 kV, οι τρεις ακροδέκτες **N** των πρωτεύοντων τυλιγμάτων δημιουργούν ένα τεχνητό ουδέτερο που γειώνεται.

3. Τα δευτερεύοντα τυλίγματα των M/Σ τάσης καταλήγουν σε ειδικές κλέμμες στην κλεμμοσειρά **-X0** που μας επιτρέπουν να απομονώνουμε τους M/Σ για να ελέγχουμε την ακρίβεια τους.

4. Τα δευτερεύοντα τυλίγματα των M/Σ τάσης ασφαλίζονται με ένα τριπολικό αυτόματο διακόπτη (**-F10**), ονομαστικού ρεύματος 4A. Ο διακόπτης είναι εφοδιασμένος με μία ανοικτή (**13-14**) και μια κλειστή επαφή (**21-22**). Η ανοικτή επαφή χρησιμοποιείται για σήμανση όπως μπορούμε να δούμε στο **Φύλλο 38.7**. Η κλειστή επαφή χρησιμοποιείται για συναγερμό όπως μπορούμε να δούμε στο **Φύλλο 37.8**.

5. Αντί να χρησιμοποιήσουμε τρία V-μετρα, ένα για κάθε M/Σ μέτρησης, χρησιμοποιούμε ένα V-μετρο (**-P24**) σε συνδυασμό με το μεταγωγικό διακόπτη (**-S24**) 4 θέσεων. Οι θέσεις που παίρνει ο μεταγωγικός διακόπτης είναι **OFF, L1L2, L2L3, L3L1**, δηλαδή μετρά, την τάση μεταξύ δύο οποιονδήποτε φάσεων (πολική τάση).

Σχόλια Φύλλου 33

Για να μπορέσουμε να αναλύσουμε το φύλλο 33 πρέπει να εξηγήσουμε τις παρακάτω έννοιες:

Βοηθητική τάση

Για να μπορέσουν να λειτουργήσουν τα βοηθητικά κυκλώματα του πίνακα των 20 kV αλλά και όλου του υποσταθμού γενικότερα (π.χ τάνυση ελαττηρίων Δ.Ι., ενδεικτικές λυχνίες, εντολές ζεύξης-απόξευξης κ.ά.) απαιτείται μια *βοηθητική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας*. Η βοηθητική πηγή πρέπει να είναι ανεξάρτητη από την παροχή των 20 kV, δηλαδή υπάρχει ακόμα και όταν χαθεί η παροχή των 20 kV, για να μπορούμε να κάνουμε τους χειρισμούς ακόμα και όταν υπάρχει διακοπή από τη ΔΕΗ.

Τις περισσότερες φορές, η βοηθητική πηγή είναι ένα σύστημα φορτιστή - συστοιχίας συσσωρευτών, που παράγει μια συνεχή τάση που η ονομαστική της τιμή συνήθως είναι 24, 48, 110 ή 220 VDC.

Στην περίπτωση του υποσταθμού του αεροδρομίου, επειδή προβλέπεται σύστημα αδιάλειπτης λειτουργίας (UPS) σε συνδυασμό με ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος, η βοηθητική τάση επιλέγεται 220 VAC. Αυτό βέβαια συνεπάγεται ότι και τα αντίστοιχα υλικά του υποσταθμού έχουν την ίδια ονομαστική τάση λειτουργίας π.χ όλοι οι κινητήρες τάσης των ελαττηρίων των Δ.Ι. είναι ονομαστικής τάσης 220 VAC.

Κατηγορίες βοηθητικών κυκλωμάτων

Για λόγους ασφαλείας τα βοηθητικά κυκλώματα κάθε κυψέλης χωρίζονται στις παρακάτω τρεις κατηγορίες:

- κύκλωμα όπλισης του Δ.Ι. (**22L, 22N**)
- κύκλωμα ελέγχου-προστασίας του Δ.Ι. (**23L, 23N**)
- κύκλωμα ενδείξεων (**25L, 25N**)

Κάθε κύκλωμα προστατεύεται με ανεξάρτητο μικροαυτόματο διακόπτη (**-F22, -F23, -F25**). Έτσι σε περίπτωση σφάλματος σε ένα κύκλωμα π.χ βραχυκύκλωμα σε μια ενδεικτική λυχνία τα υπόλοιπα κυκλώματα παραμένουν σε λειτουργία.

Θέρμανση χώρου καλωδίων 20 kV

Τους χειμερινούς μήνες, υπάρχει κίνδυνος δημιουργίας συμπυκνωμάτων (υγροποίηση της υγρασίας του αέρα) στο εσωτερικό των κυψελών και ειδικότερα στο κάτω μέρος τους, που συνδέονται τα καλώδια και που επικοινωνεί με τον εξωτερικό αέρα. Για να αποφύγουμε τη δημιουργία συμπυκνωμάτων, θερμαίνουμε τον αέρα στο εσωτερικό της με τη βοήθεια της ηλεκτρικής αντίστασης **-E40** (5γ).

Ερχόμαστε τώρα στην ανάλυση του φύλλου 33.

- 1.** Η βοηθητική τάση των 220 VAC, κατ'αρχάς συνδέεται στις κλέμμες **1** και **3** της κλεμμοσειράς **-X2** της κυψέλης **+J01**. Από εκεί με καλώδια γεφυρώνεται στις αντίστοιχες κλέμμες της κυψέλης **+J02** (1β) κ.ο.κ.
- 2.** Η βοηθητική τάση των 220 VAC για τη θέρμανση, κατ'αρχάς συνδέεται στις κλέμμες **5** και **7** της κλεμμοσειράς **-X2** της κυψέλης **+J01**.
- 3.** Στην αρχή κάθε κυκλώματος προτάσσεται για λόγους προστασίας ένας μικροαυτόματος διακόπτης. Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται για τη συμμάτωση της κυψέλης είναι διατομής 1,50 mm² και συνεπώς επιλέγονται μικροαυτόματοι με $I_n = 6 \text{ A}$.
- 4.** Οι βοηθητικές τάσεις χαρακτηρίζονται με κωδικούς με τους οποίους θα τις συναντάμε στα επόμενα λειτουργικά σχέδια. Για παράδειγμα, βοηθητική τάση για τον οπλισμό του Δ.Ι., χαρακτηρίζεται με τους κωδικούς **22L** η φάση και **22N** ο ουδέτερος.
- 5.** Η αντίσταση θέρμανσης **-E40** βρίσκεται στο χώρο των καλωδίων και ελέγχεται από το θερμοστάτη χώρου **-S40**. Ο θερμοστάτης **-S40** είναι ρυθμιζόμενος ώστε η αντίσταση θέρμανσης να λειτουργεί μόνο όταν η θερμοκρασία στο χώρο των καλωδίων κατέβει κάτω από κάποιο όριο π.χ 10 °C. Παράλληλα με την αντίσταση **-E40**, υπάρχει η ενδεικτική λυχνία **-H40**, που βρίσκεται στην εξωτερική όψη του πίνακα, και μας δείχνει αν η αντίσταση θέρμανσης είναι σε λειτουργία.

