



ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

Σχολή: **Τεχνολογικών Εφαρμογών**

Τμήμα: **Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε.**

(πρώην Τμήμα Τεχνολογίας Πληροφορικής και
Τηλεπικοινωνιών)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Συντήρηση δικτύου και αποκατάσταση βλαβών: θεωρία και
πράξη**

Φοιτητής: **ΧΑΡΟΚΟΠΟΣ ΜΙΧΑΗΛ**

A.M. 11779

Επιβλέπων: Καθηγητής **ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

Άρτα, Οκτώβριος 2014

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω όλους τους τεχνικούς και τα στελέχη του ΟΤΕ με τα οποία συνεργάστηκα κατά την πρακτική μου άσκηση. Η αγάπη τους για τη δουλειά τους ήταν παραπάνω από εμφανής και η διάθεση να μεταδώσουν τη γνώση τους σε έναν ασκούμενο με μηδενική προηγούμενη επαφή με τις πρακτικές πλευρές του αντικειμένου ήταν ανιδιοτελής και με πλήρη διάθεση συνεργασίας.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι σύγχρονες τηλεπικοινωνίες είναι ένα πολύπλοκο σύστημα που στόχο έχει να παρέχει ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών στον τελικό χρήστη. Οι υπηρεσίες που προσφέρονται ενσύρματα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα τα καθιστούν ένα από τα κυριότερα μέσα μετάδοσης πληροφορίας στη σύγχρονη εποχή. Οι υπηρεσίες αυτές ξεκινούν από τη γνωστή κλασσική τηλεφωνία, η οποία υπάρχει με παρόμοια βασική μορφή εδώ και τουλάχιστον 5 δεκαετίες, και καταλήγουν στην παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών δεδομένων, με διαρκώς αυξανόμενες ταχύτητες μετάδοσης, οι οποίες μέχρι πριν από λίγα μόλις χρόνια φάνταζαν εξωπραγματικές. Οι υπηρεσίες αυτές αναπτύσσονται πάνω σε μια πλειάδα διαφορετικών μέσων, τα οποία αποτελούν μια πολύτιμη υποδομή τόσο για τις εταιρείες που την διαχειρίζονται όσο και γενικότερα για την κάθε χώρα, καθώς οι δυνατότητες αυτής της υποδομής σχηματίζουν το έδαφος πάνω στο οποίο θα αναπτυχθούν οι υπηρεσίες και στο οποίο θα στηριχθούν και άλλοι τομείς της οικονομίας για τη δυναμική τους επέκταση και ανάπτυξη. Αυτές οι υποδομές έχουν διαμορφωθεί με δουλειά δεκαετιών και σήμερα πλέον αριθμού εκατομμύρια χιλιόμετρα τηλεφωνικών καλωδίων και οπτικών ινών, καλύπτοντας μεγάλο μέρος της επιφάνειας του πλανήτη μας.

Όλα αυτά τα μέσα μετάδοσης αποτελούν το **τηλεπικοινωνιακό δίκτυο**, το οποίο αναπτύσσεται ραγδαία τις τελευταίες δεκαετίες, με στόχο τόσο την πρόσβαση όλων και περισσότερων (πρακτικά όλων) των πολιτών στις προσφερόμενες υπηρεσίες όσο και την συνεχή αναβάθμιση του για να είναι δυνατή η υποστήριξη των σύγχρονων υπηρεσιών. Είναι προφανής δε η ανάγκη να διατηρείται το δίκτυο αυτό σε καλή κατάσταση και κυρίως να διασφαλίζεται η συνεχής και απρόσκοπτη λειτουργία όλων των τμημάτων του, καθώς οι βασικές υπηρεσίες που προσφέρονται θεωρούνται πλέον αναπόσπαστο τμήμα της οικονομικής και κοινωνικής ζωής. Τα τηλεπικοινωνιακά πρότυπα ορίζουν ως αποδεκτή μόνο μια ελάχιστη χρονική διάρκεια ανά έτος κατά την οποία το δίκτυο μπορεί να είναι εκτός λειτουργίας. Από την άλλη, αναπόφευκτα παράγοντες όπως ο χρόνος, τα φυσικά φαινόμενα αλλά και ο ανθρώπινος παράγοντας επιδρούν διαβρωτικά στο δίκτυο καλωδίωσης επηρεάζουν την ποιότητα της επικοινωνίας σε βαθμό που συχνά αυτή καθίσταται αδύνατη.

Η συντήρηση λοιπόν του δικτύου καθώς και η άμεση αποκατάσταση των βλαβών όπου αυτό είναι δυνατό είναι μια από τις σημαντικότερες λειτουργίες κάθε τηλεπικοινωνιακού φορέα, ενώ πλέον αυτή θεωρείται και κοινωνική ευθύνη. Για την άμεση αποκατάσταση των βλαβών και των προβλημάτων που αυτές επιφέρουν στην επικοινωνία, οι τηλεπικοινωνιακές εταιρίες που είναι υπεύθυνες για τη διαχείριση τέτοιων δικτύων έχουν δημιουργήσει τεχνικά τμήματα καλωδιακών βλαβών που επικεντρώνονται κυρίως, στην άμεση αποκατάσταση της καλωδίωσης και την λειτουργική επαναφορά του δικτύου. Η καταγραφή ενός σημαντικού μέρους τέτοιων βλαβών και των μεθόδων επίλυσης αποτελεί μια διαδικασία η οποία θα μπορούσε να αποτελέσει τη βάση για μια συνολική οργανωμένη καταχώρηση αυτών των προβλημάτων και ακολούθως την κωδικοποίηση τους.

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	i
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	iii
1. ΔΙΚΤΥΟ	3
1.1 Γενικά.....	3
1.2 Τεχνικές δικτύων	3
1.2.1.Δίκτυα μεταγωγής.....	3
1.2.2 Σύγκριση των μεθόδων μεταγωγής	4
1.2.3.Δίκτυα πολλαπλής πρόσβασης στο κανάλι διάδοσης	5
1.3Γεωγραφική διαίρεση των δικτύων	5
2. ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ.....	7
2.1 Εισαγωγή	7
2.2 Αστικό τηλεφωνικό δίκτυο με κύρια κέντρα και υπόκεντρα.....	8
2.3 Αστικά κομβικά κέντρα	9
2.4 Υπεραστικά κέντρα και δίκτυα.....	9
2.5 Σύνδεση υπεραστικών κέντρων	10
2.6 Αριθμοδότηση	11
3.ΜΕΣΟ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ.....	13
3.1 Γενικά.....	13
3.2 Χάλκινο καλώδιο	13
3.3 Απώλειες σήματος.....	14
3.4 Σύστημα μετάδοσης με οπτικές ίνες.....	15
3.5 Πλεονεκτήματα των επικοινωνιών με οπτικές ίνες	18
3.6 Χαρακτηριστικά μετάδοσης των οπτικών ινών.....	19
4.ΤΕΧΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΚΑΛΩΔΙΑΚΩΝ ΒΛΑΒΩΝ	20
5. ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	21
5.1 Γέφυρα Μέγгер.....	21
5.2 Διαδικασία μέτρησηςχρησιμοποιώντας γέφυρα μέγгер.....	22
5.3 Ηχόμετρο (Biccotest).....	27
6. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ.....	34
6.1 Σκούφιες (ακουστικά με μικρόφωνο)	34
6.2 Ανιχνευτής καλωδίων.....	36

7. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΝ.....	37
7.1 Αρίθμηση καλωδίων, δημιουργία ντορονιών.....	37
7.2 Πλέξιμο καλωδίου με μηχανή πλεξίματος.....	38
7.3 Διαδικασία κόλλησης θερμοσυστελλόμενης μούφας.....	44
7.4 Κόλληση Οπτικών Ινών.....	50
8. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΥΠΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ.....	53
8.1 Περιγραφή ημερησίου φόρτου εργασίας.....	53
8.2 Σχολιασμός της εμπειρίας.....	60
9. Επίλογος.....	62
Βιβλιογραφία.....	63

1. ΔΙΚΤΥΟ

Η έννοια του δικτύου είναι πολύ γενική και περιλαμβάνει όλες τις διατάξεις οι οποίες συνδέονται με κάποιο μέσο που επιτρέπει τη μετάδοση δεδομένων και πληροφορίας. Δεν είναι υπερβολή να πούμε ότι η εμφάνιση των δικτύων έχει αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο ζούμε και σκεπτόμαστε.

1.1 Γενικά

Ως δίκτυο τηλεπικοινωνιών ορίζεται κάθε σύστημα επικοινωνιών το οποίο διαθέτει [1]:

- A. πολύπλοκες τηλεπικοινωνιακές συσκευές που χρησιμοποιούνται από κοινού με όλους τους συνδρομητές του δικτύου.
- B. τηλεπικοινωνιακούς κόμβους
- C. φυσικά μέσα διάδοσης της πληροφορίας (γραμμές επικοινωνίας).

Ο ορισμός περιλαμβάνει και τις διατάξεις πρόσβασης στο δίκτυο (όπως τηλέφωνα, υπολογιστές κλπ.).

Βασική ιδιότητα του κάθε δικτύου είναι η παροχή ικανοποιητικής επικοινωνίας με τον ελάχιστο δυνατό αριθμό διασυνδέσεων των κόμβων του. Συνδεδεμένος στο δίκτυο, κάθε συνδρομητής μπορεί να διαμοιράζεται με άλλους συνδρομητές τηλεπικοινωνιακές συσκευές που δεν είναι ενδεχομένως σε θέση να διαθέτει μόνος του. Πολύ σημαντική είναι προφανώς η δυνατότητα του παρόχου να διατηρεί το δίκτυο σε καλή κατάσταση και να παρέχει τις υπηρεσίες του συνεχώς και απρόσκοπτα. Η ταχύτητα με την οποία τα δεδομένα κυκλοφορούν στο δίκτυο και μεταφέρουν πληροφορία στους χρήστες αποκτά μεγάλη σημασία, ειδικά με δεδομένο ότι όλο και περισσότεροι χρήστες αποκτούν πρόσβαση στις υπηρεσίες αυτές.

1.2 Τεχνικές δικτύων

Τα δίκτυα διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση των δεδομένων:

- Δίκτυα μεταγωγής
- Δίκτυα πολλαπλής πρόσβασης στο κανάλι διάδοσης

1.2.1. Δίκτυα μεταγωγής

Στα δίκτυα μεταγωγής, τα δεδομένα που διακινούνται στο δίκτυο μεταφέρονται στον προκαθορισμένο δέκτη μέσω ενδιάμεσων κόμβων. Η αποτελεσματική διακίνηση των δεδομένων διασφαλίζεται μέσα από αλληπάλληλους ελέγχους που συμβαίνουν σε κάθε κόμβο. Οι κόμβοι συνδέονται με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει εναλλακτικός δρόμος μεταξύ των τερματικών σημείων ενισχύοντας, έτσι, την αξιοπιστία του δικτύου.

Αναλυτικότερα, στα δίκτυα μεταγωγής χρησιμοποιούνται τρεις τεχνικές μετάδοσης δεδομένων [3, 4]:

- **Μεταγωγή κυκλώματος (Circuitswitching)**

Στη **μεταγωγή κυκλώματος** προσφέρεται στους συνδρομητές ένα και μόνο φυσικό κανάλι καθ' όλη τη διάρκεια της επικοινωνίας τους το οποίο καταργείται με τον τερματισμό της επικοινωνίας αυτής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της τεχνικής μεταγωγής κυκλώματος αποτελεί το τηλεφωνικό δίκτυο.

- **Μεταγωγή πακέτων (Packet switching)**

Στη **μεταγωγή πακέτων** τα δεδομένα που πρόκειται να μεταφερθούν τεμαχίζονται σε πακέτα ομοίου μήκους, ενώ δεν δημιουργείται κανάλι φυσικό κανάλι για τη συγκεκριμένη επικοινωνιακή διασύνδεση. Οι κόμβοι του δικτύου έχουν επεξεργαστική ικανότητα για την προώθηση των πακέτων και μπορούν να αποφασίσουν για τη διαδρομή που θα διανύσει το καθένα από αυτά, προκειμένου να φτάσει στον προορισμό του με τον πλέον αποτελεσματικό τρόπο. Φυσικά στο άλλο άκρο της σύνδεσης, τα πακέτα πρέπει να επανασυντεθούν, ώστε η αρχική πληροφορία να φθάσει στον τελικό χρήστη στη μορφή που είχε όταν εστάλη.

Ειδικότερα, για την προώθηση των πακέτων χρησιμοποιούνται δύο διαφορετικές μέθοδοι:

-α) τα αυτοδύναμα πακέτα (datagram):

Με τη μέθοδο datagram, κάθε πακέτο αντιμετωπίζεται από τους κόμβους του δικτύου σαν ένα ολοκληρωμένο μήνυμα. Τα πακέτα πληροφορίας ενώ έχουν τον ίδιο προορισμό δεν ακολουθούν απαραίτητα τον ίδιο δρόμο. Συνεπώς, υπάρχει πιθανότητα να φτάσουν με διαφορετική σειρά από αυτήν που στάλθηκαν αρχικά. Για τον λόγο αυτόν οι κόμβοι οφείλουν να διαθέτουν αρκετές πληροφορίες για τη δομή και την κατάσταση του δικτύου κάθε χρονική στιγμή. Κάθε κόμβος που παραλαμβάνει το πακέτο επιλέγει ποιος θα είναι ο επόμενος, έτσι ώστε το δίκτυο να λειτουργεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, ενώ διαθέτει επιπρόσθετα, κατάλληλη διάταξη που τοποθετεί τα πακέτα στην αρχική τους σειρά αν αυτός είναι ο τελικός αποδέκτης.

-β) τα εικονικά κυκλώματα (virtualcircuits).

Στη μέθοδο αυτή ο δρόμος που θα ακολουθήσουν τα πακέτα καθορίζεται μια φορά στην αρχή και παραμένει ο ίδιος μέχρι να διακοπεί η επικοινωνία των δύο συνδρομητών. Πριν αρχίσει η αποστολή των πακέτων αποκαθίσταται μία σταθερή νοητή σύνδεση μεταξύ των δύο συνδρομητών από όπου θα περάσουν στη συνέχεια όλα τα πακέτα του μηνύματος. Η εξασφάλιση της ύπαρξης ελεύθερου επικοινωνιακού διαδρόμου βασίζεται στην ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ των δύο συνδρομητών που επικοινωνούν. Πλεονέκτημα της τεχνικής αυτής είναι ότι οι ενδιάμεσοι κόμβοι δεν απαιτείται να διαθέτουν πληροφορίες για την κατάσταση του δικτύου, αφού δεν αποφασίζουν για τη δρομολόγηση των μηνυμάτων, αλλά τα διακινούν προς τον προορισμό τους.

- **Μεταγωγή μηνύματος (Message switching)**

Στη **μεταγωγή μηνύματος** τα δεδομένα αποστέλλονται ως ολόκληρο μήνυμα ανεξαρτήτως μεγέθους. Το μήνυμα διακινείται μεταξύ των κόμβων έως ότου φτάσει στον προορισμό του. Κάθε κόμβος αποφασίζει για τον επόμενο παραλήπτη και άρα για τη δρομολόγηση του μηνύματος. Όπως και στη μεταγωγή κυκλώματος οι κόμβοι οφείλουν να διαθέτουν ανά πάσα στιγμή πληροφορίες για τη δομή και την κατάσταση του δικτύου. Για παράδειγμα, κάθε κόμβος αποφασίζει την αποστολή του μηνύματος προς την κατεύθυνση που έχει το λιγότερο φόρτο τη δεδομένη στιγμή. Πιο πολύπλοκοι αλγόριθμοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να λαμβάνεται υπ' όψη και η κατάσταση επόμενων κλάδων του δικτύου. Πάντως, παρά τα όποια πλεονεκτήματα της τεχνικής μεταγωγής μηνύματος, στην πράξη αυτή έχει αντικατασταθεί από τη μεταγωγή πακέτων.

1.2.2 Σύγκριση των μεθόδων μεταγωγής

Κάνοντας σύγκριση των ανωτέρω μεθόδων προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Η μεταγωγή κυκλώματος είναι ιδανική μέθοδος για τη μετάδοση συνεχών σημάτων μεγάλης διάρκειας (π.χ. μετάδοση φωνής -τηλεφωνικό δίκτυο- και εικόνας). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στην περίπτωση αυτή δεν απαιτείται καμιά επεξεργασία των σημάτων –γεγονός που καθιστεί τη μετάδοση μεγάλων και συνεχών μηνυμάτων- από τη στιγμή που εγκαθίσταται το κύκλωμα (φυσικό κανάλι). Επίσης, είναι πρακτικά αδύνατο να μεταδοθεί η φωνή σε πακέτα σε μια συνομιλία

πραγματικού χρόνου (όπως είναι μια κλασσική τηλεφωνική συνομιλία), καθώς θα δημιουργούνταν δυσκολίες κατανόησης.

- Η μεταγωγή κυκλώματος δεν είναι αποδοτική για μετάδοση μηνυμάτων μικρής διάρκειας και σποραδικής φύσεως. Στην περίπτωση αυτή, απαιτείται σημαντική χρονική επιβάρυνση για τη διασύνδεση των χρηστών, ενώ η διατήρηση της σύνδεσης μεταξύ διαδοχικών μεταδόσεων συνεπάγεται σπατάλη μεγάλου ποσοστού της χωρητικότητας της γραμμής. Στη συγκεκριμένη περίπτωση ενδείκνυται η μεταγωγή πακέτων.
- Η τεχνική εικονικού κυκλώματος συνδυάζει χαρακτηριστικά και των δύο προαναφερθέντων τύπων μεταγωγών.
- Η τεχνική datagram είναι πολύ καλύτερη σε ό,τι αφορά την αξιοπιστία του συστήματος, αφού σε περίπτωση βλάβης (π.χ. καταστροφής ενός κόμβου) το μήνυμα θα φτάσει στον προορισμό του μέσω εναλλακτικών διαδρομών. Αντίθετα στη μεταγωγή εικονικού κυκλώματος υπάρχει μεγάλη πιθανότητα απώλειας ή ανάγκη επαναμετάδοσης του μηνύματος, αφού σε περίπτωση καταστροφής μέρους του διαθέσιμου καναλιού (π.χ. αποσύνδεση ενός κόμβου) όλα τα μηνύματα που διέρχονται από τα σημεία που αυτό περιλαμβάνει θα χαθούν.

1.2.3. Δίκτυα πολλαπλής πρόσβασης στο κανάλι διάδοσης

Τα δίκτυα πολλαπλής πρόσβασης στο κανάλι διάδοσης έχουν εντελώς διαφορετικά χαρακτηριστικά από τα δίκτυα μεταγωγής που μελετήσαμε παραπάνω. Τα κύρια χαρακτηριστικά αυτών των δικτύων είναι τα εξής [3, 4]:

- Δεν υπάρχουν ενδιάμεσοι κόμβοι μεταγωγής μεταξύ πομπού και δέκτη.
- Το μέσο επικοινωνίας είναι κοινό για όλους τους συνδρομητές.
- Κάθε στιγμή μπορεί να εκπέμπει ένας μοναδικός συνδρομητής σε μία συγκεκριμένη περιοχή του μέσου επικοινωνίας
- Το εκπεμπόμενο σήμα μπορεί να λαμβάνεται από όλους τους συνδρομητές αρκεί να έχουν την κατάλληλη συσκευή πρόσβασης.
- Μπορεί να υπάρχουν πολλοί πομποί που μοιράζονται χρονικά το ίδιο μέσο μετάδοσης.

Οι πιο γνωστοί τύποι τέτοιων δικτύων είναι:

- **Τα επίγεια ραδιοδίκτυα.**
- **Τα δορυφορικά δίκτυα.**
- **Τα τοπικά δίκτυα (LAN).**

Οι δύο πρώτοι τύποι δικτύων αποτελούν αντικείμενο των ασυρμάτων τηλεπικοινωνιών, όπου κάθε σταθμός διαθέτει κεραιές εκπομπής και λήψεως μέσα στην εμβέλεια των υπολοίπων. Τα τοπικά δίκτυα LAN είναι εντελώς διαφορετικά από τους άλλους τύπους δικτύων έχοντας ως βασικό χαρακτηριστικό την ύπαρξη κοινού μέσου επικοινωνίας για όλους τους συνδρομητές (π.χ. ένα καλώδιο ή μία οπτική ίνα).

1.3 Γεωγραφική διαίρεση των δικτύων

Ανάλογα με τη γεωγραφική έκταση που καλύπτουν, τα δίκτυα χωρίζονται σε:

- **αστικά δίκτυα (Metropolitan Area Networks-MAN)**

το μέγεθος τους δεν ξεπερνά τα όρια μιας πόλης.

- **τοπικά δίκτυα** (Local Area Networks – LAN)

όλα τα στοιχεία που τα απαρτίζουν βρίσκονται στον ίδιο γεωγραφικό χώρο

- **δίκτυα ευρείας περιοχής** (Wide Area Networks – WAN).

καλύπτουν μια μεγάλη γεωγραφική περιοχή ή ολόκληρη χώρα και διασυνδεόμενα αποτελούν διεθνή δίκτυα καλύπτοντας ηπείρους.

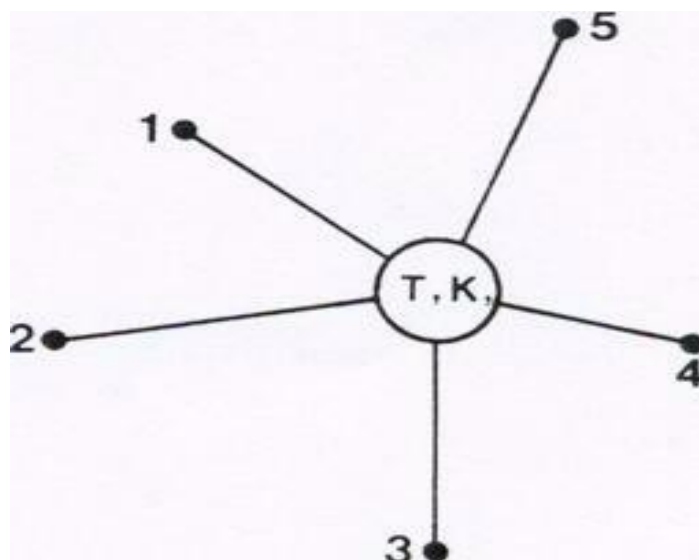
Η διαφοροποίηση των δικτύων βάσει μεγέθους δημιουργεί τελείως διαφορετικά προβλήματα σχεδιασμού και λειτουργίας επιβάλλοντας διαφορετικές τεχνικές επίλυσής. Για παράδειγμα, στα δίκτυα ευρείας περιοχής, το ζήτημα του τοπολογικού σχεδιασμού είναι πολύ σύνθετο και επιλύεται δύσκολα, ενώ στα τοπικά δίκτυα οι επιλογές τοπολογίας είναι προκαθορισμένες. Επίσης, στα εθνικά δίκτυα σημαντικό πρόβλημα αποτελεί η διακίνηση των μηνυμάτων, ενώ τα τοπικά δίκτυα αντιμετωπίζουν δυσκολίες σε ό,τι αφορά στην πρόσβαση στο κοινό κανάλι των συνδρομητών.

Η γεωγραφική διαίρεση των δικτύων έχει τη δική της σημασία στην εκτίμηση του μεγέθους τους, του πλήθους των συνδρομητών, του απαιτούμενου εξοπλισμού, κτλ., αλλά η ανάγκη διασύνδεσης τους έχει οδηγήσει στην ομογενοποίηση πολλών χαρακτηριστικών τους και την εξάλειψη πολλών διαφορών, έτσι ώστε οι πρακτικές διαφορές μεταξύ τους είναι ελάχιστες.

2. ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ

2.1 Εισαγωγή

Οικονομικοί και τεχνικοί λόγοι συνέβαλλαν στην ανάγκη δημιουργίας των τηλεφωνικών κέντρων. Είναι προφανώς αδύνατη η απευθείας σύνδεση όλων των συνδρομητών μεταξύ τους, καθώς κάτι τέτοιο θα απαιτούσε έναν τεράστιο αριθμό συνδρομητικών γραμμών. Εξ άλλου, η απαίτηση για σύνδεση μεταξύ δύο συγκεκριμένων συνδρομητών υπάρχει μόνο για ένα πολύ συγκεκριμένο μικρό χρονικό διάστημα (π.χ. μερικά λεπτά το μήνα). Έτσι δημιουργήθηκαν τα **αστικά τηλεφωνικά κέντρα**, που βασίζονται σε ακτινωτή διασύνδεση των συνδρομητών μίας περιοχής (εικόνα 1) καθιστώντας ελάχιστο το συνολικό μήκος των συνδρομητικών γραμμών. Το τηλεφωνικό κέντρο είναι ουσιαστικά μία **συσκευή μεταγωγής**, η οποία αναλαμβάνει να κάνει τη σύνδεση μεταξύ συνδρομητών όταν τη ζητήσει (κάνοντας μια κλήση) ο ένας από αυτούς. Καθοδηγείται από μια τηλεφωνική συσκευή και διαθέτει ένα σύστημα επιλογών οι οποίοι καθιστούν δυνατή την επιλογή του καλούμενου συνδρομητή. [5]

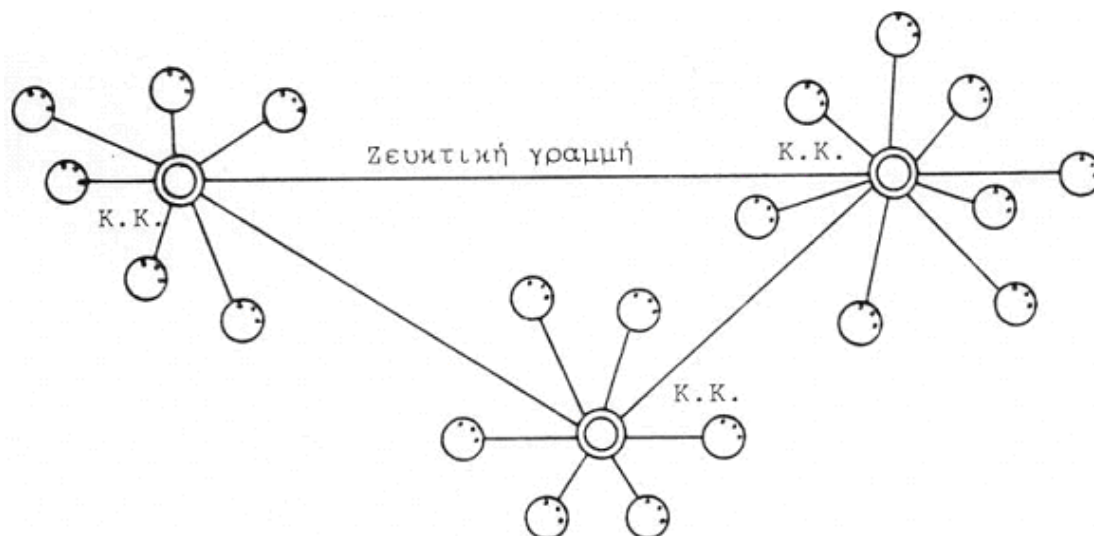


Εικόνα 1: Ακτινωτή σύνδεση συνδρομητών [5]

Ένα αστικό τηλεφωνικό κέντρο μπορεί να συνεργασθεί με άλλα κέντρα, αστικά ή υπεραστικά. Οι συνδέσεις διακρίνονται σε **αστικές**, όπου ένας συνδρομητής συνδέεται με έναν άλλο του ίδιου ή διαφορετικού κέντρου, της ίδιας όμως αστικής περιοχής, και **υπεραστικές**, όπου οι συνδεδεμένοι συνδρομητές ανήκουν σε κέντρα διαφορετικών αστικών περιοχών. Εδώ και αρκετά χρόνια, όλες οι αστικές συνδέσεις στην Ελλάδα, πραγματοποιούνται χρησιμοποιώντας αυτόματα τηλεφωνικά κέντρα, καθώς το δίκτυο είναι σχεδόν εξ ολοκλήρου ψηφιακό. Επίσης, δεν υπάρχει ουσιαστική διαφορά μεταξύ αστικών και υπεραστικών κλήσεων, πέραν του μεγαλύτερου αριθμού εμπλεκόμενων κέντρων στην περίπτωση των υπεραστικών συνδιαλέξεων. Για το λόγο αυτό εξ άλλου, σχεδόν όλα τα πακέτα υπηρεσιών που προσφέρουν οι πάροχοι σταθερής τηλεφωνίας προσφέρουν είτε απεριόριστο χρόνο είτε συγκεκριμένο χρόνο για όλες τις εθνικές κλήσεις προς σταθερά τηλέφωνα, χωρίς να γίνεται διάκριση μεταξύ αστικών και υπεραστικών κλήσεων.

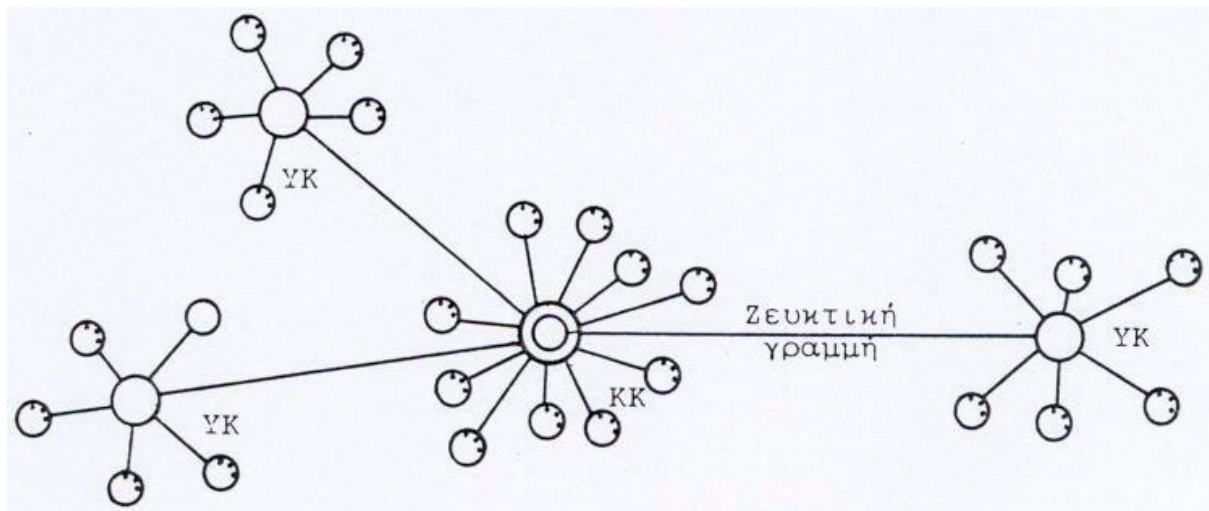
2.2 Αστικό τηλεφωνικό δίκτυο με κύρια κέντρα και υπόκεντρα

Η προφανής επιλογή είναι η τοποθέτηση του τηλεφωνικού κέντρου στο κέντρο των πόλεων, ώστε η απόσταση από τους περισσότερους συνδρομητές να είναι μικρή. Έτσι, μειώνεται το συνολικό μήκος των τηλεφωνικών γραμμών που απαιτούνται. Τηλεφωνικά κέντρα αυτού του τύπου περιλαμβάνουν όλες τις απαραίτητες βαθμίδες για τη σύνδεση δύο συνδρομητών της αστικής περιοχής και ονομάζονται **κύρια κέντρα** (primary centers) ή Κ.Κ. Η κάλυψη ευρύτερων αστικών περιοχών καθιστά ασύμφορη την ύπαρξη ενός μοναδικού κυρίου κέντρου, καθώς οδηγεί σε μεγάλα μήκη γραμμών για σύνδεση απομακρυσμένων συνδρομητών. Έτσι, προτιμάται η λύση με περισσότερα κύρια κέντρα τα οποία συνδέονται με δέσμες γραμμών που λέγονται **ζευκτικές γραμμές** (trunks) όπως φαίνεται στην Εικόνα 2. Οι γραμμές αυτές χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν κίνηση μεταξύ κέντρων και όχι για να συνδέουν μεταξύ τους συνδρομητές. Αυτή την εργασία την κάνει το τηλεφωνικό κέντρο το οποίο βρίσκεται κοντύτερα στον συνδρομητή που συμμετέχει στην κλήση.



Εικόνα 2: Πολυγωνική σύνδεση κυρίων κέντρων (Κ.Κ.) [5]

Σε αρκετές περιπτώσεις αστικών περιοχών που εξυπηρετούνται από ένα ή περισσότερα κύρια κέντρα, υπάρχουν οικισμοί όπου οι αριθμοί των συνδρομητών δε δικαιολογούν τη δημιουργία επιπλέον κέντρου. Επειδή, στις περιπτώσεις αυτές, είναι οικονομικά ασύμφορη η απευθείας διασύνδεση των συνδρομητών στα κύρια κέντρα, δημιουργούνται σε κατάλληλα σημεία των οικισμών μικρά τηλεφωνικά κέντρα που λέγονται **υπόκεντρα**. Σε αυτά συνδέονται ακτινωτά οι συνδρομητές του οικισμού, ενώ η σύνδεση μεταξύ υποκέντρων και κυρίων κέντρων συμβαίνει με δέσμη ζευκτικών γραμμών (εικόνα 3). Επειδή είναι στατιστικά βέβαιο ότι ένα πολύ μικρό μέρος των συνδρομητών θα θελήσει οποιαδήποτε χρονική στιγμή να πραγματοποιήσει κλήσεις, το πλήθος των γραμμών που χρησιμοποιείται για ζεύξεις είναι σημαντικά μικρότερο από τον συνολικό αριθμό των συνδρομητικών γραμμών κάθε υπόκεντρο. Έτσι, με τη χρήση υποκέντρων επιτυγχάνεται σημαντική μείωση του κόστους του συνδρομητικού δικτύου. Εάν βεβαίως συμβεί να υπάρξει αυξημένη ζήτηση, οι επιπλέον συνδρομητές δεν θα μπορέσουν να πραγματοποιήσουν κλήσεις εκείνη τη στιγμή. Ωστόσο, είναι εύκολο να μελετηθεί η διάσταση του δικτύου, ώστε η πιθανότητα αυτή να ελαχιστοποιηθεί.



Εικόνα 3: Σύνδεση υπόκεντρων (Υ.Κ.) σε κύριο κέντρο (Κ.Κ.). [5]

2.3 Αστικά κομβικά κέντρα

Κάθε κύριο κέντρο στο αστικό δίκτυο διακρίνεται από τα υπόλοιπα με ένα χαρακτηριστικό ψηφίο από 2 έως 9, -το0 και το 1 χρησιμοποιούνται για άλλες υπηρεσίες. Συνεπώς, μόνο οκτώ κύρια κέντρα μπορούν να συνδεθούν σε μία αστική περιοχή. Ωστόσο, σε περιπτώσεις μεγάλων αστικών περιοχών η λύση των οκτώ Κ.Κ. δε συμφέρει οικονομικά. Για το λόγο αυτό δημιουργείται ένα ακόμα τηλεφωνικό κέντρο υψηλότερου βαθμού ιεραρχίας το οποίο καλείται **αστικό κομβικό κέντρο (Α.Κο.Κ.)**.

Μία αστική περιοχή χωρίζεται σε τομείς και σε κάθε τομέα τοποθετείται ένα Α.Κο.Κ με μονοψήφιο αριθμό κλήσεως από 2 έως 9. Στο κάθε Α.Κο.Κ συνδέονται ως 10 κύρια κέντρα τα οποία διακρίνονται μεταξύ τους κάνοντας χρήση ενός ακόμη μονοψήφιου αριθμού. Για παράδειγμα το Α.Κο.Κ μιας περιοχής με χαρακτηριστικό αριθμό 3 μπορεί να συνδεθεί με κύρια κέντρα που έχουν χαρακτηριστικούς αριθμούς 31, 32, 33 κλπ. Τα κύρια κέντρα μπορούν να συνδέονται με υπόκεντρα με χαρακτηριστικούς αριθμούς 341, 342 κλπ. Ο χαρακτηριστικός αριθμός κάθε κύριου κέντρου ενσωματώνεται στον αριθμό κλήσεως των συνδρομητών και επιλέγεται κάθε φορά, ανεξάρτητα από το εάν ο καλούμενος συνδρομητής βρίσκεται στον ίδιο ή σε διαφορετικό τομέα. [5]

2.4 Υπεραστικά κέντρα και δίκτυα

Αντικείμενο της **υπεραστικής τηλεφωνίας** είναι η πραγματοποίηση συνδέσεων μεταξύ συνδρομητών που ανήκουν σε αστικά κέντρα διαφορετικών πόλεων. Για να πραγματοποιηθεί μία υπεραστική σύνδεση απαιτείται ένα ειδικό δίκτυο το οποίο αποτελείται από ενσύρματες γραμμές και ασυρματικές ζεύξεις συνδέοντας τα διάφορα αστικά δίκτυα. Το δίκτυο αυτό καλείται **υπεραστικό τηλεφωνικό δίκτυο**. Υπεραστικές συνδιαλέξεις εντός ενός κράτους αναφέρονται ως **εθνική υπεραστική τηλεφωνία**, ενώ μεταξύ διαφορετικών κρατών ως **διεθνή υπεραστική τηλεφωνία**.

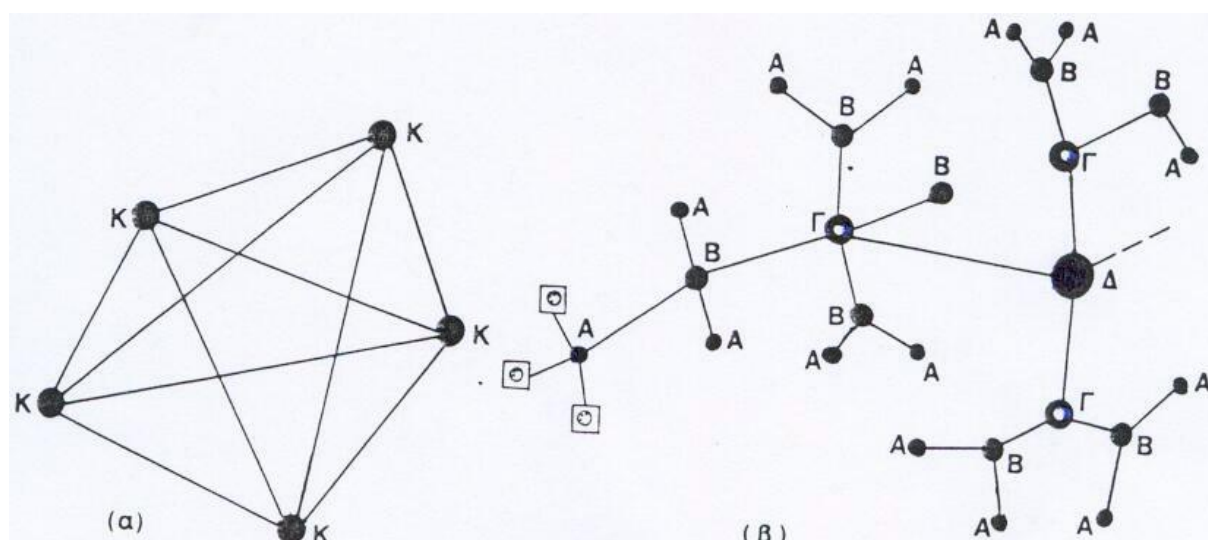
Για τη σύνδεση των αστικών και υπεραστικών δικτύων απαιτούνται ειδικά ζευκτικά όργανα και συσκευές που τοποθετούνται σε ανεξάρτητα κέντρα, τα **υπεραστικά κέντρα**, στα οποία οι συνδέσεις πραγματοποιούνται αυτόματα μειώνοντας το χρόνο αποκατάστασης μιας συνδέσεως και το κόστος της συνδιάλεξης.

Δύο από τα κυριότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η υπεραστική τηλεφωνία στη μετάδοση των τηλεφωνικών σημάτων είναι η **απόσβεση** στις τηλεπικοινωνιακές γραμμές και το **κόστος** των συνδιαλέξεων. Προκειμένου να διατηρηθεί η απόσβεση σε χαμηλά επίπεδα

χρησιμοποιούνται **ενισχυτές**, οι οποίοι τοποθετούνται κατά διαστήματα στις υπεραστικές γραμμές, ενώ για να μειωθεί το κόστος των συνδιαλέξεων επιδιώκεται πολλαπλή εκμετάλλευση των γραμμών κάνοντας χρήση φερεσύχων.

2.5 Σύνδεση υπεραστικών κέντρων

Τα υπεραστικά κέντρα συνδέονται μεταξύ τους πολυγωνικά ή ακτινωτά μέσω υπεραστικών γραμμών (εικόνα 4). Κύριο πλεονέκτημα της πολυγωνικής σύνδεσης είναι πως η σύνδεση δύο οποιωνδήποτε τηλεφωνικών κέντρων συμβαίνει με τη μικρότερη δυνατή απόσταση αυξάνοντας έτσι την ταχύτητα πραγματοποίησης συνδέσεων. Βασικό μειονέκτημα της είναι ωστόσο, πως χρειάζονται $n(n-1)/2$ δέσμες γραμμών για n κέντρα του υπεραστικού δικτύου. Αντίθετα, η ακτινωτή σύνδεση πλεονεκτεί στο ότι απαιτείται μικρότερος αριθμός υπεραστικών γραμμών, ενώ μειονεκτεί στο ότι καταλαμβάνονται πολλές ζευκτικές διατάξεις και φερέσυχα λόγω των μεγαλύτερων αποστάσεων.



Εικόνα 4: (α) Πολυγωνική σύνδεση και (β) ακτινωτή σύνδεση υπεραστικών κέντρων.

Στην πράξη, συνήθως γίνεται συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων συνδέσεως. Έτσι, τα υπεραστικά κέντρα συνδέονται ακτινωτά στις χαμηλές βαθμίδες του δικτύου και πολυγωνικά ή μερικώς πολυγωνικά στις υψηλότερες βαθμίδες.

Στο υπεραστικό δίκτυο της Ελλάδας διακρίνουμε τέσσερις βαθμίδες υπεραστικών κέντρων:

- α) **Το τερματικό κέντρο** (terminalexchange) που είναι το αστικό κέντρο στο οποίο είναι συνδεδεμένοι οι συνδρομητές και αποτελεί την ακραία βαθμίδα κέντρων.
- β) **Το κομβικό κέντρο** (nodecentre) στο οποίο συνδέονται με ζευκτικές γραμμές πολλά τερματικά κέντρα. Σε κάθε κομβικό κέντρο συνδέονται επίσης το τερματικό κέντρο και το υπεραστικό κέντρο της πόλεως στην οποία είναι εγκατεστημένο το κομβικό κέντρο.
- γ) **Το κύριο κέντρο** (maincentre) στο οποίο είναι συνδεδεμένα ακτινωτά όλα τα κομβικά κέντρα της περιοχής. Σε κάθε κύριο κέντρο συνδέονται επίσης το τερματικό κέντρο και το υπεραστικό κέντρο της πόλης ή της περιοχής στην οποία βρίσκεται το κύριο κέντρο.

- δ) **Το πρωτεύον κέντρο** (primarycenter) που αποτελεί την ανωτάτη βαθμίδα και εξυπηρετεί τα κύρια κέντρα μιας μεγάλης πόλεως ή μεγάλης περιοχής. Σε κάθε πρωτεύον κέντρο συνδέονται επίσης το τερματικό κέντρο και το υπεραστικό κέντρο της περιοχής.

Τα πρωτεύοντα κέντρα και τα κύρια κέντρα συνδέονται μεταξύ τους πολυγωνικά.

2.6 Αριθμοδότηση

Για όλη την Ελλάδα, έχει ορισθεί ένα σχέδιο αριθμοδότησης, ώστε οι τηλεφωνικοί αριθμοί να δίνονται με οργανωμένο τρόπο και με ομοιομορφία ανεξάρτητα από τον πάροχο [6]. Για τη σταθερή τηλεφωνία, οι αριθμοί ονομάζονται **γεωγραφικοί αριθμοί**, αποτελούνται όλοι από δέκα ψηφία και για αυτούς τους αριθμούς καθορίστηκε ως αρχικό ψηφίο το 2. Ακολουθώντας, για κάθε υπεραστικό κέντρο και την περιοχή που αυτό εξυπηρετεί καθορίζεται ένας **Εθνικός Κωδικός Προορισμού (ΕΚΠ)** με 2, 3 ή 4 ψηφία, ανάλογα με το μέγεθος της περιοχής (π.χ. Η Αθήνα έχει ΕΚΠ 21, η Θεσσαλονίκη 231 και η Αλεξανδρούπολη 2551). Ο υπόλοιπος αριθμός είναι **οαριθμός κλήσεως** ενός συνδρομητή.

Με το παραπάνω σύστημα, η χώρα διαιρείται σε οκτώ μεγάλες περιοχές με πρωτεύοντα κέντρα τα οποία έχουν τα παρακάτω πρώτα ψηφία του χαρακτηριστικού αριθμού:

Περιοχή Αθηνών – Πειραιώς	21
Υπόλοιπη περιοχή Αθηνών	22
Θεσσαλονίκη	23
Λάρισα	24
Καβάλα	25
Πάτρα	26
Τρίπολη	27
Ηράκλειο	28

Το δεύτερο ψηφίο του χαρακτηριστικού αριθμού προσδιορίζει ένα κύριο κέντρο του πρωτεύοντος κέντρου, ενώ το τρίτο ψηφίο προσδιορίζει ένα κομβικό κέντρο του κυρίου κέντρου. Το χαρακτηριστικό ψηφίο ενός τερματικού κέντρου βρίσκεται στην αρχή του αριθμού κλήσεως των συνδρομητών που ανήκουν στο κέντρο αυτό. Για να καλέσουμε ένα αστικό κέντρο της χώρας, πρέπει να επιλέξουμε το 2 και τον τριψήφιο χαρακτηριστικό αριθμό του κομβικού κέντρου (ακολουθούμενου από το 0) στο οποίο ανήκει το αστικό κέντρο (π.χ. για την Έδεσσα, θα πρέπει να καλέσουμε το 23810). Εξαιρέση αποτελούν τα μεγάλα αστικά κέντρα των πόλεων όπου βρίσκονται τα πρωτεύοντα κέντρα. Τα αστικά κέντρα των Αθηνών π.χ. έχουν πρόθεμα 210, της Θεσσαλονίκης 2310, της Καβάλας 2510 κ.ο.κ. [4]

2.7 Διεθνής Τηλεφωνία

Για να μπορεί να πραγματοποιηθεί μία αυτόματη διεθνής συνδιάλεξη, τα αυτόματα εθνικά υπεραστικά δίκτυα συνδέονται μεταξύ τους με γραμμές και συσκευές που σχηματίζουν ένα ενιαίο **διεθνές τηλεφωνικό δίκτυο**. Κάθε χώρα έχει ένα αυτόματο **διεθνές υπεραστικό κέντρο** διαμέσου του οποίου διεκπεραιώνονται οι εισερχόμενες και εξερχόμενες διεθνείς συνδιαλέξεις της χώρας. Το κέντρο αυτό συνδέεται απ' ευθείας με τα αντίστοιχα κέντρα των άλλων χωρών με τις οποίες έχει αυτόματη τηλεφωνική επικοινωνία.

Οι διεθνείς κλήσεις διακρίνονται από τις αστικές και τις εθνικές υπεραστικές κλήσεις με την επιλογή των ψηφίων 00. Με το πρώτο 0 η κλήση κατευθύνεται στο αστικό κέντρο όπου συνδέονται οι υπεραστικές γραμμές και συσκευές του κυρίου ή του πρωτεύοντος κέντρου της περιοχής του καλούντος συνδρομητή. Με το δεύτερο 0 που μεταφράζεται από ειδικές συσκευές του υπεραστικού κέντρου ότι η κλήση είναι διεθνής, η σύνδεση οδηγείται στο διεθνές υπεραστικό κέντρο. Για τη δρομολόγηση της συνδέσεως στο διεθνές δίκτυο και τη χρέωση της συνδιαλέξεως υπάρχουν στο διεθνές κέντρο κατευθυντικοί επιλογείς, ταμειυτές, μεταφραστές κλπ. Για κάθε χώρα υπάρχει ένας χαρακτηριστικός αριθμός. Π.χ. για ΗΠΑ-Καναδά είναι 001, για τη Βρετανία 0044, για τη Γερμανία 0049, για τη Γαλλία 0033 κλπ. Μετά από τον αριθμό αυτόν επιλέγεται ο εθνικός συνδρομητικός αριθμός του καλούμενου συνδρομητή. Οι αριθμοί αυτοί μεταβιβάζονται στο διεθνές κέντρο απ' όπου καθοδηγείται η σύνδεση μέχρι τον καλούμενο συνδρομητή διαμέσου του εθνικού υπεραστικού δικτύου της ξένης χώρας. [4, 5]

3.ΜΕΣΟ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ

3.1 Γενικά

Το μέσο μετάδοσης—ή εναλλακτικά κανάλι μετάδοσης— αποτελεί τη φυσική σύνδεση μεταξύ του αποστολέα και του παραλήπτη της πληροφορίας σε οποιοδήποτε σύστημα επικοινωνίας. Είναι ο δρόμος, από τον οποίο περνά το διακινούμενο σήμα μεταξύ του πομπό και το δέκτη. Τα μέσα μετάδοσης διακρίνονται σε ενσύρματα και ασύρματα. Στα **ασύρματα δίκτυα**, το μέσο μετάδοσης είναι ο ελεύθερος χώρος μεταξύ του πομπού και του δέκτη —π.χ. επίγειες και δορυφορικές μικροκομματικές ζεύξεις, ενώ στα **ενσύρματα δίκτυα** —στα οποία επικεντρώνεται η παρούσα εργασία— η μετάδοση βασίζεται στη χρήση μεταλλικών αγωγών — π.χ. χάλκινα ή ομοαξονικά καλώδια— και οπτικών ινών. Τα ενσύρματα μέσα μετάδοσης χρησιμοποιήθηκαν σχεδόν αποκλειστικά στα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, μέχρι που έκαναν την εμφάνιση τους τα επίγεια και δορυφορικά μικροκυματικά συστήματα μετάδοσης. Το δισύρματο καλώδιο ήταν το μοναδικό μέσο για τη μετάδοση πληροφορίας κατά τη διάρκεια των προηγούμενων δεκαετιών (οι πρώτες γραμμές μεταφοράς ήταν απλά χάλκινα σύρματα χωρίς μόνωση που στηρίζονταν σε μονωτήρες πορσελάνης πάνω σε ξύλινους στύλους. Η αύξηση των γραμμών κατέστησε απαραίτητη τη συγκέντρωσή τους σε δέσμες οδηγώντας στη δημιουργία των καλωδίων. Στα καλώδια οι γραμμές είναι κατάλληλα διαμορφωμένες (πλεγμένες μεταξύ τους), ώστε να αποφεύγονται οι συνακροάσεις, ενώνας σκληρός, πλαστικός συνήθως, μανδύας τα προστατεύει από εξωτερικές κακώσεις παρέχοντας, επιπρόσθετα, εξωτερική μόνωση. Όταν τοποθετούνται υπόγεια, τα καλώδια προστατεύονται εντός πλαστικών σωληνών, ενώ σε υποβρύχιες ζεύξεις και αρτηρίες με πολύ μεγάλη κίνηση χρησιμοποιούνται καλώδια οπτικών ινών τα οποία αντικατέστησαν τα ομοαξονικά καλώδια που χρησιμοποιούνταν —σχεδόν αποκλειστικά— κατά την διάρκεια των προηγούμενων ετών.

3.2 Χάλκινο καλώδιο

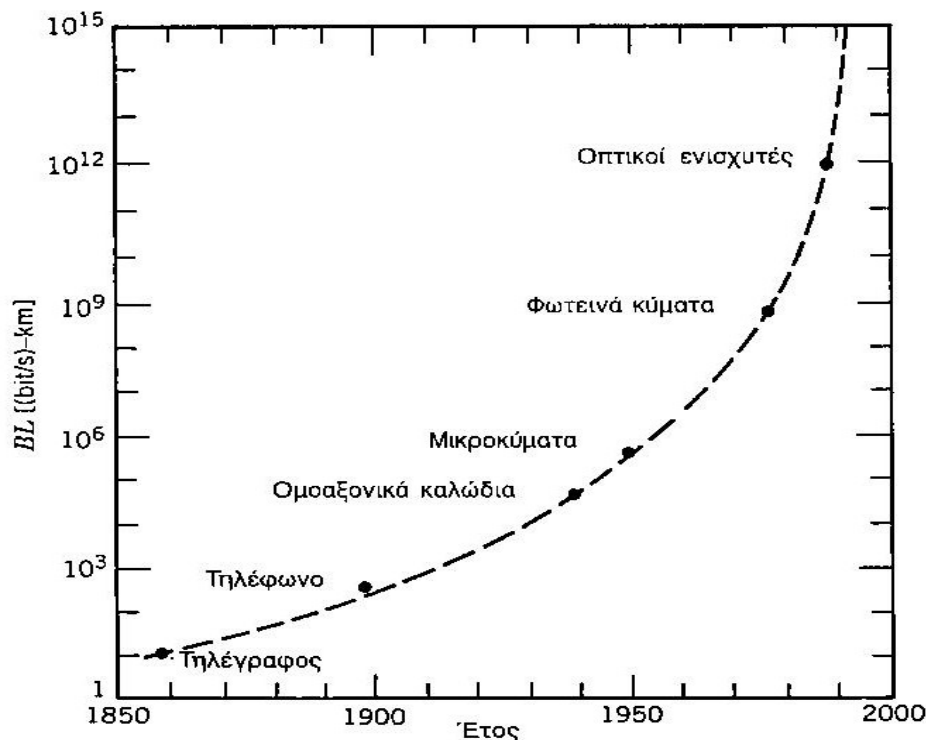
Ο τεχνικός όρος του χάλκινου καλωδίου είναι συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων και αποτελείται από συμπαγές χάλκινο σύρμα ή από νήματα χάλκινου σύρματος, τοποθετημένα σε πλαστικό περίβλημα σε διάφορος σχηματισμούς. Παλαιότερα, το πλέξιμο των ζευγών του χάλκινου σύρματος στο καλώδιο γίνονταν με τέτοιο τρόπο, ώστε να αναγνωρίζεται ποιο καλώδιο ανήκει σε ποιο ζεύγος και όχι για την αντιμετώπιση προλημάτων μετάδοσης. Επειδή το χάλκινο καλώδιο ήταν αρκετά αξιόπιστο μέσο για τη μετάδοση φωνής, αυτό αποτελεί το πλέον διαδεδομένο μέσο μετάδοσης και υπάρχουν χιλιάδες χιλιόμετρα χάλκινου καλωδίου στο τηλεφωνικό δίκτυο. Τα καλώδια αυτά σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να λειτουργούν ως κάτω-διαβατά φίλτρα —επιτρέποντας την μετάδοση των φωνητικών συχνοτήτων δίχως εξασθένηση και εμποδίζοντας τη διέλευση συχνοτήτων εκτός αυτής της ζώνης— γεγονός που έχει καταστροφικά αποτελέσματα στη μετάδοση δεδομένων, αφού η επίτευξη μεγάλων ταχυτήτων εξαρτάται από τη δυνατότητα μετάδοσης σήματος υψηλών συχνοτήτων. Ενδεικτικό σχήμα της συστροφής των καλωδίων και της αντίστοιχης μόνωσης φαίνεται στην Εικόνα 5.



Εικόνα 5: Ζεύγος χάλκινων καλωδίων.

3.3 Απώλειες σήματος

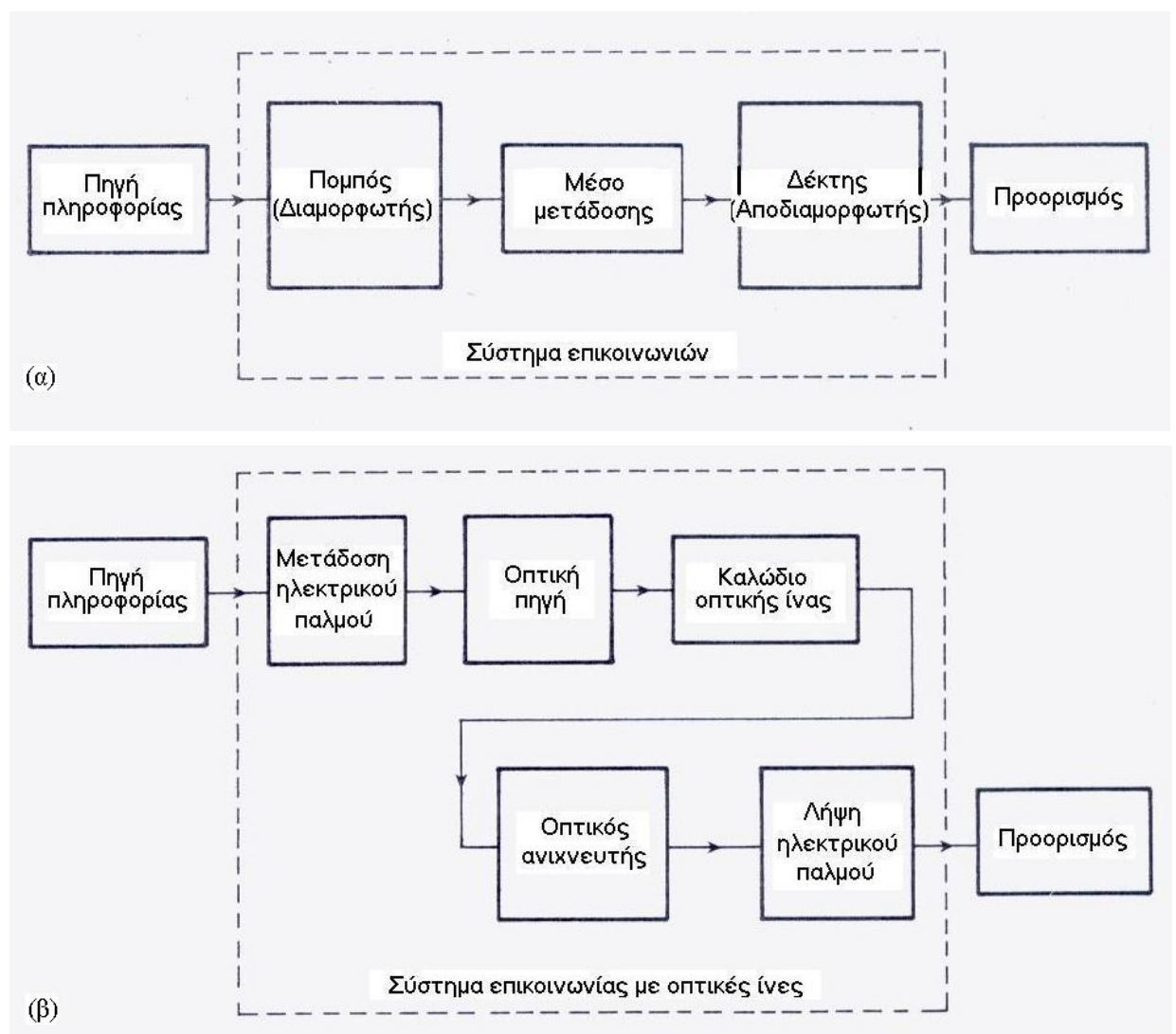
Οι γραμμές μεταφοράς χαρακτηρίζονται από το ρυθμό με τον οποίο είναι ικανές να μεταδώσουν την πληροφορία (bits/sec) εμφανίζοντας, ωστόσο, απώλειες κατά τη διαβίβαση του σήματος (εξασθένηση). Η λύση στο πρόβλημα της εξασθένησης και των απωλειών κατά μήκος των γραμμών είναι η εγκατάσταση κατάλληλων **επαναληπτών (repeaters)**. [7] Αυτοί είναι διατάξεις που κατά το δυνατόν αφαιρούν την παραμόρφωση και ενισχύουν το μεταδιδόμενο σήμα. Ανάλογα με το είδος του μέσου μετάδοσης, η απόσταση των επαναληπτών ποικίλλει σημαντικά. Για παράδειγμα, στα ομοαξονικά καλώδια οι επαναλήπτες τοποθετούνται περίπου ανά 5 km, ενώ στις οπτικές ίνες ανά 80 km. Ένα κριτήριο αξιολόγησης των διαφόρων γραμμών μεταφοράς είναι το γινόμενο $B \cdot L$, όπου B είναι ο ρυθμός μετάδοσης της πληροφορίας (bits/sec) και L (km) η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών επαναληπτών. Η εικόνα 6 παρουσιάζει την αύξηση του γινομένου $B \cdot L$ σε σχέση με την ιστορική εξέλιξη των διαφόρων γραμμών μεταφοράς.



Εικόνα 6: Ιστορική εξέλιξη των γραμμών μεταφοράς και αύξηση του γινομένου «ρυθμός μετάδοσης \times απόσταση» ($B \cdot L$).

3.4 Σύστημα μετάδοσης με οπτικές ίνες

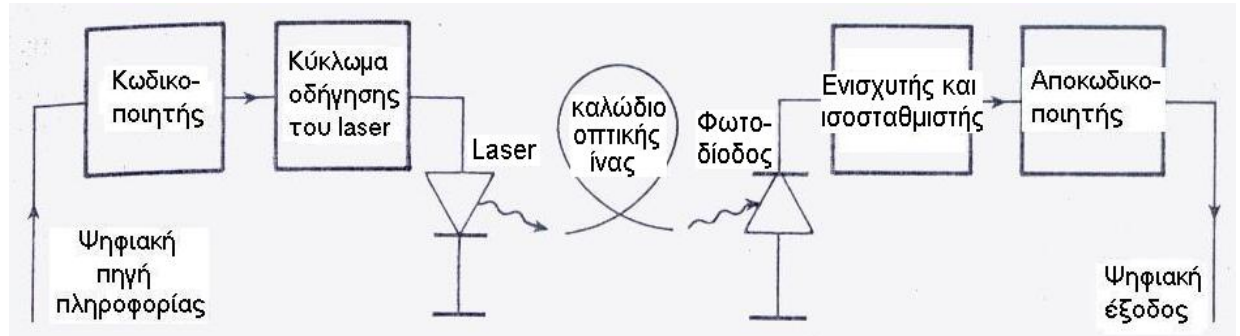
Όπως φαίνεται από τη εικόνα 7(α), ένα **τυπικό τηλεπικοινωνιακό σύστημα** αποτελείται από τον **πομπό** (που περιλαμβάνει το διαμορφωτή και συνδέεται με την πηγή πληροφορίας), το **μέσο μετάδοσης** (καλώδιο χαλκού, ομοαξονικό καλώδιο, ασύρματο δίκτυο) και το **δέκτη** (που περιλαμβάνει τον αποδιαμορφωτή) στο σημείο προορισμού. Ένα σύστημα επικοινωνίας με οπτικές ίνες –παρουσιάζεται στην εικόνα 7(β)- μετατρέπει αρχικά το σήμα της πληροφορικής πηγής σε ηλεκτρικούς παλμούς που διεγείρουν μία οπτική πηγή η οποία παράγει φως διαμόρφωντας, με τον τρόπο αυτό, ένα φέρον οπτικό κύμα. Η οπτική πηγή μπορεί να είναι ένα **ημιαγωγικό laser** ή μία **δίοδος εκπομπής φωτός** (LightEmittingDiode – LED). Το μέσο μετάδοσης αποτελείται από ένα καλώδιο οπτικής ίνας εντός του οποίου διακινείται το φως, ενώ ο δέκτης αποτελείται από έναν οπτικό ανιχνευτή που αποδιαμορφώνει το οπτικό σήμα μετατρέποντας το φως σε ηλεκτρικούς παλμούς. Για την ανίχνευση του οπτικού σήματος χρησιμοποιούνται φωτοδίοδοι ή φωτοτρανζίστορ.



Εικόνα 7: α) Τυπικό τηλεπικοινωνιακό σύστημα. β) Σύστημα επικοινωνιών με οπτικές ίνες.

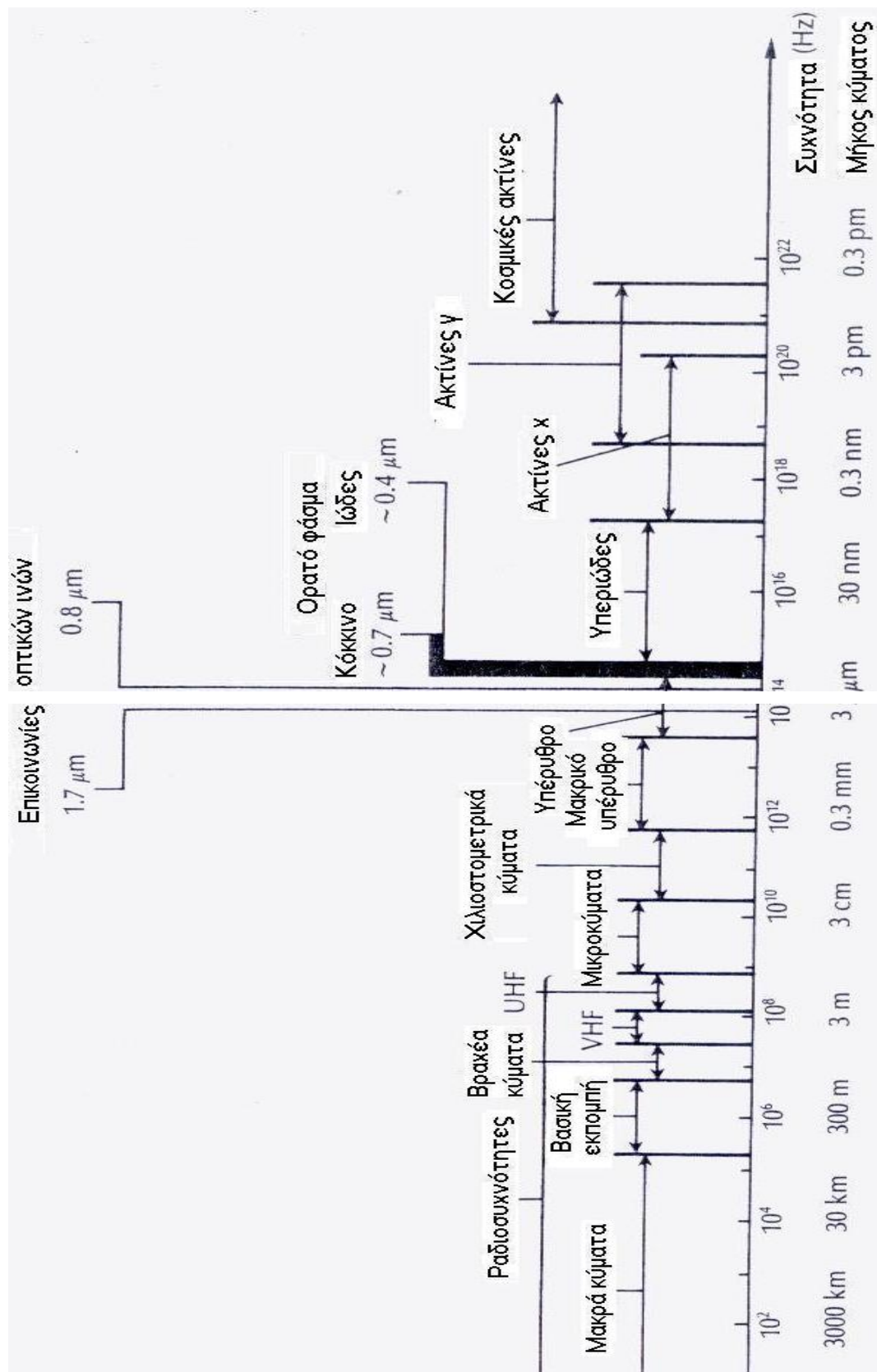
Το οπτικό φέρον κύμα μπορεί να διαμορφωθεί είτε από αναλογικό είτε από ψηφιακό σήμα. Στην αναλογική διαμόρφωση το φέρον οπτικό κύμα διαμορφώνεται κατά συνεχή τρόπο, ενώ στην ψηφιακή διαμόρφωση η ένταση του οπτικού κύματος υφίσταται διακριτές μεταβολές

(παλμοί on-off) -ένα σύστημα οπτικών ινών με ψηφιακή διαμόρφωση παριστάνεται στην εικόνα 8. Αρχικά, το ψηφιακό σήμα πληροφορίας κωδικοποιείται κατάλληλα για οπτική μετάδοση. Το κύκλωμα οδήγησης του laser διαμορφώνει την ένταση του laser με το κωδικοποιημένο ψηφιακό σήμα. Το ψηφιακό οπτικό σήμα που παράγεται τροφοδοτεί το καλώδιο οπτικής ίνας. Ο ανιχνευτής φωτοδίοδου ακολουθείται από έναν ενισχυτή και έναν ισοσταθμιστή, οι οποίοι παρέχουν ενίσχυση και γραμμική επεξεργασία του ανιχνευόμενου σήματος, καθώς και απόρριψη του θορύβου. Τελικά, το σήμα αποκωδικοποιείται για να παρέχει την αρχική ψηφιακή πληροφορία.



Εικόνα 8: Ψηφιακό οπτικό δίκτυο.

Το καλώδιο οπτικής ίνας κατασκευάζεται συνήθως από γυαλί ή πολυμερές πλαστικό και η συχνότητα στην οποία λειτουργεί είναι περίπου 10^{14} Hz (το αντίστοιχο μήκος κύματος είναι από $1,7 \mu m$ έως $0,8 \mu m$). Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα που χρησιμοποιείται για επικοινωνίες με οπτικές ίνες φαίνεται στην εικόνα 9.



Εικόνα 9: Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα και η περιοχή του φάσματος που χρησιμοποιείται για επικοινωνίες με οπτικές ίνες.

3.5 Πλεονεκτήματα των επικοινωνιών με οπτικές ίνες

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των επικοινωνιών με οπτικές ίνες συνοψίζονται στα ακόλουθα:

- **Εξαιρετικά μεγάλο εύρος ζώνης.** Το διαθέσιμο εύρος ζώνης των οπτικών ινών είναι πολύ μεγαλύτερο από εκείνο των υπόλοιπων γραμμών μεταφοράς, αφού αυτές λειτουργούν σε πολύ υψηλές συχνότητες (εικόνα 10). Για παράδειγμα, για ένα ομοαξονικό καλώδιο που λειτουργεί σε συχνότητα φέροντος 5 GHz ($5 \cdot 10^9\text{ Hz}$), εάν θεωρήσουμε ότι το εύρος ζώνης είναι της τάξεως του 10% του φέροντος, το διαθέσιμο εύρος ζώνης θα είναι $0,1 \cdot 5 \cdot 10^9\text{ Hz} = 5 \cdot 10^8\text{ Hz} = 500\text{ MHz}$. Αντίστοιχα, για μία οπτική ίνα που λειτουργεί σε συχνότητα φέροντος 10^{14} Hz , το διαθέσιμο εύρος ζώνης είναι (θεωρητικά) $0,1 \cdot 10^{14}\text{ Hz} = 10.000.000\text{ MHz}$, δηλαδή 20.000 φορές μεγαλύτερο. Βεβαίως, η παρούσα τεχνολογία δεν μπορεί να επιτύχει αυτό το τεράστιο εύρος ζώνης, όμως στην πράξη μπορούν να επιτευχθεί εύρος ζώνης της τάξεως των 10.000 MHz (ή 10 GHz) περίπου. Επομένως, η χωρητικότητα μεταφοράς πληροφορίας με οπτικές ίνες είναι μακράν μεγαλύτερη απ' ό,τι σχύει για τα καλύτερα καλώδια.
- **Μικρό μέγεθος και βάρος.** Οι οπτικές ίνες είναι τόσο μικρές, που η διάμετρος τους είναι συγκρίσιμη με εκείνη μιας ανθρώπινης τρίχας. Αν και καλύπτονται με διάφορα προστατευτικά υλικά, είναι πολύ ελαφρύτερες και έχουν μικρότερες διαστάσεις από τα καλώδια χαλκού και τα ομοαξονικά καλώδια.
- **Ηλεκτρική μόνωση.** Το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένη η οπτική ίνα (γυαλί ή πλαστικό), παρέχει άριστες ιδιότητες ηλεκτρικής μόνωσης προστατεύοντας την από ηλεκτρικές υπερτάσεις και βραχυκυκλώματα.
- **Αντογή σε παρεμβολή και συνακρόαση.** Το γεγονός ότι η οπτική ίνα δεν είναι μεταλλικός αγωγός αλλά κατασκευάζεται από γυαλί ή πλαστικό, την καθιστά ιδιαίτερα ανθεκτική σε ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, θόρυβο, παρεμβολές από σήματα ραδιοσυχνότητας και κεραυνούς. Επομένως, οι οπτικές ίνες δεν χρειάζονται καμία θωράκιση. Επιπλέον, για δύο ή περισσότερες ίνες που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους, η συνακρόαση είναι αμελητέα.
- **Ασφάλεια σήματος.** Το φως που μεταδίδεται μέσα στην οπτική ίνα δεν ακτινοβολεί σημαντικά προς τον περιβάλλοντα χώρο και συνεπώς το σήμα που μεταφέρει η οπτική ίνα δεν είναι εύκολο να ανιχνευθεί. Το γεγονός αυτό καθιστά τις οπτικές ίνες ιδιαίτερα «εγκυβερνητικές» για στρατιωτικούς σκοπούς, καθώς και για διακίνηση τραπεζικών δεδομένων.
- **Χαμηλές απώλειες μετάδοσης.** Η ανάπτυξη των οπτικών ινών τα τελευταία 25 χρόνια έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή καλωδίων οπτικών ινών, τα οποία παρουσιάζουν πολύ χαμηλές απώλειες κατά τη μετάδοση (δηλαδή πολύ χαμηλή εξασθένιση), σε σύγκριση με τα καλύτερα καλώδια χαλκού και τα ομοαξονικά καλώδια. Οι σύγχρονες οπτικές ίνες παρουσιάζουν εξασθένιση μόλις $0,2\text{ dB/km}$ με αποτέλεσμα οι επαναλήπτες σε συστήματα επικοινωνίας με οπτικές ίνες, να τοποθετούνται σε μεγάλες αποστάσεις μεταξύ τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι οπτικές ίνες να είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για επικοινωνίες μεγάλων αποστάσεων.
- **Στιβαρότητα και ευλυγισία.** Αν και είναι κατασκευασμένες από γυαλί ή πλαστικό, οι οπτικές ίνες μπορούν να λυγίσουν και να περιστραφούν χωρίς να καταστραφούν. Επιπλέον, μπορούν να αποθηκευτούν, να μεταφερθούν και να εγκατασταθούν εύκολα λόγω του μικρού τους μεγέθους και βάρους.
- **Αξιοπιστία και ευκολία συντήρησης.** Λόγω της χαμηλής τους εξασθένισης και την απουσία πολλών επαναληπτών, ένα σύστημα οπτικών ινών είναι περισσότερο

αξιόπιστο απαιτώντας λιγότερη συντήρηση από ένα δίκτυο με συμβατικά καλώδια. Επιπλέον, η διάρκεια ζωής των σύγχρονων οπτικών ινών φτάνει πλέον τα 30 χρόνια.

Παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματα των οπτικών ινών δύο βασικά μειονεκτήματα -τα οποία χαρακτηρίζουν επίσης και τα συμβατικά καλώδια (καλώδια χαλκού και ομοαξονικά)- πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κατά το σχεδιασμό των τηλεπικοινωνιακών δικτύων:

- Η τοποθέτηση συμβατικών ή καλωδίων οπτικών ινών, απαιτεί την εκσκαφή του εδάφους, γεγονός το οποίο συνεπάγεται υψηλό κόστος και σημαντικό χρόνο εγκατάστασης.
- Είναι πρακτικά αδύνατη η διασύνδεση με οπτικές ίνες μεταξύ σημείων που βρίσκονται σε απομακρυσμένες ή ορεινές περιοχές. Στις περιπτώσεις αυτές επιλέγεται η χρήση ασύρματων ραδιοδικτύων ή δορυφορικών συστημάτων αν και επισημαίνεται πως χρησιμοποιούνται σήμερα υποβρύχιες οπτικές ίνες για τη διασύνδεση νησιωτικών περιοχών -με ιδιαίτερα όμως υψηλό κόστος.

3.6 Χαρακτηριστικά μετάδοσης των οπτικών ινών

Τα χαρακτηριστικά μετάδοσης των οπτικών ινών, τα οποία καθορίζουν αν μία ίνα είναι κατάλληλη για ένα τηλεπικοινωνιακό σύστημα, είναι η **εξασθένιση (ή απώλεια)** και το **εύρος ζώνης**. Αν και στα πρώτα χρόνια ανάπτυξης των οπτικών ινών (δεκαετία του 1960) η εξασθένισή τους ήταν πολύ μεγάλη - με αποτέλεσμα η επικοινωνία μετά από μερικές δεκάδες μέτρα να είναι αδύνατη – σήμερα έχουν κατασκευαστεί οπτικές ίνες από γυαλί πυριτίου, που έχουν εξασθένιση μόλις $0,2 \text{ dB/km}$. Όσον αφορά το εύρος ζώνης μιας οπτικής ίνας, αυτό περιορίζεται από τη διασπορά του σήματος μέσα στην ίνα, η οποία καθορίζει τον αριθμό των bits της μεταδιδόμενης πληροφορίας, μέσα σε μία δεδομένη χρονική περίοδο.

4.ΤΕΧΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΚΑΛΩΔΙΑΚΩΝ ΒΛΑΒΩΝ

4.1 Γενικά

Τεχνικό Τμήμα Καλωδιακών Βλαβών είναι το τεχνικό τμήμα που ασχολείται με την αποκατάσταση τηλεπικοινωνιακών καλωδίων η οπτικών ινών που εμφανίζουν απώλεια σήματος -μερική η ολική-δυσχεραίνοντας ή καθιστώντας αδύνατη την επικοινωνία. Η εργασία αυτή συμβαίνει καθόλη τη διάρκεια του έτους ανεξαρτήτως καιρικών συνθηκών, γεγονός που συνεπάγεται την αντιμετώπιση πολύπλευρων δυσκολιών. Τα σημεία επιδιόρθωσης είναι συνήθως δημόσιοι δρόμοι από όπου από διέρχονται υπογείως οι γραμμές μεταφοράς, καθώς και τηλεφωνικές κολώνες ή τοίχοι κατοικιών όπου τις περισσότερες φορές τοποθετούνται οι ανυψώσεις.

Η εργασία αποκατάστασης βλαβών χωρίζεται σε τρία βασικά στάδια:

- **Εντοπισμός:** ανεύρεση του σημείου στο οποίο εντοπίζεται το πρόβλημα προκειμένου να πραγματοποιηθούν σχετικές μετρήσεις.
- **Μέτρηση:** αφού εντοπιστεί το σημείο του προβλήματος μετρώνται κατάλληλα τα κρίσιμα σημεία, δηλαδή το Κέντρο, ο Κατανεμητής, ο οποίος είναι ευρύτατα γνωστός ως KV (προφέρεται Κά-φάου), και η εισαγωγή και σημαδεύονται τα σημεία στα οποία θα πραγματοποιηθούν τα απαραίτητα χωματουργικά έργα.
- **Αποκατάσταση:** ανευρίσκονται τα καλώδια και ελέγχονται προκειμένου να εντοπιστεί το σημείο που παρουσιάζει το πρόβλημα. Αν το πρόβλημα δεν εντοπιστεί στο συγκεκριμένο τμήμα του καλωδίου επιστρέφουμε στο στάδιο της μέτρησης. Αλλιώς αποκαθίσταται η βλάβη και επανέρχεται η επικοινωνία.

Οι τεχνικοί είναι συνήθως άτομα που έχουν σπουδάσει ηλεκτρολογία, ηλεκτρονική, πληροφορική ή κάποια άλλη σχετική θετική επιστήμη. Συχνά δε, είναι κάτοχοι σχετικών μεταπτυχιακών τίτλων ή είναι πιστοποιημένοι ελεγκτές δικτυακών βλαβών.

5. ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

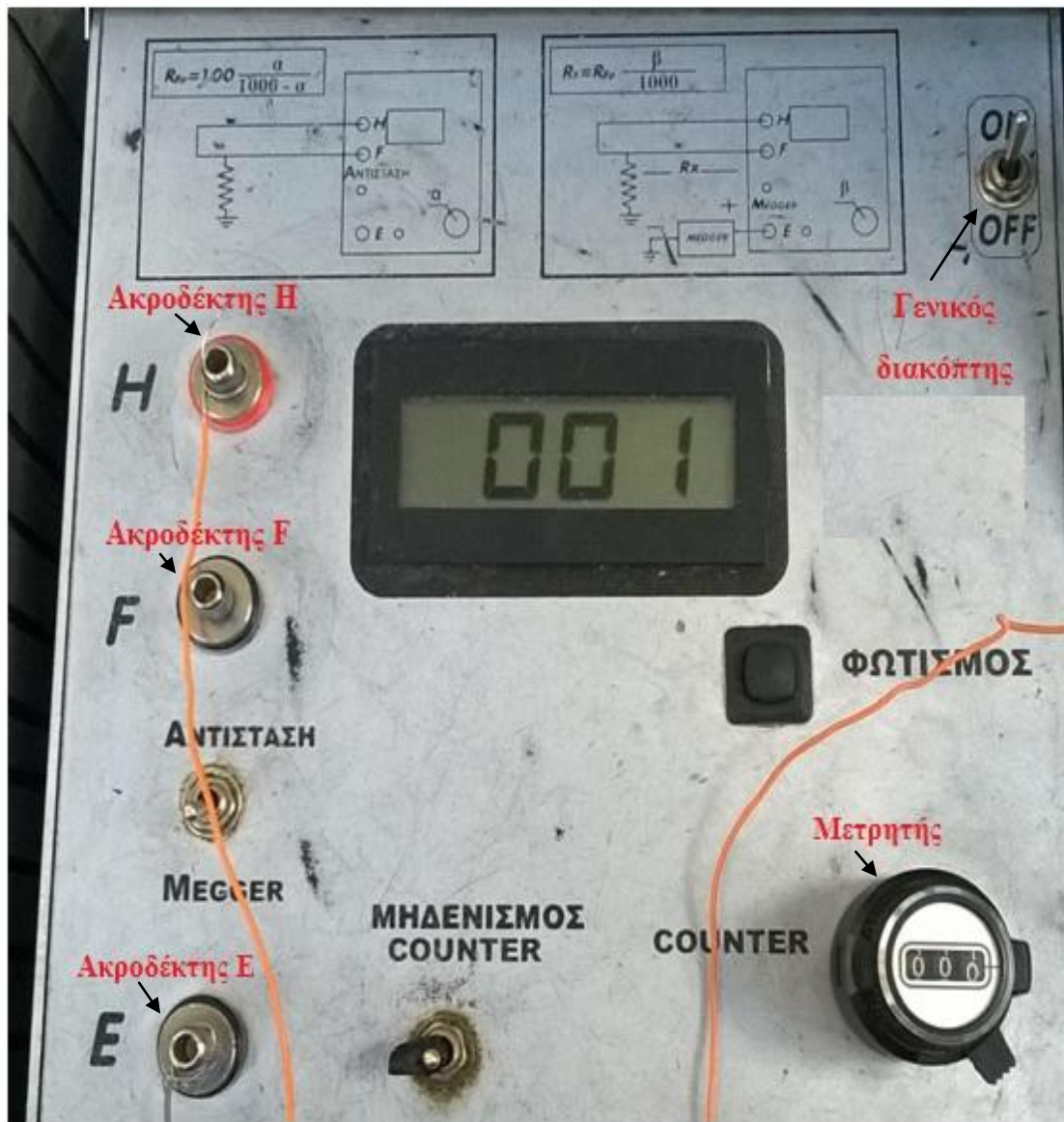
Οι μετρήσεις είναι ένα νευραλγικό τμήμα της συντήρησης του δικτύου και της αποκατάστασης βλαβών. Μετρήσιμα μεγέθη για την ανίχνευση βλαβών είναι κυρίως ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των γραμμών μεταφοράς και των οργάνων εξοπλισμού (αντίσταση, αγωγιμότητα, τάση, ένταση, κτλ.). Τα όργανα αποτελούν ένα σημαντικό μέρος των εργασιών συντήρησης και η καλή γνώση τους είναι απαραίτητη για την ορθή λειτουργία.

5.1 Γέφυρα Μέγγερ

Η **γέφυρα Μέγγερ** (megger) είναι ένα ηλεκτρονικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για το έλεγχο της μόνωσης διαφόρων υλικών, εξαρτημάτων ή εγκαταστάσεων. Πραγματοποιεί μετρήσεις της αντίστασης του υπό εξέταση στοιχείου -ή κυκλώματος- σε κλίμακα ΜΩ τις οποίες εμφανίζει σε μία οθόνη. Για να το επιτύχει αυτό έχει εσωτερική γεννήτρια συνεχούς τάσης, συνήθως της τάξης των 500 V, με ρεύμα χαμηλής τάσης, ώστε να μην είναι επικίνδυνο για τον χρήστη. Τα 500 V είναι αρκετά για τις περισσότερες εφαρμογές στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις-αν και υπάρχουν γέφυρες Μέγγερ με μεγαλύτερες τάσεις γεννήτριας. Εάν η ένδειξη είναι μικρότερη των 50 ΜΩ, πιθανότατα η μόνωση είναι σε καλή κατάσταση, ενώ σε αντίθετη περίπτωση υποδηλώνεται η πιθανότητα ύπαρξης προβλημάτων. Ένδειξη «-I» σημαίνει ότι το καλώδιο είναι απόλυτως γειωμένο.

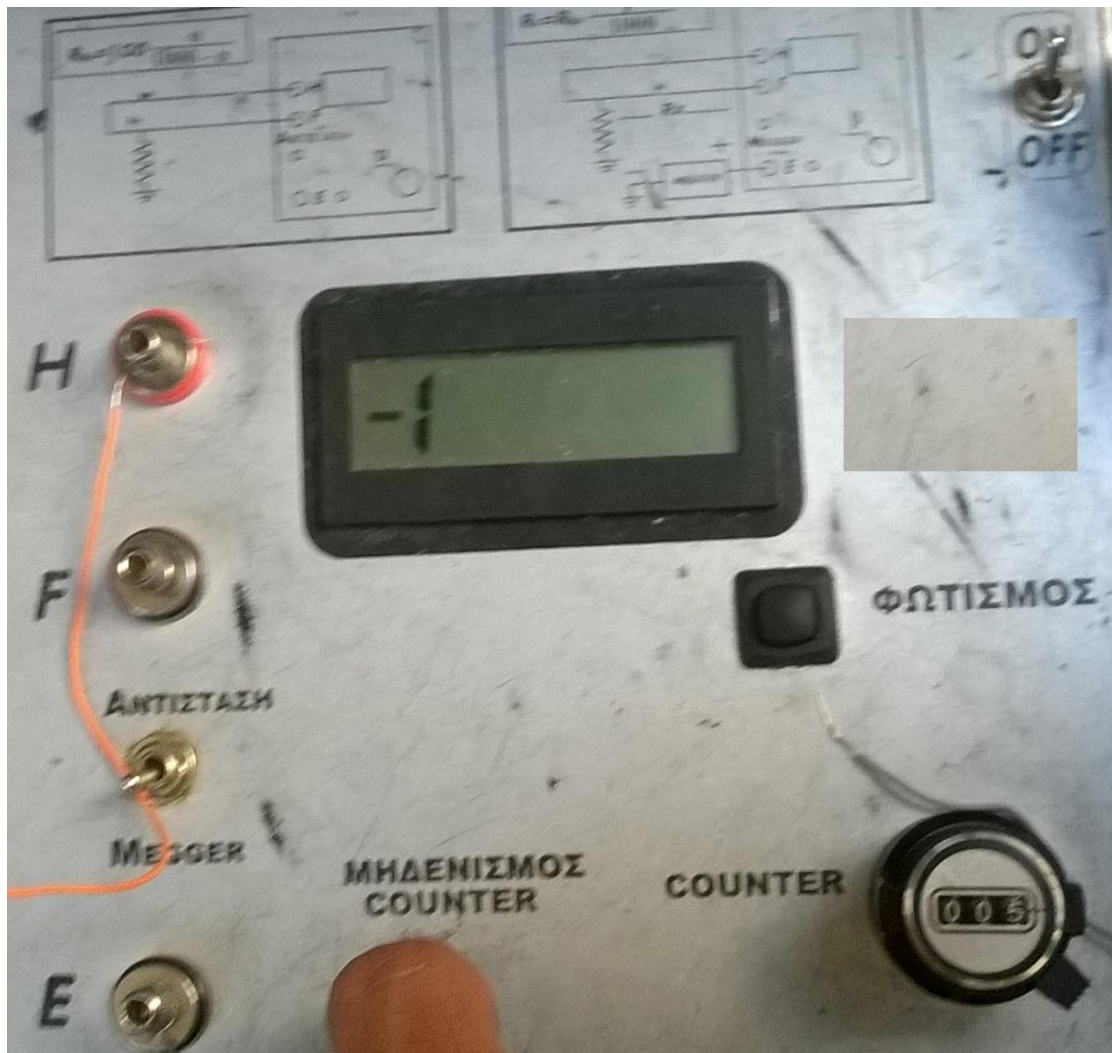
Η γέφυρα Μέγγερ χρησιμοποιείται κυρίως για τον έλεγχο μόνωσης μοτέρ ή πολυπολικών καλωδίων. Τα τελευταία πρέπει να εμφανίζουν μεταξύ των αγωγών τους ιδιαίτερα μεγάλη μόνωση προκειμένου αυτή να θεωρηθεί «άπειρη» και επομένως επαρκής. Για να είναι ακίνδυνη η μέτρηση για το κύκλωμα το οποίο δε μετράται τα άκρα πρέπει να είναι στον αέρα ή καλά μονωμένα από όλες τις πλευρές τους. Γενικότερα, τα απλά πολύμετρα όταν λειτουργούν ως ωμόμετρα έχουν πηγή χαμηλής τάσης προερχόμενη από μπαταρία -συνήθως μέχρι 9 V. Για το λόγο αυτό δεν μπορούν να εντοπίσουν αν μια μόνωση στα κανονικά volts λειτουργίας είναι αποδεκτή. Η αντίσταση μόνωσης δεν ακολουθεί τον νόμο του Ohm. Ως ιδανική μόνωση θεωρείται -και είναι- η άπειρη αντίσταση.

5.2 Διαδικασία μέτρησης χρησιμοποιώντας γέφυρα μέγгер



Εικόνα 10: Γέφυρα Μέγгер.

Για να μπορέσουμε να μετρήσουμε χρησιμοποιώντας μία γέφυρα μέγгер, ανοίγουμε αρχικά το **Γενικό διακόπτη** στη θέση **ON**. Στη συνέχεια τοποθετούμε τον **Ακροδέκτη E** σε γειωμένο σημείο. Μπορούμε να ελέγξουμε αν γείωση έχει πραγματοποιηθεί ακουμπώντας τον **H** ακροδέκτη σε άλλο γειωμένο σημείο. Αν υπάρχει γείωση θα εμφανίσει σχετική ένδειξη, όπως φαίνεται στην Εικόνα 11. Το καλώδιο από τον **Ακροδέκτη H** το ενώνουμε με το καλώδιο που θέλουμε να ελέγξουμε αν έχει γειωθεί. Επισημαίνεται πως «ανάποδη χρήση» των **Ακροδεκτών E, H** δε συνεπάγεται προβληματική χρήση της γέφυρας ή λανθασμένη μέτρηση. Απλώς, οι τιμές που θα εμφανίσει είναι αρνητικές.



Εικόνα 11: Αποτέλεσμα εντελώς γειωμένο.

Μετά την ολοκλήρωση της προηγούμενης διαδικασίας μετράμε τα καλώδια που ενδεχομένως εμφανίζουν κάποια βλάβη και βλέπουμε αν πραγματικά είναι γειωμένα ή όχι. Οι πιθανές ενδείξεις κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 1 και 2000 ή -1 (πλήρης γείωση του καλωδίου). Τιμές μεταξύ 1 και 50 σημαίνουν πως το καλώδιο δεν έχει μεγάλη γείωση και συνεπώς δεν εμφανίζει κάποιο πρόβλημα. Τιμές άνω του 51 συνδέονται με την εμφάνιση προβλημάτων που χρήζουν αντιμετώπισης.



Εικόνα 12: Μέτρηση με υψηλή τιμή γείωσης.



Εικόνα 13: Όχι καλά γειωμένο καλώδιο.

Σε περίπτωση που θέλουμε να ελέγξουμε την απόσταση της βλάβης, αφού ολοκληρωθούν οι απαραίτητες μετρήσεις, ενώνουμε ένα μη γειωμένο καλώδιο με το γειωμένο, μια ενέργεια η οποία στη γλώσσα των τεχνιτών αποκαλείται "μπούκλα". Σε περίπτωση δε που δεν υπάρχει γειωμένο καλώδιο, απλώνουμε δίζευγο καλώδιο ("ραζίμ") από τη μια άκρη στην άλλη, ώστε να λειτουργήσει σαν καλός αγωγός. Ακολούθως γειώνουμε τον **Ακροδέκτη Ε** και συνδέουμε τον **Ακροδέκτη Η** με τον καλό αγωγό και τον **Ακροδέκτη F** με τον γειωμένο. Θέτουμε το **διακόπτη ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ-MEGGER** στη θέση **ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ**. Κρατώντας πιεσμένο το **διακόπτη ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ** ανεβαζουμε σταδιακά το **μετρητή (COUNTER)** εως ότου μηδενιστεί η οθόνη. Όταν αυτό συμβεί, παίρνουμε τη τιμή του **μετρητή (COUNTER)**. Η μέτρηση αυτή αντιστοιχεί στην μεταβλητή «α» του ακόλουθου τύπου ο οποίος χρησιμοποιείται προκειμένου να υπολογίσουμε την αντίσταση του βρόχου.

$$R_{\beta\rho}=100 * (\alpha)/(1000-\alpha)$$

α	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,00	1,01	2,04	3,09	4,17	5,26	6,38	7,53	8,70	9,89
100	11,11	12,36	13,64	14,94	16,28	17,65	19,05	20,48	21,95	23,46
200	25,00	26,58	28,21	29,87	31,58	33,33	35,14	36,99	38,89	40,85
300	42,86	44,93	47,06	49,25	51,52	53,85	56,25	58,73	61,29	63,93
400	66,67	69,49	72,41	75,44	78,57	81,82	85,19	88,68	92,31	96,08
500	100,00	104,08	108,33	112,77	117,39	122,22	127,27	132,56	138,10	143,90
600	150,00	156,41	163,16	170,27	177,78	185,71	194,12	203,03	212,50	222,58
700	233,33	244,83	257,14	270,37	284,62	300,00	316,67	334,78	354,55	376,19
800	400,00	426,32	455,56	488,24	525,00	566,67	614,29	669,23	733,33	809,09
900	900,00	1011,11	1150,00	1328,57	1566,67	1900,00	2400,00	3233,33	4900,00	9900,00

Εικόνα 14:Στον πίνακα εμφανίζονται ενδεικτικά αποτελέσματα για ακριβείς τιμές (σημειώνεται το αποτέλεσμα για τη τιμή 430).

Στη συνέχεια βάζουμε το **διακόπτη ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ-MEGGER** στη θέση **MEGGER** και χωρίς να πειράζουμε την συνδεσμολογία των **Ακροδεκτών** πατάμε το **διακόπτη ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ** ανεβάζοντας βαθμιαία το **μετρητή (COUNTER)** ώσπου να μηδενιστεί και πάλι η οθόνη. Αφού μηδενιστεί, παίρνουμε τη τιμή του **μετρητή (COUNTER)**. Αντίστοιχα αυτή ανταποκρίνεται στη μεταβλητή «β» του τύπου.

$$R_{\chi}=R_{\beta\rho} * (\beta/1000)$$

Σε περίπτωση που η γείωση δεν είναι επαρκής, αυτή πρέπει να ενισχυθεί κάνοντας χρήση της **ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ**, ώστε να είναι δυνατή η μέτρηση. Η μόνη αλλαγή που πρέπει να γίνει στο κύκλωμα είναι να συνδεθεί ο **Ακροδέκτης Ε** με τον **ΜΑΥΡΟ ΑΚΡΟΔΕΚΤΗ** της γεννήτριας και ο **ΚΟΚΚΙΝΟΣ** με τη γείωση. Στη συνέχεια ανοίγουμε τη γεννήτρια και λαμβάνουμε τη μέτρηση ακολουθώντας την προαναφερόμενη διαδικασία.



Εικόνα 15: Ηλεκτρονική γεννήτρια υψηλής τάσης.

Το αποτέλεσμα R_x αφαιρείται από το μήκος του καλωδίου ραζίμ (δίξενγο) που χρησιμοποιήσαμε από τη γέφυρα μέχρι το σημείο στο οποίο έλαβε χώρα η μέτρηση (π.χ. το σημείο KV). Η αφαίρεση γίνεται με βάση μια συγκεκριμένη κλίμακα. Για

παράδειγμα, αν το μήκος είναι 2 μέτρα τότε η αφαίρεση που πρέπει να γίνει είναι: $R_{\chi} - 0,2$. Το αποτέλεσμα πολλαπλασιάζεται με τη διατομή του καλωδίου (εικόνα 16). Η τιμή που προκύπτει αντιστοιχεί στην απόσταση της βλάβης σε μέτρα.

Διάμετρος Καλωδίου	Μέτρα / $\Omega\mu$
$\Phi 0,4$	7,20
$\Phi 0,6$	16,20
$\Phi 0,8$	28,80
$\Phi 1,0$	45,00

Εικόνα 16: Αντιστοιχία διατομών καλωδίου με τον πολλαπλασιαστή.

5.3 Ηχώμετρο (Biccotest)



Εικόνα 17: Ηχώμετρο.

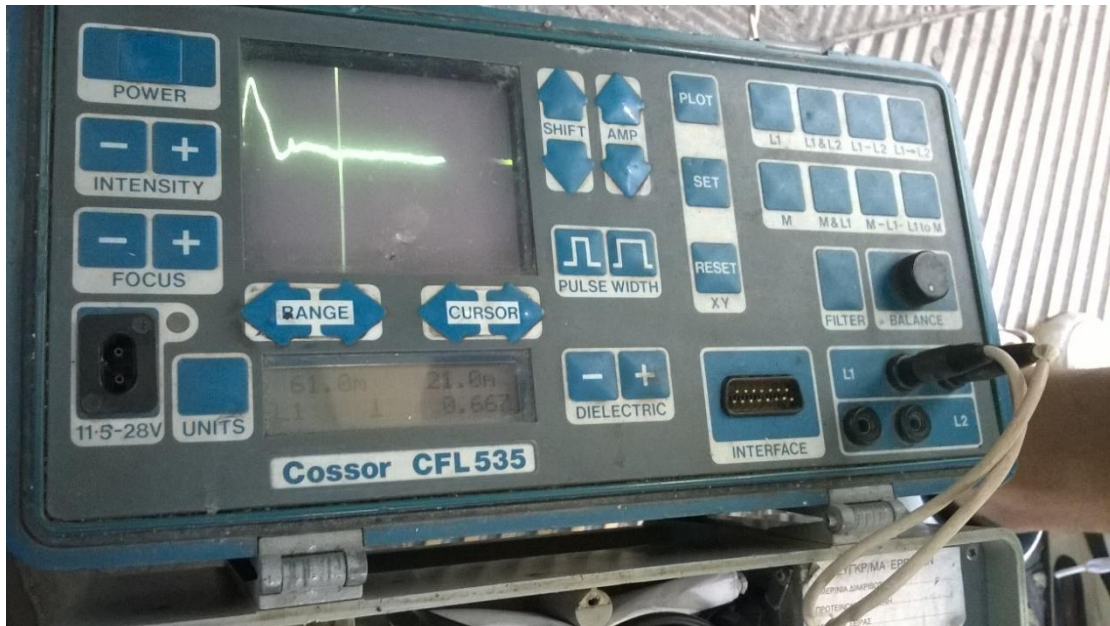
Τα ηχώμετρα (ή ηχοπαλμόμετρα) χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό και τον προσδιορισμό προβλημάτων σε όλους τους τύπους καλωδίων όπως: σφάλματα θωράκισης, κομμένοι ή βραχυκυκλωμένοι αγωγοί χαλαροί σφιγκτήρες, εμποτισμός του καλωδίου με υγρασία κ.ά. (Εικόνα 17). Η λειτουργία του βασίζεται στην αρχή

λειτουργίας του Radar. Ένας παλμός ενέργειας εκπέμπεται στο καλώδιο. Όταν ο παλμός φθάσει στο τέλος του καλωδίου ή συναντήσει μια βλάβη κατά μήκος του, μέρος του παλμού (ή ακόμη και το σύνολο της ενέργειας του) αντανακλάται πίσω στο όργανο. Για τον εντοπισμό του προβλήματος το όργανο βασίζεται στο χρόνο που απαιτείται για την επιστροφή του σήματος κατά μήκος του καλωδίου. Τα σύγχρονα ηχόμετρα μετατρέπουν το χρόνο αυτόν σε απόσταση χρησιμοποιώντας αλγορίθμους και απεικονίζουν την πληροφορία ως κυματομορφή ως απόσταση του σφάλματος από το όργανο.



Εικόνα 18: Το ηχόμετρο εκτός λειτουργίας.

Η διαδικασία μέτρησης με το ηχόμετρο (biccotest) είναι απλή. Το όργανο ενεργοποιείται πατώντας το κουμπί **POWER** (Εικόνα 18). Όταν ενεργοποιηθεί ανάβουν οι οθόνες. Η πάνω οθόνη εμφανίζει τη γραφική παράσταση μιας κυματομορφής και ένα δείκτη. Η κάτω (μικρότερη) οθόνη εμφανίζει στα αριστερά την γενική απόσταση, στα δεξιά την απόσταση που είναι ο δείκτης και κάτω αριστερά την είσοδο από την οποία το όργανο παίρνει σήμα.



Εικόνα 19: Ενεργοποιημένο όργανο.

Αφού ενεργοποιήσουμε το όργανο συνδέουμε το καλώδιο που θέλουμε να μετρήσουμε. Υπάρχουν δύο υποδοχές διασύνδεσης στις οποίες μπορεί να πραγματοποιηθεί η μέτρηση: **L1** και **L2**. Ανάλογα με το ποια από τις δύο θα επιλεγεί, πιέζεται το αντίστοιχο κουμπί στο άνω δεξί μέρος του οργάνου. Η μέτρηση πραγματοποιείται κάνοντας κατάλληλη χρήση των διαθέσιμων επιλογών, ώστε να ανταποκρίνονται στην περίπτωση.

Ακολουθώς παρουσιάζονται οι λειτουργίες κάθε πλήκτρου:

INTENSITY +: Πλαταίνει το απεικονιζόμενο σήμα.

INTENSITY -: Λεπταίνει το απεικονιζόμενο σήμα.

FOCUS +: Μεγεθύνει την απεικόνιση.

FOCUS -: Σμικραίνει την απεικόνιση.

RANGE αριστερά: Μετακινεί το δείκτη προς τα αριστερά.

RANGE δεξιά: Μετακινεί το δείκτη προς τα δεξιά.

CURSOR αριστερά: Μικραίνει την απόσταση της γραφικής παράστασης.

CURSOR δεξιά: Μεγαλώνει την απόσταση της γραφικής παράστασης.

SHIFT πάνω: Ρυθμίζει την κάθετη θέση του ίχνους.

SHIFT κάτω: Ρυθμίζει την κάθετη θέση του ίχνους.

AMP πάνω: Ενισχύει το σήμα.

AMP κάτω: Εξασθενεί το σήμα.

PULSE: Μειώνει το μήκος κύματος.

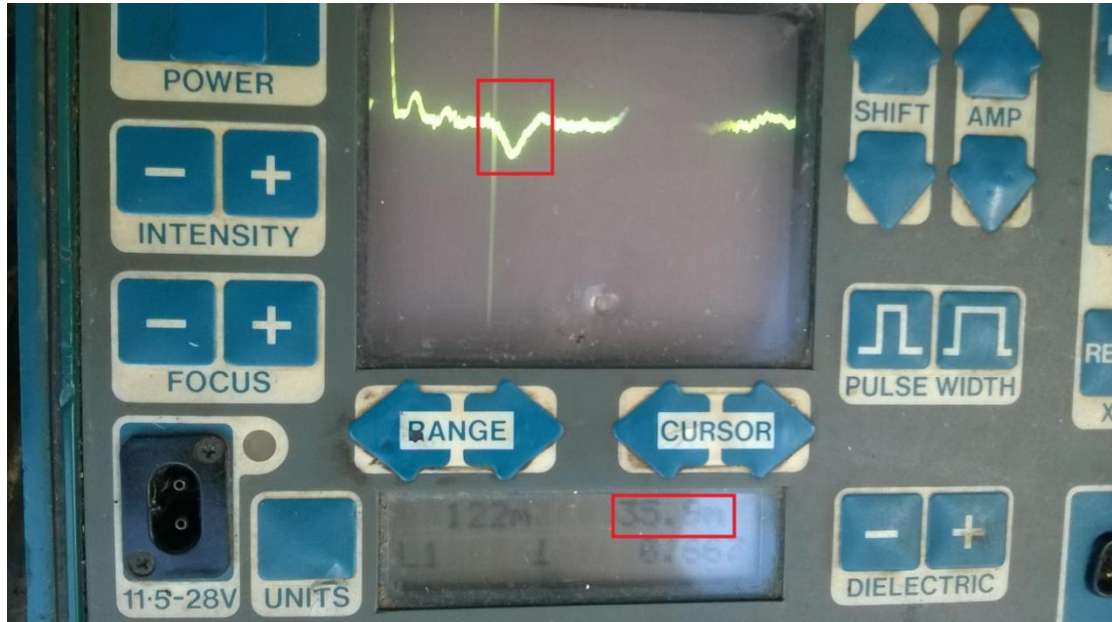
WIDTH: Μεγαλώνει το μήκος κύματος.

DIELECTRIC +: Αυξάνει τη διηλεκτρική σταθερά.

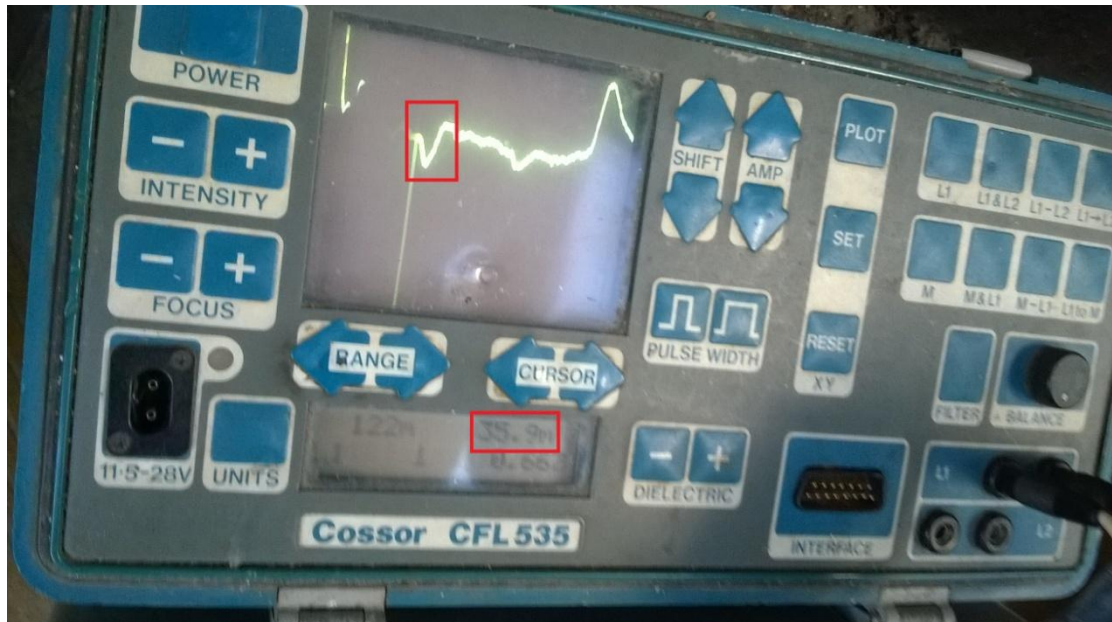
DIELECTRIC -: Μειώνει τη διηλεκτρική σταθερά.

Επεξήγηση μετρήσεων.

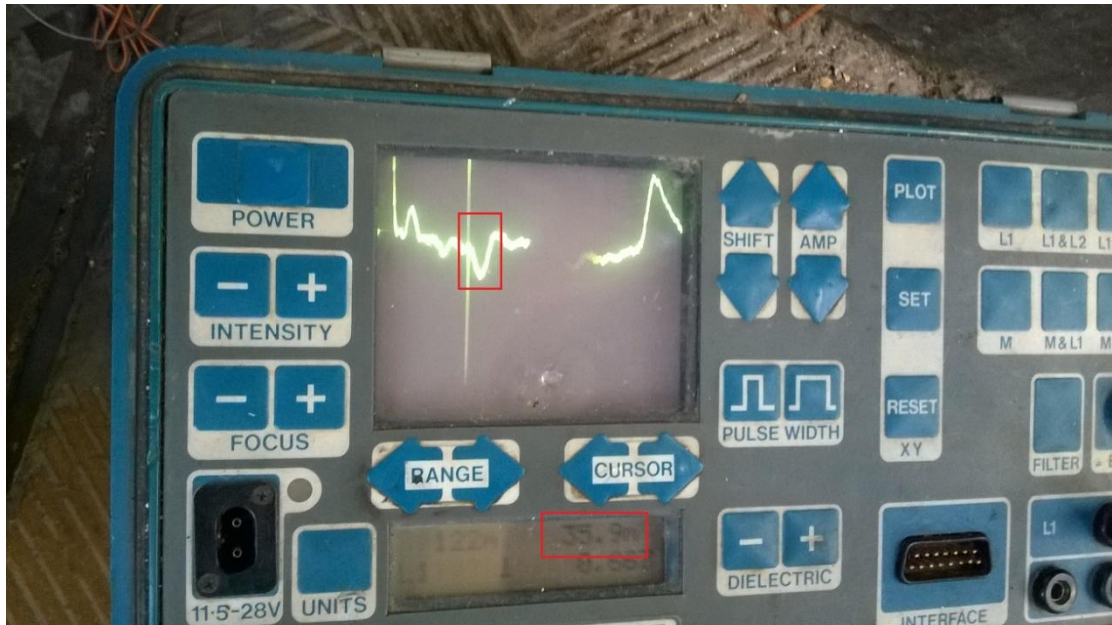
Στη Εικόνα 19 παρουσιάζεται μια αρχική γραφική παράσταση η οποία αντιστοιχεί στην περίπτωση που δεν υπάρχει κάποια μούφα, ένωση ή διακοπή του καλωδίου.



Εικόνα 20: Αποτέλεσμα μέτρησης.

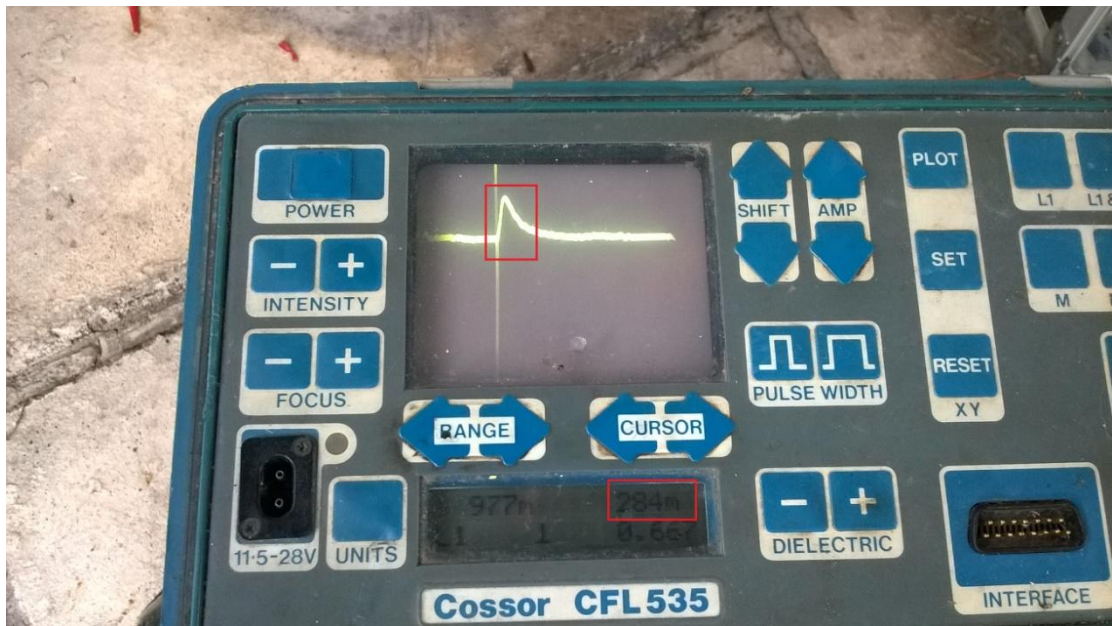


Εικόνα 21: Αποτέλεσμα μέτρησης.

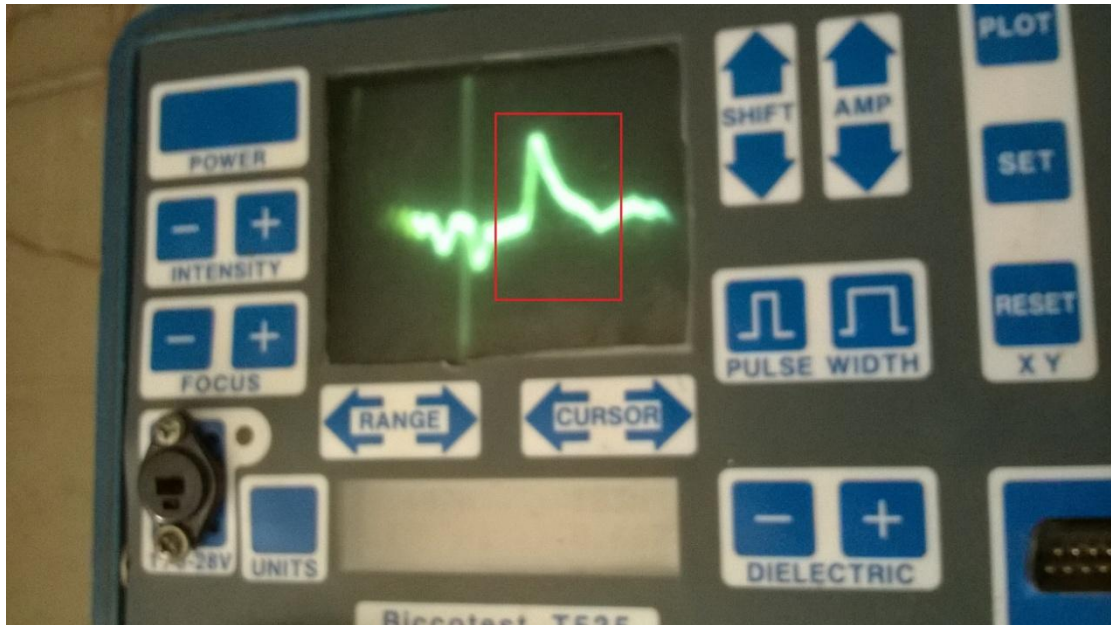


Εικόνα 22: Αποτέλεσμα μέτρησης.

Οι εικόνες 20, 21 και 22 αντιστοιχούν στην περίπτωση ύπαρξης μούφας στα 35,9 μέτρα. Στις εικόνες 23 και 24 διαπιστώνουμε το κόψιμο του καλωδίου.

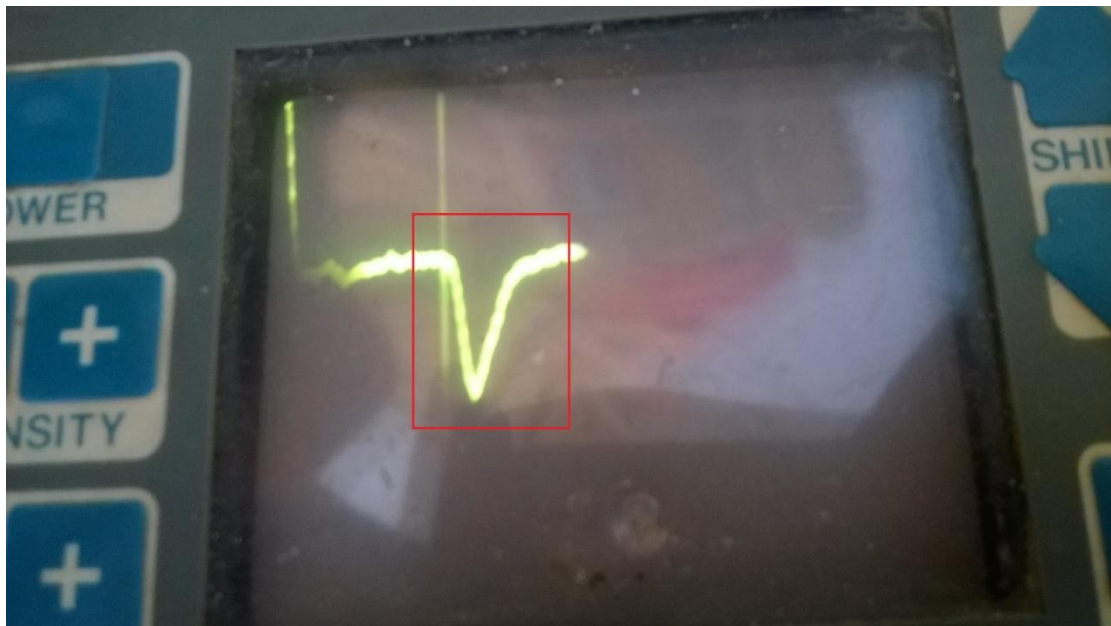


Εικόνα 23: το καλώδιο έχει κοπεί στα 284 μέτρα.



Εικόνα 24: το καλώδιο έχει κοπεί.

Οι εικόνες 25 και 26 αντιστοιχούν σε μία περίπτωση ενωμένου καλωδίου.



Εικόνα 25: Αποτέλεσμα μέτρησης.



Εικόνα 26: Αποτέλεσμα μέτρησης.

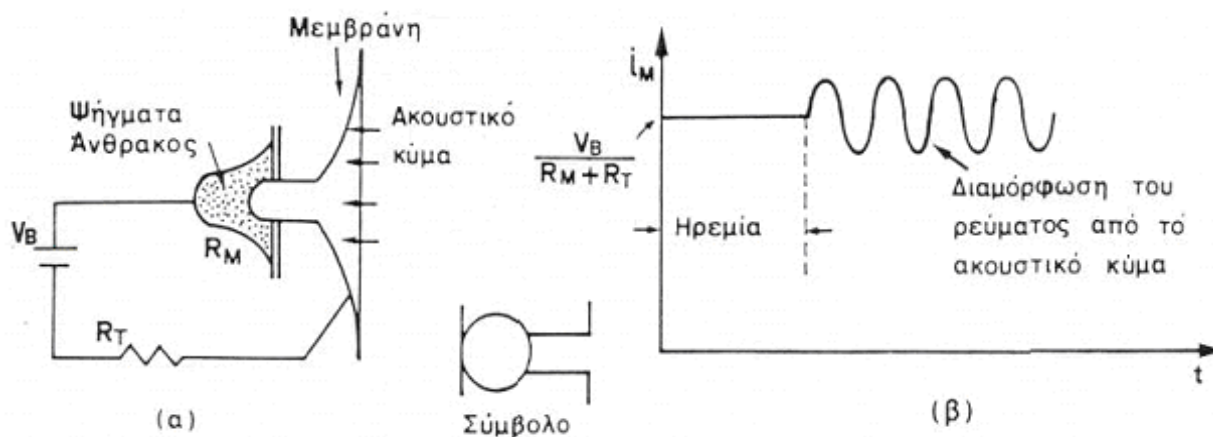
6. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

6.1 Σκούφιες (ακουστικά με μικρόφωνο)

Οι σκούφιες είναι ένα εργαλείο που αποτελείται από μικρόφωνο και ακουστικό ενωμένα σε σειρά. Θεωρείται απαραίτητο για διεργασίες που σχετίζονται με την αναγνώριση των καλωδίων, τη διεξαγωγή δοκιμών και τη διαπίστωση ύπαρξης σήματος επί του καλωδίου. Υπάρχουν περιπτώσεις τεχνικών οι οποίοι χρησιμοποιώντας τις σκούφιες μπορούν να διαγνώσουν ακόμη και το είδος της βλάβης.

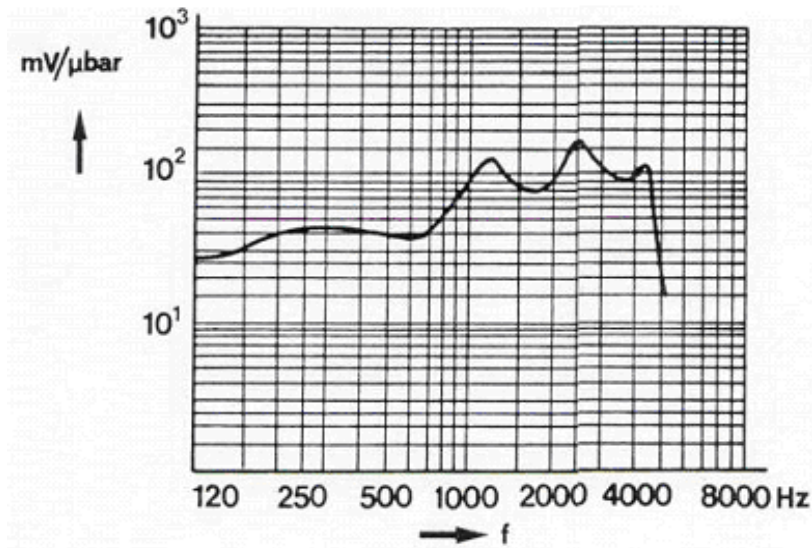
Μικρόφωνο

Οι περισσότερες τηλεφωνικές συσκευές είναι εφοδιασμένες με **μικρόφωνα άνθρακα** λόγω του χαμηλού κόστους και της μεγάλης ευαισθησίας που αυτά εμφανίζουν. Το μικρόφωνο άνθρακα δεν μετατρέπει την ακουστική ενέργεια των ηχητικών κυμάτων σε ηλεκτρική ενέργεια, αλλά διαμορφώνει το συνεχές ρεύμα που λαμβάνει από την πηγή τροφοότησης με το ακουστικό σήμα που παράγεται από τον ομιλητή. Το ακουστικό σήμα θέτει σε ταλάντωση τη μεμβράνη του μικροφώνου η οποία πιέζει - άλλοτε εντονότερα και άλλοτε ασθενέστερα- τα ψήγματα του άνθρακα που βρίσκονται σε ειδικό χώρο (εικόνα 27). Μεταβάλλεται, έτσι, η αντίσταση των ψηγμάτων και στη συνέχεια το ρεύμα στο κύκλωμα του μικροφώνου διαμορφώνεται ανάλογα με την ένταση της ομιλίας του συνδρομητή.



Εικόνα 27: Αρχή λειτουργίας του μικροφώνου άνθρακα.

Ο συμβιβασμός που πρέπει να γίνει επιτρέπει κάποια παραμόρφωση στο σήμα. Η τυπική απόκριση ενός μικροφώνου άνθρακα παριστάνεται στην εικόνα 28 όπου καταγράφεται ένα ικανοποιητικό εύρος ζώνης -δεδομένου πως το εύρος ζώνης μιας τηλεφωνικής γραμμής περιορίζεται περίπου στα 3,4 kHz. και στην απεικονιζόμενη περίπτωση αυτό κυμαίνεται στα 4 kHz.

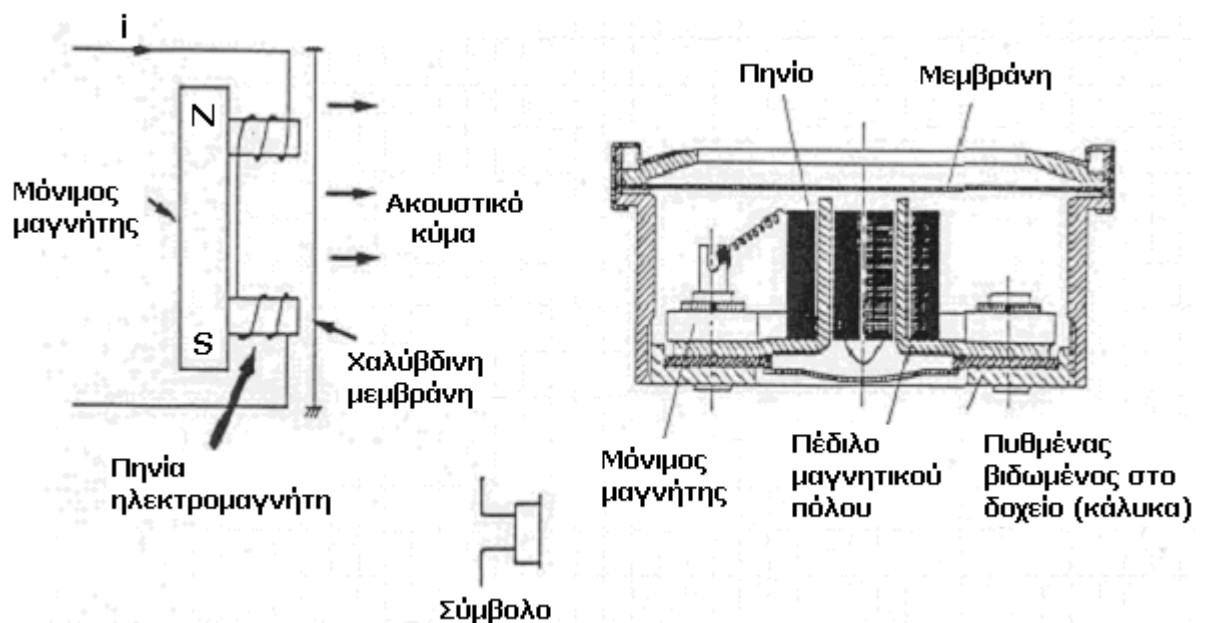


Εικόνα 28: Τυπική απόκριση συχνοτήτων ενός μικροφώνου άνθρακα.

Στην τηλεφωνία χρησιμοποιούνται επίσης μικρόφωνα πυκνωτή και κρυσταλλικά μικρόφωνα. Στις περιπτώσεις αυτές, ωστόσο, λόγω της χαμηλής ευαισθησίας των μικροφώνων για την καλή τους λειτουργία απαιτούνται ενισχυτικές διατάξεις.

Ακουστικό

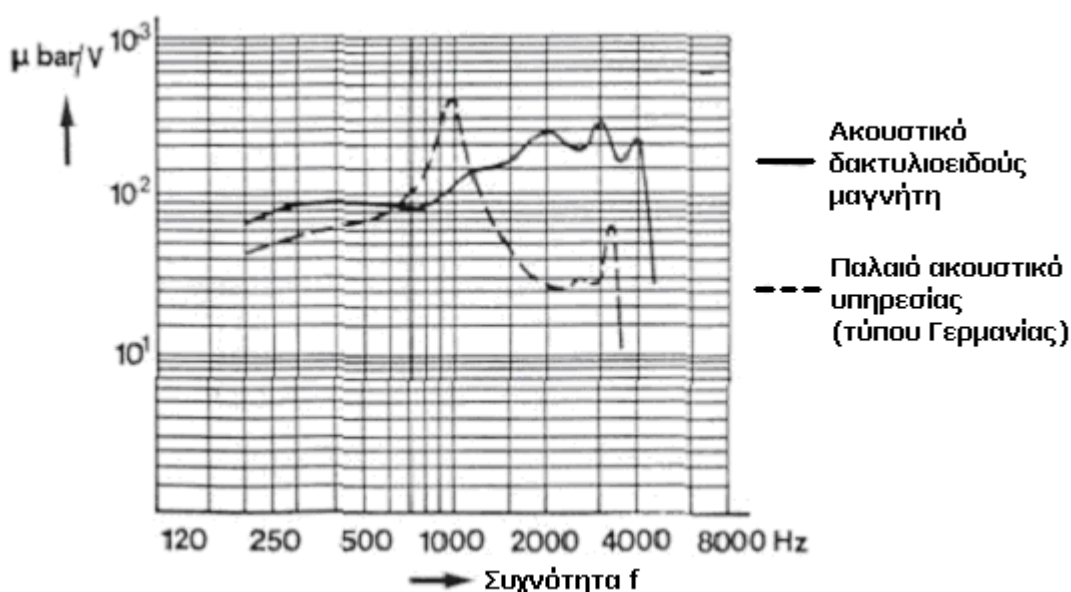
Το ακουστικό είναι μία συσκευή μετατροπής του μεταβαλλόμενου ηλεκτρικού ρεύματος σε ακουστικά κύματα. Τα ακουστικά των περισσότερων τηλεφωνικών συσκευών είναι τύπου κινουμένου σιδήρου. Ένα τέτοιο ακουστικό παριστάνεται στο εικόνα 29.



Εικόνα 29: α) Αρχή λειτουργίας β) Κάτοψη τομής ακουστικού.

Όπως φαίνεται από το παραπάνω σχήμα, το ακουστικό αποτελείται από μία εύκαμπτη μεμβράνη στο σχήμα δίσκου που τοποθετείται στο πεδίο ενός ηλεκτρομαγνήτη πολωμένου από ένα μόνιμο μαγνήτη. Σε κατάσταση ηρεμίας η μεμβράνη έλκεται συνεχώς από το μαγνητικό πεδίο του μόνιμου μαγνήτη. Όταν μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό ρεύμα περάσει από τα πηνία του ηλεκτρομαγνήτη, δημιουργείται ένα αντίστοιχο μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο που ενισχύει ή μειώνει το υπάρχον μαγνητικό πεδίο. Το αποτέλεσμα είναι η μεμβράνη να πάλλεται στην ίδια συχνότητα με αυτήν του μεταβαλλόμενου ηλεκτρικού ρεύματος. Ο μόνιμος μαγνήτης έχει το πλεονέκτημα να αυξάνει την ευαισθησία του ακουστικού και να εμποδίζει την κίνηση του οπλισμού στη διπλάσια συχνότητα.

Η ζώνη συχνοτήτων που μπορεί να διαβιβασθεί με αυτόν τον τύπο ακουστικού είναι περίπου 3,5 kHz, ενώ νεότεροι τύπου ακουστικών που βασίζονται στη χρήση δακτυλιοειδούς μαγνήτη εμφανίζουν καλύτερη απόκριση συχνότητας –της τάξης των 4,5 kHz (εικόνα 30).



Εικόνα 30: Αποκρίσεις συχνοτήτων ακουστικών τύπου κινουμένου σιδήρου.

6.2 Ανιχνευτής καλωδίων

Ο ανιχνευτής καλωδίων (ή γεννήτρια σήματος ή toner) είναι μια συσκευή η οποία βοηθά στον εντοπισμό ενός συγκεκριμένου καλωδίου μεταξύ άλλων. Αποτελείται από δύο μέρη, τη γεννήτρια σήματος και τον ανιχνευτή. Η γεννήτρια συνδέεται στην μία άκρη του καλωδίου και όταν ο ανιχνευτής βρίσκεται κοντά σε οποιοδήποτε σημείο του καλωδίου παράγει έναν ηχητικό τόνο. Τα toners χρησιμοποιούνται κυρίως από τεχνικούς δικτύων και τηλεφώνων. Μπορούν, ωστόσο, να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό οποιουδήποτε ζεύγος καλωδίων (ρεύματος, ομοαξονικά κτλ) αρκεί να μίν βρίσκονται υπο τάση.

7. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

7.1 Αρίθμηση καλωδίων, δημιουργία ντορονιών

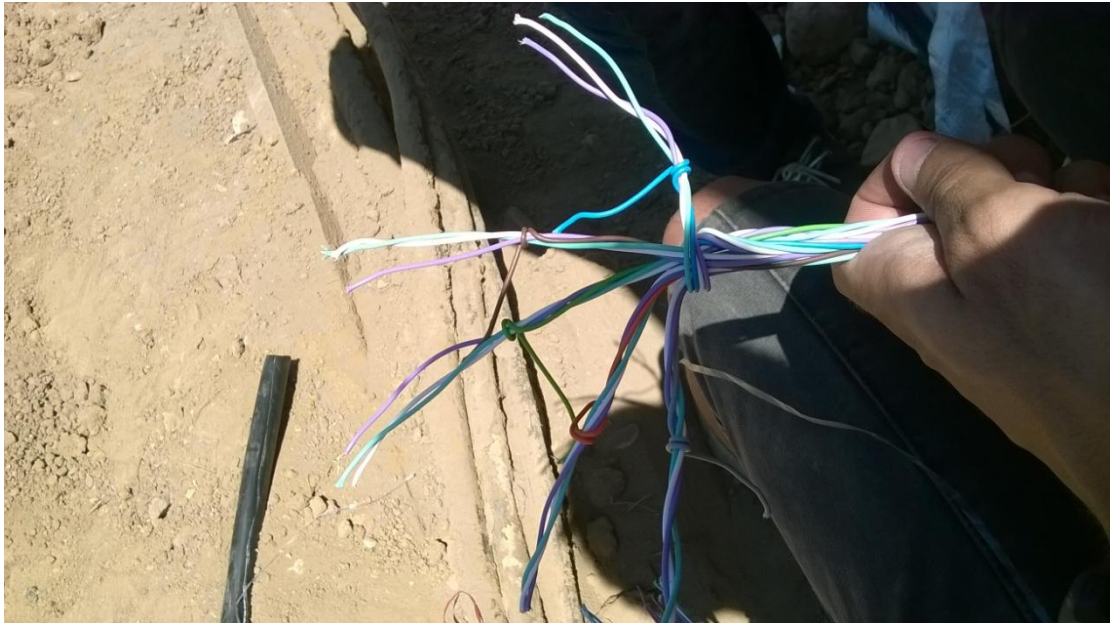
Προκειμένου να είναι ευδιάκριτα μέσα σε ένα καλώδιο, το οποίο μπορεί να περιέχει από δεκάδες έως και χιλιάδες καλώδια, τα τηλεπικοινωνιακά καλώδια χρωματίζονται από τους κατασκευαστές με συγκεκριμένα χρώματα και ομαδοποιούνται με χρωματιστές κορδέλες.

Για παράδειγμα, για ένα καλώδιο 50 ζευγών, όταν αποφλοιωθεί το καλώδιο τα εσωτερικά καλώδια είναι περιτυλιγμένα από κορδέλες. Οι ομάδες των τυλιγμένων καλωδίων καλούνται **ντορόνια**. Το πρώτο ντορόνι έχει κορδέλα χρώματος κόκκινου και χρησιμεύει ως οδηγός, ενώ τα υπόλοιπα έχουν άσπρο χρώμα (εικόνα 31).



Εικόνα 31: Δέσιμο καλωδίου.

Τα ντορόνια ομαδοποιούνται σε τετράδες καλωδίων. Το πρώτο καλώδιο της τετράδας έχει χρώμα άσπρο. Το δεύτερο λέγεται οδηγός και ανάλογα με την αρίθμηση της τετράδας έχει χρώματα: 1. Μπλε, 2. Πορτοκαλί, 3. Πράσινο, 4. Καφέ ή 5. Γκρι. Το τρίτο καλώδιο είναι Τυρκουάζ και το τέταρτο είναι χρώματος Μωβ. Άρα κάθε ντορόνι έχει ζεύγη 10 ή 20 καλωδίων. Δηλαδή ένα καλώδιο 50 ζευγών αποτελείται από 5 ντορόνια, ενώ για λόγους ασφαλείας κάθε καλώδιο περιέχει μερικά εφεδρικά. Το μέγεθος κάθε ντορονιού εξαρτάται από το μέγεθος των καλωδίων που περιέχει.



Εικόνα 32:Σημάδεμα τετράδων και 1 ντορονιού.

Για να πλεχθεί ένα καλώδιο, τα ντορόνια χωρίζονται και δένονται στο σημείο που έχει σκιστεί το καλώδιο (εικόνα 31). Οι τετράδες πιάνονται – με ιδιαίτερη προσοχή για να μη σπάσουν ή μπερδευτούν- και τυλίγονται με το καλώδιο οδηγό και, αφού σημειωθούν ανάλογα με το συγκεκριμένο ντορόνι, τυλίγονται επί των υπολοίπων.

Η εικόνα 32 απεικονίζει μία διαδικασία πλέξης ενός πρώτου ντορονιού, όπου τα καλώδια είναι τυλιγμένα με την πρώτη τετράδα.

7.2 Πλέξιμο καλωδίου με μηχανή πλεξίματος

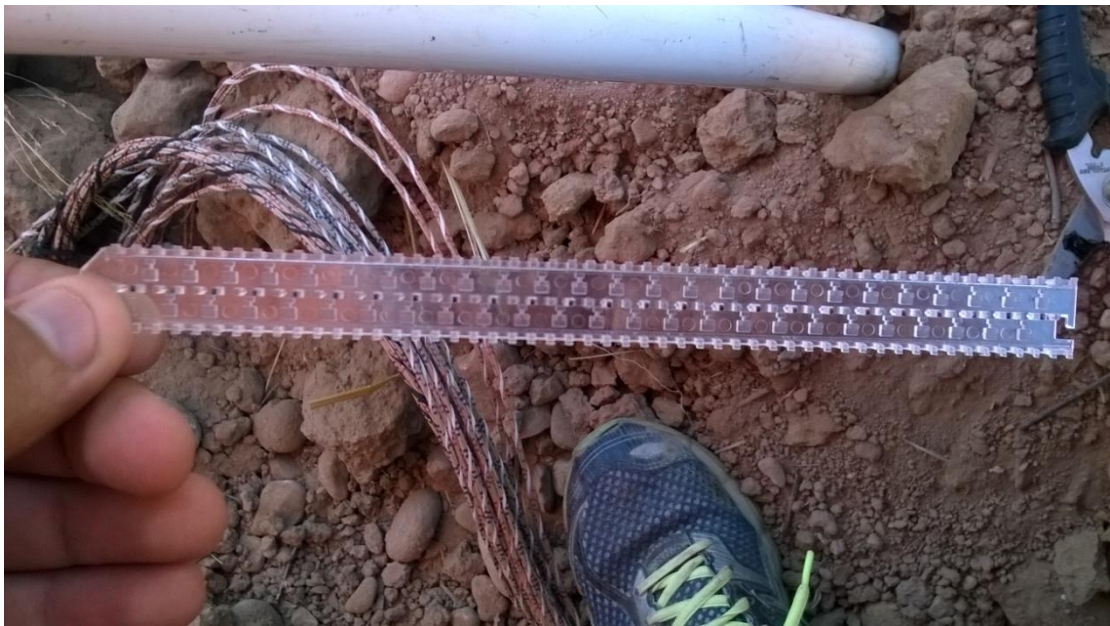
Μετά την αποφλοίωση του καλωδίου και τη δημιουργία ντορονιών, τα καλώδια πρέπει να ενωθούν. Η διαδικασία αυτή γίνεται μαζικά και γρηγορότερα κάνοντας χρήση μίας μηχανής πλεξίματος η οποία ομαδοποιεί τα καλώδια πάνω στις ειδικές ενώσεις (παστέλια).

Η μηχανή πλεξίματος αποτελείται από:

- 1: Το χτένι τοποθετημένο πάνω σε μια βάση (εικόνα 33).
- 2: Υδραυλική τρόμπα πίεσης.



Εικόνα 33: Χτένι μηχανής πλεξίματος



Εικόνα 34: Κάτω μέρος ένωσης.



Εικόνα 35: Κεντρικό μέρος ένωσης (παστέλι).



Εικόνα 36: Πάνω μέρος ένωσης.

Αφού εκτελεστούν οι προηγούμενες διεργασίες και ετοιμαστεί το καλώδιο ξεκινά η διαδικασία πλέξης στερεώνοντας τα άκρα των καλωδίων που θα ενωθούν πάνω στη βάση που στηρίζει και το χτένι (εικόνα 37) .



Εικόνα 37:Στερέωση καλωδίων πάνω στη μηχανή.

Στη συνέχεια το κάτω μέρος της ένωσης τοποθετείται πάνω στο χτένι (εικόνα 38).



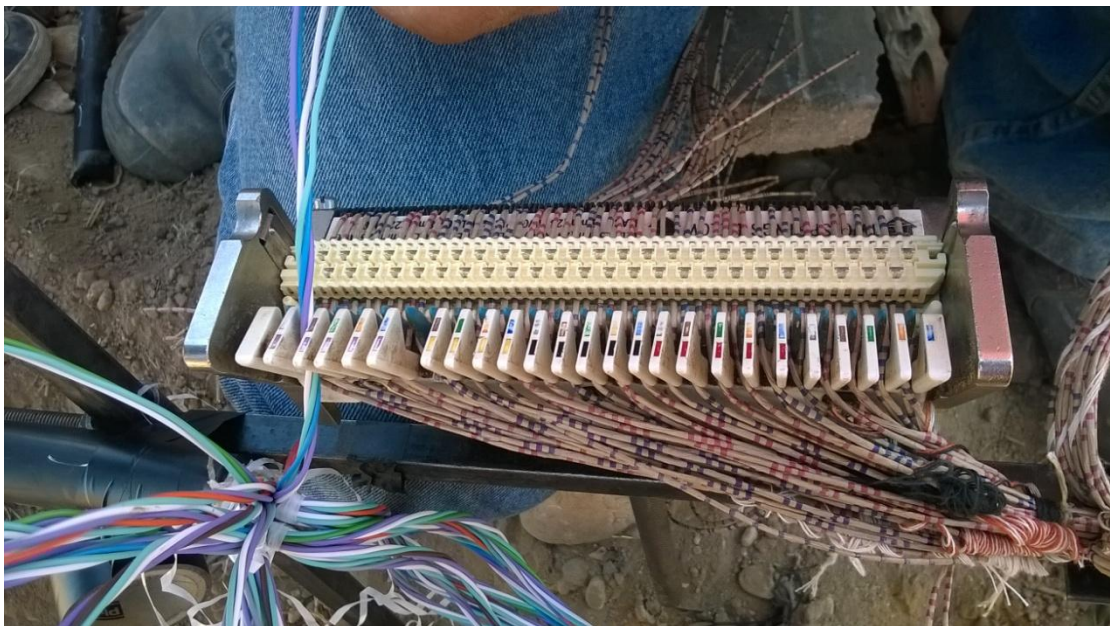
Εικόνα 38: Τοποθέτηση του κάτω μέρος της ένωσης πάνω στο χτένι.

Τα καλώδια του ενός καλωδίου τοποθετούνται με τη σειρά πάνω στο χτένι στις ειδικές σχισμές που έχει το κάτω μέρος της ένωσης ξεκινώντας από τα δεξιά. Η σειρά ακολουθεί το χρωματικό κώδικα και τα ντορόνια(εικόνα 39).



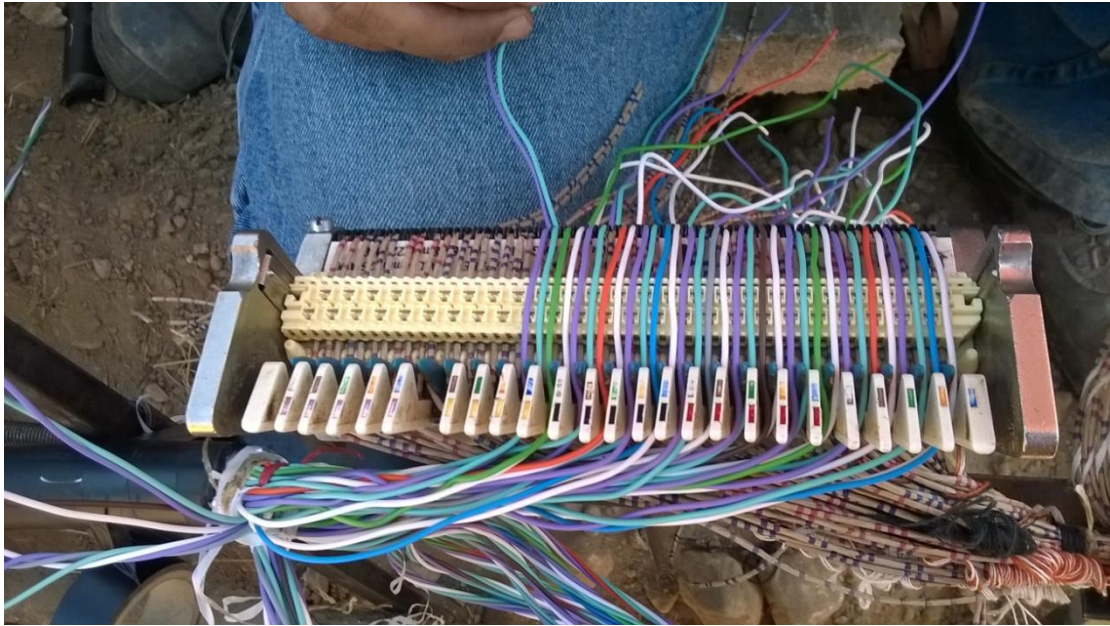
Εικόνα 39: Τοποθέτηση καλωδίων.

Αφού τοποθετηθεί το επιτρεπτό όριο καλωδίων στη κάτω βάση, τοποθετείται το κεντρικό μέρος της ένωσης (παστέλι) (εικόνα 40).



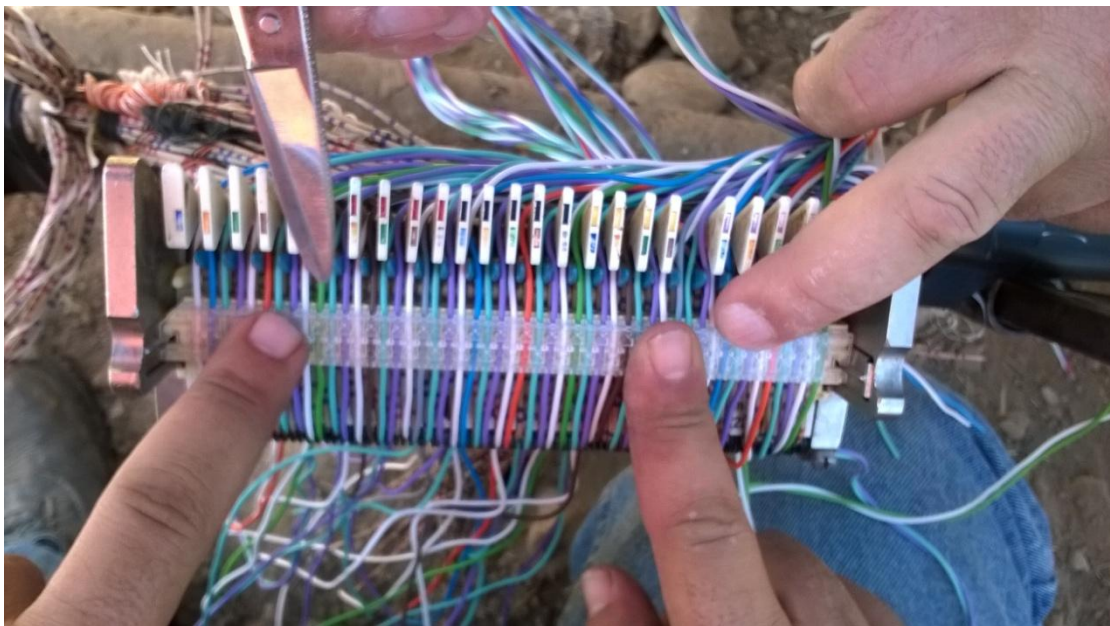
Εικόνα 40: Τοποθέτηση παστελιού.

Τα υπό-καλώδια του δεύτερου καλωδίου τοποθετούνται και αυτά με τη σειρά τους πάνω στο χτένι και περνώνται στις ειδικές σχισμές του παστελιού (εικόνα 41).



Εικόνα 41: Τοποθέτηση δευτέρου καλωδίου.

Αφού ολοκληρωθεί η τοποθέτηση των καλωδίων μπαίνει το πάνω μέρος της ένωσης (εικόνα 42).



Εικόνα 42: Τοποθέτηση πάνω μέρους ένωσης.

Το άκρο της υδραυλικής τρόμπας πίεσης τοποθετείται πάνω στο χτένι και τρομπάρουμε έως ότου η πίεση ανέβει αρκετά και κλείσει την ένωση κόβοντας τα άκρα των καλωδίου που περισσεύουν (εικόνα 43).



Εικόνα 43: Άκρο της υδραυλικής τρόμπας πάνω στο χτένι.

Τα περισσευούμενα άκρα κόβονται (συνήθως με τράβηγμα), ενώ εκτονώνεται η τρόμπα ώστε να είναι δυνατή η αφαίρεση της από το χτένι. Τέλος αριθμώνται οι ενώσεις με ανεξίτηλο στυλό, ώστε να μπορέσει να διευκρινιστεί δίχως δυσκολίες το είδος κάθε καλωδίου κατά τη διεξαγωγή ενδεχόμενων μελλοντικών εργασιών. Επισημαίνεται ότι αρκετές φορές, λάθος τοποθέτηση ή εσφαλμένη χρωματική αρίθμηση των καλωδίων απαιτεί πρότερο έλεγχο ώστε να διασφαλιστεί με βεβαιότητα το είδος τους.

7.3 Διαδικασία κόλλησης θερμοσυστελλόμενης μούφας

Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία επιδιόρθωσης του καλωδίου (εικόνα 44) συνεχίζουμε με το κλείσιμο (ένωση) αυτής της τομής πάνω στο καλώδιο -ή καλώδια- χρησιμοποιώντας θερμοσυστελλόμενη μούφα.



Εικόνα 44: Επιδιορθωμένο καλώδιο.

Κάνουμε ένα μικρό κόψιμο πάνω στα καλώδια που θα ενώσουμε για να δέσουν καλύτερα στο σημείο εκείνο οι συνδετήρες του καλωδίου της γείωσης. Τοποθετείται το φακελάκι με την υδροσκοπική ουσία πάνω στα καλώδια και το σημείο τυλίγεται με γκοφρέ χαρτί. Όταν το τύλιγμα ολοκληρωθεί μονώνονται τα άκρα (εικόνες 45, 46).



Εικόνα 45: Τύλιγμα καλωδίου με γκοφρέ χαρτί.



Εικόνα 46: Τυλίγμα καλώδιο με γκοφρέχαρτί.

Το μεταλλικό κάλυμμα τοποθετείται συμμετρικά πάνω στην ένωση και το στερεώνεται με ταινία. Οι ραφές του κυλήματος κολλώνται κάνοντας χρήση αυτοκόλλητων αλουμινένων ταινιών (εικόνα 47).



Εικόνα 47: Κόλληση αλουμινένων ταινιών.

Τυλίγουμε με μονωτική ταινία τα άκρα του μεταλλικού καλύμματος, ξεκινώντας από το σώμα και προχωρώντας προς τα δόντια εως ότου φτάσουμε στο καλώδιο (εικόνες 48, 49).



Εικόνα 48: Τύλιγμα με μονωτική ταινία.



Εικόνα 49: Τύλιγμα με μονωτική ταινία.

Χρησιμοποιώντας μαντιλάκια καθαρισμού, καθαρίζεται το καλώδιο και τρίβεται κάθετα με γυαλόχαρτο. Ακολούθως, τοποθετείται το χιτώνιο πάνω από το μεταλλικό κάλυμμα. Τέλος, ελέγχουμε δια της αφής το χιτώνιο προκειμένου να μπορέσουμε να το κεντρώσουμε με βάση το μεταλλικό κάλυμμα (εικόνες 50 - 52).



Εικόνα 50: Τρίψιμο με γυαλόχαρτο.



Εικόνα 51: Τοποθέτηση του χιτωνίου



Εικόνα 52:Κεντράρισμα χιτωνίου.

Χρησιμοποιώντας φλόγιστρο το οποίο ρυθμίζεται σε μία φλόγα μέτριας έντασης αρχίζουμε τη θέρμανση κινούμενοι από τη μέση του χιτωνίου προς τα άκρα. Θερμαίνουμε περιφερικά ώσπου οι πράσινες ενδείξεις να σβήσουν αφήνοντας μαύρο χρώμα (εικόνα 53).



Εικόνα 53:Κόλληση χιτωνίου.

Πηγαίνοντας προς τα άκρα το χιτώνιο στενεύει, οπότε κινούμαστε προς την άλλη πλευρά –προκειμένου να διαφύγει τυχόν φυλακισμένος αέρας. Το χιτώνιο παίρνει βαθμιαία ένα προσωρινό σχήμα που μοιάζει με καραμέλα (εικόνα 54).



Εικόνα 54:Κόλληση χιτωνίου.

Συνεχίζουμε εως ότου ολοκληρωθεί η συγκόλληση των άκρων(εικόνα 55). Για μεγαλύτερη βεβαιότητα, οι άκρες της μούφας μπορούν επιπρόσθετα να δεθούν, με ένα κομμάτι καλωδίου.



Εικόνα 55:Ολοκληρωμένη μούφα.

7.4 Κόλληση Οπτικών Ινών

Για να μπορέσουμε να κολλήσουμε μία οπτική ίνα απαιτείται η συλλογή εργαλείων προετοιμασίας και κόλλησης (μια ενδεικτική συλλογή φαίνεται στην εικόνα 56).



Εικόνα 56:Συλλογή εργαλείων.

Το κυριότερο εργαλείο είναι ένας υπολογιστής ο οποίος κάνει αυτόματα τη διεργασία της κόλλησης εμφανίζοντας παράλληλα σχετικές πληροφορίες σε μία οθόνη. Επίσης, περιέχονται εργαλεία αποφλοιώσης της ίνας, μια μεταλλική ψήκτρα, καθώς και εργαλεία που απαιτούνται για τη λειτουργία του υπολογιστή (μπαταρία, φορτιστής, καλώδια σύνδεσης κτλ).

Η διαδικασία της κόλλησης ξεκινά με αποφλοιώση του καλωδίου ως ότου μπορεί κανείς να κρατήσει τις περιεχόμενες ίνες. Δηλαδή, εξωτερική επίστρωση του καλωδίου αφαιρείται και καθαρίζεται το καλώδιο –συχνά, στο επίπεδο αυτό περιέχεται κολλώδες προστατευτικό τζελ. Αριθμούνται τα εσωτερικά υποκαλώδια με οδηγό το κόκκινο. Αφαιρείται και αυτή η προστατευτική επίστρωση με τον ειδικό κόφτη –περιέχονται 4 ίνες μέσα σε κάθε μια. Καθαρίζονται πολύ προσεκτικά με χαρτί οι ίνες από το προστατευτικό υγρό. Στο σημείο αυτό παίρνουμε ξεχωριστά την ίνα που θέλουμε να κολλήσουμε, τη ξύνουμε με την ειδική ζύστρα για να φύγει η τελική προστατευτική επίστρωση και την τοποθετούμε πάνω στο κόφτη ακριβείας (εικόνα 57). Ο τελευταίος κόβει την μύτη της ίνας κόβει «ίσια» και σε συγκεκριμένο μέγεθος το σημείο της βλάβης, ώστε να μπορέσει να γίνει η κόλληση. Αν η κοπή δε συμβεί με τον κατάλληλο τρόπο είναι πιθανό η ίνα να κολλήσει στραβά –ή καθόλου– οδηγώντας σε προβλήματα απωλειών.



Εικόνα 57:Κόφτης ακριβείας.

Η άκρη καθαρίζεται με βαμβάκι που περιέχει οινόπνευμα. Ανάλογη διαδικασία ακολουθείται και για την άλλη ίνα που θέλουμε να κολλήσουμε. Περνάμε σε ένα από τα 2 άκρα το προστατευτικό πλαστικό θερμοσυστελλόμενο. Η ίνα τοποθετείται πάνω στο μηχάνημα κόλλησης (εικόνα 58) όπου η κόλληση συμβαίνει με αυτόματο τρόπο. Αν οι ίνες που τοποθετήσαμε δεν έχουν κοπεί καλά τότε το μηχάνημα είτε δεν θα καταφέρει να τις κολλήσει, είτε αν τις κολλήσει θα εμφανίσει ένδειξη σφάλματος. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να σπάσουμε τη κόλληση και να ξεκινήσουμε ξανά τη διαδικασία από το σημείο ζύσης της ίνας. Αν αντίθετα, κολληθεί καλά η ίνα τότε σέρνουμε προσεκτικά πάνω στη κόλληση το θερμοσυστελλόμενο και το τοποθετούμε στο φούρνο που βρίσκεται πάνω στο μηχάνημα κόλλησης για αυτό το λόγο. Όταν κολληθεί το θερμοσυστελλόμενο το βάζουμε πάνω στη μεταλλική ψήκτρα για να κρυώσει. Μετά αφού κολλήσουμε τις ίνες τις τοποθετούμε στα σημεία προστασίας-κασέτες που μπορεί να εμπεριέχονται μέσα σε κατανεμητές η μούφες ένωσης.



Εικόνα 58: Εργαλείο κόλλησης ίνας.

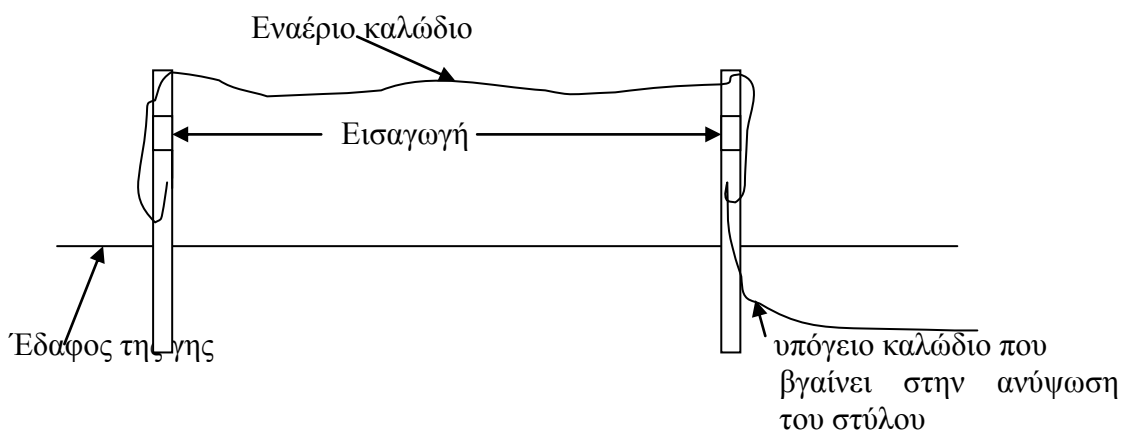
8. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΥΠΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ

Παρακάτω περιγράφεται συνοπτικά η εργασία ενός συνεργείου σε διάστημα περίπου ενός μήνα. Το συνεργείο ανήκει στον ΟΤΕ της Πάτρας και ασχολείται με τη συντήρηση και τις βλάβες του δικτύου στην περιοχή του αστικού κέντρου Πάτρας. Η διαδικασία διαπίστωσης και αποκατάστασης βλαβών έχει πολλές απρόβλεπτες καταστάσεις και οι επιδόσεις δεν είναι ποτέ προκαθορισμένες. Υπάρχουν πολλοί εξωτερικοί παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν το ρυθμό εκτέλεσης των εργασιών, ενώ και η ίδια η φύση της δουλειάς εμπεριέχει πολλές δυσκολίες. Εδώ γίνεται μια προσπάθεια αποτύπωσης της φύσης της δουλειάς αυτής, ώστε να υπάρχει μια πλήρης εικόνα για την καθημερινή εργασία του συνεργείου.

8.1 Περιγραφή ημερησίου φόρτου εργασίας

1. Μέτρηση καλωδιακής βλάβης σε ανύψωση στύλου σε αγροτικό χωριό.

Η μέτρηση με γέφυρα Μέγгер έδειξε ότι τα ζευγάρια ήταν γειωμένα. Με το ηχώμετρο μετρήσαμε πάνω στα γειωμένα ζευγάρια, και λάβαμε την ένδειξη ότι η βλάβη ήταν 800 μέτρα μακριά από το σημείο μέτρησης (εισαγωγή του στύλου, βλ. Εικόνα 59)



Εικόνα 59: Εργαλείο κόλλησης ίνας.

2. Μέτρηση από το κέντρο (κατανεμητή) σε χωριό για βλάβη.

Η γέφυρα μέγгер μας έδειξε πολλά καλώδια γειωμένα σε ένα κύριο καλώδιο, ενώ η χρήση του ηχώμετρου μας έδειχνε ότι η βλάβη ήταν στα 468 μέτρα από το κέντρο. Πράγματι, διαπιστώθηκε ότι στο σημείο αυτό γίνονταν χωματουργικές εργασίες και είχε κτυπηθεί από μηχανήμα εκσκαφής το υπόγειο καλώδιο. Το κτυπημένο καλώδιο το μιλήσαμε με σκούφιες (τα ακουστικά με το μικρόφωνο) από το κέντρο μέχρι το κτύπημα για να γίνει εξακρίβωση του καλωδίου. Τέλος υποδείξαμε στον εργολάβο σε ποιο σημείο να σκάψει για να ανοίξει ο χώρος και να γίνουν εργασίες επισκευής στο καλώδιο.

3. Κατασκευή οπτικού κατανεμητή 24 ινών σε κεραία κινητής τηλεφωνίας.

Αρχικά κάναμε την αποφλοιώση του καλωδίου, χαράχθηκε το καλώδιο με κοφτάκι (που είναι αντίστοιχο με αυτό που χρησιμοποιούν οι υδραυλικοί) σε ένα μικρό σημείο για να εμφανιστούν οι 2 ειδικοί σπάγκοι που τραβώντας αυτούς προς το καλώδιο σκίζετε η εξωτερική επίστρωση του καλωδίου. Με αυτό τον τρόπο, εμφανίζονται τα υποκαλώδια που έχουν μέσα τις τετράδες των οπτικών ινών και τον οδηγό που βρίσκεται στη μέση των υποκαλωδίων και χρησιμεύει και ως επιπλέον προστασία (δεν είναι αρκετά ευλύγιστο για να μην σπάνε οι ίνες). Υπάρχει επικάλυψη από ένα ειδικό κολλώδες προστατευτικό τζέλ (που καθαρίστηκε με στουπί με βενζίνη). Μετά βάλουμε τα υποκαλώδια μέσα στο κατανεμητή και τα αποφλοιώσαμε με το ειδικό κοφτάκι για να μην σπάσουν οι ίνες. Καθαρίσαμε τις ίνες με χαρτί πολύ προσεκτικά μετά βγάλαμε από τις ίνες το προστατευτικό χρώμα που έχουν πάνω τους με ειδική ξύστρα, και τις κόψαμε με τον ειδικό κόφτη για το άκρο της ίνας, ώστε να μπορεί να κολληθεί με το ειδικό μηχάνημα κόλλησης με τις άλλες ίνες όπου είναι οι συνδετήρες του κατανεμητή (pigtails). Η εργασία επαναλαμβάνεται για κάθε ίνα. Τέλος τοποθετήσαμε το κατανεμητή στο κιβώτιο στήριξης του.

4. Μέτρηση καλωδιακής βλάβης στο κύριο δίκτυο από το κατανεμητή με γέφυρα Μέγγερ

Για τα εν λόγω καλώδια είχε γίνει αίτηση από πάροχο για την παραχώρηση τους. Αυτά παρουσίαζαν έναν θόρυβο και γι' αυτό έγινε σχετικός έλεγχος. Τελικά τα καλώδια ήταν καθαρά η παρουσίαζαν μη μετρήσιμη βλάβη. Ακολουθώντας, έγινε και δοκιμαστική λειτουργία των καλωδίων του κύριου δικτύου από το κατανεμητή έως το KV, ώστε να επιβεβαιωθεί ότι τα καλώδια είναι σε ικανοποιητική κατάσταση.

5. Μέτρηση καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο από το KV στην εισαγωγή.

Για τη μέτρηση, χρησιμοποιήθηκε γέφυρα μέγγερ. Η βλάβη ήταν μη μετρήσιμη και αφού "μιληθήκαν" τα καλώδια με σκούφιες και δεν διαπιστώθηκε πρόβλημα η βλάβη θεωρήθηκε κλεισμένη.

6. Μέτρηση καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο από KV έως την εισαγωγή με τη χρήση γέφυρας Μέγγερ.

Για τη διαπίστωση της ευθύνης για τη βλάβη, απομονώθηκαν οι χρήστες άνω από την εισαγωγή. Διαπιστώθηκε ότι στην περίπτωση αυτή η βλάβη μηδενιζόταν. Όταν συμβαίνει αυτό, το συμπέρασμα είναι ότι η βλάβη εντοπίζεται μετά την εισαγωγή στο χώρο του χρήστη, συνεπώς δεν εμπίπτει στην ευθύνη του Οργανισμού. Τέλος για περαιτέρω επιβεβαίωση μιλήσαμε το καλώδιο με σκούφιες.

7. Έλεγχος για επιδιόρθωση προσμετρημένης καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο.

Το σημείο που πιθανόν ήταν η βλάβη είχε σκάφη και κάναμε μάτι πάνω στο καλώδιο. Διαπιστώσαμε ότι δεν ήταν το καλώδιο που θέλαμε και το κολλήσαμε με θερμοσυστελλόμενη μούφα. Χρησιμοποιήσαμε τον ανιχνευτή καλωδίων πάνω στην εισαγωγή για να είμαστε βέβαιοι για τη θέση του καλωδίου, καθώς τα υπάρχοντα τοπογραφικά σχέδια δεν δίνουν όλες τις πληροφορίες (τυπικά υπάρχουν πολλές αλλαγές σε σχέση με την αρχική σχεδίαση, οι οποίες αποτυπώνονται σε άλλα σχέδια ή δεν αποτυπώνονται καθόλου). Τελικά το

καλώδιο ήταν σε αυτό το σημείο αλλά βαθύτερα. Δόθηκε εντολή στον εργολάβο που έχει την ευθύνη για τα χωματουργικά να ανασκάψει το καλώδιο.

8. Μέτρηση καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο από KV σε εισαγωγή με τη χρήση γέφυρας μέγгер.

Μετά που είδαμε ότι παρουσίαζε βλάβη το καλώδιο βρήκαμε ένα ζεύγος καλωδίων που δεν παρουσίαζε βλάβη για να ενώσαμε το καθαρό με ένα από τα καλώδια που παρουσίαζε πρόβλημα για να μετρήσουμε την αντίσταση και το μέγгер και μέσω του τύπου να βρούμε σε πόσα μέτρα είναι το πρόβλημα. Στο σημείο που βγαίνουν τα μέτρα το βάψαμε με σπρέι για να ανοίξει το λάκκο ο εργολάβος.

9. Σε προσμετρημένο σημείο βλάβης, διαπιστώθηκε ότι οι χωματουργικές εργασίες έγιναν σε μικρότερο βάθος από αυτό που έπρεπε, ενώ είχαν χτυπηθεί από απροσεξία και 2 καλώδια. Δόθηκε ειδοποίηση για τη σωστή εκτέλεση του χωματουργικού έργου. Γενικά, η εμπειρία δείχνει ότι οι εργασίες αυτές γίνονται με προχειρότητα και χωρίς ιδιαίτερη τεχνική γνώση, με αποτέλεσμα την δημιουργία συνεχών προβλημάτων που καθυστερούν την επίλυση των βλαβών.

10. Μέτρηση καλωδιακής βλάβης απερχόμενου δικτύου από KV σε εισαγωγή.

Η γέφυρα Μέγгер έδειξε ότι το καλώδιο ήταν καθαρά. Τέλος, μιλήσαμε με σκούφια από το KV έως τις εισαγωγές για επιπλέον επιβεβαίωση.

11. Αντικατάσταση εισαγωγής σε στύλο.

Διαπιστώθηκε ότι μια εισαγωγή στην οποία αναφέρθηκαν προβλήματα θορύβου είχε διαβρωθεί στο στύλο λόγω παλαιότητας. Αρχικά αφαιρέθηκε η παλιά εισαγωγή και τοποθετήθηκε μία επέκταση, η οποία κολλήθηκε με μια θερμοσυστελλόμενη μούφα. Στη συνέχεια συναρμολογήσαμε την εισαγωγή βάλαμε τα καλώδια στη θέση τους και βιδώσαμε πάνω στο στύλο. Τέλος καλέσαμε τα τηλέφωνα ώστε να διαπιστωθεί η ορθή λειτουργία τους.

12. Επιδιόρθωση προσμετρημένης καλωδιακής βλάβης

Διαπιστώθηκε βλάβη η οποία προήλθε από χτύπημα σε χωματουργικά έργα. Έγινε αντικατάσταση τμήματος καλωδίου γύρω στα 20 μέτρα. Περάσαμε μέσα στο χαντάκι το καλώδιο, το πλέξαμε, και κλείσαμε της μούφες με θερμοσυστελλόμενα. Τέλος πήραμε δοκιμή από το KV έως την εισαγωγή.

13. Επιδιόρθωση καλωδιακής βλάβης στο κύριο δίκτυο λόγω καταστροφής από χωματουργικά έργα (καλώδιο 400).

Απομαστεύθηκε το καλώδιο στις άκρες που θα κάναμε την ένωση και φτιάξαμε τα ντορόνια. Μετά περνάμε δοκιμές από το κέντρο και με σειρά ενώναμε ένα προς ένα τα καλώδια στη μηχανή πλεξίματος για να μην έχουμε καβάλες. Αντίστοιχη εργασία πραγματοποιήθηκε στην άλλη μούφα έπαιρνε δοκιμές από το KV για τον ίδιο λόγο. Τέλος, έγινε δοκιμή της σύνδεσης του κέντρου με το KV. Τέλος με θερμοσυστελλόμενη μούφα κολλήσαμε τα καλώδια.

14. Επιδιόρθωση καλωδιακής βλάβης στο κύριο δίκτυο (καλώδιο 800) μέσα σε φρεάτιο.

Η βλάβη ήταν προσμετρημένη και η μούφα που είχε το πρόβλημα είχε αφαιρεθεί από μέρες αλλά περιμέναμε να στεγνώσει το καλώδιο γιατί είχε πάρει

νερό. Αφαιρέσαμε τα παστέλια (ενώσεις) και για να βάλουμε καινούρια τα ενώσαμε ένα ένα με καλαμπόκια (συνδετήρες που ενώνουν το ένα καλώδιο με το άλλο). Η διαδικασία αυτή εφαρμόζεται όταν δεν υπάρχει πλεονάζον μήκος στο καλώδιο. Το κόψιμο από τα παστέλια το κάναμε σε ομάδες για να μην χάσουμε την αρίθμηση των καλωδίων. Τέλος δεν κλίσαμε τη μούφα με θερμοσυστελλόμενη ουσία, διότι η εμπειρία δείχνει ότι μπορεί να συγκεντρωθεί υγρασία τις πρώτες ημέρες. Καταγράφηκε υπόμνηση για την εργασία κλεισίματος ύστερα από μερικές ημέρες.

15. Επιδιόρθωση προσμετρημένης καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο (καλώδιο 50).

Είχαν ήδη γίνει χωματουργικές εργασίες από τον υπεύθυνο εργολάβο. Κάναμε μάτι στο καλώδιο και ακολούθως έγινε μέτρηση στο KV για να δούμε αν καθαρίζει το καλώδιο από το θόρυβο με τη γέφυρα μέγερ. Τελικά δεν καθάριζε το καλώδιο και έτσι κάναμε μπουκλα με ένα καθαρό ζευγάρι, ώστε να ξαναμετρηθεί η βλάβη. Η μέτρηση έδειξε ότι η βλάβη έβγαινε ένα μέτρο πιο κοντά προς το KV. Κλείσαμε το μάτι με θερμοσυστελλόμενη μούφα και κλήθηκε ο εργολάβος για τις χωματουργικές εργασίες. Η βλάβη δεν ήταν εύκολο να μετρηθεί γιατί δεν ήταν μεγάλη. Παρόμοια προβλήματα παρουσιάζονται αρκετά συχνά και για το λόγο αυτό έχει μεγάλη σημασία η πρακτική εμπειρία για την ανίχνευση τέτοιων βλαβών.

16. Αποκατάσταση προσμετρημένης καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο (καλώδιο 100).

Είχαν ήδη γίνει χωματουργικές εργασίες από τον υπεύθυνο εργολάβο. Κάναμε μάτι στο καλώδιο και ακολούθως έγινε μέτρηση στο KV για να δούμε αν καθαρίζει το καλώδιο από το θόρυβο με τη γέφυρα μέγερ. Το καλώδιο δεν είχε καθαρίσει που σήμαινε ότι είχαμε πέσει λίγο έξω στο μέτρημα. Τέλος καλέσαμε τον εργολάβο να σκάψει για να ξανά κάνουμε την παραπάνω διαδικασία ώσπου να καθαρίσει το καλώδιο.

17. Αποκατάσταση προσμετρημένης καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο (καλώδιο 30).

Η γούβα ήταν σκαμμένη από τον εργολάβο. Ανοίξαμε μάτι στο καλώδιο και πήγαμε στο KV για να δούμε αν το καλώδιο καθάρισε με τη χρήση γέφυρας μέγερ τα καλώδιο δεν είχε καθαρίσει που σήμαινε ότι είχαμε πέσει λίγο έξω στο μέτρημα. Τέλος καλέσαμε τον εργολάβο να σκάψει για να ξανακάνουμε την παραπάνω διαδικασία ώσπου να καθαρίσει το καλώδιο.

18. Μέτρηση καλωδιακής βλάβης από το KV με τη γέφυρα προαναφερόμενη διαδικασία με τα ίδια αποτελέσματα και πάλι περιμέναμε τον εργολάβο να έρθει να σκάψει

Με βάση το σχέδιο ανοίξαμε ένα φρεάτιο και ακολούθως τη μούφα, στην οποία δεν διαπιστώθηκε κάποιο πρόβλημα. Ακολούθως, "μιλήσαμε" τα και κάναμε πάλι δοκιμή, διαπιστώνοντας ότι κάποια καλώδια καθάριζαν, συνεπώς το πρόβλημα ήταν κοντά στη μούφα. Ενώσαμε ένα καλό αγωγό με ένα κακό και κάναμε τις πράξεις από τα αποτελέσματα που μας έδινε η μέγερ, επιβεβαιώνοντας ότι το πρόβλημα φαινόταν πολύ κοντά στη μούφα. Τότε παρατηρήσαμε ότι το καλώδιο είχε φθαρεί στο σημείο εισόδου στο στο φρεάτιο. Τέλος καλέσαμε τον εργολάβο να τοποθετήσει καινούριο καλώδιο.

19. Έλεγχος αποκατεστημένης καλωδιακής βλάβης στο κύριο δίκτυο που είχε διορθώσει ο εργολάβος(καλώδιο 100).

Με τη χρήση σκουφιών, πήραμε δοκιμή και από τα 100 ζευγάρια από το κέντρο στο KV για να εξακριβώσουμε την ορθή λειτουργία.

20. Μέτρηση καλωδιακής βλάβης που είχε παρουσιαστή λόγω χωματοουργικών έργων μπροστά στο KV.

Καταλάβαμε ότι το πρόβλημα ήταν πολύ πιθανό να είναι εκεί και για αυτό ψηλαφήθηκαν τα καλώδια και διαπιστώθηκε εκπομπή θερμότητας λόγω των ενώσεων από τη υγρασία που είχε δημιουργηθεί από τη φθορά που είχαν υποστεί τα καλώδια από τα χωματοουργικά έργα. Κάναμε μάτι για να το εξακριβώσουμε και φάνηκε ολοκάθαρα η ζημιά.

21. Επιδιόρθωση καλωδίου από κτύπημα σε χωματοουργικά έργα.

Στο σημείο του τσακίσματος, έγινε μάτι, μονώθηκαν τα καλώδια με μονωτική ταινία και κλείσαμε το μάτι με θερμοσυστελλόμενο.

22. Έλεγχος αποκατεστημένης καλωδιακής βλάβης στο κύριο δίκτυο που είχε διορθώσει ο εργολάβος(καλώδια 100 και 50).

Με τη χρήση σκουφιών πήραμε δοκιμή και από τα 150 ζευγάρια από το κέντρο στο KV για να εξακριβώσουμε την ορθή λειτουργία τους. Αλλά υπήρχαν πολλές καβάλες.

23. Αποκατάσταση προσμετρημένης καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο (καλώδιο 100).

Η γούβα ήταν σκαμμένη από τον εργολάβο. Ανοίξαμε μάτι στο καλώδιο και πήγαμε στο KV για να δούμε αν το καλώδιο καθάρισε με τη χρήση γέφυρας μέγγερ τα καλώδια δεν είχε καθαρίσει που σήμαινε ότι είχαμε πέσει λίγο έξω στο μέτρημα. Αλλά ήταν πολύ γειωμένο και για το λόγο αυτό βάλαμε ηχόμετρο στο μάτι όπου μας έδειχνε το τη ζημιά 3.5 μέτρα παρακάτω. Τέλος καλέσαμε τον εργολάβο να σκάψει για να ξανά κάνουμε την παραπάνω διαδικασία ώσπου να καθαρίσει το καλώδιο.

24. Επιδιόρθωση προσμετρημένης καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο (καλώδιο 100).

Ανοίξαμε μάτι στο καλώδιο και από το KV με τη χρήση γέφυρας μέγγερ είδαμε ότι καθαρίζει το καλώδιο και το αντικαταστήσαμε από το κομμάτι που κάναμε το μάτι μέχρι το μάτι που είχε γίνει στη προηγούμενη μέτρηση γιατί η βλάβη ήταν κάπου εκεί μέσα. Μιλήσαμε ένα ένα τα καλώδια με σκούφιες για να μην υπάρχουν καβάλες και μετά τα πλέξαμε με τη μηχανή τέλος κλίσαμε τη μούφα με θερμοσυστελλόμενο. Το ίδιο έγινε και για την άλλη μούφα.

25. Μετρήσαμε βλάβη στο απερχόμενο δίκτυο από το KV (καλώδιο 10).

Το καλώδιο είχε μόνο ένα συνδρομητή πάνω και για αυτό τον βάλαμε άλλο δίξευγο πάνω στη ρεγκλέτα και τέλος πήγαμε στην εισαγωγή και το αλλάξαμε και εκεί.

26. Μέτρηση καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο (καλώδιο 100).

Με τη γέφυρα μέγγερ μετρήσαμε από το KV και είδαμε ότι ήταν εντελώς γειωμένο το καλώδιο χρησιμοποιήσαμε και το ηχόμετρο όπου είδαμε σε πόσος

μετρά είναι η βλάβη. Μετρήσαμε και καλέσαμε τον εργολάβο για να του υποδείξουμε που θα σκάψει.

27. Μέτρηση καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο (καλώδιο 20).

Με τη χρήση γέφυρας μέγερ μετρήσαμε από το KV αλλά το καλώδιο δεν φαινόταν να έχει πρόβλημα. Πήγαμε και στηνεισαγωγή για σιγουριά όπου και εκεί το καλώδιο ήταν καθαρό.

28. Μέτρηση καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο (καλώδιο 20).

Με τη χρήση γέφυρας μέγερ μετρήσαμε από το KV και το καλώδιο ήταν γειωμένο, βλέποντας και με το ηχόμετρο μας έδειχνε τη βλάβη 600 μετρά και πηγαίνοντας εκεί είδαμε ότι η κολόνα ήταν πεσμένη από χωματοургικές εργασίες στη περιοχή.

29. Μέτρηση καλωδιακής βλάβης στο κύριο δίκτυο (καλώδιο 100).

Με τη χρήση γέφυρας μέγερ μετρήσαμε από το κέντρο αλλά το καλώδιο δεν φαινόταν να έχει πρόβλημα. Πήγαμε και στο KV για σιγουριά όπου και εκεί το καλώδιο ήταν καθαρό.

30. Εντοπισμός καλωδιακής βλάβης σε ορεινό χωριό στο απερχόμενο δίκτυο (καλώδιο 300).

Μετρήσαμε το καλώδιο και λόγω της μεγάλης απόστασης του χωριού από το KV μετρήσαμε και από τις εισαγωγές, διαπιστώθηκε ότι η βλάβη ήταν κάπου στη μέση κέντρου – εισαγωγών . Τα τηλέφωνα δούλευαν αλλά παρουσίαζαν αρκετό θόρυβο. Ψάχνοντας τη φορά του καλώδιου και μετρώντας απόσταση ταυτόχρονα σε θαμνώδη ορεινή περιοχή βρήκαμε περίπου στο σημείο που έδινε τη βλάβη το ηχόμετρο 2 μούφες. Όταν ανοιχτήκαν ήταν γεμάτες νερό , τις αφήσαμε ανοιχτές για να στεγνώσουν όσο το δυνατόν καλύτερα το καλώδιο και καλέσαμε το εργολάβο να έρθει να αλλάξει ένα κομμάτι από της μούφες μέχρι πάνω από μια ρεματιά γιατί κάπου εκεί πιθανόν το καλώδιο έχει κάποια τρύπα και παίρνει νερό.

31. Επιδιόρθωση καλωδιακής βλάβης σε καλώδιο απερχόμενου δικτύου σε ορεινό χωριό (καλώδιο 100).

Ανοίξαμε μια μούφα που ήταν στο σημείο που ανοίξαμε τη γούβα και εκεί έδειχναν τα μηχανήματα μέτρησης ότι ήταν η βλάβη και είδαμε ότι είχε συγκεντρωθεί υγρασία. Κόψαμε κομμάτι καλωδίου προς τη μεριά του υγραθέντος καλωδίου και πλέξαμε 2 μούφες. Την μια την πλέξαμε ευθεία και την άλλη την μιλήσαμε από το KV για να μην έχουμε καβάλες. Τέλος πήγαμε και μιλήσαμε ευθεία KV - εισαγωγές για να διαπιστώσουμε ότι δεν υπάρχει κάποια καβάλα. Κλίσαμε τις μούφες με θερμοσυστελλόμενο.

32. Ένωση καλωδίου κύριου δικτύου για πάροχο σε φρεάτιο (καλώδιο 600).

Έγινε η προαπαιτούμενη διαδικασία (αποφλοιώση καλωδίου, χάραξη ντορονιών) και στα 2 καλώδια. Μετά μιλούσαμε ένα ένα τα καλώδια από το κέντρο και από το KV του πάροχου ταυτόχρονα για να μην έχουμε καβάλες και τα πλέκαμε με τη μηχανή πλέξης. Τέλος πήραμε μια τυπική ευθεία από κέντρο-KV και κολλήσαμε τη μούφα με θερμοσυστελλόμενο.

33. Μέτρηση καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο.

Με τη γέφυρα μέγερ και αφού βρήκαμε καλό αγωγό για να κάνουμε βρόχο , κάναμε την πράξις των αποτελεσμάτων και βρήκαμε την απόσταση τέλος καλέσαμε τον εργολάβο να έρθει να ανοίξει τη γούβα. Η διαδικασία αυτή επαναλήφτηκε σε άλλες 3 ίδιες βλάβες.

34. Επιδιόρθωση προσμετρημένης καλωδιακής βλάβης (καλώδιο 100).

Η γούβα ήταν ανοιγμένη από τον εργολάβο. Στο σημείο αυτό είχε μια μούφα όπου την ανοίξαμε και είδαμε ότι είχε πάρει υγρασία. Αφαιρέσαμε το καλώδιο μέχρι το σημείο που καθάριζε, με προσοχή σημειώσαμε τη σειρά των ντορονιών για να μην τα χάσουμε και πρέπει να καθόμαστε να τα μιλάμε. Τα πλέξαμε και κολλήσαμε τις μούφες με θερμοσυστελλόμενο.

35. Επιδιόρθωση προσμετρημένης καλωδιακής βλάβης (καλώδιο 100).

Η γούβα ήταν ανοιγμένη από τον εργολάβο. Ανοίξαμε ένα μάτι στη μούφα που υπήρχε και είδαμε ότι υπάρχει υγρασία η οποία προχωρούσε μέχρι το άσκαφτο σημείο για αυτό καλέσαμε τον εργολάβο να έρθει να συνεχίσει το σκάψιμο. Η επιδιόρθωση θα συνεχιστεί αύριο από κάποιο συνεργείο.

36. Μέτρηση καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο από το KV (καλώδιο 100).

Με τη χρήση γέφυρας μέγερ μετρήσαμε τα καλώδια που δεν είναι καθαρά και παίρνοντας τις ενδείξεις και κάνοντας τις πράξεις υπολογίσαμε την απόσταση της βλάβης. Στο σημείο αυτό σημειώσαμε για να έρθει ο εργολάβος και να σκάψει. Ανάλογη διαδικασία έγινε και σε άλλες 3 μετρήσεις.

37. Επιδιόρθωση προσμετρημένης καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο (καλώδιο 100).

Κάναμε μάτι στο καλώδιο και πήγαμε στο KV για να μετρήσουμε αν έχει καθαρίσει με τη γέφυρα μέγερ, αλλά εξακολουθούσε να μην έχει καθαρίσει. Έτσι μετρήσαμε με τη γέφυρα από το σημείο που κάναμε το μάτι και η βλάβη μας έβγαινε 6 μέτρα πιο κάτω. Κλείσαμε το μάτι με θερμοσυστελλόμενη μούφα. Τέλος καλέσαμε τον εργολάβο να έρθει να σκάψει στο νέο σημείο.

38. Επιδιόρθωση προσμετρημένης καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο ορεινού χωριού (καλώδιο 300).

Στο χωριό δεν υπήρχε KV και η σύνδεση ήταν απευθείας με τον καταναμητή. Οι μούφες ήταν ανοικτές για να στεγνώσουν από το νερό που είχε βρεθεί μέσα σε αυτές. Ζητήσαμε από τον εργολάβο να σκάψει παρακάτω για να δούμε αν το καλώδιο είχε μέσα νερό. Κάναμε 3 τρύπες η τελευταία γύρω στα 150 μέτρα μακριά όπου κάνοντας μάτι στο καλώδιο είδαμε νερό. Για αυτό ειδοποιήσαμε την αρμόδια υπηρεσία να έρθει να κάνει μελέτη για να περαστεί καινούριο καλώδιο.

39. Μέτρηση καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο.

Με τη γέφυρα μέγερ μετρήσαμε από το KV στην εισαγωγή για να βρούμε γειωμένα καλώδια. Όταν βρήκαμε απλώσαμε ένα καλό αγωγό και μετρήσαμε με τη γέφυρα, κάναμε τις πράξεις και βρήκαμε πού είναι η βλάβη. Επειδή ήταν πολύ γειωμένα, βάλαμε και το ηχώμετρο το οποίο επιβεβαίωσε τη μέτρηση της γέφυρας. Τέλος σημαδέψαμε για να έρθει να σκάψει ο εργολάβος. Η ίδια διαδικασία έγινε άλλες 2 φορές.

40. Επιδιόρθωση προσμετρημένης καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο(καλώδιο 30).

Ανοιξαμε μάτι στο σημείο της προσμέτρησης και πήγαμε στο KV για να δούμε αν έχει καθαρίσει το καλώδιο με τη χρήση της γέφυρας μέγερ. Το καλώδιο δεν είχε καθαρίσει και για το λόγο αυτό ξαναμετρήσαμε αλλά αυτή τη φορά από το σημείο όπου κάναμε το μάτι. Κάνοντας τις απαιτούμενες πράξεις βρήκαμε την απόσταση της βλάβης. Καλέσαμε το εργολάβο να έρθει να σκάψει και αφού έσκαψε ανοίξαμε ξανά μάτι όπου διαπιστώθηκε ότι είχε πάρει νερό το καλώδιο. Αφαιρέσαμε το καλώδιο αυτό και μετρήσαμε από το KV για να δούμε αν έχει καθαρίσει. Και αφού είχε καθαρίσει αλλάξαμε το καλώδιο όπου είχε πάρει το νερό. Μιλήσαμε από το KV για να βρούμε τη φορά του καλωδίου, ενώσαμε το κομμάτι του καλωδίου με το καινούριο καλώδιο με συνδετήρες καλαμπόκια. Στην άλλη μεριά του καλωδίου το μιλήσαμε από την εισαγωγή για να βρούμε τη φορά. Μετά ενώσαμε το καλώδιο με το καλώδιο της ένωσης, πήραμε δοκιμή ευθεία KV εισαγωγή για να είμαστε σίγουροι ότι δεν υπάρχει λάθος στις καβάλες, και κλείσαμε με θερμοσυστελλόμενο τις μούφες.

41. Μέτρηση καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο (καλώδιο 50).

Με τη χρήση γέφυρας μάγε μετρήσαμε από το KV για να δούμε αν παρουσιάζουν μεγάλο πρόβλημα και μας έδινε μεγάλες τιμές για αυτό χρησιμοποιήσαμε το ηχόμετρο το οποίο υπέδειξε κόσμημο του καλωδίου σε απόσταση 300 μέτρα. Μετρήσαμε την απόσταση και καλέσαμε τον εργολάβο να έρθει να ανοίξει το γούβα.

42. Μέτρηση καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο (καλώδιο 30).

Με τη χρήση γέφυρας μέγερ μετρήσαμε από το KV λόγο του ότι δεν είχαν μεγάλο πρόβλημα και η βλάβη ήταν μη μετρήσιμη από το ηχόμετρο απλώσαμε ραζίμ για να μετρήσουμε με τη γέφυρα. Τέλος αν και κάναμε πολλές προσπάθειες και χρησιμοποιήσαμε γεννήτρια υψηλής τάσης δεν καταφέραμε να μετρήσουμε τη βλάβη. Πιθανόν πρόβλημα στη γέφυρα.

43. Μέτρηση καλωδιακής βλάβης στο απερχόμενο δίκτυο (καλώδιο 30).

Με τη χρήση γέφυρας μέγερ μετρήσαμε από το KV λόγο του ότι δεν είχαν μεγάλο πρόβλημα και η βλάβη ήταν μη μετρήσιμη από το ηχόμετρο απλώσαμε ραζίμ για να μετρήσουμε με τη γέφυρα. Τέλος αν και κάναμε πολλές προσπάθειες και χρησιμοποιήσαμε γεννήτρια υψηλής τάσης δεν καταφέραμε να μετρήσουμε τη βλάβη.

44. Επισκευή καλωδίου στο κύριο δίκτυο (καλώδιο 50).

Αρχικά ανοίξαμε τις άκρες, κάναμε ντορόνια και με τη χρήση μηχανής πλεξίματος πλέξαμε το καλώδιο. Μετά κολλήσαμε τις μούφες με θερμοσυστελλόμενο.

8.2 Σχολιασμός της εμπειρίας

Οι εργασίες πεδίου αποτελούν εργασία ρουτίνας, η οποία ωστόσο είναι πολύ σημαντική για την απρόσκοπτη λειτουργία του φορέα που έχει την κατοχή και την ευθύνη της λειτουργίας του δικτύου. Οι βλάβες που προκύπτουν καλύπτουν ένα τεράστιο φάσμα και δεν είναι εύκολη η κατηγοριοποίηση τους. Απαιτείται η καλή

γνώση του υποβάθρου πάνω στο οποίο αναπτύσσονται οι βλάβες και ακολούθως καλή κριτική ικανότητα, ώστε να αποφασισθεί ποια είναι η πιθανή αιτία της συγκεκριμένης βλάβης. Σε πολλές περιπτώσεις, δεν μπορεί να δοθεί λογική εξήγηση και είναι πιθανό η μοναδική λύση να είναι η προσφυγή στην πρακτική εμπειρία και στις ομοιότητες που παρουσιάζει η περίπτωση με άλλες παρόμοιες περιπτώσεις στο παρελθόν.

Η τεχνική εμπειρία είναι δυνατόν να αποκτηθεί μόνο με την επεξεργασία πολλών περιπτώσεων και την δοκιμή των τυπικών μεθόδων μέτρησης και αποκατάστασης. Μια τέτοια εμπειρία δύσκολα τυποποιείται και καταγράφεται. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτή μεταδίδεται από τον έναν τεχνικό στον επόμενο (word of mouth), κάτι που είναι μια πολύ συνηθισμένη πρακτική σε όλο τον κόσμο (βλέπε για παράδειγμα [8]). Αυτή η πρακτική δημιουργεί πιθανά κενά στην ανάπτυξη της σχετικής γνώσης, αλλά είναι αρκετά ισχυρή στη γρήγορη και αξιόπιστη λύση προβλημάτων, κάτι που είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την ικανοποίηση του πελάτη, ο οποίος δεν ενδιαφέρεται για τις εσωτερικές διαδικασίες του παρόχου αλλά για την ανεμπόδιστη πρόσβαση στις υπηρεσίες για τις οποίες πληρώνει.

Στην διάρκεια της άσκησης, ήρθαμε σε επαφή με μεγάλη γκάμα προβλημάτων υπό πολλές διαφορετικές συνθήκες. Η αντιμετώπιση τους απαιτήσε την εμπειρία πολύπειρων τεχνικών και η μετάδοση της γνώσης έγινε με τρόπο αρκετά ικανοποιητικό. Μια τέτοια εξοικείωση είναι πολύ σημαντική και σαν εφόδιο στη μελλοντική αναζήτηση εργασίας, καθώς δεν υπάρχει άλλος τρόπος απόκτησης αυτής της ειδίκευσης.

9. Επίλογος

Η καταγραφή της πολύτιμης εμπειρίας από την άσκηση είναι μια διαδικασία η οποία αποφέρει μεγάλη ικανοποίηση και στον συγγραφέα αυτής της εργασίας, καθώς μπορεί να αποτελέσει κίνητρο και για άλλους με αντίστοιχη πορεία για την αναζήτηση μιας τέτοιας εργασίας. Η προσπάθεια που καταβλήθηκε καταγράφεται με τη μέγιστη δυνατή λεπτομέρεια και υπάρχει ένα στέρεο έδαφος πάνω στο οποίο μπορεί να επεκταθεί και να συστηματοποιηθεί και η περαιτέρω καταγραφή. Πρέπει να επισημανθεί ότι κατά την άποψη του συγγραφέα η πολύτιμη αυτή εμπειρία είναι κομβική ακόμη και για θέσεις επιτελικές, καθώς η πλήρης γνώση του δικτύου και των προβλημάτων του οδηγεί και σε αποφάσεις για το σχεδιασμό του δικτύου με μεγαλύτερη συναίσθηση των αντικειμενικών συνθηκών. Για το λόγο αυτό, η εμπειρία αυτή κρίνεται πολύτιμη και ενθαρρύνονται και άλλοι που θα ήθελαν να ακολουθήσουν έναν επαγγελματικό δρόμο στις τηλεπικοινωνίες να επιδιώξουν την απόκτηση της.

Βιβλιογραφία

- [1] A. Tanenbaum, *Δίκτυα Υπολογιστών*, 3η έκδοση, ISBN: 9607510704, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2000.
- [2] S. V. Kartalopoulos, *Introduction to DWDM Technology: Data in a rainbow*, Wiley-IEEE Press, Inc., 2000
- [3] N. K. Βούλγαρης, *Εισαγωγή στην ανάλυση και σχεδιασμό τηλεπικοινωνιακών συστημάτων*, Τόμος Ι, Εκδόσεις Δ.Π.Θ., Ξάνθη 1988
- [4] X. Βασιλόπουλος, Ι. Ντόκος, Β. Σκουλάτος, *Σύγχρονα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα*, Ο.Τ.Ε. Α.Ε., Γεν. Δ/ση Λειτουργιών, Δ/ση Συντήρησης, Τόμος Α', 2000
- [5] http://anamorfosi.teicm.gr/ekp_yliko/e-notes/Data/commnets/main.htm
- [6] *Εθνικό Σχέδιο Αριθμοδότησης των Υπηρεσιών Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών*. ΥΑ 26634/924 Υπουργού Μεταφορών και Επικοινωνιών, ΦΕΚ 768 (τ. Β') / 15-5-07
- [7] Δ. Ευσταθίου, Σ. Τσίτσος *Δίκτυα Τηλεπικοινωνιών και Μετάδοσης*. Έργο «Προηγμένες Υπηρεσίες Τηλεκπαίδευσης στο Τ.Ε.Ι. Σερρών», Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Κοινωνία της Πληροφορίας (χ.χ.)
- [8] "How overcrowded can you make your telecoms networks?".
<http://www.martingeddes.com/think-tank/how-overcrowded-can-you-make-your-telecoms-networks/>