



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ ΣΕ ΚΕΝΤΡΑ
ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΜΕΤΑΔΟΤΕΣ
ΤΗΛΕΟΠΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΚΟΥ
ΣΗΜΑΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΟΡΟΒΑ ΑΝΔΡΕΑ

(ΑΕΜ: 1924)

Επιβλέπων : Σινάτκας Ιωάννης
Καθηγητής Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας

Καστοριά 10/2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ ΣΕ ΚΕΝΤΡΑ
ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΜΕΤΑΔΟΤΕΣ
ΤΗΛΕΟΠΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΚΟΥ
ΣΗΜΑΤΟΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΟΡΟΒΑ ΑΝΔΡΕΑ

(ΑΕΜ: 1924)

Επιβλέπων : Σινάτκας Ιωάννης

Καθηγητής Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 04/11/2022

Δρ. Φωτιάδης Δ.
Επίκουρος Καθηγητής

Σινάτκας Ι.
Καθηγητής

Στυλιανός Α.
Ε.Τ.Ε.Π

.....

.....

.....

Καστοριά 10/2022

Copyright © 2022 – ΟΡΟΒΑΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν αποκλειστικά τον συγγραφέα και δεν αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

Ως συγγραφέας της παρούσας εργασίας δηλώνω πως η παρούσα εργασία δεν αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και δεν περιέχει υλικό από μη αναφερόμενες πηγές.

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Σινάτκα Ιωάννη, για το χρόνο και την ελαστικότητα που μου πρόσφερε, μέχρι την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής για τη καθοδήγηση και την προσφορά τους σε εμένα και τους υπόλοιπους φοιτητές της σχολής. Οφείλω επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους εκείνους που συνέβαλαν, τους φίλους και γείτονες που παραχώρησαν χώρους, πρόσβαση στο διαδίκτυο, και χρόνο για την ολοκλήρωση της. Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου για την οικονομική τους υποστήριξη, καθ' όλη τη διάρκεια της φοιτητικής μου ζωής, καθώς και την παροχή πρακτικών γνώσεων, απαραίτητων για τη συγγραφή και υλοποίηση της εργασίας.

Περίληψη

Η τηλεμετρία στα Κέντρα Εκπομπής είναι μία βασική λειτουργία η οποία αποσκοπεί στην ανίχνευση και αποτροπή προβλημάτων και βοηθάει στη διατήρηση της αδιάλειπτης λειτουργίας. Στο θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας, αναλύονται οι λειτουργίες και εφαρμογές της τηλεμετρίας, και ιδιαίτερα αυτές που συναντώνται στο δίκτυο ελληνικής ραδιοφωνίας και τηλεόρασης. Προτείνεται ένα σύστημα αυτοματοποιημένου ελέγχου στο δίκτυο, το οποίο αποσκοπεί στην καταγραφή σφαλμάτων και στην έγκαιρη ενημέρωση του τεχνικού τμήματος. Ακολουθεί επεξήγηση της βασικής λειτουργίας του συστήματος, καθώς και ένα παράρτημα κώδικα γλώσσας C++ του προγράμματος, στο οποίο γίνεται μια μοντελοποίηση του συστήματος. Ως αποτέλεσμα, προκύπτει ότι η εφαρμογή ενός συστήματος παρακολούθησης είναι πολύ σημαντική για τη διατήρηση και την περαιτέρω επέκταση των δικτύων.

Λέξεις Κλειδιά: *τηλεμετρία, δίκτυα εκπομπής, EPT*

Abstract

Telemetry provided by broadcast centers and their transponders is a basic function which intends to detect and deter problems and aids in providing uninterrupted operation. In the theoretical part of this thesis, the function and applications of telemetry are analyzed, specifically for those found in the Greek radio-television network. A system of centralized automatic monitoring and error logging is proposed, for early warning and contacting the technical staff. An explanation of the basic function of the system follows, as well as an appendix containing C++ code, where the program functions are modelled. As a result, it is concluded that the implementation of a monitoring system is very important to maintain and further expand the networks.

Key Words: *telemetry, broadcast centers, ERT*

Πίνακας Περιεχομένων

| | |
|---|----|
| Εισαγωγή..... | 1 |
| 1. Τηλεμετρία | 3 |
| 1.1 Το πλαίσιο λειτουργίας | 3 |
| 1.1.1 Μηχανισμός Συλλογής Δεδομένων..... | 3 |
| 1.1.2 Κανάλι επικοινωνίας | 3 |
| 1.1.3 Κέντρο παρουσίασης και ελέγχου | 4 |
| 1.1.4 Μηχανισμός εκτέλεσης ενεργειών..... | 4 |
| 1.2 Εφαρμογές τηλεμετρίας..... | 5 |
| 1.2.1 Μετεωρολογία | 5 |
| 1.2.2 Γεωλογικές μετρήσεις | 6 |
| 1.2.3 Μηχανολογία..... | 6 |
| 1.2.4 Γεωπονία | 6 |
| 1.2.5 Διαχείριση δικτύων κοινής ωφέλειας..... | 6 |
| 1.2.6 Μεταφορές..... | 7 |
| 1.2.7 Διαστημική | 7 |
| 1.2.8 Βιολογία και Ιατρική..... | 7 |
| 1.2.9 Λογισμικό | 8 |
| 1.3 Τηλεμετρία και μέλλον..... | 8 |
| 2. Δίκτυο Εκπομπής Τηλεοπτικού και Ραδιοφωνικού σήματος | 10 |
| 2.1 Ιστορικά στοιχεία | 10 |
| 2.2 Δίκτυο αναμεταδοτών..... | 11 |
| 3. Τηλεμετρία στα Κέντρα Εκπομπής..... | 15 |
| 3.1 Εισαγωγή..... | 15 |
| 3.2 Ενδεικτικά συστήματα..... | 16 |
| 3.3 Λήψη σήματος..... | 17 |
| 3.4 Εκπομπή σήματος..... | 17 |
| 3.5 Χρήση της τηλεμετρίας..... | 18 |
| 4. Αυτόνομη Διαχείριση των Κέντρων Εκπομπής | 19 |
| 4.1 Εισαγωγή..... | 19 |
| 4.2 Ενημέρωση για βλάβη..... | 19 |
| 4.3 Έγκαιρη ειδοποίηση βλάβης | 20 |
| 4.3.1 Mapping..... | 20 |

| | | |
|-------|-------------------------------------|----|
| 4.3.2 | Crawling..... | 20 |
| 4.3.3 | Analysing..... | 21 |
| 4.3.4 | Error Reporting..... | 21 |
| 4.4 | Οφέλη της έγκαιρης ειδοποίησης..... | 22 |
| | Συμπεράσματα..... | 23 |
| | Βιβλιογραφία..... | 24 |
| | Παράρτημα Κώδικα..... | 26 |

Λίστα Εικόνων

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1.1 Μετεωρολογικό μπαλόνι..... | 5 |
| Εικόνα 1.2 Έξυπνη στάση λεωφορείου στην Μεσσηνία. | 7 |
| Εικόνα 2.1 Μετρήσεις της EETT σχετικά με τις δυνατότητες λήψης και αποδιαμόρφωσης διαθέσιμου σήματος ψηφιακής τηλεόρασης..... | 11 |
| Εικόνα 2.2 Διαρρύθμιση μηχανημάτων σε σταθμό αναμετάδοσης τηλεοπτικού σήματος..... | 12 |
| Εικόνα 2.3 Οι 34 περιοχές απονομής (allotments) στις οποίες έχει χωριστεί η Ελλάδα για το επίγειο ψηφιακό δίκτυο. | 13 |
| Εικόνα 3.1 Η κεντρική σελίδα τηλεμετρίας στο interface του δορυφορικού δέκτη/αποκωδικοποιητή Wellan UMH-160r..... | 16 |
| Εικόνα 3.2 Η κεντρική σελίδα τηλεμετρίας στο interface του ψηφιακού τηλεοπτικού πομπού Syes TV Transmitter PCM 60 UHF..... | 17 |
| Εικόνα 4.1 Διάγραμμα λειτουργίας αυτοματοποιημένου συστήματος ελέγχου και ειδοποίησης..... | 19 |
| Εικόνα 4.2 Διάγραμμα επικοινωνίας του διακομιστή με τα μηχανήματα και τους τεχνικούς..... | 22 |

Εισαγωγή

Η εκπομπή ραδιοφωνικού και τηλεοπτικού σήματος στην Ελλάδα αλλά και σε όλες τις υπόλοιπες χώρες πραγματοποιείται πρωτίστως μέσω επίγειου δικτύου αναμεταδοτών. Αρχικά οι αναμεταδότες αυτοί είχαν άμεση οπτική επαφή με τα Κέντρα Εκπομπής (Κ/Ε) που βρίσκονταν σε διάφορες κεντρικές τοποθεσίες με υψηλό βαθμό γεωγραφικής κάλυψης (π.χ. κορυφές βουνών ή άλλα ψηλά σημεία). Στη συνέχεια, με τη συνεχόμενη εξέλιξη της τεχνολογίας εκπομπής και λήψης σήματος, άλλα και λόγω της μεγάλης αύξησης της επεξεργαστικής ισχύος των μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται, έγινε δυνατός ο μεγαλύτερος βαθμός καταμερισμού του δικτύου εκπομπής, καθώς, πλέον, οι αναμεταδότες απέκτησαν ψηφιακή λειτουργία και δυνατότητα λήψης δορυφορικού σήματος.

Έτσι, λοιπόν, με τη χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας, η εκπομπή του τηλεοπτικού και ραδιοφωνικού σήματος γίνεται με δίκτυο πιο ανεξάρτητων αναμεταδοτών χωρίς απαραίτητα την ανάγκη λειτουργίας των παραδοσιακών και μεγάλων Κέντρων Εκπομπής, καθώς το αρχικό σήμα μπορεί να φτάνει εύκολα, ανεξάρτητα και αυτόνομα στους κατά μέρους αναμεταδότες.

Μαζί με την ανάγκη, όμως, του μεγαλύτερου δυνατού βαθμού κάλυψης της επικράτειας, ιδανικά πλήρης κάλυψη, αναφορικά με το τηλεοπτικό και ραδιοφωνικό σήμα, προκύπτει και η ανάγκη απρόσκοπτης και συνεχούς λειτουργίας των αναμεταδοτών. Λόγω δε του μεγάλου αριθμού των μηχανημάτων αυτών, άλλα και των δυσπρόσιτων τοποθεσιών που βρίσκονται εγκατεστημένα για να καλύπτουν το ιδιαίτερο ανάγλυφο της ελληνικής επικράτειας, η υλοποίηση αυτής της ανάγκης απαιτεί πολύ μεγάλη προσπάθεια και ανάγεται σε μεγάλο κόστος διαχείρισης των αναμεταδοτών αυτών.

Αυτή την ανάγκη εξυπηρετούν οι δυνατότητες απομακρυσμένου ελέγχου που παρέχουν οι σύγχρονοι λήπτες και αναμεταδότες. Με την κατάλληλη εκμετάλλευση των δυνατοτήτων αυτών, μπορεί να γίνει εφικτή η απρόσκοπτη λειτουργία των μηχανημάτων αυτών με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Αντικείμενο αυτής της εργασίας είναι η παρουσίαση των δυνατοτήτων αυτών καθώς και μιας πρότασης βελτίωσης της συνεχούς παρακολούθησης των παραμέτρων λειτουργίας των μηχανημάτων λήψης και αναμετάδοσης σήματος.

Η δομή της εργασίας

Οι βασικές έννοιες της τηλεμετρίας παρουσιάζονται στο πρώτο κεφάλαιο. Η δυνατότητα λήψης απομακρυσμένων μετρήσεων ήταν ένα σημαντικό τεχνολογικό βήμα που επέτρεψε την πιο αποτελεσματική συγκέντρωση δεδομένων και ελέγχου λειτουργίας σε διάφορους τομείς οι οποίοι αναφέρονται στο κεφάλαιο αυτό.

Στο δεύτερο κεφάλαιο δίνεται μια μικρή και εισαγωγική παρουσίαση της εκπομπής τηλεοπτικού και ραδιοφωνικού σήματος στην Ελλάδα. Παρουσιάζεται μια ιστορική αναδρομή των πρώτων προσπαθειών και η παρουσίαση καταλήγει στη σύγχρονη κατάσταση όπου υπάρχει το δίκτυο των ψηφιακών αναμεταδοτών που αναφέρθηκε προηγουμένως.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ενδεικτικά η δυνατότητα τηλεμετρίας σε ένα σύγχρονο κέντρο εκπομπής που έχει αλλάξει κλίμακα και μπορεί να αποτελείται από τον συνδυασμό σύγχρονων μηχανημάτων λήψης δορυφορικού σήματος και επίγειας εκπομπής. Η κατανεμημένη παρουσία τους εξασφαλίζει τη μεγαλύτερη και αποδοτικότερη γεωγραφική κάλυψη. Δημιουργείται, όμως, η ανάγκη μιας αυτοματοποιημένης διαδικασίας ελέγχου.

Η πρόταση για την αυτόνομη διαχείριση των κέντρων εκπομπής που έρχεται να καλύψει αυτή την ανάγκη παρουσιάζεται στο τέταρτο κεφάλαιο. Με λογισμικό το οποίο μπορεί να εκτελείται σε κάποιο κεντρικό σημείο ελέγχου δίνεται η δυνατότητα της συνεχόμενης παρακολούθησης και καταγραφής των παραμέτρων λειτουργίας των κέντρων εκπομπής. Στο πλαίσιο λειτουργίας το οποίο παρουσιάζεται, παρέχεται η δυνατότητα έγκαιρης και αυτοματοποιημένης ενημέρωσης σε περίπτωση που χρειάζεται παρέμβαση μεγαλύτερης κλίμακας από ότι μια επανεκκίνηση η οποία συνήθως είναι αρκετή για την αποκατάσταση της ορθής λειτουργίας.

1. Τηλεμετρία

Με τον όρο τηλεμετρία αναφερόμαστε στη δυνατότητα συλλογής δεδομένων εξ αποστάσεως. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να είναι σχετικά με μετρήσεις φυσικών παραμέτρων απομακρυσμένων σημείων (π.χ. πίεση, θερμοκρασία, υγρασία, κ.ά.) ή να αναφέρονται σε λειτουργικές παραμέτρους απομακρυσμένων συσκευών ή μηχανημάτων. Στην περίπτωση που συνοδεύεται από δυνατότητα ελέγχου της λειτουργίας απομακρυσμένα τότε αναφερόμαστε σε ένα σύστημα SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition, *Εποπτεύων έλεγχος και απόκτηση δεδομένων*). [1]

Η τηλεμετρία συνδυάζει στοιχεία από πολλά γνωστικά αντικείμενα όπως τηλεπικοινωνίες, συστήματα ελέγχου, πληροφορική, αυτοματισμοί κ.ά. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στο γενικότερο πλαίσιο λειτουργίας των συστημάτων τηλεμετρίας καθώς και στην πληθώρα των εφαρμογών της.

1.1 Το πλαίσιο λειτουργίας

Στο γενικότερο πλαίσιο λειτουργίας ενός συστήματος τηλεμετρίας συμπεριλαμβάνονται τα παρακάτω στοιχεία τα οποία αναλύονται στη συνέχεια.

- Μηχανισμός συλλογής δεδομένων
- Κανάλι επικοινωνίας
- Κέντρο παρουσίασης και ελέγχου
- Μηχανισμός εκτέλεσης ενεργειών

1.1.1 Μηχανισμός Συλλογής Δεδομένων

Πρόκειται για τον πρωταρχικό τρόπο συλλογής δεδομένων. Ανάλογα την περίπτωση, τα δεδομένα μπορεί να προέρχονται από απλούς ή πιο σύνθετους αισθητήρες ή να είναι η περιγραφή της κατάστασης λειτουργίας ενός απομακρυσμένου μηχανισμού ή συσκευής σύμφωνα με κάποιο πρότυπο περιγραφής (π.χ. σε μορφή XML).

Τα δεδομένα μπορεί να συλλέγονται σε αναλογική ή ψηφιακή μορφή, αλλά σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να γίνει η προετοιμασία τους για μετάδοση προς το κέντρο ελέγχου μέσω του καναλιού επικοινωνίας.

1.1.2 Κανάλι επικοινωνίας

Το κανάλι επικοινωνίας μπορεί να είναι ενσύρματο ή ασύρματο και να χρησιμοποιεί ποικίλους τρόπους κωδικοποίησης και μετάδοσης/λήψης.

Στη συνηθισμένη περίπτωση επικοινωνίας δεδομένων από πολλές πηγές μέτρησης, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν και τεχνικές πολυπλεξίας (π.χ. χρονικής ή συχνότητας).

Οι τεχνολογικές δυνατότητες της κάθε εποχής καθορίζουν και το πλαίσιο επιλογών του μέσου και του τρόπου επικοινωνίας. Από την απλή ενσύρματη μετάδοση αναλογικού σήματος έως και την ψηφιακή μετάδοση ψηφιακού σήματος ακόμα και μέσω δικτύου GSM ή του διαδικτύου (ενσύρματου ή δικτύου δεδομένων 4G ή 5G), όλες οι δυνατές επιλογές έχουν χρησιμοποιηθεί διαχρονικά ανάλογα με τις δυνατότητες και τις απαιτήσεις της εφαρμογής σε κάθε περίπτωση.

1.1.3 Κέντρο παρουσίασης και ελέγχου

Αφού γίνει η συλλογή και η αποστολή των δεδομένων από τις απομακρυσμένες τοποθεσίες θα πρέπει να γίνει η λήψη τους και η παρουσίαση τους σε κάποιο σταθμό ελέγχου.

Σε αναλογία με τα προηγούμενα, οι τεχνολογικές δυνατότητες της εποχής και οι απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής καθορίζουν και τον τρόπο της παρουσίασης των δεδομένων της τηλεμετρίας. Από απλή απεικόνιση σε αναλογικά καντράν στο κέντρο ελέγχου, μέχρι και παρουσίαση τους σε κινητές υπολογιστικές συσκευές (π.χ. smartphones) με χρήση κατάλληλων εφαρμογών (apps) υπάρχει και πάλι μια μεγάλη ποικιλία δυνατοτήτων.

Ένα σημαντικό στοιχείο εδώ είναι το κάθε πότε λαμβάνονται τα απομακρυσμένα δεδομένα. Οι δυνατότητες είναι είτε σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα είτε με αποστολή τους από τους απομακρυσμένους σταθμούς κατόπιν κατάλληλου αιτήματος από το κέντρο παρουσίασης και ελέγχου.

Αφού γίνει η παρουσίαση των δεδομένων οι επόμενες ενέργειες μπορεί να συμπεριλαμβάνουν τη λήψη τοπικών ενεργειών ή την απαίτηση πραγματοποίησης απομακρυσμένων ενεργειών (π.χ. διακοπή τροφοδοσίας μιας απομακρυσμένης συσκευής). Αυτές οι ενέργειες ελέγχου θα πρέπει να μπορούν να αποσταλούν στα απομακρυσμένα σημεία τα οποία θα πρέπει να διαθέτουν μηχανισμούς εκτέλεσης τους.

1.1.4 Μηχανισμός εκτέλεσης ενεργειών

Ο μηχανισμός εκτέλεσης ενεργειών είναι κάτι το επιπρόσθετο σε ένα σύστημα τηλεμετρίας και είναι αυτό που το μετατρέπει σε σύστημα SCADA το οποίο αναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου.

Προϋποθέτει τη δυνατότητα λήψης εντολών από τον απομακρυσμένο σταθμό και τη δυνατότητα εκτέλεσης τους από τις αντίστοιχες απομακρυσμένες μονάδες.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την αύξηση της υπολογιστικής ισχύος που είναι διαθέσιμη στις κινητές υπολογιστικές συσκευές, είναι δυνατό ένας απομακρυσμένος σταθμός μέτρησης να προβεί τοπικά σε επεξεργασία των δεδομένων του περιβάλλοντος του και λήψης των κατάλληλων αποφάσεων με βάση αυτά τα δεδομένα. Σε αυτή την

περίπτωση μπορεί να γίνει εξοικονόμηση του χρόνου μετάδοσης των δεδομένων στο κέντρο παρουσίασης ή μπορεί να γίνει παράλληλη μετάδοση τους και αυτόματη πραγματοποίηση ενεργειών που έχουν αποφασιστεί τοπικά με αυτόματο τρόπο.

Σε κάθε περίπτωση, τα τέσσερα παραπάνω στοιχεία αποτελούν τον βασικό κορμό λειτουργίας ενός συστήματος τηλεμετρίας και όπως αναφέρεται στην επόμενη ενότητα, υπάρχει μια πολύ μεγάλη ποικιλία εφαρμογών της.

1.2 Εφαρμογές τηλεμετρίας

Η δυνατότητα πληροφόρησης για την κατάσταση που επικρατεί σε κάποιο απομακρυσμένο σημείο έχει αμέτρητες εφαρμογές και μεγάλη χρησιμότητα. Από τη μετεωρολογία μέχρι τη διαστημική, ένα πολύ μεγάλο φάσμα εφαρμογών χρησιμοποιούν την τηλεμετρία και ωφελούνται από αυτή. Στις επόμενες παραγράφους γίνεται ενδεικτικά αναφορά σε κάποιες από τις εφαρμογές της τηλεμετρίας χωρίς ασφαλώς η λίστα αυτή να είναι περιοριστική.

1.2.1 Μετεωρολογία

Η ανάγκη για μετεωρολογικές παρατηρήσεις σε διάφορα απομακρυσμένα σημεία και ιδίως από σημεία ψηλά στην ατμόσφαιρα, οδήγησαν στις πρώτες απομακρυσμένες μετρήσεις μέσω μετεωρολογικών σταθμών και μετεωρολογικών μπαλονιών (εικ.2.1)



Εικόνα 1.1 Μετεωρολογικό μπαλόνι

Οι πρώτες δοκιμές και εφαρμογές αυτού του είδους άρχισαν ήδη από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα και στο πρώτο τέταρτο του 20^{ου} αιώνα με τη διάδοση της χρήσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων για επικοινωνία ήταν σε ευρεία κλίμακα. Αντίστοιχες μετρήσεις πραγματοποιούνται και σήμερα με προηγμένα τεχνολογικά μέσα μέτρησης και επικοινωνίας των δεδομένων.

1.2.2 Γεωλογικές μετρήσεις

Η καταγραφή γεωλογικών δεδομένων σε απομακρυσμένα σημεία (σειсмоγράφοι, συνθήκες πίεσης, θερμοκρασίας και άλλες πληροφορίες κατά την διάρκεια γεώτρησης) είναι αναπόσπαστο κομμάτι στις βιομηχανικές εφαρμογές και ερευνητικές δραστηριότητες στον χώρο της γεωλογίας και των ορυκτών πόρων.

1.2.3 Μηχανολογία

Με τον γενικότερο όρο της μηχανολογίας μπορούν να αναφερθούν οι μετρήσεις που αφορούν τη λειτουργία των μηχανών κατά την εκτέλεση συγκεκριμένων έργων είτε σε κατάσταση συνηθισμένης κανονικής λειτουργίας, είτε σε απαιτητικές καταστάσεις δοκιμών αντοχής (π.χ. αγώνες ταχύτητας αυτοκινήτων).

Η χρήση αισθητήρων μέτρησης καυσαερίων, πίεσης, θερμοκρασίας και άλλων δεδομένων είναι απαραίτητη κατά τη διάρκεια δοκιμών της λειτουργίας των μηχανών για την πληροφόρηση σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση τους με στόχο τη βελτίωση τους.

Επίσης, η μέτρηση των δυνάμεων που ασκούνται σε διάφορα σημεία μηχανολογικών κατασκευών κατά τη διάρκεια συγκεκριμένων συμβάντων (πτώση, σύγκρουση, κίνηση με μεγάλη ταχύτητα) είναι εξίσου απαραίτητη και τεχνικά δύσκολο να πραγματοποιηθεί χωρίς την απομακρυσμένη λήψη μετρήσεων.

1.2.4 Γεωπονία

Όπως και στις περιπτώσεις που αναφέρθηκαν νωρίτερα, η κατάλληλη πληροφόρηση μπορεί να οδηγήσει σε πολύ χρήσιμες αποφάσεις και στον τομέα της Γεωπονίας. Η μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα, της σχετικής υγρασίας και παραμέτρων σχετικά με την υγεία των φυτών με κατάλληλους αισθητήρες βοηθάει στη βελτιστοποίηση και την αυτοματοποίηση της γεωργικής παραγωγής.

1.2.5 Διαχείριση δικτύων κοινής ωφέλειας

Με τον όρο αυτόν γίνεται αναφορά στο δίκτυο ύδρευσης, αποχέτευσης αλλά επίσης και στο δίκτυο φωτισμού, στο ηλεκτρικό και τηλεπικοινωνιακό δίκτυο. Μια επέκταση αυτών των δικτύων είναι και το δίκτυο αναμεταδοτών και Κέντρων Εκπομπής τηλεοπτικού και ραδιοφωνικού σήματος που είναι και το αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής. Η δυνατότητα έγκαιρης και άμεσης ενημέρωσης για την κατάσταση λειτουργίας του δικτύου είναι ζωτικής σημασίας για την απρόσκοπτη παροχή των υπηρεσιών για τις οποίες είναι κατασκευασμένο.

Όπως θα δούμε και στη συνέχεια της εργασίας, η άμεση ενημέρωση για την κατάσταση και τις πιθανές βλάβες στα στοιχεία του δικτύου είναι κάτι το οποίο μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση κατάλληλων εφαρμογών τηλεμετρίας και απομακρυσμένου ελέγχου.

1.2.6 Μεταφορές

Στις μεταφορές μπορούν να συμπεριληφθούν οι δημόσιες μεταφορές (λεωφορεία, τρέινα) όπως επίσης και τις θαλάσσιες και εναέριες μεταφορές με πλοία και αεροπλάνα. Μπορούν επίσης να αναφερθούν και οι καταστάσεις του οδικού και σιδηροδρομικού δικτύου όσον αφορά κρίσιμες παραμέτρους λειτουργίας του (φωτεινοί σηματοδότες, σηματοφορείς στο σιδηροδρομικό Δίκτυο, ραδιοεντοπιστής (ραντάρ) καθοδήγησης στις θαλάσσιες και εναέριες συγκοινωνίες κτλ).

Μια πολύ χρήσιμη εφαρμογή τηλεμετρίας με την οποία οι πολίτες έρχονται καθημερινά σε επαφή στα μεγάλα αστικά κέντρα είναι η πληροφόρηση στις στάσεις αναμονής των μέσων μαζικής μεταφοράς για τον χρόνο άφιξης του επόμενου οχήματος σε κάθε γραμμή. Αυτό επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους οι οποίοι μπορούν να εξελίσσονται με την αντίστοιχη εξέλιξη της τεχνολογίας (π.χ. χρήση συστημάτων GPS, GSM κτλ)



Εικόνα 1.2 Έξυπνη στάση λεωφορείου στην Μεσσηνία.

1.2.7 Διαστημική

Η χρήση τηλεμετρίας σε επανδρωμένες ή μη αποστολές στο διάστημα είναι απαραίτητη για τη διαρκή καταγραφή της κατάστασης τόσο των διαστημικών οχημάτων, όσο και της υγείας των αστροναυτών. Η χρήση της δε στη διαστημική παρέχει και το ρεκόρ της πιο απομακρυσμένης επικοινωνίας δεδομένων που συμβαίνει μεταξύ του Voyager 1 με απόσταση μεγαλύτερη των 10 δισεκατομμυρίων χιλιομέτρων.

1.2.8 Βιολογία και Ιατρική

Η χρήση αισθητήρων δεν είναι απαραίτητο να περιορίζεται για τη μέτρηση παραμέτρων λειτουργίας μηχανημάτων ή της ατμόσφαιρας ή άλλων γεωλογικών στοιχείων. Μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση και καταγραφή ζωτικών ή γεωγραφικών παραμέτρων έμβιων όντων είτε ζώων είτε ανθρώπων.

Η χρήση της τηλεμετρίας στη βιολογία, για παράδειγμα, μπορεί να γίνει με την τοποθέτηση ραδιοπομπών σε πουλιά ή σε ζώα για την καταγραφή των βιοτικών ή μεταναστευτικών τους συνηθειών.

Στην ιατρική μπορεί να εφαρμοστεί για τη συνεχή καταγραφή βιοιατρικών δεδομένων (π.χ. παλμοί, πίεση αίματος, θερμοκρασία, καρδιογράφημα, ηλεκτροεγκεφαλογράφημα κ.α.) σχετικά με την υγεία ή τη γενικότερη φυσική κατάσταση των ανθρώπων στους οποίους αναφέρονται.

Η εξέλιξη δε της τεχνολογίας είναι τέτοια που με πολύ μικρό κόστος είναι εφικτό οι να γίνεται ευρεία χρήση των συσκευών από τους ανθρώπους (π.χ. ως ρολόι χειρός) για να κάνουν την καταγραφή ενώ τα δεδομένα μπορούν είτε να συλλέγονται και να απεικονίζονται τοπικά είτε να μεταδίδονται επίσης σε ένα κέντρο ελέγχου (π.χ. νοσοκομείου ή κέντρου ιατρικών υπηρεσιών).

1.2.9 Λογισμικό

Η χρήση μετρικών χρήσης συγκεκριμένων εφαρμογών, η καταγραφή των σφαλμάτων που μπορούν να εμφανιστούν και άλλες πληροφορίες μπορούν να συλλεχθούν και να αποσταλούν σε απομακρυσμένα κέντρα λήψης αποφάσεων, συνήθως των εταιριών στις οποίες ανήκουν τα λογισμικά. Μια πολύ σοβαρή παράμετρος που εισέρχεται σε αυτό το σημείο είναι αυτή της προστασίας των προσωπικών δεδομένων και είναι σε αυτό το σημείο που απαιτείται η ύπαρξη, η διατήρηση και η εξέλιξη ενός νομικού και δεοντολογικού πλαισίου λειτουργίας.

1.3 Τηλεμετρία και μέλλον

Όπως μπορεί να γίνει κατανοητό από τις προηγούμενες παραγράφους, η τηλεμετρία συνδυάζει με κάθε πρόσφορο τρόπο τις τεχνολογικές δυνατότητες αιχμής της κάθε εποχής. Οι ανάγκες για δεδομένα στις σύγχρονες κοινωνίες είναι σε διαρκή εξέλιξη και έχουν πάντα αυξητικές τάσεις. Η συνδεσιμότητα του σύγχρονου κόσμου παρέχει αυτή τη δυνατότητα με τη χρήση ενός πλήθους δικτύων επικοινωνίας ενώ η διαρκώς αυξανόμενη υπολογιστική ισχύς ακόμα και των μικρών κινητών υπολογιστικών συσκευών καθιστά δυνατή τη χρήση αυτών των δεδομένων για οποιοδήποτε λόγο μπορεί κανείς να φανταστεί.

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, η σημασία των προσωπικών δεδομένων θα πρέπει να είναι πάντα στην πρώτη γραμμή, ενώ η χρήση της τηλεμετρίας ιδανικά θα πρέπει να γίνεται για να διασφαλίζει τις καλύτερες δυνατές συνθήκες λειτουργίας μηχανημάτων και διαβίωσης ανθρώπων, ζώων και φυτών.

Μέσα από το τεράστιο φάσμα των εφαρμογών της τηλεμετρίας, η οποία ουσιαστικά είναι η συνδυασμένη χρήση όλων των σχετικών τεχνολογιών λήψης, μετάδοσης και επεξεργασίας σήματος και πληροφορίας κατά επέκταση, επιλέχτηκε η περιγραφή της χρήσης της στο δίκτυο κέντρων εκπομπής και αναμεταδοτών τηλεοπτικού και ραδιοφωνικού σήματος. Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζεται η τρέχουσα κατάσταση του δικτύου αυτού στην Ελλάδα στηριζόμενη σε στοιχεία και πληροφορίες από την

Ελληνική Ραδιοφωνία Τηλεόραση (ΕΡΤ), την Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ) και την εταιρεία παροχής ψηφιακού σήματος, Digea.

2. Δίκτυο Εκπομπής Τηλεοπτικού και Ραδιοφωνικού σήματος

2.1 Ιστορικά στοιχεία

Ο πρώτος φορέας που διαχειρίστηκε την ελληνική κρατική ραδιοφωνία αρχικά και την κρατική τηλεόραση στη συνέχεια ήταν το Εθνικόν Ίδρυμα Ραδιοφωνίας (Ε.Ι.Ρ) από το 1945 έως το 1970. Η κρατική ραδιοφωνία είχε αρχική διαχείριση από την Υπηρεσία Ραδιοφωνικής Εκπομπής (σύσταση στις 7 Σεπτεμβρίου 1936).

Το ΕΙΡ αποτελούσε Οργανισμό Δημοσίου Δικαίου που υπαγόταν στον έλεγχο του Υπουργείου Τύπου της εποχής ενώ το τεχνικό τμήμα υπαγόταν στο τότε Υπουργείο Συγκοινωνιών και Δημοσίων Έργων (Διεύθυνση Τηλεπικοινωνιών).

Με την εκπομπή του ραδιοφωνικού σήματος στην Ελλάδα να έχει ήδη ξεκινήσει από το 1927 με την ευκαιρία της Β΄ Διεθνούς Έκθεσης Θεσσαλονίκης (ΔΕΘ) από τη Ναυτική Κεραία του Λευκού Πύργου από τον Χρίστο Τσιγγιρίδη, η ίδρυση της ΕΙΡ ομαλοποίησε αρχικά τη λειτουργία του σταθμού του στην Αθήνα και στη συνέχεια προχώρησε στην ίδρυση Ραδιοφωνικών σταθμών στην επαρχία με την εκπομπή να γίνεται στα Μεσαία. [2]

Το 1952 ο ραδιοφωνικός σταθμός του ΕΙΡ μετεξελίχθηκε στο Πρώτο Πρόγραμμα, ενώ το ίδιο έτος αρχίζει τη λειτουργία του και το Δεύτερο Πρόγραμμα αρχικά εκπέμποντας στα 666 KHz (μήκος κύματος 450m).

Στις 23 Φεβρουαρίου του 1966 πραγματοποιήθηκε η πρώτη, δίωρη δοκιμαστική εκπομπή τηλεοπτικού σήματος και στη συνέχεια το 1970 το ΕΙΡ μετεξελίχθηκε στο Εθνικό Ίδρυμα Ραδιοφωνίας Τηλεόρασης (ΕΙΡΤ) [3] το οποίο το 1975 μετεξελίχθηκε στην Ελληνική Ραδιοφωνία Τηλεόραση (ΕΡΤ). [4]

Παράλληλα με την τηλεοπτική εκπομπή από την ΕΙΡ, στις 27 Φεβρουαρίου του 1966 έγινε η πρώτη εκπομπή τηλεοπτικού σήματος και από την Τηλεόραση Ενόπλων Δυνάμεων (ΤΕΔ) από τα Τουρκοβούνια καλύπτοντας όλο το λεκανοπέδιο της Αττικής και την Αίγινα. Τον Νοέμβριο του 1970 η ΤΕΔ μετονομάστηκε σε Υπηρεσία Ενημέρωσης Ενόπλων Δυνάμεων (ΥΕΝΕΔ) και εγκαταστάθηκε στη Λεωφόρο Μεσογείων 136 [5] ενώ εγκατέστησε πομπό ισχύος 30KW στον Υμηττό. Η ΥΕΝΕΔ ήταν επίσης γνωστή και ως «κανάλι 10» λόγω της συχνότητας εκπομπής της. [6] Το 1982 η ΥΕΝΕΔ μετονομάστηκε σε ΕΡΤ2 και υπήχθη στο Υπουργείο Προεδρίας. [7]

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι η πρώτη καταγεγραμμένη εκπομπή τηλεοπτικού σήματος στην Ελλάδα έγινε από τις 3 έως τις 25 Σεπτεμβρίου του 1960 από τη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) κατά τη διάρκεια της Δ.Ε.Θ. [8]

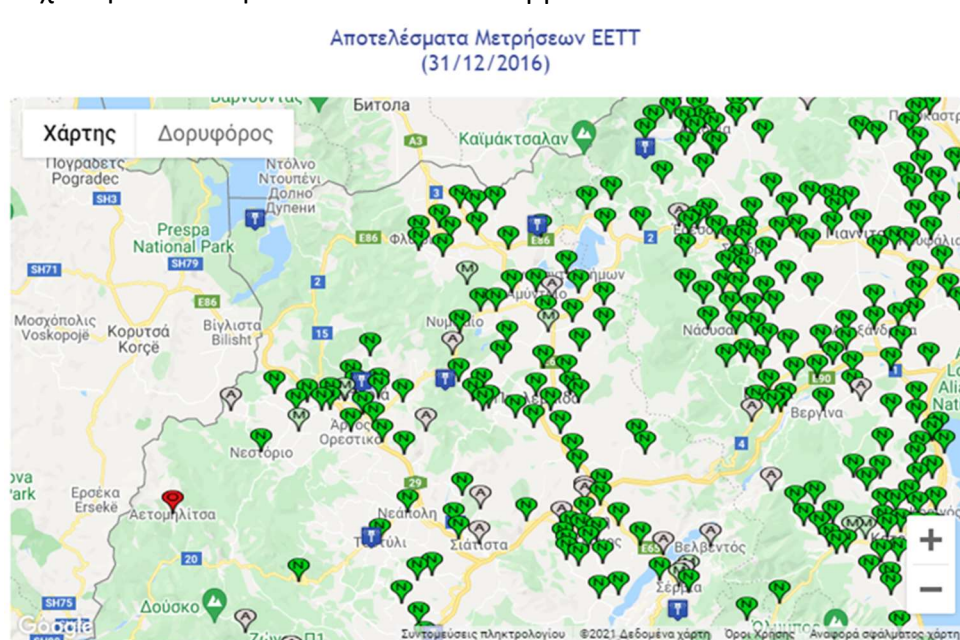
Από το 1974 η ΕΡΤ εγκαταστάθηκε στο Ραδιομέγαρο Αγίας Παρασκευής και το 1987 έγινε η συγχώνευση της ΕΡΤ2 με την ΕΡΤ δημιουργώντας δύο τηλεοπτικά κανάλια, την ΕΤ1 και την ΕΤ2. [9] Το 1988 προστέθηκε στο τηλεοπτικό σκηνικό και η ΕΤ3 η οποία είχε ήδη αρχίσει να εκπέμπει δοκιμαστικά από τη ΔΕΘ του 1976. Μετά από μια επεισοδιακή περίοδο από το 2013 έως το 2015 [10] όπου αρχικά έκλεισε η ΕΡΤ για να αντικατασταθεί από τη Δημόσια Τηλεόραση και αυτή με τη σειρά της από τη Νέα Ελληνική Ραδιοφωνία Ιντερνετ Τηλεόραση (ΝΕΡΙΤ) η ΕΡΤ επανήλθε με την προηγούμενη μορφή της.

Από το 1989, και ενώ είχαν ήδη αρχίσει να εκπέμπουν ιδιωτικοί ραδιοφωνικοί, επετράπη και η λειτουργία ιδιωτικών τηλεοπτικών σταθμών.

2.2 Δίκτυο αναμεταδοτών

Η ΕΡΤ διαθέτει πάνω από 185 αναμεταδότες των ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών της προγραμμάτων σε όλη τη χώρα. Είναι κατανομημένοι σε δεκάδες κέντρα εκπομπών σε ορεινές τοποθεσίες (Υμηττός, Παγγαίο, Αίνος, Πήλιο, Βίτσι, Χορτιάτης, Λέσβος, κτλ) αλλά και άλλα σημεία από τα οποία παρέχεται κάλυψη μεγάλων τμημάτων της επικράτειας. Αντίστοιχο δίκτυο αναμεταδοτών, αλλά σαφέστατα μικρότερης κλίμακας, είχε εγκατασταθεί και από τους ιδιωτικούς τηλεοπτικούς σταθμούς κυρίως σε όλη την επικράτεια. [11]

Από τις 31 Ιουλίου του 1992 με την ίδρυση της Εθνικής Επιτροπής Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ), η εποπτεία για τις τηλεπικοινωνιακές αγορές και το φάσμα συχνοτήτων στην Ελλάδα αναλαμβάνεται από αυτόν τον φορέα. [12]



Εικόνα 2.1 Μετρήσεις της ΕΕΤΤ σχετικά με τις δυνατότητες λήψης και αποδιαμόρφωσης διαθέσιμου σήματος ψηφιακής τηλεόρασης

Οι νέες ανάγκες που έχουν διαμορφωθεί και με την έλευση και της κινητής τηλεφωνίας έχουν ήδη κάνει πιο επιτακτική την αποτελεσματική εποπτεία της λειτουργίας των αναμεταδοτών σε όλη την επικράτεια. Αυτή την απαίτηση κλήθηκε να εξυπηρετήσει η ΕΕΤΤ. Στην Εικ.2.1 μπορούμε να δούμε τα αποτελέσματα μετρήσεων της ΕΕΤΤ σχετικά με τις δυνατότητες λήψης και αποδιαμόρφωσης του διαθέσιμου σήματος ψηφιακής τηλεόρασης.

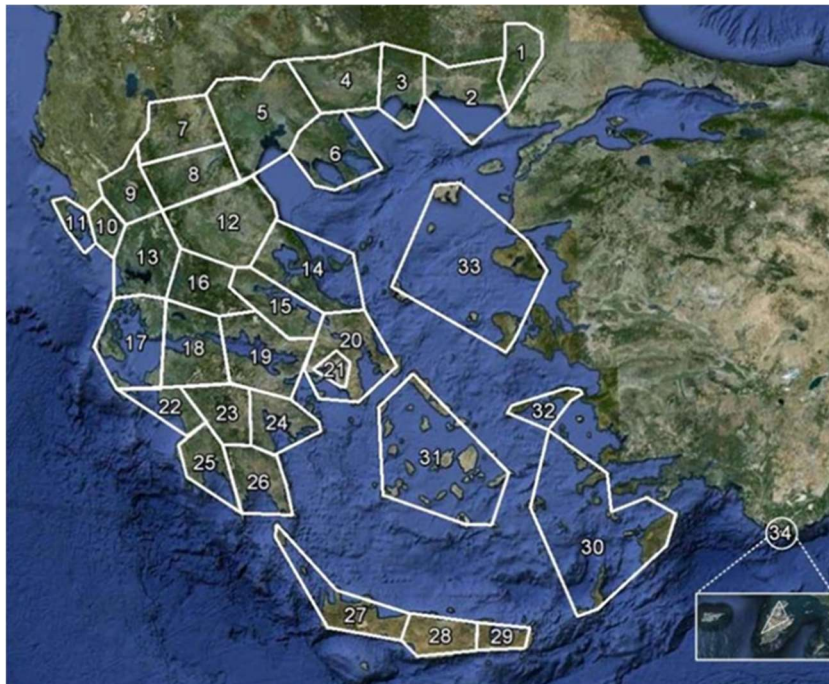
Από το 2006 με την έναρξη μετάδοσης σήματος της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης από την ΕΡΤ Ψηφιακή αρχίζει η σταδιακή μετάβαση στην ψηφιακή εποχή. Στις 12 Ιουνίου 2009 ιδρύεται από τους τότε επτά ιδιωτικούς σταθμούς εθνικής εμβέλειας η επίγεια ψηφιακή πλατφόρμα της Digea. [13] [14] [15] Ως σύστημα συμπίεσης και μετάδοσης επιλέγεται το DVB-T/MPEG-4 ενώ αρχικά είχε γίνει χρήση του MPEG-2 από την ΕΡΤ Ψηφιακή.



Εικόνα 2.2 Διαρρύθμιση μηχανημάτων σε σταθμό αναμετάδοσης τηλεοπτικού σήματος

Από τα μέσα του 2012, με βάση οδηγία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, διακόπτονται σταδιακά οι αναλογικές εκπομπές των ιδιωτικών τηλεοπτικών καναλιών εθνικής εμβέλειας αλλά και των τηλεοπτικών καναλιών της ΕΡΤ. Από το 2014, και ενώ η ΕΡΤ είναι κλειστή από το 2013 και σε λειτουργία είναι τα νέα σχήματα που αναφέρθηκαν προηγουμένως (ΔΤ και ΝΕΡΙΤ), η DIGEA αναλαμβάνει μονοπωλιακός πάροχος επίγειου ψηφιακού σήματος για όλους τους τηλεοπτικούς σταθμούς. Το μόνο που παραμένει στην αρμοδιότητα της ΕΡΤ εκείνη την εποχή είναι η εκπομπή του αναλογικού ραδιοφωνικού σήματος. Στην εικόνα 2.3 μπορούμε να δούμε τις περιοχές απονομής στις οποίες χωρίζεται η χώρα με βάση το επίγειο ψηφιακό δίκτυο. Σε κάθε περιοχή απονομής

χρησιμοποιείται μονόσυχνο δίκτυο (Single Frequency Network) όπου τα κέντρα εκπομπής συγχρονίζονται και εκπέμπουν τηλεοπτικό πρόγραμμα στις ίδιες συχνότητες.



Εικόνα 2.3 Οι 34 περιοχές απονομής (allotments) στις οποίες έχει χωριστεί η Ελλάδα για το επίγειο ψηφιακό δίκτυο.

Από τις 2 Φεβρουαρίου του 2019, το πρώην δίκτυο της ΕΡΤ Ψηφιακή, επεκτάθηκε, και λειτουργεί επισήμως σε όλη τη χώρα, από 156 κέντρα εκπομπής, τα οποία μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2021, θα γίνουν 168.

Από την 1η Δεκεμβρίου 2020, ξεκίνησαν να μεταδίδονται υποχρεωτικά, και σε ανάλυση High Definition 1080i, και τα τρία δημόσια κανάλια ([EPT1](#), [EPT2](#) και [EPT3](#)) και οι τέσσερις Ευρωπαϊκοί δορυφορικοί τηλεοπτικοί σταθμοί, σε ανάλυση MPEG-4 ([Deutsche Welle](#), [PIK Sat](#), [TV5 Monde](#) και [BBC World News](#)), επιτυγχάνοντας κάλυψη στο 80% του πληθυσμού της χώρας. Ωστόσο, υπάρχει στόχος και υποχρέωση, τα δημόσια κανάλια να καλύψουν το 100% του πληθυσμού της χώρας, και ήδη τοποθετούνται αναμεταδότες και για τη δεύτερη συχνότητα, προκειμένου να επιτευχθεί αυτό, ενώ παράλληλα από τις 6 Νοεμβρίου 2020, γίνεται υποχρεωτικός επανασυντονισμός, στις νέες συχνότητες εκπομπής, ανά την Ελλάδα, κάτω των 700 MHz.

Η ΕΡΤ σε αντίθεση με την Digea, είναι καθολικός πάροχος υπηρεσιών δικτύου, πράγμα που σημαίνει ότι υποχρεούται να καλύψει το σύνολο της ελληνικής επικράτειας με ψηφιακό σήμα, σε αντίθεση με την Digea που, βάσει νόμου, υποχρεούται να καλύψει το 95%.

Από την πρώτη εποχή των μεγάλων κέντρων εκπομπής που ήταν καταναμημένα σε βασικές ορεινές περιοχές της χώρας μέχρι και σήμερα όπου υπάρχει μεγαλύτερος αριθμός μικρότερων κέντρων εκπομπής τα οποία λόγω της χρήσης ψηφιακού σήματος

έχουν μικρότερες απαιτήσεις ισχύος, υπήρχε και υπάρχει η βασική απαίτηση της αδιάλειπτης λειτουργίας.

Με βάση τις τεχνολογικές δυνατότητες της κάθε εποχής, από τη δεκαετία του 1960 έως και σήμερα, η χρήση των πομπών ανάλογα με τις απαιτήσεις εκπομπής (ισχύς, τύπος σήματος) καθορίζει και το επίπεδο συντήρησης που χρειάζεται. Από την ανάγκη καθημερινής παρουσίας στα μεγάλα κέντρα εκπομπής αρχικά, έως την κατανεμημένη παρακολούθηση και συντήρηση των σύγχρονων ψηφιακών αναμεταδοτών, αυτό που παραμένει είναι η ανάγκη να υπάρχει συνεχής πληροφόρηση σχετικά με την κατάσταση του κέντρου ή του αναμεταδότη. Στο επόμενο κεφάλαιο αναλύεται ο τρόπος που αυτό επιτυγχάνεται μέσω τηλεμετρίας σε ένα σύγχρονο κέντρο εκπομπής με ψηφιακούς αναμεταδότες.

3. Τηλεμετρία στα Κέντρα Εκπομπής

3.1 Εισαγωγή

Τα Κέντρα Εκπομπής έχουν ως στόχο την εκπομπή του σήματος στην περιοχή τους χρησιμοποιώντας μηχανήματα, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους. Το συνηθέστερο σύστημα λειτουργίας είναι το εξής:

- α) Λήψη δορυφορικού σήματος
- β) Αποκωδικοποίηση δορυφορικών πακέτων
- β) Διοργάνωση και συμπίεση των καναλιών.
- γ) Πολυπλεξία και διαμόρφωση των ψηφιακών δεδομένων προς εκπομπή σε αναλογική μορφή (διαμόρφωση QAM)
- δ) Εκπομπή σήματος.

Μαζί με τον εκσυγχρονισμό των μηχανημάτων στα Κέντρα Εκπομπής, λόγω της αλλαγής από αναλογική σε ψηφιακή μετάδοση, έγινε εφικτή η τηλεμετρία. Πλέον οι αναμεταδότες χρησιμοποιούν software το οποίο ελέγχει την κατάσταση και τις λειτουργίες τους, και δίνουν τη δυνατότητα να συνδεθούν σε ενσύρματα και ασύρματα δίκτυα Ethernet μέσω IPv4. [14] [15]

Είναι δυνατόν πλέον να συνδεθούν όλα τα μηχανήματα ενός Κέντρου Εκπομπής σε τοπικά δίκτυα μέσω Routers, τα οποία με τη σειρά τους συνδέονται με το διαδίκτυο ασύρματα, με τη χρήση του ασύρματου δικτύου τηλεπικοινωνίας 3G/4G. Όλα αυτά τα δίκτυα ρυθμίζονται έτσι ώστε να συνδέονται αυτόματα σε ένα ιδιωτικό VPN, σχηματίζοντας ένα μεγάλο δίκτυο στο οποίο συνυπάρχουν όλα τα μηχανήματα από όλα τα Κέντρα Εκπομπής της ΕΡΤ.

Μετάπειτα, εάν συνδεθούμε με τον υπολογιστή μας σε αυτό το δίκτυο, δίνεται η δυνατότητα για απομακρυσμένη σύνδεση σε οποιοδήποτε μηχανήμα, οποιουδήποτε Κέντρου Εκπομπής χρειαστεί, είτε για έλεγχο της κατάστασής τους, είτε για επεξεργασία των παραμέτρων λειτουργίας τους.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα στοιχεία από τη λήψη και την εκπομπή από έναν συνδυασμό δέκτη και αναμεταδότη, οι πληροφορίες καθώς και οι δυνατότητες που παρέχονται για τον απομακρυσμένο έλεγχό τους.

3.2 Ενδεικτικά συστήματα

Πλέον η πλειοψηφία των επαγγελματικών μηχανημάτων εκπομπής και αναμετάδοσης τηλεοπτικού και ραδιοφωνικού σήματος τα οποία εκτελούν αυτές τις ενέργειες, παρέχει τηλεμετρία για την εποπτεία της κατάστασης τους και τις ρυθμίσεις για τις λειτουργίες τους. Τα δύο μηχανήματα τα οποία θα αναλυθούν και θα χρησιμοποιηθούν ως παράδειγμα είναι τα:

Wellav UMH-160r: πρόκειται για έναν δέκτη και αποκωδικοποιητή δορυφορικού σήματος. Λαμβάνει ως είσοδο το σήμα από το LNB που είναι στερεωμένο στο δορυφορικό πιάτο και μετά την επεξεργασία, παρέχει ως έξοδο δεδομένα MPEG-TS (MPEG Transport Stream) μέσω ομοαξονικού καλωδίου σε ASI (Asynchronous Serial Interface). Διαθέτει πρόσβαση μέσω δικτύου με πρωτόκολλο HTTP σε μορφή HTML σελίδας, από την οποία μας παρέχει αμφίδρομη τηλεμετρία (Εικ.3.1) [14]

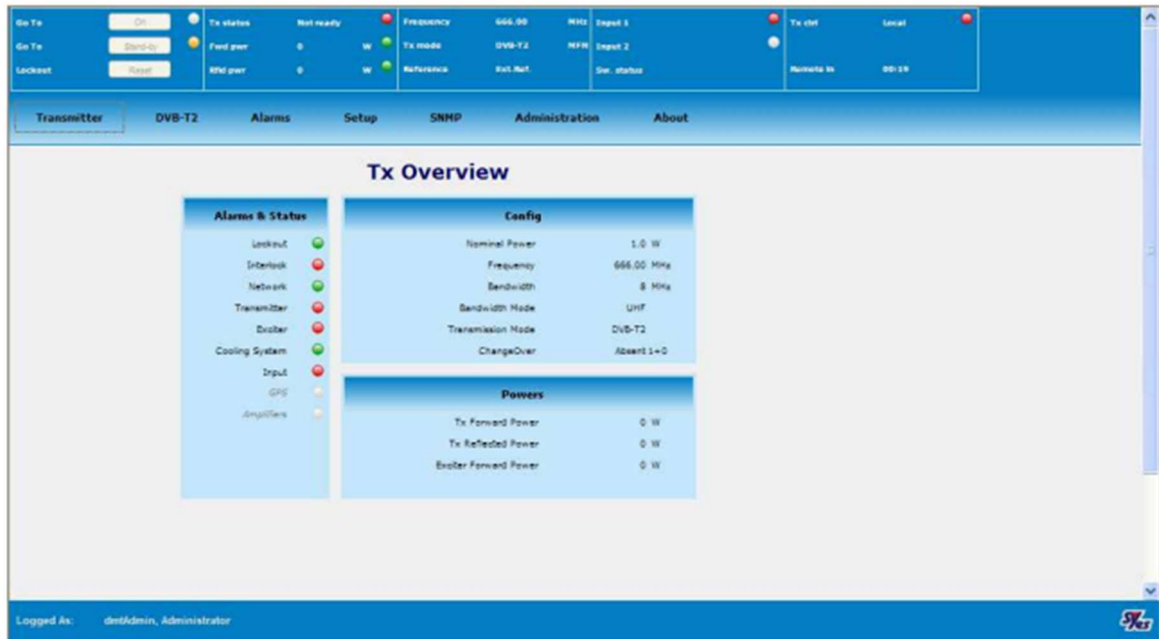


The screenshot shows a web browser window displaying the 'Professional Receiver Decoder' interface. The address bar shows '192.168.1.36/index.html'. The interface is divided into a left sidebar with navigation options and a main content area displaying various status and configuration tables.

| General Status | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------|------------------------|---------|
| Receiver Lock | Active Alarm | Selected Source | | | |
| Lock | NO | Tuner2 | | | |
| RF 1 | | | | | |
| BER/PER | C/N (dBc) | RF Level (dBm) | Frequency Tune (MHz) | Frequency Offset (kHz) | FEC |
| 4e-00 | 52.00 | -45 | 1310.00 | 0 | Unknown |
| RF 2 | | | | | |
| BER/PER | C/N (dBc) | RF Level (dBm) | Frequency Tune (MHz) | Frequency Offset (kHz) | FEC |
| 0e-08 | 9.10 | -76 | 1309.70 | -300 | 3/4 |
| Stream Information | | | | | |
| Transport Stream Rate (Mbps) | Transport Stream ID | Original Network ID | Stream Date and Time | | |
| 38.02 | 3 | 2184 | 3-Nov-2007 7:23:43 | | |
| TS status | | | | | |
| TS rate (Mbps) | TS effective rate (Mbps) | | | | |
| 38.02 | 32.87 | | | | |
| Program Information | | | | | |
| Program Name | Program ID | Program Type | CAS/FTA | | |
| CCTV-1 | 301 | Digital television service | FTA | | |
| Unit Identity | | | | | |
| Mac Address | | | | | |
| 20-12-11-19-FF-FF | | | | | |
| Unit Versions | | | | | |
| Software version | Firmware version | Hardware version | | | |
| [200.0105]2012-05-25 | [200.0095]2012-05-24 | 1 | | | |
| CI Status | | | | | |
| CI Slot1 | CI Slot2 | | | | |
| EMPTY | EMPTY | | | | |

Εικόνα 3.1 Η κεντρική σελίδα τηλεμετρίας στο interface του δορυφορικού δέκτη/αποκωδικοποιητή Wellav UMH-160r.

Syes TV Transmitter PCM 60 UHF: πρόκειται για έναν πολυπλέκτη και πομπό ψηφιακού σήματος DVB (Digital Video Broadcasting). Ως είσοδο λαμβάνει τα δεδομένα MPEG-TS από τον παραπάνω αποκωδικοποιητή και η έξοδος του, η οποία είναι ψηφιακό σήμα διαμορφωμένο σε QAM, δρομολογείται στην κεραία εκπομπής. Διαθέτει πρόσβαση μέσω δικτύου σε πρωτόκολλα HTTP και Simple Network Management Protocol (SNMP), από τα οποία παρέχεται αμφίδρομη τηλεμετρία. [15]



Εικόνα 3.2 Η κεντρική σελίδα τηλεμετρίας στο interface του ψηφιακού τηλεοπτικού πομπού Syes TV Transmitter PCM 60 UHF

3.3 Λήψη σήματος

Ο δορυφορικός δέκτης και αποκωδικοποιητής παρέχει πληροφορίες για την ένταση και την ποιότητα του επιθυμητού εισερχόμενου δορυφορικού σήματος. Εάν το εισερχόμενο σήμα δεν είναι αρκετά ισχυρό, θα υπάρχουν παραμορφώσεις και διακοπές στο βίντεο και τον ήχο τον οποίο λαμβάνει. Είναι συχνό φαινόμενο λόγω των ισχυρών ανέμων που επικρατούν σε σημεία στα οποία είναι τοποθετημένα τα Κέντρα Εκπομπής, να μετατοπίζονται οι δορυφορικές κεραίες, με αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται η ακόμα και να χάνεται εξ'ολοκλήρου η λήψη. Επίσης, με την πάροδο του χρόνου μπορεί να υπάρξει επιπλέον φθορά στα καλώδια λόγω διάβρωσης ή εξωτερικών παραγόντων (τρωκτικά, πτώση αντικειμένων, κ.α.) Η κατάσταση λήψης δορυφορικού σήματος είναι στις πιο χρήσιμες πληροφορίες που λαμβάνουμε από ένα Κέντρο Εκπομπής.

Μπορούν, επίσης, να εμφανιστούν ή να επεξεργαστούν τα κανάλια τα οποία προωθούνται στα μετέπειτα μηχανήματα προς εκπομπή, και να γίνει αλλαγή σε παραμέτρους όπως το bitrate ή η ανάλυση του βίντεο.

Η έξοδος αυτών των μηχανημάτων είναι μέσω ασύγχρονης σειριακής διεπαφής (ASI Asynchronous Serial Interface), την οποία παραδίδει στον πομπό. Η έξοδος αυτήν μπορεί επίσης να ελεγχθεί και να τροποποιηθεί μέσω τηλεμετρίας.

3.4 Εκπομπή σήματος

Η εκπομπή του σήματος είναι το τελευταίο στάδιο, στο οποίο τα δεδομένα διαμορφώνονται σε μία συχνότητα εκπομπής RF, και έπειτα ενισχύονται σε πολύ μεγαλύτερα πλάτη, ώστε να σταλούν στην κεραία.

Τα μηχανήματα αυτά παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την είσοδο τους, την οποία παραλαμβάνουν από τον δέκτη. Είναι πιθανό να υπάρξει σφάλμα στη μεταξύ τους μετάδοση, με αποτέλεσμα να σταματήσει η ροή δεδομένων και να εμφανιστεί βλάβη στο λογισμικό του πομπού.

Κατά τη μετάδοση του σήματος στην κεραία, το λογισμικό γνωρίζει την ισχύ με την οποία τροφοδοτεί την κεραία, καθώς και την ισχύ ανάκλασης από την κεραία, εάν υπάρχει.

Μπορούν, επίσης, μέσα από το interface να τροποποιηθούν οι παράμετροι του ψηφιακού σήματος, η ισχύς μετάδοσης, καθώς και να οριστεί fallback σε περίπτωση αποτυχίας της κύριας εισόδου.

Ο ενισχυτής παρέχει επιπρόσθετες πληροφορίες για τη θερμοκρασία που αναπτύσσεται μέσα σε αυτό και για το σύστημα ψύξης. Εάν αυτό αποτύχει, αμέσως σταματάει η εκπομπή, και εμφανίζεται μήνυμα βλάβης.

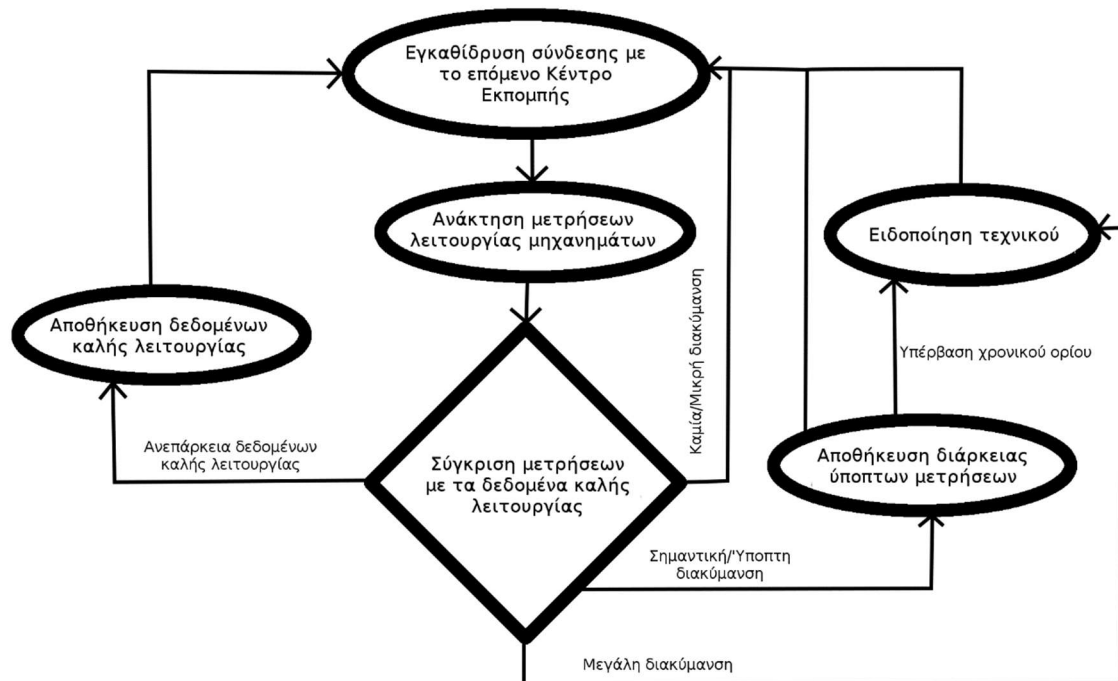
3.5 Χρήση της τηλεμετρίας

Τα συστήματα τηλεμετρίας που αναφέρθηκαν στην ενότητα 3.4 δίνουν μια ολοκληρωμένη εικόνα για την κατάσταση του εκάστοτε μηχανήματος, και επιτρέπουν να επιβεβαιώνεται η εύρυθμη λειτουργία τους. Σε κάθε περίπτωση αποτυχίας, είναι εφικτό να εντοπιστεί το σημείο στο οποίο εμφανίστηκε και, εάν η βλάβη δεν είναι επιλύσιμη απομακρυσμένα, δίνει μία γενική ιδέα για να μπορεί ο τεχνικός να προετοιμαστεί κατάλληλα για την επίλυση της βλάβης με φυσική παρουσία.

4. Αυτόνομη Διαχείριση των Κέντρων Εκπομπής

4.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με το κεφάλαιο 3, όλα τα μηχανήματα παρέχουν όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες τους απομακρυσμένα, και είναι εφικτό ανά πάσα στιγμή να γίνει έλεγχος της λειτουργίας οποιουδήποτε Κέντρου Εκπομπής, να αλλάξουν οι παράμετροι λήψης/εκπομπής, ή να προστεθούν/αφαιρεθούν τηλεοπτικά και ραδιοφωνικά κανάλια, γνωρίζοντας απλά τη διεύθυνση IP των μηχανημάτων του εν λόγω Κέντρου Εκπομπής. Αυτό από μόνο του αποτελεί ένα πολύ ισχυρό εργαλείο για τους τεχνικούς, και έχει μειώσει κατά πολύ το κόστος και τον χρόνο συντήρησης και αποκατάστασης τους.



Εικόνα 4.1 Διάγραμμα λειτουργίας αυτοματοποιημένου συστήματος ελέγχου και ειδοποίησης

4.2 Ενημέρωση για βλάβη

Όταν ένα σύστημα αποτύχει, υπάρχει ένα χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο η βλάβη παραμένει άγνωστη για τους τεχνικούς. Το χρονικό αυτό διάστημα εξαρτάται από την έκταση της βλάβης (μερική ή ολική αποτυχία), το πλήθος των τηλεθεατών οι οποίοι επηρεάζονται από αυτό, καθώς και την ώρα που εμφανίστηκε η βλάβη, και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να περάσουν πολλές ώρες ή και ημέρες μέχρι να αναφερθεί αυτή, ώστε να ενημερωθούν οι υπεύθυνοι τεχνικοί. Σε άλλες περιπτώσεις, μπορεί να υπάρχουν βλάβες από τις οποίες το σύστημα επανήλθε από μόνο του, με αποτέλεσμα να μην

γνωστοποιηθεί ποτέ στους τεχνικούς. Ενώ τα μηχανήματα καταλαβαίνουν αμέσως την οποιαδήποτε διακοπή εκπομπής των προγραμμάτων, δεν υπάρχει ακόμα κάποιο σύστημα καθολικού ελέγχου και έγκαιρης ενημέρωσης.

4.3 Έγκαιρη ειδοποίηση βλάβης

Το σύστημα που προτείνεται παρακάτω, καλείται να αντιμετωπίσει αυτήν την έλλειψη, επιτηρώντας συνεχώς όλα τα μηχανήματα σε όλα τα Κέντρα Εκπομπής για τυχόν βλάβες ή ύποπτες μετρήσεις οι οποίες παραπέμπουν σε υποκείμενα προβλήματα που μπορεί να εξελιχθούν και να προκαλέσουν αποτυχίες αργότερα. Ένα σύστημα πρόληψης, εντοπισμού βλαβών και άμεσης ενημέρωσης των τεχνικών θα μειώσει ραγδαία τον χρόνο αποκατάστασης, και πιθανόν να αποτρέψει κοστοβόρες ζημίες στα εξειδικευμένα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται.

4.3.1 Mapping

Αρχικά, το πρόγραμμα πρέπει να γνωρίζει τη διεύθυνση IP, το είδος μηχανήματος, το μοντέλο και τον αριθμό έκδοσης λογισμικού (software version) από όλα τα μηχανήματα που καλείται να επιτηρεί. Τα μηχανήματα ομαδοποιούνται, αρχικά σε Κέντρα Εκπομπής, και έπειτα σε περιοχές κάλυψης, καθώς οι περιοχές μπορούν να καλύπτονται από ένα ή παραπάνω Κέντρα Εκπομπής. Επιπρόσθετα, το σύστημα ενημερώνεται διαρκώς με τα στοιχεία επικοινωνίας και τοποθεσίας των τεχνικών οι οποίοι καλούνται να τα υποστηρίξουν. Ο κάθε τεχνικός έχει μια περιοχή ευθύνης που μπορεί να περιλαμβάνει παραπάνω από ένα Κέντρο Εκπομπής, και μπορεί να είναι ενεργός ή ανενεργός (σε άδεια ή σε προσωρινή απουσία από την περιοχή ευθύνης). Το πρόγραμμα αντλεί όλα αυτά τα δεδομένα από μια ενσωματωμένη Βάση Δεδομένων στην οποία αποθηκεύονται -όλα τα παραπάνω δεδομένα, και μπορεί να τροποποιηθεί ανά πάσα στιγμή, από τον διαχειριστή του προγράμματος.

4.3.2 Crawling

Το πρόγραμμα εκτελεί επιμέρους λειτουργίες (με χρήση της ρουτίνας UpdateAllcenters στο παράρτημα κώδικα στη σειρά 174) οι οποίες προσπαθούν να συνδεθούν σε τακτά χρονικά διαστήματα, με τη σειρά σε όλα τα μηχανήματα που αναφέρονται στη Βάση Δεδομένων, και αποθηκεύουν την κατάσταση τους, καθώς και όλα τα χρήσιμα αριθμητικά στοιχεία όπως την ισχύ λήψης/εκπομπής, τον λόγο SNR (Signal/Noise Ratio), την ανακλώμενη ισχύ, το πλήθος των σφαλμάτων αποκωδικοποίησης, κ.α. (Κλάση machine στη σειρά 67) Όλα αυτά τα δεδομένα, μαζί με τον τύπο μηχανήματος (Δέκτης/Πομπός) και την ώρα δειγματοληψίας, αποθηκεύονται σε μια δεύτερη Βάση Δεδομένων, από την οποία είναι δυνατή η μετέπειτα άντληση δεδομένων για στατιστική ανάλυση του Δικτύου Κέντρων Εκπομπής.

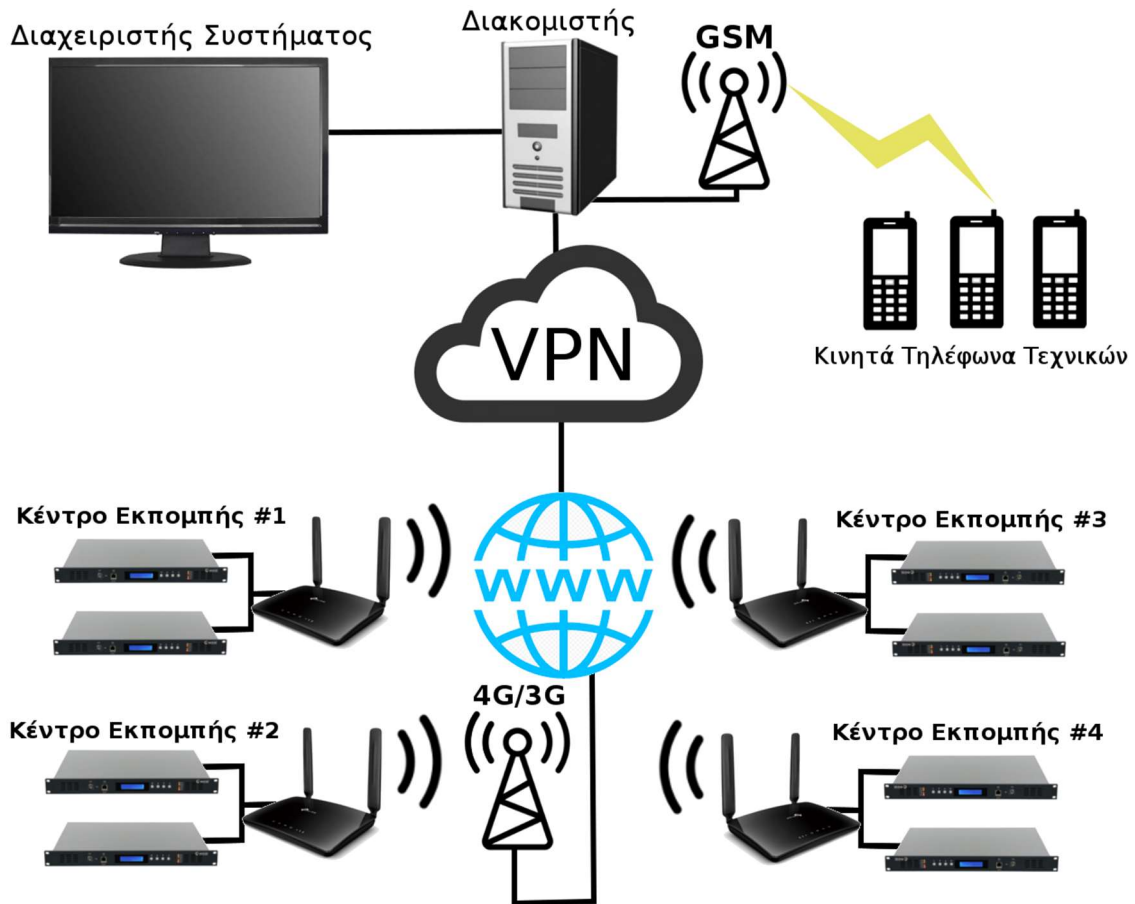
Σε κάθε μηχανήμα, επιλέγεται ο κατάλληλος τρόπος επικοινωνίας. Εάν δεν υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης μέσω SNMP [16], το πρόγραμμα θα συνδεθεί μέσω HTTP, θα φορτώσει τη σελίδα HTML, και θα αντλήσει τα δεδομένα μέσω από αυτήν. Η λειτουργία αυτή βρίσκεται στη ρουτίνα `ConnectToMachine` στη σειρά 223)

4.3.3 Analysing

Το πρόγραμμα παράλληλα κάνει ανάλυση των δεδομένων που βρίσκονται στη Βάση Δεδομένων. Κατά τις πρώτες μετρήσεις, η μετά από χειροκίνητο μηδενισμό/επαναφορά ενός Κέντρου Εκπομπής, γίνεται αρχικοποίηση των επιθυμητών τιμών. Το κάθε μηχανήμα αντιμετωπίζει διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας, οι οποίες επηρεάζουν τις τιμές στις οποίες το σύστημα θεωρείται σταθερό και σε καλή λειτουργία. Έπειτα από έναν προκαθορισμένο αριθμό μετρήσεων, γίνεται επεξεργασία όλων των δεδομένων που αντλήθηκαν μέχρι εκείνη τη στιγμή (εξαγωγή μέσου όρου και άλλων στατιστικών στοιχείων), και αποθηκεύονται στη Βάση Δεδομένων ως “Προφίλ” για το κάθε μηχανήμα.

4.3.4 Error Reporting

Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι βλάβες προκαλούν άμεση και πλήρη αποτυχία του συστήματος, και το μηχανήμα το αναφέρει ξεκάθαρα. Μία τέτοια βλάβη μπορεί να είναι προσωρινή και να επιλυθεί από μόνη της (π.χ. αστάθεια η διακοπή ηλεκτροδότησης). Άλλες βλάβες χρειάζονται τη βοήθεια τεχνικού για να επιλυθούν, είτε μέσω τηλεμετρίας είτε με φυσική παρουσία. Το πρόγραμμα προσπαθεί να κατανοήσει την αιτία του προβλήματος, και ειδοποιεί άμεσα τους διαθέσιμους τεχνικούς μέσω ηλεκτρονικής αλληλογραφίας (e-mail) ή γραπτού μηνύματος (SMS). (Ρουτίνα `ReportBuildingError` στη σειρά 136)



Εικόνα 4.2 Διάγραμμα επικοινωνίας του διακομιστή με τα μηχανήματα και τους τεχνικούς

Σε άλλες περιπτώσεις, μπορεί να υπάρξει πρόβλημα το οποίο δεν θα οδηγήσει σε πλήρη αποτυχία της μετάδοσης, το οποίο μπορεί να συνεχιστεί ενίοτε με στιγμιαίες διακοπές είτε με υποβαθμισμένη ποιότητα η ισχύ εκπομπής. Τα προβλήματα αυτού του είδους πολλές φορές δημιουργούνται από φυσικά φαινόμενα όπως ηλεκτρικές καταιγίδες, ηλιακές καταιγίδες η εμφάνιση πάγου, χιονιού η άλλων εμποδίων στα δορυφορικά πιάτα. Όταν ανιχνευθεί τέτοιου είδους πρόβλημα, το σύστημα αφήνει ένα ορισμένο χρονικό διάστημα “χάριτος”, και εφόσον οι μετρήσεις επανέλθουν, δεν ενημερώνει, έτσι ώστε να ελαττωθούν τα λάθη (false positive), άρα και θα αυξήσει την αξιοπιστία του.

4.4 Οφέλη της έγκαιρης ειδοποίησης

Μεγαλύτερος βαθμός απρόσκοπτης λειτουργίας και αξιοπιστίας του συστήματος αναμεταδοτών.

Αποδοτικότερη λειτουργία του δικτύου αναμεταδοτών και ευκολία στη διαχείριση και συντήρηση του καθώς θα υπάρχει δυνατότητα πρόβλεψης πιθανών προβληματικών σημείων του δικτύου.

Πιο ευχάριστη εμπειρία χρήσης προς τον τελικό αποδέκτη που είναι ο τηλεθεατής και βασικός χρήστης των υπηρεσιών του δικτύου αυτού.

Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή παρουσιάστηκε το γενικότερο πλαίσιο λειτουργίας ενός συστήματος με στόχο τον αυτόνομο έλεγχο και διαχείριση των σύγχρονων κέντρων εκπομπής τηλεοπτικού και ραδιοφωνικού σήματος.

Αρχικά, παρουσιάστηκαν βασικές έννοιες της Τηλεμετρίας και των χώρων εφαρμογής της. Στη συνέχεια, δόθηκε μια σύντομη εισαγωγή στο χώρο της εκπομπής τηλεοπτικού και ραδιοφωνικού σήματος στην Ελλάδα. Από τις πρώτες προσπάθειες στα μισά του 20ου αιώνα έως τη σύγχρονη εποχή της ψηφιακής εκπομπής.

Οι δυνατότητες τηλεμετρίας και απομακρυσμένης πληροφόρησης και ελέγχου που παρέχουν τα σύγχρονα μηχανήματα λήψης δορυφορικού σήματος και επίγειας ψηφιακής εκπομπής που χρησιμοποιούνται στους κατά μέρους αναμεταδότες και κέντρα εκπομπής μικρότερης κλίμακας παρουσιάστηκαν στη συνέχεια.

Η πρόταση για τον αυτόνομο έλεγχο του δικτύου όλων των αναμεταδοτών που παρουσιάστηκε σε αυτή την εργασία είναι ένα βήμα προς την ικανοποίηση του στόχου της απρόσκοπτης λειτουργίας του δικτύου αναμεταδοτών. Μαζί με τον στόχο της 100% κάλυψης της επικράτειας είναι δύο βασικές απαιτήσεις σε ένα σύγχρονο μοντέλο επίγειας εκπομπής σήματος τηλεόρασης και ραδιοφώνου.

Βιβλιογραφία

- [1] «EngineersGarage,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.engineersgarage.com/scada-systems/>. [Πρόσβαση 22 Φεβρουάριος 2022].
- [2] Α. Αργύρης, Το Ραδιόφωνο του χθές, ΑΤΕΙ Θεσ/νίκης, 2008.
- [3] «Ν.Δ 745 (ΦΕΚ Α 265/1970),» *Εφημερίς της Κυβερνήσεως*, 10 Δεκέμβριος 1970.
- [4] «Νόμος υπ'αριθ. 230 (ΦΕΚ Α 272/1975),» *Εφημερίς της Κυβερνήσεως*, 3 Δεκέμβριος 1975.
- [5] «Ν.Δ 722 (ΦΕΚ Α 252/1970),» *Εφημερίδα της Κυβερνήσεως*, 24 Νοέμβριος 1970.
- [6] «Βικιπαίδεια,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://el.wikipedia.org/wiki/Τηλεόραση_Ενόπλων_Δυνάμεων. [Πρόσβαση 6 Απρίλιος 2022].
- [7] «Νόμος υπ'αριθ. 1288 (ΦΕΚ Α 120/1982),» *Εφημερίδα της Κυβερνήσεως*, 1 Οκτώβριος 1982.
- [8] «Τεχνικό Μουσείο Θεσσαλονίκης,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://tmth.gr/o-protos-tileoptikos-stathmos-stin-ellada/>. [Πρόσβαση 30 Ιούνιος 2021].
- [9] «Νόμος υπ'αριθ. 1730 (ΦΕΚ Α 145/1987),» *Εφημερίδα της Κυβερνήσεως*, 18 Αυγούστος 1987.
- [10] «in,» [Ηλεκτρονικό]. Available: in.gr/2013/11/07/greece/astynomiki-epembasi-gia-tin-ekkenwsi-tis-ert/. [Πρόσβαση 27 Μάιος 2022].
- [11] «ραδιόφωνο,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.radiofono.gr/node/3706>. [Πρόσβαση 16 Μάιος 2022].
- [12] «ΕΕΤΤ,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT_EN/index.html.
- [13] «Digea,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://digea.gr/etairiko-profil/>. [Πρόσβαση 29 Μάιος 2022].
- [14] «manualslib,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.manualslib.com/manual/925267/Wellav-Umh160r.html>. [Πρόσβαση 21 Ιουνίου 2022].

- [15] «manualslib,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.manualslib.com/manual/1780753/Syes-Pcm-Fm-Series.htm>. [Πρόσβαση 4 Ιουνίου 2022].
- [16] «Curie,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://curlie.org/Computers/Internet/Protocols/SNMP>. [Πρόσβαση 16 Μαρτίου 2022].
- [17] D. P.G, «Modernising a national TV transmitter network,» *1988 International Broadcasting Convention*, pp. 101-104, 1988.
- [18] T. E. o. encyclopaedia, «Britannica,» 25 April 2013. [Ηλεκτρονικό].
- [19] C. Frank, J. Russel και H. Robert, *Telemetry Systems Engineering*, Artech House Inc., 2002.
- [20] K. Ondrej, «Modern Telemetry,» σε *Intech*, Croatia, 2011.
- [21] «The European Society of Telemetry,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.telemetry-europe.org/>. [Πρόσβαση 5 Μάρτιος 2022].
- [22] Α. Χρήστος, «, Μελέτη και Υλοποίηση Διαδικασιών Τηλεμετρίας με χρήση σύγχρονων ασύρματων δικτύων-εφαρμογές,» σε *Διπλωματική Εργασία*, Πανεπιστήμιο Πατρών, 2018.
- [23] «Εθνικό Ίδρυμα Ραδιοφωνίας,» Βικιπαίδεια, [Ηλεκτρονικό]. Available: https://el.wikipedia.org/wiki/Εθνικό_Ίδρυμα_Ραδιοφωνίας. [Πρόσβαση 6 Μάρτιος 2022].

Παράρτημα Κώδικα

| | |
|----|---|
| 1 | <code>#include <string.h></code> |
| 2 | <code>#include <math.h></code> |
| 3 | |
| 4 | <code>#define OUTPWR 0</code> |
| 5 | <code>#define SNRIN 1</code> |
| 6 | <code>#define REFLPWR 2</code> |
| 7 | <code>#define DCMERR 3</code> |
| 8 | |
| 9 | <code>#define BLACKOUT 5</code> |
| 10 | <code>#define OFFLINE 4</code> |
| 11 | <code>#define FAULT 3</code> |
| 12 | <code>#define WARN 2</code> |
| 13 | |
| 14 | <code>int ReportBuildup[];</code> |
| 15 | <code>int LastReport[];</code> |
| 16 | <code>int FirstReport[];</code> |
| 17 | |
| 18 | <code>Center centers[];</code> |
| 19 | <code>Machine machines[];</code> |
| 20 | <code>Technician technicians[];</code> |
| 21 | |
| 22 | <code>class Technician</code> |
| 23 | <code>{</code> |
| 24 | <code> public:</code> |
| 25 | <code> string FirstName;</code> |
| 26 | <code> string LastName;</code> |
| 27 | <code> string TelNumber;</code> |
| 28 | <code> bool Maintainer[];</code> |
| 29 | <code>}</code> |

```
30
31 class Center
32 {
33     private:
34         short machineOnline[];
35         short MachinesOffline;
36         bool BlackOut = true;
37     public:
38
39         short id;
40         string name;
41         short areaid;
42         void update()
43         {
44             for (int i : machines)
45             {
46                 short online = machines[i].update();
47                 if (online > 0)
48                 {
49                     BlackOut == false;
50                 }
51                 else if (online == 0)
52                 {
53                     MachinesOffline = true;
54                 }
55             }
56             if (MachinesOffline > 0 && BlackOut == false)
57             {
58                 ReportBuildingError(id, OFFLINE, "Machine
| Offline");
59             }
```

```
60         if (BlackOut == true)
61             {
62                 ReportBuildingError(id, BLACKOUT, "Center
| blackout");
63             }
64         }
65     }
66
67     class Machine
68     {
69         public:
70             short outputPower;
71             short inputSNR;
72             short errors;
73             short type;
74             short connOK;
75             bool onUPS;
76             short id;
77             short centerid;
78             string IPAddress;
79             string LogUser;
80             string LogPass;
81             short profileNumber;
82
83             void setErrorCount(short errors);
84             {
85                 this.errors = errors;
86             }
87             void setOutputPower(short outputPower);
88             {
89                 RecordOutPower(id, outputPower);
```

| | |
|-----|--|
| 90 | this.outputPower = outputPower; |
| 91 | } |
| 92 | void setMachineType(short type); |
| 93 | { |
| 94 | this.type = type; |
| 95 | } |
| 96 | void update() |
| 97 | { |
| 98 | connOK = ConnectToMachine(this); |
| 99 | if (onUPS && connOK) { connOK = 2; } |
| 100 | |
| 101 | } |
| 102 | bool getConnect() |
| 103 | { |
| 104 | return connOK; |
| 105 | } |
| 106 | short getPower() |
| 107 | { |
| 108 | return outputPower; |
| 109 | } |
| 110 | bool getErrors() |
| 111 | { |
| 112 | if (errors > 0) { return true; } |
| 113 | return false; |
| 114 | } |
| 115 | } |
| 116 | |
| 117 | Technician[] GetBuildingTechnician(short buildingid) |
| 118 | { |
| 119 | Technician ret[]; |
| 120 | short ind = 0; |


```
121     for (int i : technicians)
122     {
123         if (technicians[i].Maintainer[buildingid] == true)
124         {
125             ret[ind++] = technicians[i];
126         }
127     }
128     if (ind == 0) { Log("No Technicians detected for building id"); }
129     return ret;
130 }
131 float CalcdBdiff(int one, int two)
132 {
133     return 0.5*log((float(one)/float(two)));
134 }
135
136 void ReportBuildingError(short id, short level, string message)
137 {
138     string CenterName = centers[machines[id].centerid].name;
139     if (level > 3)
140     {
141         Technician[] Receivers;
142         Receivers = GetBuildingTechnician(id);
143         for (int i : Receivers)
144         {
145             SendSMS(Receivers[i].TelNumber, CenterName+": ".message);
146         }
147     }
148     if (level == 2)
149     {
150         if (LastReport[id]-timeNow > (ONE_DAY /2))
151         {
```

```

152         FirstReport[id] = timeNow;
153         LastReport[id] = timeNow;
154         ReportBuildup[id] = 1;
155     }
156     else
157     {
158         ReportBuildup[id]++;
159         LastReport[id] = timeNow;
160     }
161
162     if (FirstReport[id]-timeNow > (ONE_DAY /2))
163     {
164         Technician[] Receivers;
165         Receivers = GetBuildingTechnician(id);
166         for (int i : Receivers)
167         {
168             SendSMS(Receivers[i].TelNumber, CenterName.":
| ".message);
169         }
170     }
171 }
172 }
173
174 void UpdateAllcenters()
175 {
176     for (int i : centers)
177     {
178         centers[i].update();
179     }
180 }
181

```

```
182
183 void RecordOutPower(short id, short outputPower)
184 {
185     LogData(id, OUTPWR, outputPower);
186     if (CalcdBdiff(outputPower, InitRecord[id][OUTPWR])<-3)
187     {
188         ReportBuildingError(id, 3, "Very low Output Power");
189     }
190     else if (CalcdBdiff(outputPower, InitRecord[id][OUTPWR])<-1.5)
191     {
192         ReportBuildingError(id, 2, "Output Power not optimal");
193     }
194 }
195
196 void RecordReflPower(short id, short reflPower)
197 {
198     LogData(id, REFLPWR, reflPower);
199     if (CalcdBdiff(reflPower, InitRecord[id][REFLPWR])>2)
200     {
201         ReportBuildingError(id, 3, "Reflected Power at Output");
202     }
203 }
204
205 void RecordInSNR(short id, short SNR)
206 {
207     LogData(id, SNRIN, SNR);
208     if (SNR-InitRecord[id][SNR]>3)
209     {
210         ReportBuildingError(id, 3, "Bad Input Quality (S/N)");
211     }
212     else if (SNR-InitRecord[id][SNR]>1.5)
```

```
213     {
214         ReportBuildingError(id, 2, "Input Quality not optimal");
215     }
216 }
217
218 void RecordDecompErrors(short id, short Errors)
219 {
220     LogData(id, DCMERR, Errors);
221 }
222
223 bool ConnectToMachine(Machine Thismachine);
224 {
225     string IP = Thismachine.IPAddress;
226     string Username = Thismachine.LogUser;
227     string Password = Thismachine.LogPass;
228     short method = Thismachine.profileNumber;
229
230     short outpower;
231     short errorsParsed;
232
233     switch (method)
234     {
235         case 1:
236             ...
237             Thismachine.setMachineType(1)
238             Thismachine.setOutputPower(outpower);
239             Thismachine.setErrorCount(errorsParsed);
240         break;
241     }
242 }
```