



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ  
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ

**Ανάπτυξη συστήματος σταθμών αποστολής μηνυμάτων έκτακτης ανάγκης  
από ορειβατικά μονοπάτια**

*Πτυχιακή εργασία των σπουδαστών:*

***Βιδάκη Γεώργιου (Α.Μ. 3670)***

***Κοκολογιαννάκη Αντώνιου (Α.Μ. 3454)***

***Ψάλλη Μιχαήλ (Α.Μ. 3066)***

*Εισηγητής κι επιβλέπων καθηγητής*

***Ιωάννης Εμμ. Τωμαδάκης***

ΧΑΝΙΑ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2011



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Έχει παρατηρηθεί ότι πολλές φορές οι περιπατητές ορειβατικών διαδρομών είτε χάνουν τον προσανατολισμό τους είτε παθαίνουν ατυχήματα που τους καθιστούν ανήμπορους να συνεχίσουν την πορεία τους προς τον προορισμό τους. Έτσι, απεγνωσμένα αναζητούν τρόπους για να καλέσουν βοήθεια. Στις μέρες μας, η κινητή τηλεφωνία προσφέρει τη δυνατότητα από τη μια στους πολίτες να επικοινωνήσουν με τις Υπηρεσίες Πολιτικής Προστασίας και να ζητήσουν βοήθεια και από την άλλη στις Αρχές να εντοπίσουν τη θέση των καλούντων στο χάρτη. Τα παραπάνω όμως δεν είναι δυνατό να συμβούν στις περιπτώσεις στις οποίες οι χρήζοντες βοήθεια βρίσκονται εκτός της περιοχής κάλυψης από τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, όπως συμβαίνει μέσα σε φαράγγια, χαράδρες, οροπέδια και πλαγιές. Στο πλαίσιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας προτείνεται η κάλυψη των περιοχών «σκιάς» των δικτύων κινητής τηλεφωνίας, από τις οποίες διέρχεται μια ορειβατική διαδρομή, με ομάδες ενεργειακά αυτόνομων σταθμών, που ασύρματα θα δικτυώνονται, χρησιμοποιώντας πομποδέκτες στη ζώνη ISM, με άλλους σταθμούς εντός της περιοχής που καλύπτεται από το δίκτυο GSM. Οι σταθμοί που θα εγκαθίσταται στη ζώνη κάλυψης θα διαθέτουν τον απαραίτητο εξοπλισμό για να αποστέλλουν κάθε αναφορά επείγοντος περιστατικού (κλήση βοήθειας ή/και πυρκαγιάς) προς την αρμόδια Υπηρεσία Πολιτικής Προστασίας. Κάθε αναφορά θα αποστέλλεται με ανάλογο προκαθορισμένο σύντομο γραπτό μήνυμα (SMS), στο οποίο θα περιέχεται η ταυτότητα του σταθμού αποστολής και το είδος του συμβάντος (SOS ή πυρκαγιά). Η θέση κάθε σταθμού μαζί με τις γεωγραφικές συντεταγμένες του θα αποτυπώνονται σε γεωγραφικό χάρτη στο Κέντρο Ελέγχου της Υπηρεσίας Πολιτικής Προστασίας, το οποίο θα έχει και την ευθύνη της ενημέρωσης των αρμόδιων φορέων. Οι σταθμοί θα κατασκευαστούν με τη μορφή κιτρινόμαυρων ιστών στην κορυφή του οποίων ένας φωτοσημαντήρας θα αναβοσβήνει αυτόματα μόλις σκοτεινιάσει. Έτσι, θα φανερώνεται η θέση τους κατά μήκος του ορειβατικού μονοπατιού, μέρα και νύχτα και ο εντοπισμός τους θα είναι πιο εύκολος, τόσο από τους περιπατητές όσο κι από τα σωστικά συνεργεία.

**Λέξεις κλειδιά:** έκτακτη ανάγκη, ορειβατικό μονοπάτι, κλήση βοήθειας, κινητή τηλεφωνία, GSM, πομποδέκτης ISM.





TECHNOLOGICAL EDUCATIONAL INSTITUTE OF CRETE  
BRANCH OF CHANIA  
DEPARTMENT OF ELECTRONICS

**Development of a system for sending emergency messages  
from mountaineering paths**

*Thesis of:*

***George Bidakis (ID 3670)***

***Antonios Kokologiannakis (ID 3454)***

***Michael Psallis (ID 3066)***

*Supervisor professor:*

***Ioannis Emm. Tomadakis***

*CHANIA, JANUARY 2011*



# RESUME

It has been observed that a lot of times, mountain hikers either lose their orientation or have more or less serious accidents which make them unable to reach their destination. So, desperately, search for a way to ask for help. Nowadays, mobile phone communications offer, in many cases, a great assistance, as citizens can easily contact the Civil Protection Authorities to request help and the service providers can guide the Authorities to locate callers on the map. However, in cases where the hikers are outside of the coverage of mobile phone networks, as happens in canyons, plateaus, valleys and slopes, the networks alone can't help. In this thesis, it is proposed to cover the "shadow" areas of mountaineering paths with groups of energy autonomous stations which, using transponders in the ISM radio band, will be wirelessly networked with other stations located within the coverage of a GSM network. These stations will have all the necessary equipment in order to dispatch any emergency petition to the appropriate Civil Protection Authorities. The petition will be reported with a predetermined short text message (SMS) which will contain the identity of the sending station and the type of the event (SOS or fire). The location of each station along with its coordinates will be reflected on a map in a Control Centre, which will also be responsible to inform the relevant Services. All the stations will be fabricated in the form of yellow / black pillars. On their top, red lights will flash automatically in the dark, unveiling their position across the mountaineering paths, day and night. In this way it will be easier both for walkers and for the rescue teams to find the stations in the field.

**Keywords:** emergency, urgent situation, mountaineering path, call for assistance, mobile phone communications, GSM, ISM transponder.





## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Είμαστε ευγνώμονες, πρώτα από όλα στους γονείς μας, για την ηθική και την υλική υποστήριξη που μας παρείχαν καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μας.

Θερμά ευχαριστούμε τον εισηγητή κι επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής μας εργασίας, τον κ. Ιωάννη Εμμ. Τωμαδάκη, ο οποίος με τις υποδείξεις του, τις εύστοχες παρατηρήσεις του και τη συνεχή και αμέριστη υποστήριξή του, μας βοήθησε να πραγματοποιήσουμε την παρούσα εργασία.

Ευχαριστούμε επίσης τους καθηγητές του Τμήματος Ηλεκτρονικής του Τ.Ε.Ι. Κρήτης, για τις γνώσεις που μας προσέφεραν σε ολόκληρη την πορεία μας προς το πτυχίο.

Χανιά, Νοέμβριος 2010

*Βιδάκης Γεώργιος*

*Κοκολογιαννάκης Αντώνιος*

*Ψάλλης Μιχαήλ*



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ 13

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Το υλικό μέρος 17

1.1 Η βασική δομή του δικτύου	19
1.2 Το κύκλωμα του κύριου σταθμού	21
1.3 Το κύκλωμα των υποχείριων σταθμών	23
1.4 Περιγραφή των κύριων μονάδων των σταθμών	25
1.4.1 Ο πομπός δεδομένων	25
1.4.2 Ο δέκτης δεδομένων	26
1.4.3 Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας και ελέγχου	27
1.4.4 Το τροφοδοτικό	31
1.4.5 Ο φωτοσημαντήρας	34
1.4.6 Η μονάδα επικοινωνίας με το δίκτυο GSM	35
1.5 Η υλοποίηση του συστήματος	37
1.6 Ανάλυση του κόστους των υλικών	41

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Προγραμματισμός και ρυθμίσεις 43

2.1 Οι διαδικασίες προγραμματισμού του συστήματος	45
2.2 Το πρόγραμμα στο μικροελεγκτή του κύριου σταθμού	46
2.3 Το πρόγραμμα στο μικροελεγκτή του ενδιάμεσου σταθμού	50
2.4 Το πρόγραμμα στο μικροελεγκτή του τερματικού σταθμού	54
2.5 Ο προγραμματισμός της μονάδας επικοινωνίας με το δίκτυο GSM	57
2.5.1 Ρύθμιση των βασικών παραμέτρων	57
2.5.2 Δήλωση των εντολών απομακρυσμένου έλεγχου	59
2.5.3 Καθορισμός SMS για κάθε συμβάν	61

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Έλεγχος λειτουργίας</b>	<b>67</b>
3.1 Εργαστηριακός έλεγχος	69
3.1.1 Αναφορά πυρκαγιάς	69
3.1.2 Κλήση για βοήθεια	71
3.1.3 Επιβεβαίωση της καλής λειτουργίας των σταθμών	72
3.1.4 Έλεγχος της μονάδας GSM	73
3.2 Δοκιμές πεδίου	74
3.3 Προτάσεις βελτίωσης	75

<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΝΑΦΟΡΕΣ</b>	<b>77</b>
--------------------------------	-----------



**Πίνακας 1:** επιχειρήσεις διάσωσης σε δύσβατες περιοχές του νομού Χανίων κατά το έτος 2009.

Ημερομηνία	Συμβάν
10/04/09	2 Πολωνοί χάθηκαν και βρέθηκαν νεκροί στην κορυφή Μαύρη.
11/04/09	Τραυματισμός τουρίστριας που κατευθυνόταν από τη Σούγια προς την Αγία Ρουμέλη. Την βρήκαν τα σωστικά συνεργεία.
25/05/09	Τραυματισμός Βρετανίδας που κατευθυνόταν από την κορυφή Γκίγκιλος προς την Αγία Ρουμέλη. Την παρέλαβε ελικόπτερο τύπου Super Puma.
24/07/09	1 ζευγάρι Γάλλων χάθηκε στην Αράδαινα. Τους βρήκαν τα σωστικά συνεργεία.
27/07/09	2 Ισπανίδες χάθηκαν κατευθυνόμενες από τη Σούγια προς τη Λισσό. Τις βρήκαν τα σωστικά συνεργεία.
02/08/09	1 ζευγάρι Τσέχων χάθηκαν κατευθυνόμενοι από το Λουτρό προς την Αγία Ρουμέλη. Τους βρήκαν τα σωστικά συνεργεία.
12/09/09	1 Γάλλος αρρώστησε στην Ίμβρο Σφακίων. Τον βρήκαν τα σωστικά συνεργεία.
18/09/09	1 Βρετανός αρρώστησε κατευθυνόμενος από την Παλαιόχωρα προς τη Σούγια. Τον βρήκαν τα σωστικά συνεργεία.
09/10/09	1 ζευγάρι Βρετανών εγκλωβίστηκε στο φαράγγι Τρομάρισσα. Τους βρήκαν τα σωστικά συνεργεία.
12/10/09	1 Τσέχος χάθηκε στην κορυφή Γκίγκιλος. Τον βρήκαν τα σωστικά συνεργεία.

Ένα άλλο θέμα που αντιμετωπίζουν κυρίως κατά τη θερινή περίοδο οι Υπηρεσίες Προστασίας του Πολίτη και σχετίζεται με δύσβατες κι απομακρυσμένες περιοχές, είναι οι πυρκαγιές. Το έδαφος της Ελλάδας είναι περί τα  $\frac{3}{4}$  ορεινό και ημιορεινό. Στον παρακάτω πίνακα παραθέτουμε στατιστικά στοιχεία που δημοσιεύτηκαν από το Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδας και σχετίζονται με τις πυρκαγιές που εκδηλώθηκαν στο νομό Χανίων κατά το έτος 2009.

**Πίνακας 2:** πυρκαγιές που εκδηλώθηκαν στο νομό Χανίων κατά το έτος 2009.

Νομός	Αριθμός πυρκαγιών	Καμένη έκταση (σε στρέμματα)					
		Δάση	Δασικές εκτάσεις	Άλση	Χορτολιβαδικές εκτάσεις	Καλάμια -Βάλτοι	Γεωργικές εκτάσεις
Χανίων	147	4	261.5	0.5	228.3	14.6	54.2

Και στα δύο προαναφερθέντα είδη συμβάντων, η έκβασή τους εξαρτάται πολύ από το πόσο γρήγορα θα ειδοποιηθούν οι αρμόδιοι για να δράσουν φορείς. Όταν ένας ορειβάτης κινδυνεύει στο βουνό ή ένας πολίτης αντιληφθεί μια πυρκαγιά σε μια ερημική περιοχή, μπορούν άμεσα να ζητήσουν βοήθεια καλώντας τον πανευρωπαϊκό αριθμό έκτακτης ανάγκης 112 (911 στη Βόρεια Αμερική). Αρκεί να έχουν μαζί τους μια συσκευή κινητού τηλεφώνου και να βρίσκονται σε περιοχή που να καλύπτεται από κάποιο πάροχο κινητής τηλεφωνίας. Όμως, τι λύση μπορεί να δοθεί σε όποιον βρεθεί σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης μέσα σε ένα φαράγγι ή σε μια πλαγιά που βρίσκεται στην “περιοχή σκιάς” της ζώνης κάλυψης των δικτύων κινητής τηλεφωνίας ή ακόμη όταν για κάποιο λόγο δεν έχει μαζί του κινητό τηλέφωνο ή και όταν αυτό πλέον δε λειτουργεί;

Στο πλαίσιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας, προτείνεται η κάλυψη των “περιοχών σκιάς” των δικτύων κινητής τηλεφωνίας από τις οποίες διέρχεται μια ορειβατική διαδρομή, με ομάδες ενεργειακά αυτόνομων σταθμών, που ασύρματα θα δικτυώνονται με ένα σταθμό εντός της ζώνης κάλυψης. Ο σταθμός που θα εγκαθίσταται στη ζώνη κάλυψης θα αποτελεί τον κύριο σταθμό της ομάδας και θα διαθέτει τον απαραίτητο εξοπλισμό για να αποστέλλει κάθε αναφορά επείγοντος περιστατικού, από τον ίδιο ή από οποιονδήποτε άλλο σταθμό της ομάδας του, στην αρμόδια Υπηρεσία Πολιτικής Προστασίας. Η αναφορά θα αποστέλλεται με ανάλογο προκαθορισμένο σύντομο γραπτό μήνυμα (SMS), στο οποίο θα περιέχεται η ταυτότητα του σταθμού αποστολής και το είδος του συμβάντος (SOS ή πυρκαγιά). Οι υπόλοιποι σταθμοί της ομάδας θα είναι υποχείριοι σε αυτόν και θα επικοινωνούν μαζί του χρησιμοποιώντας πομποδέκτες στη συχνότητα των 433,92MHz της ζώνης ISM (Industrial, Scientific and Medical), που παρέχεται ελεύθερα για εφαρμογές τηλεχειρισμού και τηλεμετρίας. Ανάλογα με τη μορφολογία του εδάφους, οι υποχείριοι σταθμοί θα μπορούν να επικοινωνούν είτε άμεσα με τον κύριο σταθμό είτε έμμεσα με αναμετάδοση του μηνύματός τους από τους ενδιάμεσους σταθμούς. Η θέση κάθε σταθμού μαζί με τις γεωγραφικές συντεταγμένες του θα αποτυπώνεται σε γεωγραφικό χάρτη στο Κέντρο Ελέγχου της Υπηρεσίας Πολιτικής Προστασίας, το οποίο θα έχει την ευθύνη της ενημέρωσης των αρμόδιων φορέων.

Στην τελική του μορφή, το σύστημα που αναπτύχθηκε συνιστά μια μόνο ομάδα σταθμών με τον κύριο και δύο υποχείριους σταθμούς (έναν ενδιάμεσο κι έναν τερματικό). Ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός των σταθμών ενσωματώθηκε σε κιτρινόμαυρους ιστούς στην κορυφή των οποίων τοποθετήθηκαν κόκκινα φώτα που αναβοσβήνουν αυτόματα μόλις σκοτεινιάσει. Έτσι φανερώνεται η θέση τους κατά μήκος του μονοπατιού, μέρα και νύχτα. Από κάθε σταθμό, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα με το πάτημα του ανάλογου πλήκτρου να αποστείλει μήνυμα με το οποίο να ζητάει βοήθεια ή να αναφέρει την εκδήλωση πυρκαγιάς στην περιοχή του. Ο χρήστης ενημερώνεται άμεσα από το σταθμό για την έναρξη της μετάδοσης του μηνύματος και αργότερα από το Κέντρο

Ελέγχου για το ότι το μήνυμά του παραδόθηκε στην Υπηρεσία Πολιτικής Προστασίας. Κάθε σταθμός λειτουργεί με συσσωρευτή που φορτίζεται από φωτοβολταϊκά στοιχεία, τα οποία του εξασφαλίζουν την απαραίτητη ενεργειακή αυτονομία.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν, περιγράφονται με τη σειρά το υλικό μέρος των σταθμών, ο προγραμματισμός και η ρύθμιση του συστήματος, η λειτουργία του και κάποιες προτάσεις για την περαιτέρω βελτίωση κι αξιοποίησή του.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

*Το υλικό μέρος των σταθμών*



## 1.1 Η βασική δομή του δικτύου



**Σχήμα 1.1.1:** η ορειβατική διαδρομή καλύπτεται από ένα δίκτυο σταθμών αναφοράς σημάτων κινδύνου.

Στο Σχ. 1.1.1 παριστάνεται η υλοποίηση ενός δικτύου σταθμών αναφοράς σημάτων κινδύνου που απλώνονται κατά μήκος ενός τμήματος μιας ορειβατικής διαδρομής (παριστάνεται με κόκκινο χρώμα). Οι ενεργειακά αυτόνομοι σταθμοί διακρίνονται σε κύριους και υποχείριους και κατανέμονται σε ομάδες, ανεξάρτητες μεταξύ τους. Σε κάθε ομάδα διατίθεται ένας κύριος σταθμός και ένας ή περισσότεροι υποχείριοι. Όλοι οι σταθμοί κάθε ομάδας μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους με πομποδέκτες στη ζώνη ISM. Ο κύριος σταθμός κάθε ομάδας εγκαθίσταται απαραίτητα σε σημείο που καλύπτεται από κάποιο δίκτυο GSM και διαθέτει τον απαραίτητο εξοπλισμό για να αποστέλλει κάθε αναφορά επείγοντος περιστατικού από τον ίδιο ή από οποιονδήποτε άλλο σταθμό της ομάδας του στην αρμόδια Υπηρεσία Πολιτικής Προστασίας. Ανάλογα με τη μορφολογία του εδάφους, οι υποχείριοι σταθμοί προγραμματίζονται να επικοινωνούν είτε άμεσα με τον κύριο σταθμό (όπως στην ομάδα 2) είτε έμμεσα με αναμετάδοση του μηνύματός τους από άλλους ενδιάμεσους σταθμούς (όπως στην ομάδα 1).

Κάθε σταθμός διαθέτει δύο πλήκτρα. Πατώντας το ένα πλήκτρο ο χρήστης μπορεί να ζητήσει βοήθεια ενώ με το πάτημα του άλλου πλήκτρου μπορεί να αναφέρει την ύπαρξη πυρκαγιάς στην περιοχή του. Οι αναφορές κινδύνου από όλους τους σταθμούς αποστέλλονται από τον κύριο σταθμό της ομάδας προς το Κέντρο Ελέγχου της Υπηρεσίας Πολιτικής Προστασίας με σύντομα

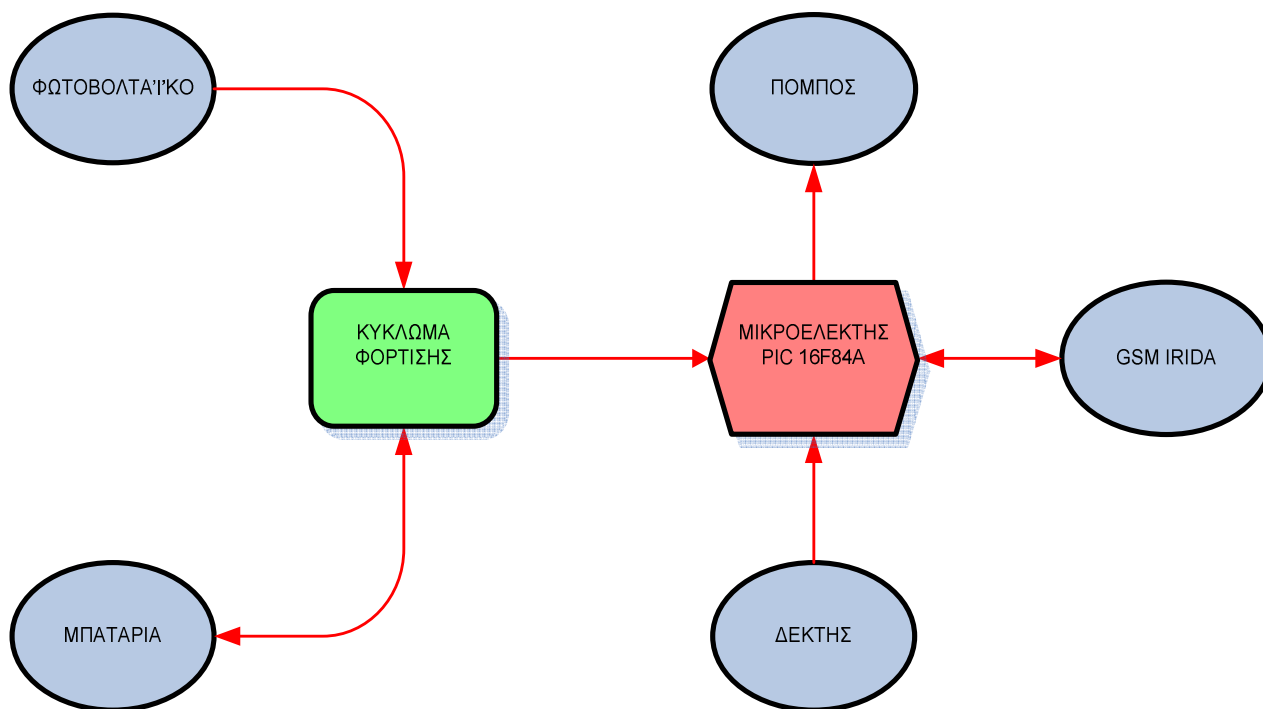
γραφτά μηνύματα (SMS), στα οποία αναγράφεται η ταυτότητα του σταθμού αποστολής (π.χ. REG01\_ST01-03) και το είδος του συμβάντος (SOS ή πυρκαγιά). Η θέση κάθε σταθμού μαζί με τις γεωγραφικές συντεταγμένες του αποτυπώνονται σε γεωγραφικό χάρτη στο Κέντρο Ελέγχου, το οποίο φέρει και την ευθύνη να ενημερώσει σχετικά τους αρμόδιους φορείς.

Πιο αναλυτικά, όλοι οι σταθμοί που φαίνονται στο Σχ. 1.1.1 εντοπίζονται στην ίδια γεωγραφική περιοχή, με διακριτικό όνομα REG01. Οι συγκεκριμένοι σταθμοί ανήκουν σε δύο διαφορετικές ομάδες, την Ομάδα 1 και την Ομάδα 2 (ST01 και ST02 αντίστοιχα). Ο κύριος σταθμός κάθε ομάδας εγκαταστάθηκε εντός της περιοχής που καλύπτεται από δίκτυο GSM. Στην προκειμένη περίπτωση, τις υπηρεσίες του δικτύου GSM εξυπηρετεί ο σταθμός βάσης που εικονίζεται στην κορυφή του βουνού και η εμβέλειά του οριοθετείται με πράσινη σκιά. Το αναγνωριστικό όνομα κάθε σταθμού (π.χ. REG01\_ST01-03) ,συντίθεται από το όνομα της περιοχής του (REG01), το διακριτικό της ομάδας του (ST01) και έναν αύξοντα αριθμό (03). Ο αριθμός 1 αντιστοιχίζεται πάντοτε στον κύριο σταθμό της ομάδας και οι επόμενοι αποδίδονται με τη σειρά, πρώτα στους ενδιάμεσους υποχείριους σταθμούς και στο τέλος στον τερματικό υποχείριο σταθμό της ομάδας. Στη δεύτερη ομάδα και οι δύο υποχείριοι σταθμοί λειτουργούν ως τερματικοί, μια και επικοινωνούν άμεσα με τον κύριο σταθμό της. Όταν για παράδειγμα κάποιος χρήστης ζητήσει βοήθεια από τον τερματικό σταθμό REG01\_ST01-03, το μήνυμά του θα εκπεμφθεί με τη μορφή συγκεκριμένης κωδικής λέξης προς τον ενδιάμεσο σταθμό REG01\_ST01-02. Από αυτόν θα αναμεταδοθεί με άλλο κωδικό προς τον κύριο σταθμό REG01\_ST01-01 και από εκεί θα σταλεί πλέον ως σύντομο γραπτό μήνυμα προς το Κέντρο Ελέγχου της Υπηρεσίας Πολιτικής Προστασίας, χρησιμοποιώντας το δίκτυο GSM. Εφόσον στον τηλεφωνικό κατάλογο του κινητού τηλεφώνου του Κέντρου Ελέγχου έχουν καταχωρηθεί οι τηλεφωνικοί αριθμοί των κύριων σταθμών, τότε το λαμβανόμενο μήνυμα στην οθόνη του θα έχει τη μορφή που φαίνεται στο Σχ. 1.1.2.



**Σχήμα 1.1.2:** ο κύριος σταθμός της ομάδας, με διακριτικό όνομα REG01\_ST01-01, αναφέρει με γραπτό μήνυμα στο Κέντρο Ελέγχου της Υπηρεσίας Πολιτικής Προστασίας ότι έλαβε σήμα έκτακτης ανάγκης από το σταθμό REG01\_ST01-03.

## 1.2 Το κύκλωμα του κύριου σταθμού

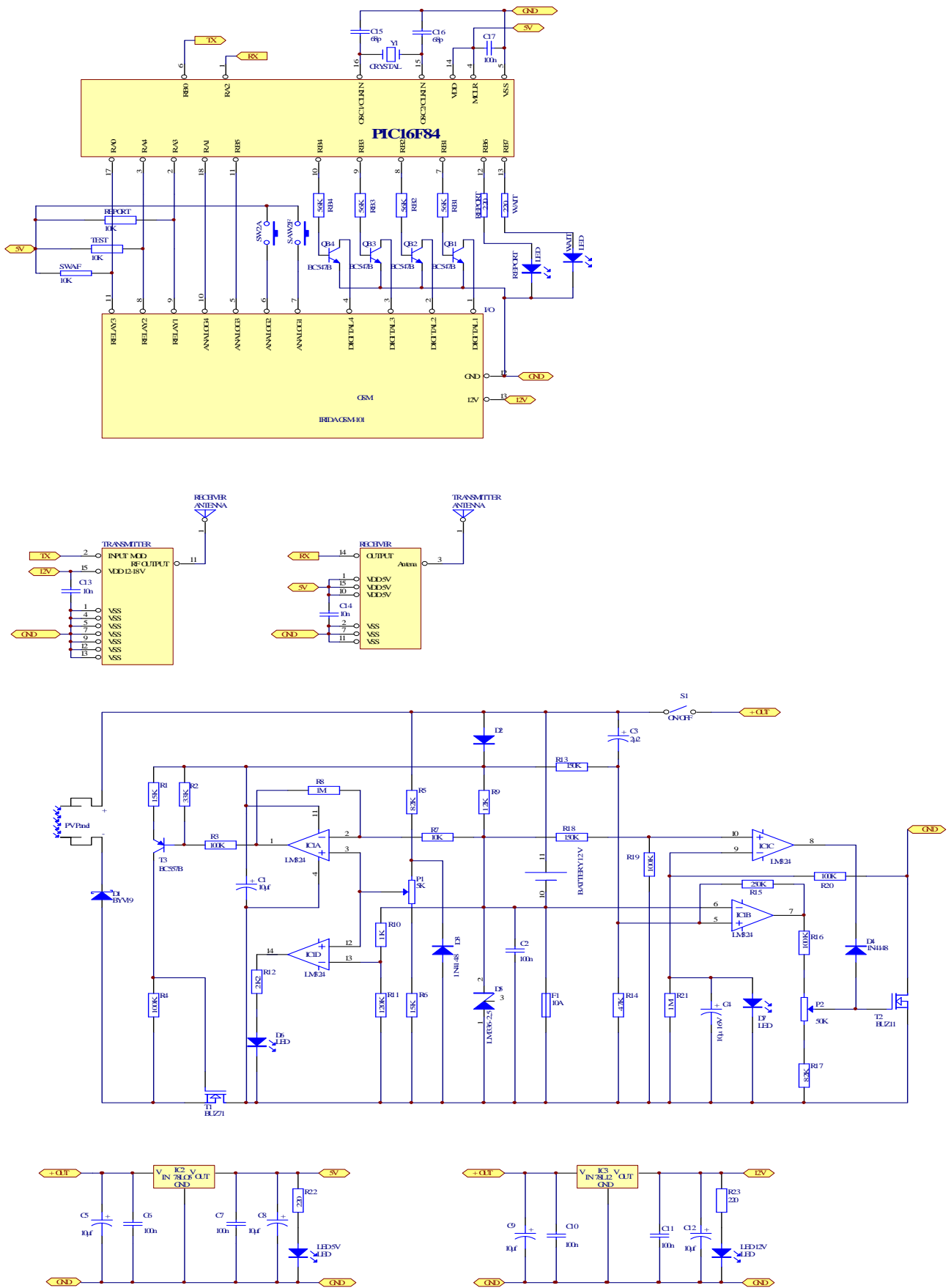


Σχήμα 1.2.1: το διάγραμμα βαθμίδων του κύριου σταθμού.

Το ηλεκτρονικό κύκλωμα του κύριου σταθμού αποτελείται από:

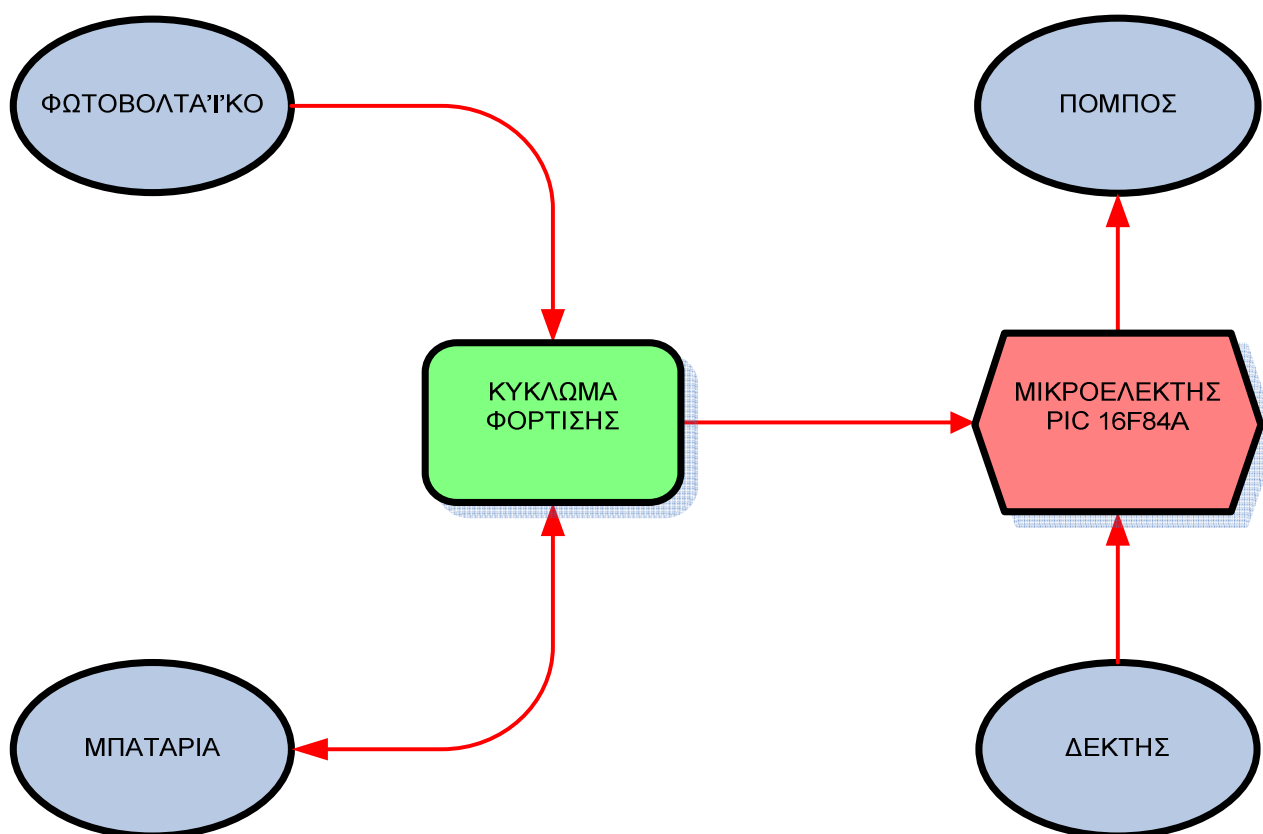
- μια βαθμίδα ελέγχου με μικροελεγκτή (PIC16F84A),
- μία προγραμματιζόμενη μονάδα επικοινωνίας με το δίκτυο GSM,
- έναν πομπό δεδομένων στη ζώνη ISM (433,92MHz),
- έναν δέκτη δεδομένων συντονισμένο στη συχνότητα του πομπού δεδομένων και
- μια τροφοδοτική διάταξη με ένα συσσωρευτή, ένα πλαίσιο φωτοβολταϊκών στοιχείων, ένα φορτιστή και σταθεροποιητές τάσης.

Το κυκλωματικό διάγραμμα του κύριου σταθμού φαίνεται στο Σχ.1.2.2. Οι επιμέρους βαθμίδες του αναλύονται στις παραγράφους που ακολουθούν.



Σχήμα 1.2.2: το κυκλωματικό διάγραμμα του κύριου σταθμού.

### 1.3 Το κύκλωμα των υποχείριων σταθμών

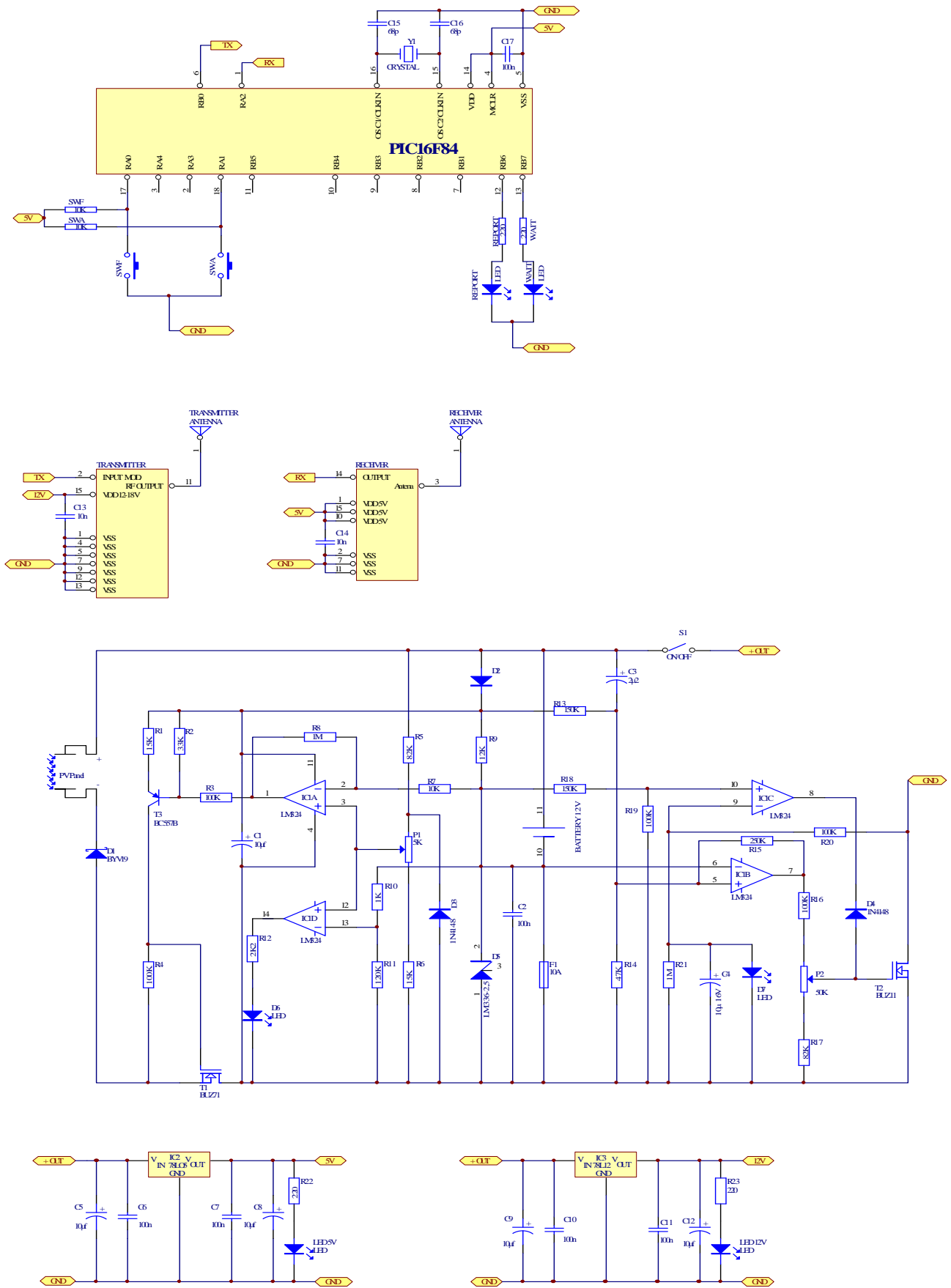


Σχήμα 1.3.1: το διάγραμμα βαθμίδων των υποχείριων σταθμών (ενδιάμεσου και τερματικού).

Κατασκευαστικά όλοι οι υποχείριοι σταθμοί είναι όμοιοι μεταξύ τους. Αυτό που διαφέρει, μεταξύ ενός ενδιάμεσου κι ενός τερματικού σταθμού, είναι μόνο το πρόγραμμα που τρέχει στον μικροελεγκτή και ελέγχει τη λειτουργία τους. Το ηλεκτρονικό κύκλωμα των υποχείριων σταθμών αποτελείται από:

- μια βαθμίδα ελέγχου με μικροελεγκτή (PIC16F84A),
- έναν πομπό δεδομένων στη ζώνη ISM (433,92MHz),
- έναν δέκτη δεδομένων συντονισμένο στη συχνότητα του πομπού δεδομένων και
- μια τροφοδοτική διάταξη με ένα συσσωρευτή, ένα πλαίσιο φωτοβολταϊκών στοιχείων, ένα φορτιστή και σταθεροποιητές τάσης.

Το κυκλωματικό διάγραμμα των υποχείριων σταθμών φαίνεται στο Σχ.1.3.2. Οι επιμέρους βαθμίδες του αναλύονται στις παραγράφους που ακολουθούν.



Σχήμα 1.3.2: το κυκλωματικό διάγραμμα των υποχειρίων σταθμών.

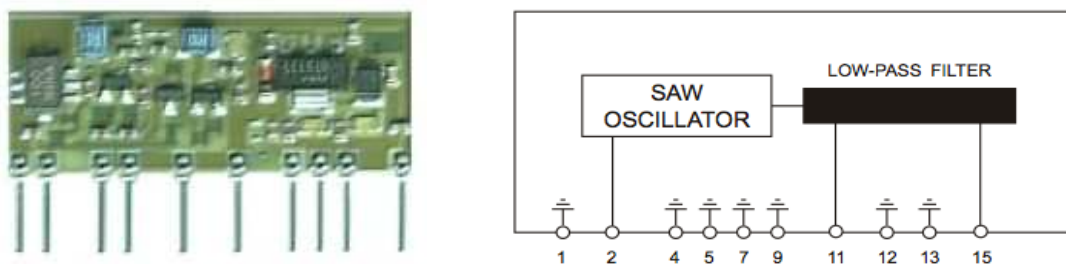


## 1.4 Περιγραφή των κύριων μονάδων των σταθμών

Στις παραγράφους που ακολουθούν περιγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά και η λειτουργία των κύριων μονάδων και των βασικών εξαρτημάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση των σταθμών του συστήματος.

### 1.4.1 Ο πομπός δεδομένων

Ως πομπός δεδομένων, για την ενδοεπικοινωνία των σταθμών κάθε ομάδας στη ζώνη ISM, χρησιμοποιήθηκε το υβριδικό κύκλωμα πομπού τύπου SAW (*Surface Acoustic Wave*) TX-SAW BOOST, της σειράς Totem της εταιρείας AUREL<sup>2</sup>. Η συχνότητα λειτουργίας του είναι 433,92MHz και η ισχύς εξόδου του κυμαίνεται, ανάλογα με την τάση τροφοδοσίας του, από 400mW@12V έως 600mW@15V. Χρησιμοποιείται για μετάδοση δεδομένων με διαμόρφωση OOK (*On-Off Keying*). Η διαμόρφωση αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι ο πομπός δεν είναι συνεχώς σε λειτουργία, με αποτέλεσμα να εξοικονομείται ενέργεια στην αναμονή (μηδενική κατανάλωση απουσία σήματος διαμόρφωσης) και ο πομπός να μην θερμαίνεται. Η μέγιστη συχνότητα των παλμών διαμόρφωσης είναι 4kHz (στάθμης TTL). Η RF αντίσταση εξόδου του είναι 50Ω. Η τάση λειτουργίας του μπορεί να είναι από 12 έως 18Vdc και η τυπική του κατανάλωση είναι 60mA@12V.

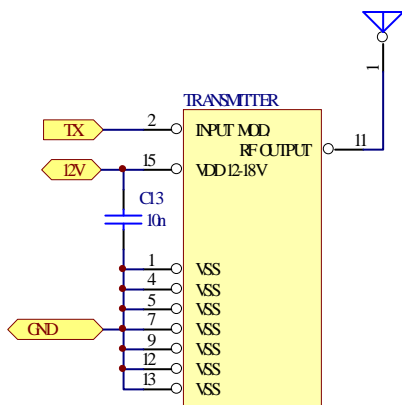


Σχήμα 1.4.1.1: ο πομπός δεδομένων και το διάγραμμα βαθμίδων του.

#### Σύνδεση και λειτουργία των ακροδεκτών του πομπού

- (15): τάση τροφοδοσίας από +12 έως 18V,
- (1, 4, 5, 7, 9, 12 και 13): γείωση,
- (2): είσοδος δεδομένων (τετραγωνικοί παλμοί στάθμης 0 και +5V),
- (11): έξοδος RF, κεραία εκπομπής.

<sup>2</sup> AUREL: <http://www.aurel.it>

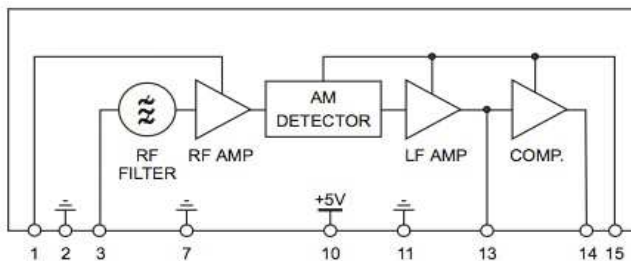


Σχήμα 1.4.1.2: η σύνδεση του πομπού δεδομένων.

Σε όλους τους σταθμούς του συστήματος, κύριους και υποχείριους, ο πομπός τροφοδοτείται με 12Vdc και η είσοδος δεδομένων του (TX) συνδέεται άμεσα με τον ακροδέκτη RB0 (6) του μικροελεγκτή PIC16F84A. Ως κεραία εκπομπής χρησιμοποιήθηκε ένα μονόκλωνο χάλκινο καλώδιο μήκους 17cm ( $\lambda/4$ ).

## 1.4.2 Ο δέκτης δεδομένων

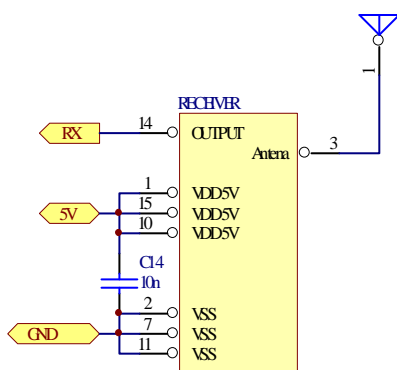
Από την άλλη πλευρά, ως δέκτης δεδομένων για την ενδοεπικοινωνία των σταθμών κάθε ομάδας στη ζώνη ISM, χρησιμοποιήθηκε το υβριδικό κύκλωμα δέκτη δεδομένων NB-CE, της σειράς Totem της εταιρείας AUREL. Ο δέκτης αποδιαμορφώνει σήματα διαμορφωμένα κατά πλάτος (OOK). Η συχνότητα λειτουργίας του είναι 433,92MHz και η ευαισθησία του είναι τυπικά 2,24μV (ή -100dbm). Η RF αντίσταση εισόδου του είναι 50Ω. Η τάση λειτουργίας του είναι 5Volt  $\pm$  5% και η τυπική του κατανάλωση είναι 3,5mA. Έχει χρόνο εκκίνησης μικρότερο από 2,5sec και η μέγιστη συχνότητα παλμών του σήματος αποδιαμόρφωσης μπορεί να είναι 2kHz.



Σχήμα 1.4.2.1: ο δέκτης δεδομένων και το διάγραμμα βαθμίδων του.

### Σύνδεση και λειτουργία των ακροδεκτών του δέκτη

- (1, 10, 15): τάση τροφοδοσίας +5V,
- (2, 7, 11): γείωση,
- (3): κεραία λήψης  $\lambda/4$ ,
- (13): σημείο ελέγχου (*test point*),
- (14): έξοδος δεδομένων.

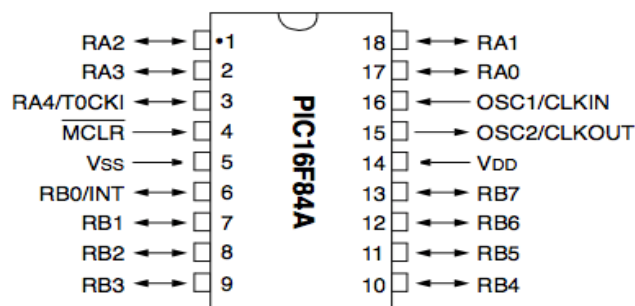


Σχήμα 1.4.2.2: η σύνδεση του δέκτη δεδομένων.

Σε όλους τους σταθμούς του συστήματος, κύριους και υποχείριους, ο δέκτης τροφοδοτείται με 5Vdc και η έξοδος δεδομένων του (RX) συνδέεται άμεσα με τον ακροδέκτη RA2 (1) του μικροελεγκτή PIC16F84A. Ως κεραία λήψης χρησιμοποιήθηκε ένα μονόκλωνο χάλκινο καλώδιο μήκους 17cm ( $\lambda/4$ ).

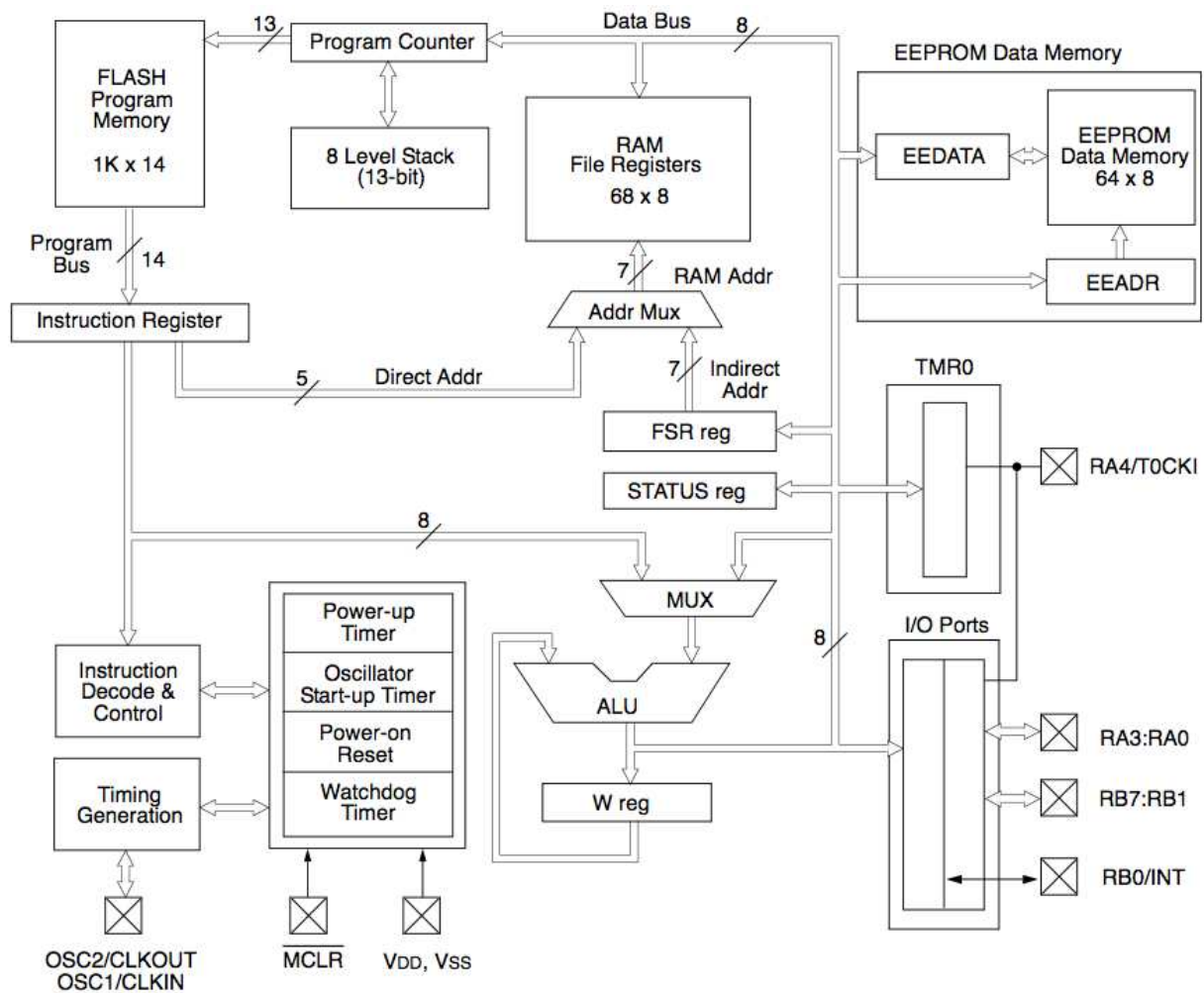
### 1.4.3 Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας και ελέγχου

Για την υλοποίηση της κεντρικής μονάδας ελέγχου του κάθε σταθμού χρησιμοποιήθηκε ο χαμηλού κόστους και δημοφιλής μικροελεγκτής PIC16F84A της εταιρείας Microchip Technology Inc<sup>3</sup>. Στο κέλυφός του ενσωματώνεται μία κεντρική μονάδα επεξεργασίας των 8-bit, μνήμη δεδομένων και προγράμματος, ένας χρονιστής και δύο θύρες εισόδου/εξόδου (η A με 5 ακροδέκτες, RA0-RA4 και η B με 8 ακροδέκτες, RB0-RB7). Η μέγιστη συχνότητα χρονισμού του είναι 20MHz. Σε όλους τους σταθμούς του συστήματος, ο μικροελεγκτής χρονίζεται από κρύσταλλο συχνότητας 32,768kHz. Η μνήμη προγράμματός του είναι οργανωμένη σε 1.024 θέσεις, μήκους λέξης 14bits. Η αρχιτεκτονική του είναι τύπου Harvard και ο ίδιος χαρακτηρίζεται από την κατασκευάστρια εταιρεία ως RISC (*Reduced Instruction Set Controller*), δηλαδή ελεγκτής με μειωμένο ρεπερτόριο εντολών. Πράγματι, οι εντολές του είναι μόνο 35 και οι περισσότερες εκτελούνται στη διάρκεια ενός κύκλου μηχανής.



Σχήμα 1.4.3.1: ο μικροελεγκτής PIC16F84A σε κέλυφος DIP18 και το διάγραμμα των ακροδεκτών του.

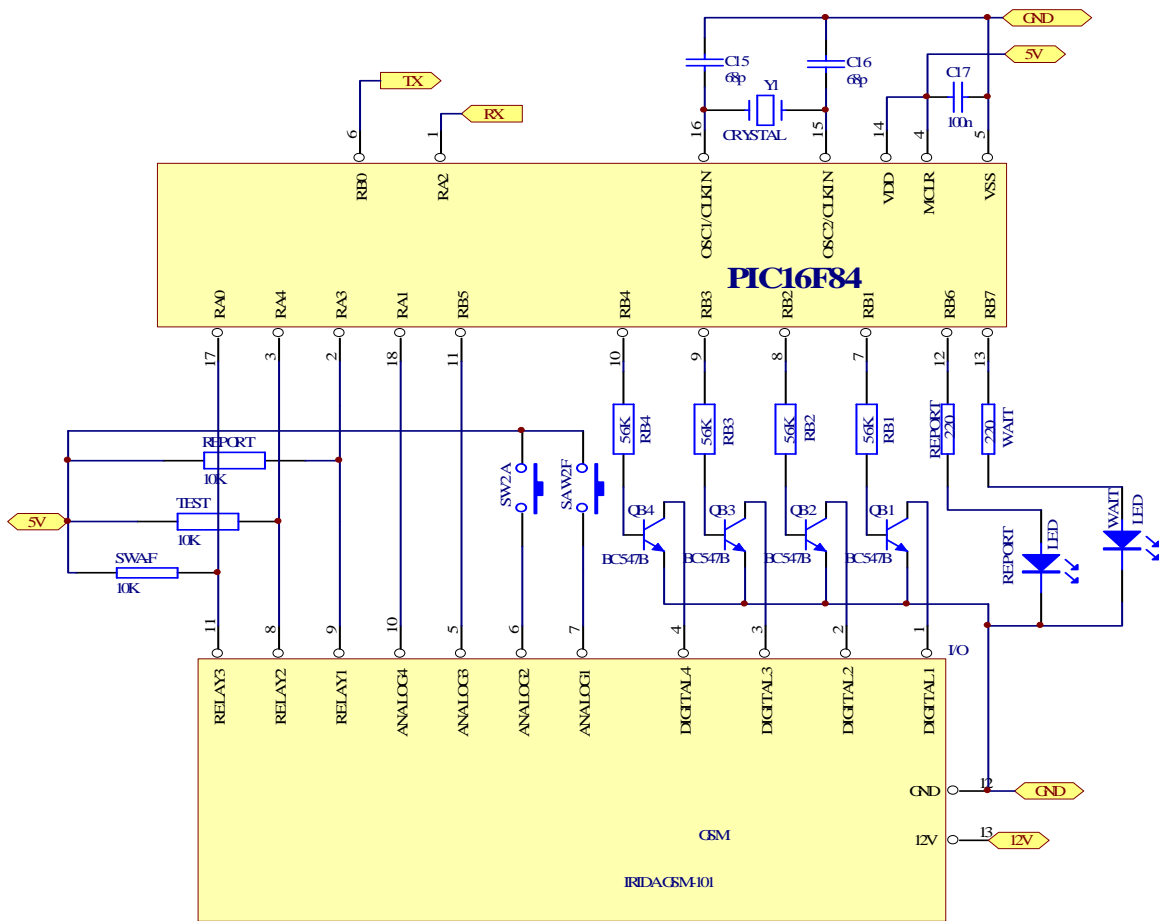
<sup>3</sup> Microchip Technology Inc: <http://www.microchip.com>



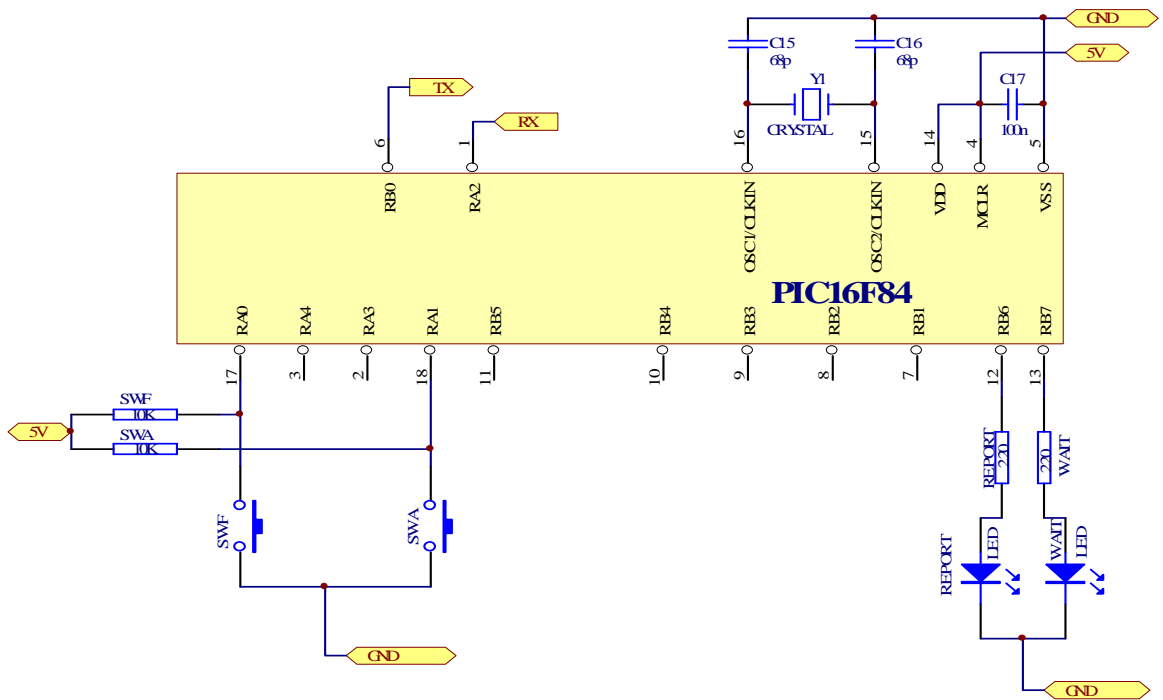
Σχήμα 1.4.3.2: το εσωτερικό διάγραμμα βαθμίδων του μικροελεγκτή PIC16F84A.

### Σύνδεση και λειτουργία των ακροδεκτών του PIC16F84A

- $V_{DD}$ : είσοδος τάσης τροφοδοσίας (+2,0V έως +5,5V).
- $V_{SS}$ : γείωση.
- OSC1/CLKIN: προς υλοποίηση ταλαντωτή ρολογιού ή είσοδος εξωτερικού σήματος χρονισμού.
- OSC2/CLKOUT: προς υλοποίηση ταλαντωτή ρολογιού ή έξοδος σήματος χρονισμού.
- MCLR': είσοδος επανατοποθέτησης.
- RA0 - RA3: ακροδέκτες 0-3 της θύρας A (είσοδοι/έξοδοι).
- RA4/T0CKI : ακροδέκτης 4 της θύρας A (είσοδος/έξοδος) ή είσοδος εξωτερικών παλμών χρονισμού για τον ενσωματωμένο χρονιστή TMR0 (*timer/counter*).
- RB0/INT : ακροδέκτης 0 της θύρας B (είσοδος/έξοδος) ή είσοδος σήματος εξωτερικής διακοπής της ροής προγράμματος (*external interrupt*).
- RB1 - RB7 : ακροδέκτες 1-7 της θύρας B (είσοδοι/έξοδοι).



Σχήμα 1.4.3.3: στο κύκλωμα του κύριου σταθμού αξιοποιούνται όλοι οι ακροδέκτες των δύο θυρών του μικροελεγκτή PIC16F84A.



Σχήμα 1.4.3.4: η σύνδεση των εισόδων και των εξόδων του μικροελεγκτή στους υποχείριους σταθμούς.

Σε όλους τους σταθμούς του δικτύου, κύριους και υποχείριους, ο μικροελεγκτής συνδέεται άμεσα με τον πομπό και το δέκτη δεδομένων της ζώνης ISM (ακροδέκτες RB0 (6) και RA2 (1) αντίστοιχα), οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ των σταθμών. Επίσης, σε όλους τους σταθμούς, οδηγούνται από το μικροελεγκτή οι ενδεικτικές δίοδοι φωτοεκπομπής LED WAIT και LED REPORT (ακροδέκτες RB7 (13), RB6 (12)). Όπως εξηγείται στο επόμενο κεφάλαιο, η πρώτη δίοδος αρχίζει να φωτοβολεί όταν ο χρήστης πατήσει κάποιο από τα πλήκτρα αναφοράς κινδύνου και σβήνει μόλις ο σταθμός ειδοποιηθεί από το Κέντρο Ελέγχου ότι το μήνυμά του παραδόθηκε ή όταν περάσει αρκετός χρόνος χωρίς να λάβει την παραπάνω ειδοποίηση. Η δίοδος LED REPORT αρχίζει να φωτοβολεί μόνο στην περίπτωση της επιτυχούς παράδοσης του μηνύματος του χρήστη και θα σβήσει με εντολή που θα λάβει ο σταθμός από το Κέντρο Ελέγχου, σηματοδοτώντας τη λήξη της συγκεκριμένης κατάστασης συναγερμού.

Στον κύριο σταθμό, ο μικροελεγκτής συνδέεται επιπλέον με τη μονάδα επικοινωνίας με το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας GSM. Στην είσοδο RA0 (17) ειδοποιείται από τη μονάδα GSM ότι κάποιος από το συγκεκριμένο σταθμό ζήτησε βοήθεια. Στην είσοδο RA3 (2) δέχεται από το Κέντρο Ελέγχου την αναφορά παράδοσης των μηνυμάτων του και στην RA4 (3) την εντολή να πραγματοποιήσει έλεγχο της λειτουργικής κατάστασης όλων των σταθμών της ομάδας του. Από τις εξόδους του RB1 (7) και RB2 (8) ενημερώνει τη μονάδα ότι έλαβε κάποιο σήμα κινδύνου (έκτακτης ανάγκης ή εκδήλωση πυρκαγιάς) από τον τερματικό υποχείριο σταθμό. Ομοίως πράττει από τις εξόδους του RB3 (9) και RB4 (10) για συμβάντα που σχετίζονται με τον ενδιάμεσο υποχείριο σταθμό της ομάδας του. Τέλος, από την έξοδό του RB5 (11) ενημερώνει τη μονάδα GSM ότι ο κύριος και ο ενδιάμεσος υποχείριος σταθμός λειτουργούν κανονικά ενώ από την έξοδό του RA1 (18) την ενημερώνει ότι όλοι οι σταθμοί της ομάδας λειτουργούν κανονικά. Σε κάθε περίπτωση, η μονάδα GSM ειδοποιεί το Κέντρο Ελέγχου με ανάλογα προκαθορισμένα σύντομα γραπτά μηνύματα (βλέπε Κεφ. 2 και Κεφ. 3).

Στους υποχείριους σταθμούς, άμεσα στο μικροελεγκτή συνδέονται τα πλήκτρα αναφοράς έκτακτης ανάγκης και εκδήλωσης πυρκαγιάς (είσοδοι RA1 (18) και RA0 (17), αντίστοιχα).

Το πρόγραμμα που τρέχει στον κάθε μικροελεγκτή εξαρτάται από το είδος του σταθμού στον οποίο εγκαθίσταται (κύριος, ενδιάμεσος ή τερματικός). Τα προγράμματα αυτά περιγράφονται στις παραγράφους 2.1-2.3 του Κεφ. 2.

## 1.4.4 Το τροφοδοτικό

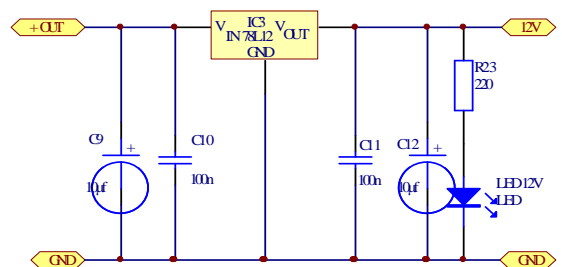
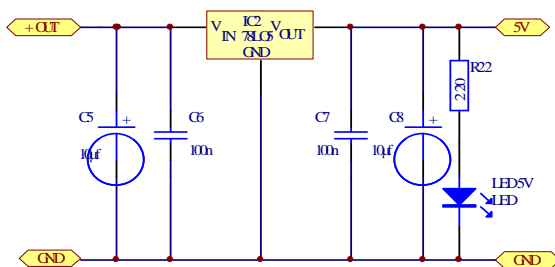
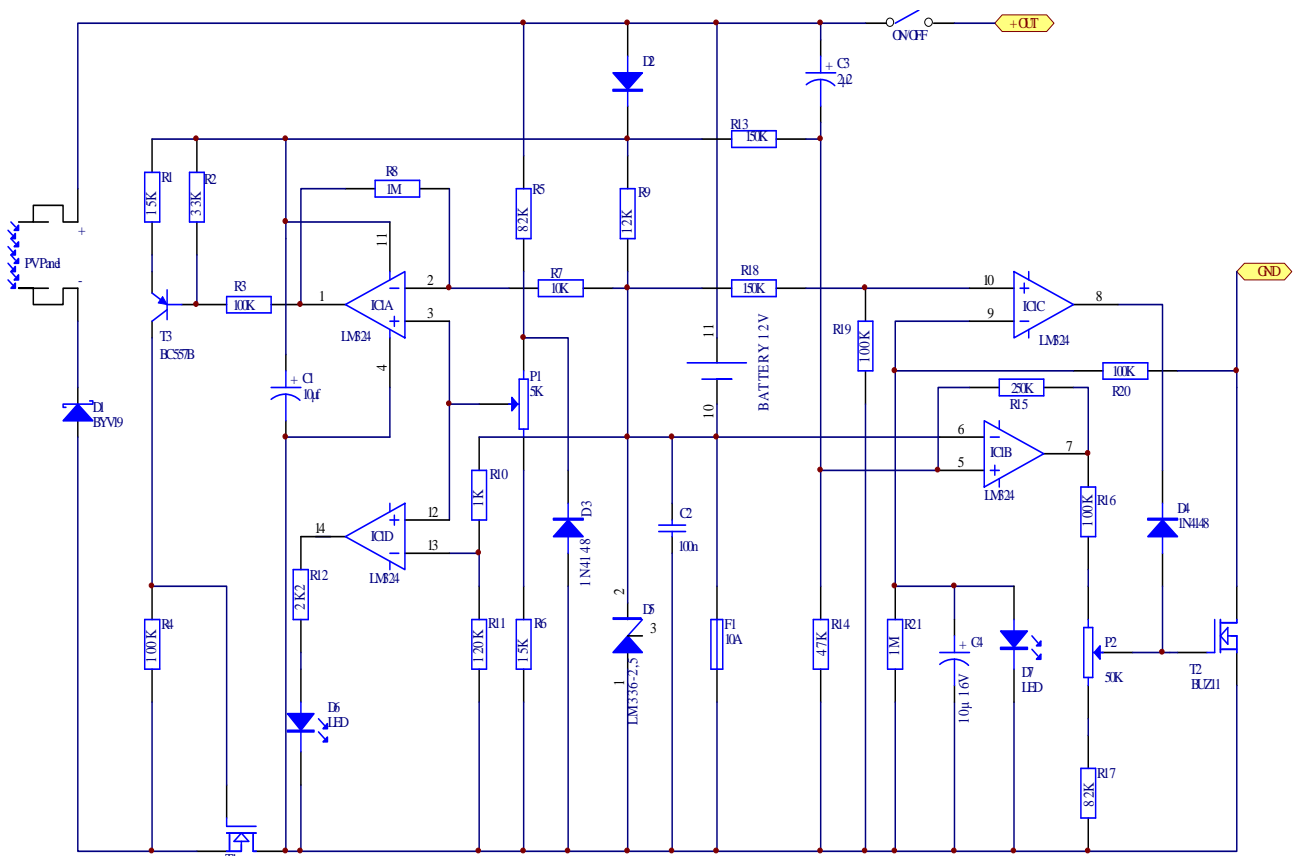
Όλοι οι σταθμοί τροφοδοτούνται από έναν συσσωρευτή 12V/7Ah, ο οποίος φορτίζεται από μια φωτοβολταϊκή συστοιχία 5W/12V. Μεταξύ τους παρεμβάλλεται κύκλωμα ελέγχου φόρτισης<sup>4</sup> με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

- είναι κατάλληλο για συσσωρευτές 12V, χωρητικότητας 1-100Ah, με μέγιστο ρεύμα φόρτισης 10A,
- παρέχει προστασία του συσσωρευτή από υπερφόρτιση (με περιορισμό της τάσης φόρτισης),
- προσφέρει προστασία από ανεπιθύμητη πλήρη εκφόρτιση του συσσωρευτή,
- διαθέτει ηλεκτρονική ασφάλεια έναντι οποιουδήποτε βραχυκυκλώματος στην έξοδό του,
- παρέχει προστασία από λανθασμένη πολικότητα κατά τη σύνδεση του συσσωρευτή ή της φωτοβολταϊκής συστοιχίας,
- έχει ένδειξη φόρτισης,
- το ρεύμα ηρεμίας του είναι <2mA και
- χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό απόδοσης.



**Σχήμα 1.4.4.1:** μικρές συστοιχίες φωτοβολταϊκών εξασφαλίζουν την ενεργειακή αυτονομία των σταθμών.

<sup>4</sup> Περιοδικό Ελέκτορ, τεύχος 70, σελ. 16-19, 1988



**Σχήμα 1.4.4.2:** το ίδιο κύκλωμα τροφοδοτικού χρησιμοποιείται σε όλους τους σταθμούς.

Το κύκλωμα ελέγχου της φόρτισης των συσσωρευτών, Σχ. 1.4.4.2, αποτελείται από τρεις κύριες βαθμίδες: τη βαθμίδα ρύθμισης της τάσης με τον τελεστικό ενισχυτή (T.E.) IC1A, τη βαθμίδα προστασίας του συσσωρευτή από πλήρη εκφόρτιση με τον T.E. IC1B και τη βαθμίδα ηλεκτρονικής ασφάλειας με τον T.E. IC1D. Το κυρίως κύκλωμα τροφοδοτείται από το συσσωρευτή και όχι από τη φωτοβολταϊκή συστοιχία μέσω της διόδου D2, η οποία ταυτόχρονα το προστατεύει από λάθος σύνδεση του συσσωρευτή (ανάστροφη πολικότητα).

Η τάση του συσσωρευτή εφαρμόζεται μέσω του διαιρέτη τάσης που αποτελείται από τις R5, P1 και R6, στον T.E. IC1A. Στην άλλη είσοδο του T.E. εφαρμόζεται μια τάση αναφοράς ίση με 2,5V. Στην περίπτωση που η τάση του συσσωρευτή είναι πολύ χαμηλή, η τάση στη μη



αναστρέφουσα είσοδο του IC1A μειώνεται, η τάση στη βάση του τρανζίστορ T3 ελαττώνεται και το ρεύμα εκπομπού του αυξάνεται. Έτσι αυξάνει και η πτώση τάσης στην αντίσταση R4 που συνδέεται στο συλλέκτη του T3 και το FET T1 οδηγείται σε αγωγιμότητα μέχρι να φτάσει η τάση φόρτισης στην επιθυμητή τιμή.

Η διάοδος Schottky D1 παίζει διπλό ρόλο. Εμποδίζει το ρεύμα να γυρίσει προς τα πίσω όταν μειωθεί η τάση της φωτοβολταϊκής συστοιχίας κάτω από την τάση του συσσωρευτή (συμβαίνει στο σκοτάδι και τις ημέρες με έντονη συννεφιά) και προσφέρει συγχρόνως προστασία από την απρόβλεπτη αλλαγή της πολικότητας της συστοιχίας.

Η D6 φωτοβολεί μόλις η τάση του συσσωρευτή υπερβεί τα 13,1V δηλαδή μόλις εφαρμοστεί τάση φόρτισης.

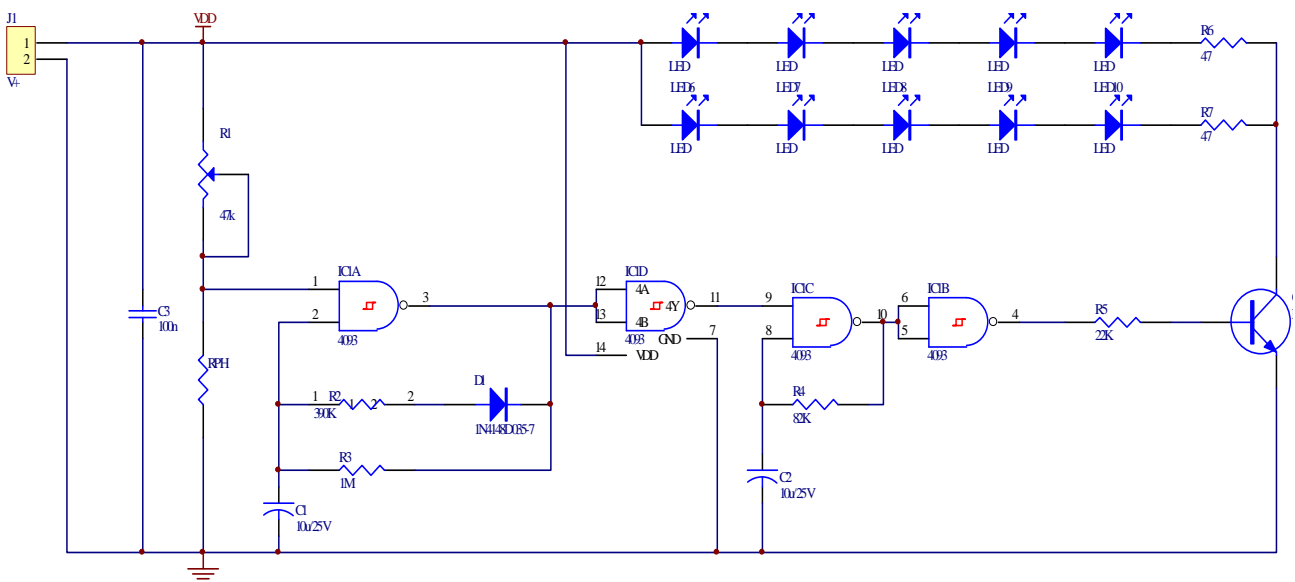
Για την αποφυγή της πλήρους εκφόρτισης του συσσωρευτή χρησιμοποιείται ο T.E. IC1B ως συγκριτής. Μόλις η τάση του συσσωρευτή πέσει κάτω από τα 9V, ο IC1B θέτει σε αποκοπή το FET T2 και έτσι εμποδίζεται η διέλευση ρεύματος προς το φορτίο. Επειδή μόλις αποκοπεί το φορτίο η τάση στο συσσωρευτή αυξάνεται πάλι, ο συγκριτής σχεδιάστηκε να λειτουργεί με υστέρηση 3V. Το φορτίο ξανασυνδέεται στο συσσωρευτή όταν αυτός φορτιστεί επαρκώς και η τάση του φτάσει τα 12V.

Η ηλεκτρονική ασφάλεια, έναντι οποιουδήποτε βραχυκυκλώματος στην έξοδο, υλοποιείται γύρω από το FET ισχύος T2. Η πτώση τάσης μεταξύ των ακροδεκτών του Drain και Source μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη μέτρηση του ρεύματος εκφόρτισης. Το ρόλο αυτό αναλαμβάνει ο T.E. IC1D. Η διάοδος D5 παρέχει μέσω του διαιρέτη τάσης R18, R19 μια τάση 1V για αναφορά. Η πτώση τάσης που δημιουργείται πάνω στο FET εφαρμόζεται μέσω της R20 στην άλλη είσοδο του IC1D. Από το P2 ρυθμίζεται η  $U_{GS}$  του FET προκειμένου να αναπτύσσεται πάνω σε αυτό μια πτώση τάσης ίση με 1V, για συγκεκριμένο ρεύμα φορτίου. Αν το ρεύμα στο φορτίο φτάσει στην τιμή που έχει καθοριστεί, τότε αυξάνεται απότομα η πτώση τάσης στα άκρα του FET και ο συγκριτής το φέρνει σε κατάσταση αποκοπής μέσω της D4. Με τη βοήθεια των C4 και R21 εμποδίζεται η γρήγορη ενεργοποίηση της ασφάλειας. Η διάοδος D7 λειτουργεί σαν διάοδος σταθεροποίησης στα 1,6V και φροντίζει ώστε ο C4 να φορτίζεται μόνο μέχρι την τάση αυτή. Με την απομάκρυνση του βραχυκυκλώματος ο C4 θα εκφορτιστεί από την R21 κι έτσι ο IC1D, πολύ γρήγορα, θα ελευθερώσει και πάλι το ρεύμα προς το φορτίο. Η ασφάλεια τήξης, F1, προστατεύει το συσσωρευτή στην περίπτωση που καταστραφεί το T2. Η διάοδος D3 ολοκληρώνει την προστασία του φορτιστή από λανθασμένη σύνδεση του συσσωρευτή και προστατεύει τις μη αναστρέφουσες εισόδους των IC1A και IC1C.

Οι σταθεροποιημένες τάσεις +5V και +12V, σε διάφορα σημεία των κυκλωμάτων των σταθμών, λαμβάνονται από τις εξόδους δύο ολοκληρωμένων κυκλωμάτων γραμμικών σταθεροποιητών (IC2:78L05 και IC3:78L12).

### 1.4.5 Ο φωτοσημαντήρας

Όλοι οι σταθμοί εξοπλίζονται με ένα φωτοσημαντήρα, ο οποίος αυτόματα αρχίζει κι αναβοσβήνει μόλις βραδιάσει και σταματάει όταν ξημερώσει. Με αυτό τον τρόπο οι ορειβάτες αλλά και τα συνεργεία διάσωσης θα μπορούν να διακρίνουν από μακριά τη θέση κάθε σταθμού του δικτύου κατά μήκος του μονοπατιού.



Σχήμα 1.4.5.1: το κύκλωμα οδήγησης του φωτοσημαντήρα.

Το ολοκληρωμένο κύκλωμα CD4093B περιέχει τέσσερις πύλες τύπου OXI ΚΑΙ, με χαρακτηριστικά Schmitt Trigger. Γύρω από τις πύλες IC2A και IC2C υλοποιούνται δύο ξεχωριστοί ασταθείς πολυδονητές. Ο καθένας από αυτούς ενεργοποιείται όταν λάβει σήμα υψηλής στάθμης στον ακροδέκτη ελέγχου του (1 και 8 αντίστοιχα). Ο πρώτος πολυδονητής ενεργοποιείται όταν η φωτεινή ένταση στο χώρο του πέσει κάτω από μια στάθμη. Η ευαισθησία του κυκλώματος στο φως ρυθμίζεται από το ροοστάτη R1. Στο σκοτάδι, η τιμή της φωτοαντίστασης RPH αυξάνεται, παρασύροντας ανάλογα και τη στάθμη της τάσης στον ακροδέκτη ελέγχου (1) του πολυδονητή. Όταν η τάση σε αυτόν ξεπεράσει τη χαρακτηριστική ανώτερη στάθμη κατωφλίου του (VT+),

θεωρείται από την πύλη ως λογικό '1' και ο πρώτος ασταθής πολυδονητής ενεργοποιείται. Η περίοδος του σήματος στον ακροδέκτη εξόδου του (3), εξαρτάται από τις τιμές των εξαρτημάτων R2, R3 και C1 και είναι μερικά δευτερόλεπτα. Ο χρόνος παραμονής του σήματος εξόδου στην υψηλή στάθμη, tH1, είναι ανάλογος του γινομένου R3C1 ενώ ο χρόνος παραμονής του στη χαμηλή στάθμη, tL1, καθορίζεται, λόγω της ύπαρξης της D1, από το γινόμενο (R2//R3)C1, σε μικρότερη τιμή. Οι χρόνοι κάθε στάθμης αντιστρέφονται στην έξοδο του IC2D και έτσι για ένα μικρό χρονικό διάστημα, μέσα στην περίοδο του σήματος, εφαρμόζεται στον ακροδέκτη 8 του IC2C υψηλής λογικής στάθμης σήμα. Η τάση αυτή ενεργοποιεί το δεύτερο ασταθή πολυδονητή, ο οποίος με τη σειρά του οδηγεί τη βάση του τρανζίστορ Q1 με παλμούς σύντομης διάρκειας. Το Q1 χρησιμοποιείται ως ηλεκτρονικός διακόπτης. Όταν το Q1 άγει, τότε ένα ρεύμα έντασης 20mA (τιμή που καθορίζεται από τις R6 και R7) ρέει από κάθε κλάδο των κόκκινων διόδων φωτοεκπομπής, τύπου υψηλής φωτεινότητας. Η περίοδος των αναλαμπών τους καθορίζεται από το γινόμενο R4C2. Με τις τιμές που φαίνονται στο Σχ. 1.4.5.1, οι διάοδοι φωτοβολούν δύο φορές συνεχόμενα κάθε 4sec, για 0,5sec κάθε φορά.

## 1.4.6 Η μονάδα επικοινωνίας με το δίκτυο GSM

Ο κύριος σταθμός κάθε ομάδας του δικτύου εγκαθίσταται σε θέσεις όπου είναι δυνατή η σύνδεσή του σε δίκτυο κινητής τηλεφωνίας. Χρησιμοποιώντας το δίκτυο κινητών επικοινωνιών, ο κύριος σταθμός αναλαμβάνει την αποστολή των σημάτων κινδύνου της ομάδας του προς το Κέντρο Ελέγχου της Υπηρεσίας Πολιτικής Προστασίας. Τα σήματα αποστέλλονται με σύντομα γραπτά μηνύματα, στα οποία αναφέρονται η ταυτότητα του σταθμού αποστολέα και το είδος του συμβάντος (κλήση για βοήθεια ή αναφορά πυρκαγιάς). Ο ίδιος σταθμός λαμβάνει και τα μηνύματα αναφοράς λήψης από το Κέντρο Ελέγχου, τα οποία αφού τα αποκωδικοποιήσει, τα προωθεί στο σταθμό από τον οποίο εστάλη το επείγον μήνυμα. Το Κέντρο Ελέγχου λαμβάνει και τα μηνύματα για τον έλεγχο καλής λειτουργίας των σταθμών της ομάδας του και στέλνει πίσω σ' αυτό σχετικές αναφορές για την κατάσταση του συστήματος. Για τη σύνδεση κάθε κύριου σταθμού με το δίκτυο GSM, χρησιμοποιείται η προγραμματιζόμενη μονάδα τηλεειδοποίησης και τηλεχειρισμού *Irida GSM* της εταιρείας Autotech<sup>5</sup>. Η μονάδα διαθέτει:

---

<sup>5</sup> Autotech: <http://www.autotech.gr>

- **4 ανεξάρτητες έξοδοι τύπου ρελέ (RELAY1-4)** για την οδήγηση φορτίων (με ή χωρίς καθυστέρηση χρόνου),
- **4 ψηφιακές εισόδους (DIGITAL1-4)** στις οποίες μπορούν να συνδεθούν συσκευές με εξόδους τύπου N.O. (Normal Open) ή N.C. (Normal Close),
- **4 αναλογικές εισόδους (ANALOG1-4)** για τη σύνδεση αισθητήρων,
- **θύρα διαύλου τύπου RS-485** για επικοινωνία και έλεγχο περιφερειακών και
- **θύρα RS-232** για τη σύνδεσή της με H/Y.



**Σχήμα 1.4.6.1:** η μονάδα επικοινωνίας Irida GSM.

Η τάση λειτουργίας της μονάδας είναι 12-15Vdc, με κατανάλωση ρεύματος 15mA στην αναμονή και 400mA κατά την εκπομπή δεδομένων. Ο τηλεχειρισμός και ο έλεγχος της μονάδας μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους:

- με αναπάντητες κλήσεις από προκαθορισμένους τηλεφωνικούς αριθμούς,
- με απλές εντολές που αποστέλλονται στη μονάδα με σύντομα γραπτά μηνύματα (SMS) από τον τηλεφωνικό αριθμό του διαχειριστή της (ή από οποιονδήποτε άλλο αριθμό με χρήση κωδικού πρόσβασης) και
- με λέξεις “κλειδιά” που αποστέλλονται στη μονάδα με SMS από τον τηλεφωνικό αριθμό του διαχειριστή (ή από οποιονδήποτε άλλο αριθμό με χρήση κωδικού πρόσβασης).

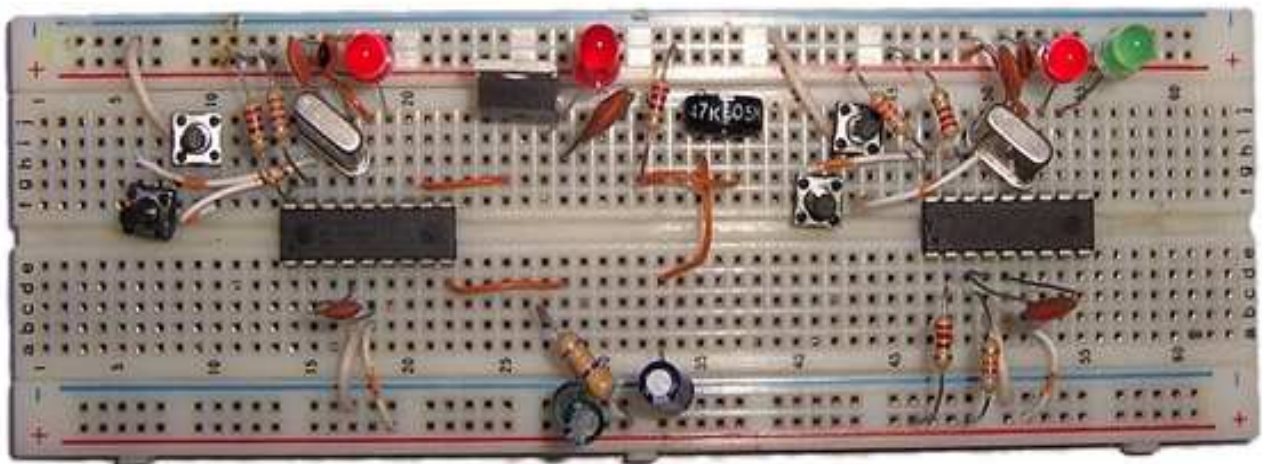
Μπορούν να οριστούν μέχρι 8 διαφορετικές λέξεις “κλειδιά”, μήκους έως δέκα χαρακτήρων.

Η μονάδα μπορεί να λειτουργήσει και ως αυτόνομο σύστημα συναγερμού, σκανδαλιζόμενη από μεταβολές των καταστάσεων στις ψηφιακές εισόδους της ή/και των τάσεων που εφαρμόζονται στις αναλογικές εισόδους της. Πιο συγκεκριμένα, είναι δυνατό να καταχωρηθούν στην μνήμη της συσκευής 8 διαφορετικοί συνδυασμοί σημάτων συναγερμού. Για κάθε συνδυασμό, μπορεί να προγραμματιστεί έτσι ώστε να στέλνει προκαθορισμένα μηνύματα SMS προς συγκεκριμένους τηλεφωνικούς αριθμούς ή/και να πραγματοποιεί αναπάντητες κλήσεις αυτών. Επιπλέον, μπορεί να θέτει καθεμιά από τις ψηφιακές εξόδους της στην επιθυμητή κατάσταση.

Ο ενσωματωμένος στη μονάδα μικροελεγκτής κάνει περιοδικά αυτοέλεγχο της ροής του προγράμματος που τρέχει. Εάν διαπιστώσει κάποιο πρόβλημα, επανατοποθετεί όλη τη μονάδα. Όταν κατά τη διάρκεια εκτέλεσης εξερχόμενης κλήσης το σήμα από το δίκτυο χαθεί ή η σύνδεση με τον καλούμενο αριθμό δεν είναι εφικτή, η συσκευή προσπαθεί έως δέκα φορές ώσπου να πραγματοποιήσει την κλήση ή να στείλει το SMS.

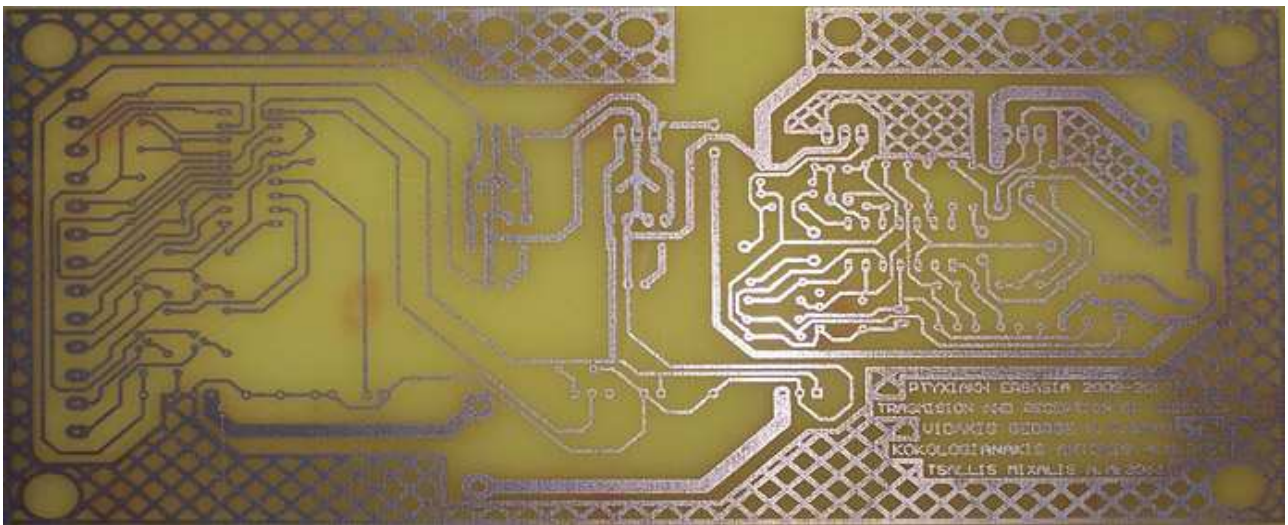
## 1.5 Η υλοποίηση του συστήματος

Οι πρώτες δοκιμές των μονάδων κάθε σταθμού έγιναν με τα κυκλώματα υλοποιημένα σε δοκιμαστικές πλακέτες τύπου *breadboard*, όπως φαίνεται στο Σχ. 1.5.1.



**Σχήμα 1.5.1:** οι μικροελεγκτές ελέγχου δύο σταθμών δέχονται μηνύματα κι επικοινωνούν μεταξύ τους.

Σε επόμενη φάση τα πρωτότυπα των κυκλωμάτων συναρμολογήθηκαν σε τυπωμένες πλακέτες. Η σχεδίασή τους έγινε χρησιμοποιώντας το λογισμικό πακέτο *Protel 99*.

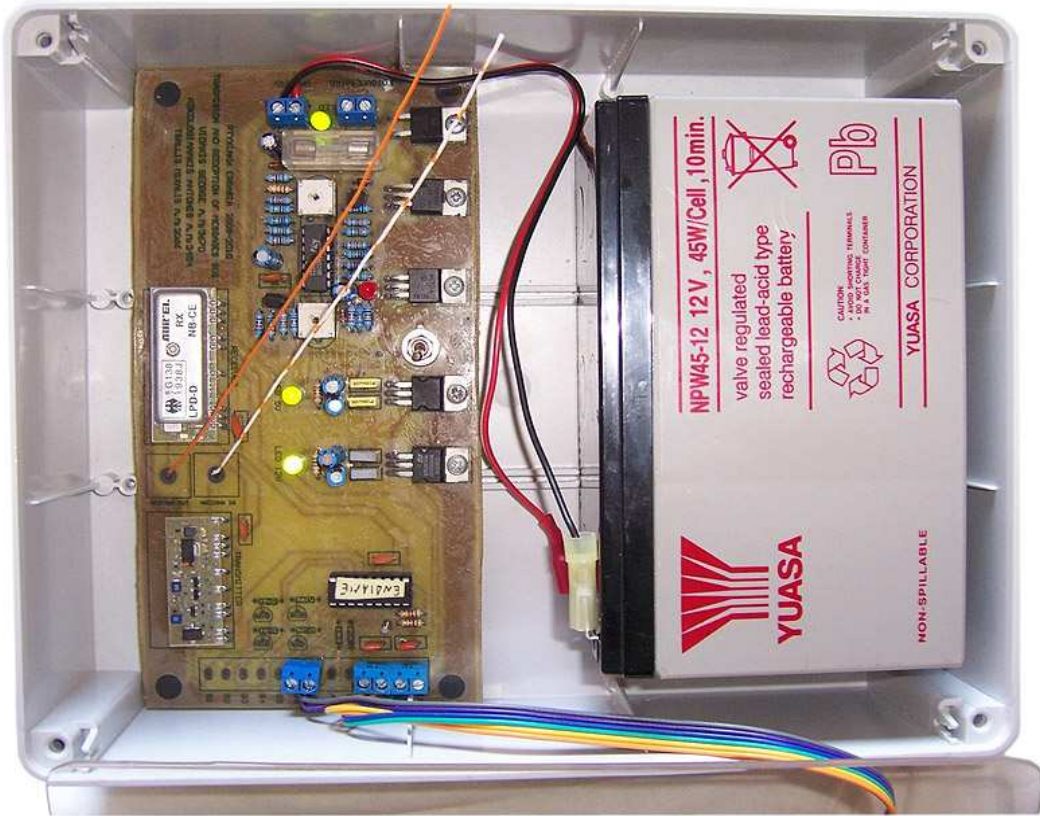


Σχήμα 1.5.2: η κάτω όψη της πλακέτας του ενδιάμεσου σταθμού.



Σχήμα 1.5.3: το κύκλωμα του ενδιάμεσου σταθμού συναρμολογημένο σε εποξική πλακέτα.

Ο τερματικός και ο ενδιάμεσος σταθμός υλοποιήθηκαν ως συσκευές επίδειξης. Τα κυκλώματά τους, μαζί με το συσσωρευτή, τοποθετήθηκαν σε πλαστικά κουτιά με διαφανές πόμα.



Σχήμα 1.5.4: το εσωτερικό του κουτιού με το κύκλωμα και το συσσωρευτή του τερματικού σταθμού.



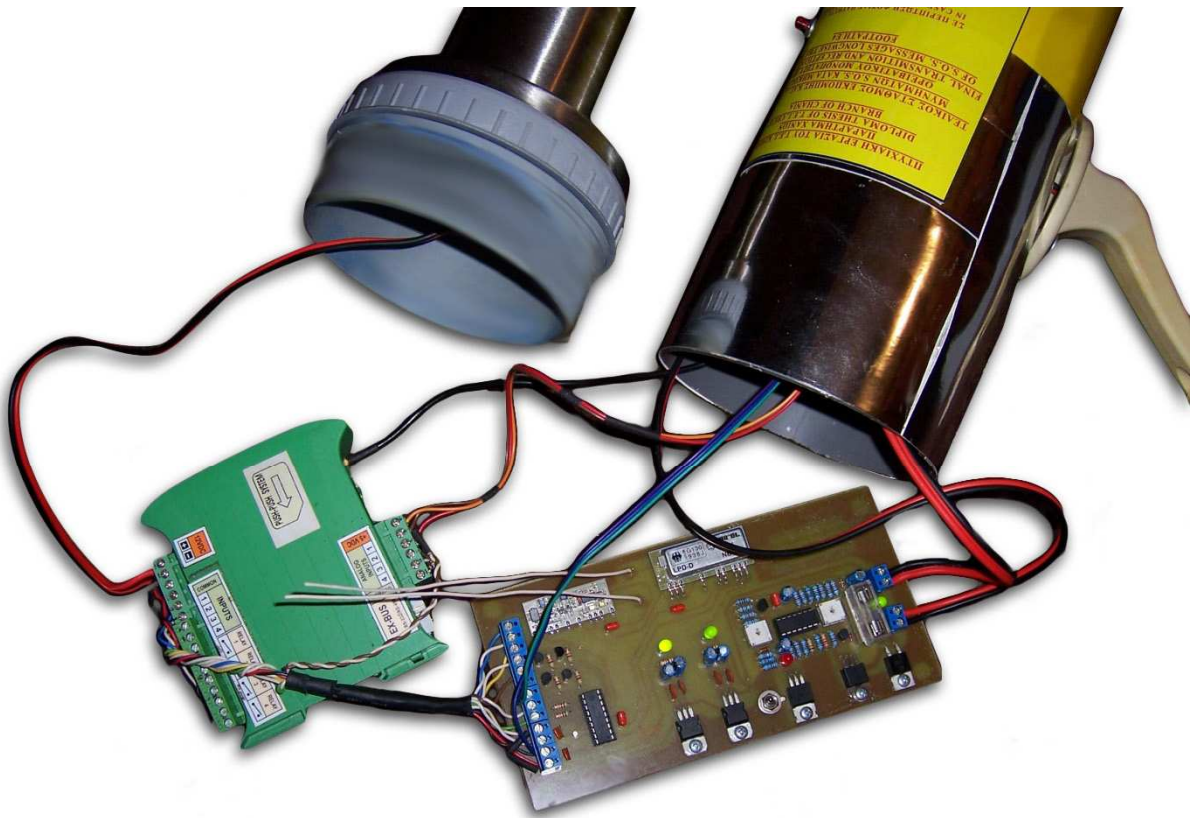
Σχήμα 1.5.5: τα πλήκτρα και οι ενδεικτικές λυχνίες στην πρόσοψη του κουτιού του τερματικού σταθμού.

Ο κύριος σταθμός συναρμολογήθηκε σε μορφή τύπου ιστού. Τα ηλεκτρονικά κυκλώματα, οι κεραίες και ο συσσωρευτής του, τοποθετήθηκαν στο εσωτερικό επάνω μέρος μιας πλαστικής σωλήνας διαμέτρου 12cm και ύψους 2m, Σχ. 1.5.6. Εξωτερικά του ιστού στερεώθηκε το πλαίσιο των φωτοβολταϊκών στοιχείων, από τα οποία φορτίζεται ο συσσωρευτής μολύβδου του σταθμού. Στην κορυφή της πλαστικής σωλήνας στερεώθηκε μια επέκταση με το φωτοσημαντήριο. Ο ιστός καλύφθηκε με κίτρινες λωρίδες ώστε η θέση του να γίνεται φανερή την ημέρα κι από μακριά.



**Σχήμα 1.5.6:** στον κύριο σταθμό δόθηκε μορφή τύπου ιστού με λωρίδες κίτρινου χρώματος.





**Σχήμα 1.5.7:** οι μονάδες του κύριου σταθμού στο εσωτερικό του ιστού.

## 1.6 Ανάλυση του κόστους των υλικών

Στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται τα υλικά που απαιτούνται για την κατασκευή κάθε κύριου και υποχείριου σταθμού του συστήματος, μαζί με το κόστος αγοράς τους. Όπως φαίνεται, για την κατασκευή ενός κύριου σταθμού απαιτείται επιπλέον, σε σχέση με ένα υποχείριο σταθμό, η προμήθεια μιας εμπορικής μονάδας Irida GSM. Λόγω του υψηλού σχετικά κόστους αγοράς της μονάδας αυτής, το κόστος των υλικών κατασκευής κάθε κύριου σταθμού είναι σχεδόν τριπλάσιο από το κόστος ενός υποχείριου σταθμού. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει κατά τη σχεδίαση ενός παρόμοιου δικτύου, οι κύριοι σταθμοί να χρησιμοποιούνται μόνο όπου είναι απολύτως απαραίτητο.

**Πίνακας 1.6.1:** το κόστος κατασκευής κάθε σταθμού εξαρτάται από τον τύπο του.

α/α	Είδος	Τιμή μονάδας (€)	Υποχείριος Σταθμός		Κύριος Σταθμός	
			Ποσότητα	Κόστος (€)	Ποσότητα	Κόστος (€)
<b>1</b>	Τυπωμένο κύκλωμα (PCB)	10	1	10	1	10
<b>2</b>	Μικροελεγκτής PIC16F84	12	1	12	1	12
<b>3</b>	Πομπός δεδομένων (433MHZ)	15	1	15	1	15
<b>4</b>	Δέκτης δεδομένων (433MHz)	18	1	18	1	18
<b>5</b>	Διάφορα εξαρτήματα	30	1	30	1	30
<b>6</b>	Φωτοβολταϊκή συστοιχία	35	1	35	1	35
<b>7</b>	Συσσωρευτής 12V	25	1	25	1	25
<b>8</b>	Βάση στήριξης	40	1	40	1	40
<b>9</b>	Μονάδα GSM (AutoTech Irida GSM)	330	-	-	1	330
	<b>Συνολικό κόστος (€)</b>			<b>185</b>		<b>515</b>

Στο πλαίσιο αυτής της πτυχιακής εργασίας υλοποιήθηκαν ένας μόνο κύριος σταθμός και δύο υποχείριοι και το συνολικό κόστος των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή των τελικών εκδόσεων των σταθμών έφτασε τα 885€.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### *Προγραμματισμός και ρυθμίσεις*



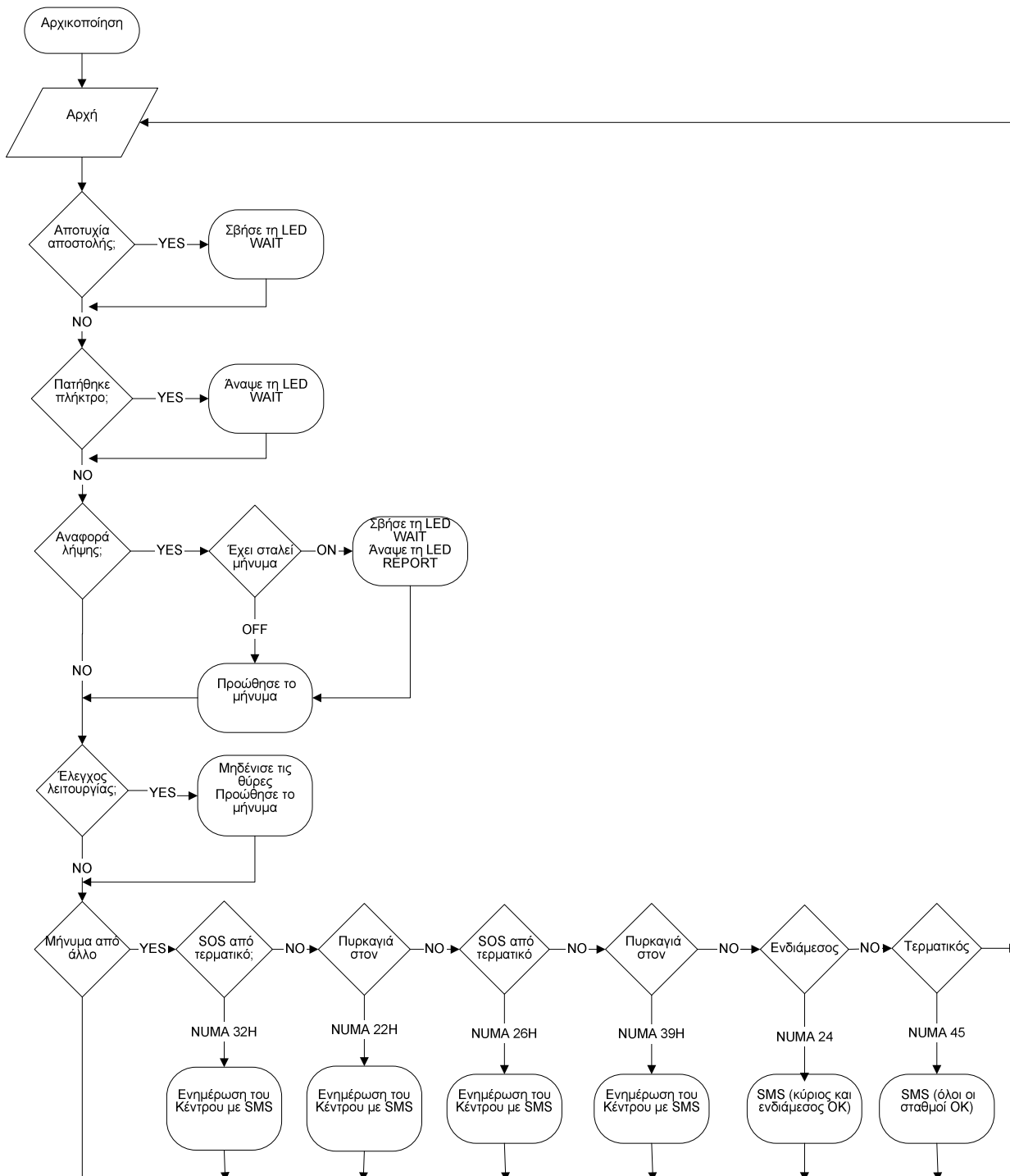
## 2.1 Οι διαδικασίες προγραμματισμού του συστήματος

Αφότου καθοριστούν οι θέσεις και οι ρόλοι των σταθμών, ενταχθούν σε ομάδες και τους αποδοθούν αντιπροσωπευτικά ονόματα, θα πρέπει ο κάθε σταθμός να προγραμματιστεί κατάλληλα ώστε να μπορεί να συνεργάζεται αρμονικά με τους υπόλοιπους. Στους υποχείριους σταθμούς χρειάζεται να προγραμματιστεί μόνο ο μικροελεγκτής ελέγχου του ενώ σε κάθε κύριο σταθμό είναι απαραίτητο να προγραμματιστεί και η μονάδα GSM με την οποία εξοπλίζεται.

Το πρόγραμμα με το οποίο προγραμματίζεται ο μικροελεγκτής ελέγχου κάθε σταθμού, εξαρτάται από το ρόλο του σταθμού και είναι διαφορετικό στον κύριο, στον ενδιάμεσο και στον τερματικό σταθμό. Η περιγραφή του διαγράμματος ροής κάθε προγράμματος παρατίθεται στις παραγράφους που ακολουθούν. Ο κάθε σταθμός αποστέλλει ασύρματα διάφορα μηνύματα με τη μορφή κωδικών λέξεων. Η παραπάνω αντιστοίχιση κωδικών λέξεων θα πρέπει να τροποποιηθεί κατάλληλα στις περιπτώσεις στις οποίες τα σήματα των σταθμών μιας ομάδας είναι πιθανό να διαδίδονται σε περιοχές γειτονικών ομάδων.

Στη συνέχεια γίνεται ο προγραμματισμός της μονάδας GSM και η σύνταξη των ενημερωτικών μηνυμάτων που θα αποστέλλονται κατά περίπτωση. Η πληκτρολόγηση των μηνυμάτων γίνεται στην καρτέλα **SMS Χρήστη** του λογισμικού που συνοδεύει τη μονάδα, όπως φαίνεται στη σελ. 66. Το μόνο που αλλάζει, από ομάδα σε ομάδα του συστήματος, είναι τα διακριτικά ονόματα των σταθμών.

## 2.2 Το πρόγραμμα στο μικροελεγκτή του κύριου σταθμού



Σχήμα 2.2.1: το διάγραμμα ροής του προγράμματος στο μικροελεγκτή του κύριου σταθμού.

Στο διάγραμμα ροής του προγράμματος που τρέχει στο μικροελεγκτή του κύριου σταθμού, Σχ. 2.2.1, διακρίνουμε πέντε βασικές διαδικασίες ελέγχου. Ανάλογα με τα αποτελέσματα των ελέγχων αυτών οδηγούνται οι ενδεικτικές LED στην πρόσοψη του σταθμού για την ενημέρωση του χρήστη και ανταλλάσσονται τα κατάλληλα μηνύματα τόσο με το Κέντρο Ελέγχου της Υπηρεσίας Πολιτικής Προστασίας όσο και με τους υποχείριους σταθμούς. Αναλυτικότερα:

1. Στην περίπτωση που ο σταθμός έχει ήδη εκπέμψει κάποιο σήμα κινδύνου, ελέγχεται εάν έχει περάσει ασυνήθιστα μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να έχει λάβει μήνυμα αναφοράς λήψης από το Κέντρο Ελέγχου. Τότε η LED δίπλα από την ένδειξη *“Το μήνυμά σας μεταδίδεται...”* θα σβήσει χωρίς όμως ακολούθως να ανάψει η δεύτερη LED, δίπλα από την ένδειξη *“Το μήνυμά σας παραδόθηκε...”*. Έτσι ο χρήστης θα καταλάβει ότι θα πρέπει να στείλει το μήνυμά του ξανά.
2. Ελέγχεται εάν η έξοδος RELAY3 της μονάδας GSM, που συνδέεται στην είσοδο RA0 (17) του μικροελεγκτή, είναι κλειστή. Η έξοδος αυτή ενεργοποιείται (κλείνει) για 20sec από τη στιγμή που ο χρήστης πατήσει το πλήκτρο αναφοράς έκτακτης ανάγκης (SW2A) στην είσοδο ANALOG2 της μονάδας GSM ή το πλήκτρο αναφοράς πυρκαγιάς (SW2F) στην είσοδο ANALOG1 της ίδιας μονάδας. Αν η είσοδος RA0 του μικροελεγκτή βρεθεί σε λογικό ‘0’ (πατημένο πλήκτρο) τότε ενεργοποιείται η έξοδος του RB7 (13) που οδηγεί σε φωτοβολία τη LED δίπλα από την ένδειξη *“Το μήνυμά σας μεταδίδεται...”* (το καθεαυτό μήνυμα εκπέμπεται από τη μονάδα GSM, όπως εξηγείται στην παράγραφο 2.5.3, σελ. 60). Διαφορετικά το πρόγραμμα προχωρεί στον επόμενο έλεγχο.
3. Ελέγχεται εάν η έξοδος RELAY1 της μονάδας GSM, που συνδέεται στην είσοδο RA3 (2) του μικροελεγκτή, είναι κλειστή. Η παραπάνω έξοδος ενεργοποιείται (κλείνει) για 20sec από τη στιγμή που η μονάδα GSM λάβει από το Κέντρο Ελέγχου μήνυμα στο οποίο αναφέρεται ότι παρέλαβε το σήμα κινδύνου που εστάλη νωρίτερα σε αυτό, από κάποιο σταθμό της συγκεκριμένης ομάδας. Αν λοιπόν η είσοδος RA3 του μικροελεγκτή βρεθεί σε λογικό ‘0’ (που σημαίνει ότι έχει ληφθεί τέτοιο μήνυμα), τότε ελέγχεται αν είναι ο συγκεκριμένος σταθμός που έχει στείλει το σήμα κινδύνου (έξοδος RB7 ενεργοποιημένη). Στην περίπτωση αυτή, απενεργοποιείται η έξοδος RB7 (13) του μικροελεγκτή, οπότε σβήνει η LED δίπλα από την ένδειξη *“Το μήνυμά σας μεταδίδεται...”* και ενεργοποιείται η έξοδος RB6 (12) που οδηγεί σε φωτοβολία τη LED δίπλα από την ένδειξη *“Το μήνυμά σας παραδόθηκε...”*. Σε διαφορετική περίπτωση, το μήνυμα προωθείται στον ενδιάμεσο σταθμό από τον πομπό ISM και εκπέμπεται με τη μορφή της κωδικής λέξης 30H.

4. Ελέγχεται εάν η έξοδος RELAY2 της μονάδας GSM, που συνδέεται στην είσοδο RA4 (3) του μικροελεγκτή, είναι κλειστή. Η παραπάνω έξοδος ενεργοποιείται (κλείνει) για 20sec από τη στιγμή που η μονάδα GSM λάβει από το Κέντρο Ελέγχου την εντολή να ελεγχθεί η λειτουργική κατάσταση όλων των σταθμών της συγκεκριμένης ομάδας. Στην περίπτωση αυτή:
- μηδενίζονται οι καταχωρητές εισόδου-εξόδου του μικροελεγκτή του κύριου σταθμού (οπότε διακόπτεται η φωτοβολία των ενδεικτικών LED στις εξόδους RB6 και RB7) και
  - προωθείται η εντολή στους υποχείριους σταθμούς της ομάδας με τη μορφή της κωδικής λέξης 37H, που εκπέμπεται από τον πομπό ISM.
5. Ελέγχεται εάν από το δέκτη ISM, που συνδέεται στην είσοδο RA2 (1) του μικροελεγκτή, λαμβάνεται κάποιο μήνυμα. Αν η είσοδος βρεθεί σε λογικό '1' (παρουσία δεδομένων) τότε εκτελείται η υπορουτίνα λήψης και καταχώρησης του εισερχόμενου μηνύματος. Διαφορετικά το πρόγραμμα συνεχίζεται με την έναρξη ενός νέου κύκλου εκτέλεσης του κύριου προγράμματος. Στην περίπτωση όμως που ληφθεί κάποιο μήνυμα:
- εξετάζεται αν το εισερχόμενο μήνυμα είναι η κωδική λέξη 32H, που μεταφέρει μήνυμα αναφοράς έκτακτης ανάγκης από τον τερματικό υποχείριο σταθμό. Τότε τίθεται προσωρινά (για 2,5msec) η έξοδος RB1 (7) του μικροελεγκτή σε λογικό '1' και μέσω του τρανζίστορ QB1 ενεργοποιείται η ψηφιακή είσοδος DIGITAL1 της μονάδας GSM, προκειμένου εκείνη να αποστείλει το ανάλογο σύντομο μήνυμα στο Κέντρο Ελέγχου. Στη συνέχεια ξεκινάει ένας νέος κύκλος εκτέλεσης του κύριου προγράμματος.
  - Αν κατά τον προηγούμενο έλεγχο του μηνύματος δεν προκύψει θετικό αποτέλεσμα, εξετάζεται αν το εισερχόμενο μήνυμα είναι η κωδική λέξη 22H, που μεταφέρει μήνυμα αναφοράς πυρκαγιάς από τον τερματικό υποχείριο σταθμό. Τότε τίθεται προσωρινά (για 2,5msec) η έξοδος RB2 (8) του μικροελεγκτή σε λογικό '1' και μέσω του τρανζίστορ QB2 ενεργοποιείται η ψηφιακή είσοδος DIGITAL2 της μονάδας GSM, προκειμένου εκείνη να αποστείλει το ανάλογο σύντομο μήνυμα στο Κέντρο Ελέγχου. Στη συνέχεια ξεκινάει ένας νέος κύκλος εκτέλεσης του κύριου προγράμματος.
  - Αν κατά τον προηγούμενο έλεγχο του μηνύματος δεν προκύψει θετικό αποτέλεσμα, εξετάζεται αν το εισερχόμενο μήνυμα είναι η κωδική λέξη 26H, που μεταφέρει μήνυμα αναφοράς έκτακτης ανάγκης από τον ενδιάμεσο υποχείριο σταθμό. Τότε τίθεται προσωρινά (για 2,5msec) η έξοδος RB3 (9) του μικροελεγκτή σε λογικό '1' και μέσω του τρανζίστορ QB3 ενεργοποιείται η ψηφιακή είσοδος DIGITAL3 της μονάδας GSM,

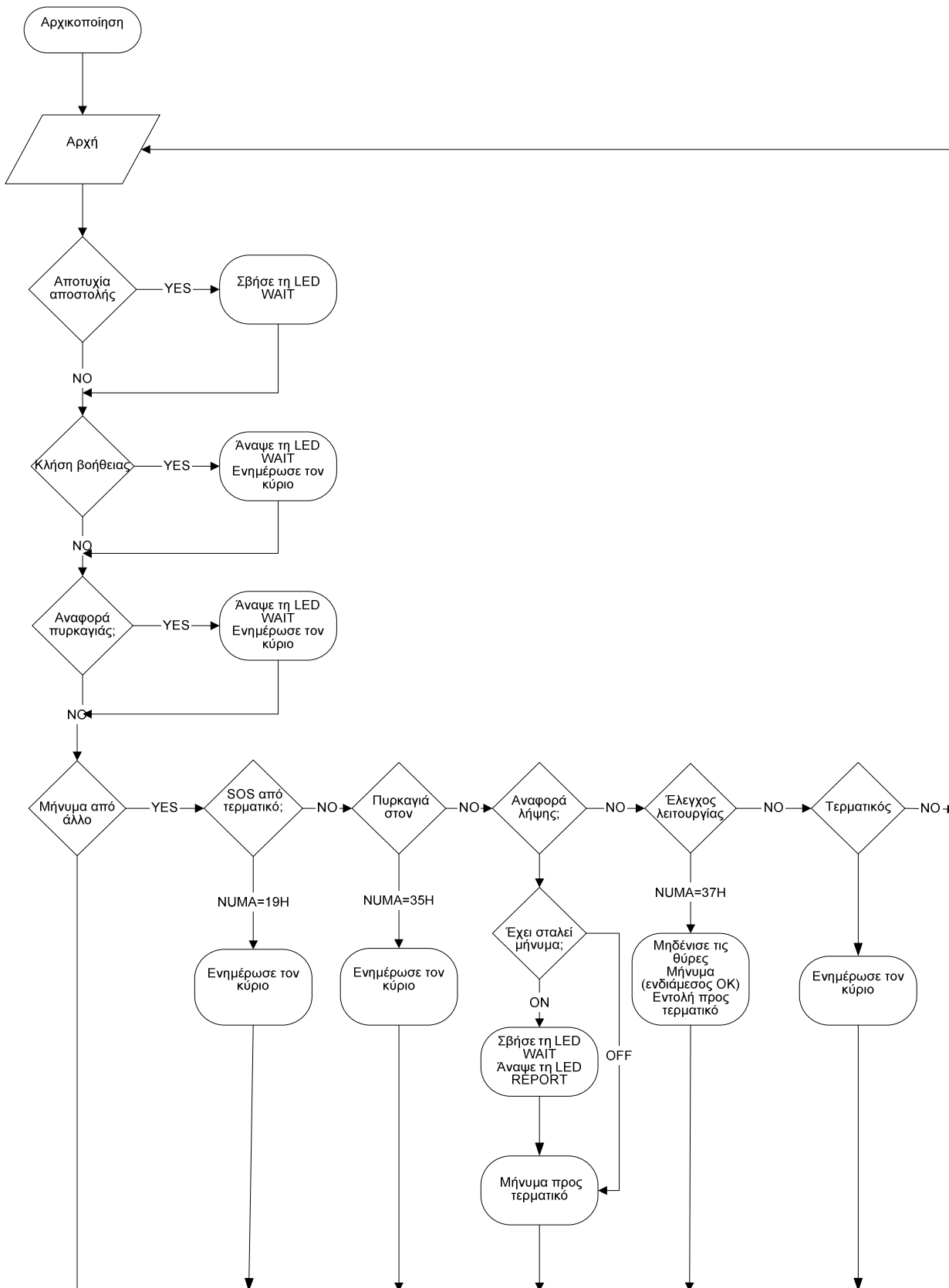


προκειμένου εκείνη να αποστείλει το ανάλογο σύντομο μήνυμα στο Κέντρο Ελέγχου. Στη συνέχεια ξεκινάει ένας νέος κύκλος εκτέλεσης του κύριου προγράμματος.

- Αν κατά τον προηγούμενο έλεγχο του μηνύματος δεν προκύψει θετικό αποτέλεσμα, εξετάζεται αν το εισερχόμενο μήνυμα είναι η κωδική λέξη 39H, που μεταφέρει μήνυμα αναφοράς πυρκαγιάς από τον ενδιάμεσο υποχείριο σταθμό. Τότε τίθεται προσωρινά (για 2,5msec) η έξοδος RB4 (10) του μικροελεγκτή σε λογικό '1' και μέσω του τρανζίστορ QB4 ενεργοποιείται η ψηφιακή είσοδος DIGITAL4 της μονάδας GSM, προκειμένου εκείνη να αποστείλει το ανάλογο σύντομο μήνυμα στο Κέντρο Ελέγχου. Στη συνέχεια ξεκινάει ένας νέος κύκλος εκτέλεσης του κύριου προγράμματος.
- Αν κατά τον προηγούμενο έλεγχο του μηνύματος δεν προκύψει θετικό αποτέλεσμα, τότε εξετάζεται αν το εισερχόμενο μήνυμα είναι η κωδική λέξη 24H, που μεταφέρει την πληροφορία ότι ο ενδιάμεσος υποχείριος σταθμός της ομάδας λειτουργεί κανονικά. Τότε τίθεται προσωρινά (για 2,5msec) η έξοδος RB5 (11) του μικροελεγκτή, που συνδέεται στην αναλογική είσοδο ANALOG3 της μονάδας GSM, σε λογικό '1' προκειμένου εκείνη να ενημερώσει με σύντομο μήνυμα το Κέντρο Ελέγχου ότι ο κύριος και ο ενδιάμεσος υποχείριος σταθμός της συγκεκριμένης ομάδας λειτουργούν κανονικά. Στη συνέχεια ξεκινάει ένας νέος κύκλος εκτέλεσης του κύριου προγράμματος.
- Αν και κατά τον προηγούμενο έλεγχο του μηνύματος δεν προκύψει θετικό αποτέλεσμα, τότε εξετάζεται αν το εισερχόμενο μήνυμα είναι η κωδική λέξη 45H, που μεταφέρει την πληροφορία ότι ο ενδιάμεσος και ο τερματικός υποχείριος σταθμός της ομάδας λειτουργούν κανονικά. Τότε τίθεται προσωρινά (για 2,5msec) η έξοδος RA1 (18) του μικροελεγκτή, που συνδέεται στην αναλογική είσοδο ANALOG4 της μονάδας GSM, σε λογικό '1' προκειμένου εκείνη να ενημερώσει με σύντομο μήνυμα το Κέντρο Ελέγχου ότι όλοι οι σταθμοί της συγκεκριμένης ομάδας λειτουργούν κανονικά.

Αν η λαμβανόμενη λέξη δεν είναι ούτε η 45H, τότε αμέσως ξεκινάει ένας νέος κύκλος εκτέλεσης του κύριου προγράμματος.

## 2.3 Το πρόγραμμα στο μικροελεγκτή του ενδιάμεσου σταθμού



Σχήμα 2.3.1: το διάγραμμα ροής του προγράμματος στο μικροελεγκτή του ενδιάμεσου.

Στο διάγραμμα ροής του προγράμματος που τρέχει στο μικροελεγκτή του ενδιάμεσου υποχειρίου σταθμού, Σχ. 2.3.1, διακρίνουμε τέσσερις βασικές διαδικασίες ελέγχου. Ανάλογα με τα αποτελέσματα των ελέγχων αυτών οδηγούνται οι ενδεικτικές LED στην πρόσοψη του σταθμού για την ενημέρωση του χρήστη και αποστέλλονται τα κατάλληλα μηνύματα τόσο προς το Κέντρο Ελέγχου της Υπηρεσίας Πολιτικής Προστασίας όσο και προς τον τερματικό σταθμό. Αναλυτικότερα:

1. Στην περίπτωση που ο σταθμός έχει ήδη εκπέμψει κάποιο σήμα κινδύνου, ελέγχεται εάν έχει περάσει ασυνήθιστα μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να έχει λάβει μήνυμα αναφοράς λήψης από το Κέντρο Ελέγχου. Τότε η LED δίπλα από την ένδειξη *“Το μήνυμά σας μεταδίδεται...”* θα σβήσει χωρίς όμως ακολούθως να ανάψει η δεύτερη LED, δίπλα από την ένδειξη *“Το μήνυμά σας παραδόθηκε...”*. Έτσι ο χρήστης θα καταλάβει ότι θα πρέπει να στείλει το μήνυμά του ξανά.
2. Ελέγχεται εάν το πλήκτρο αναφοράς έκτακτης ανάγκης (SW1A) στην είσοδο RA0 (17) του μικροελεγκτή είναι πατημένο. Αν η είσοδος βρεθεί σε λογικό ‘0’ (πατημένο πλήκτρο) τότε:
  - ενεργοποιείται η έξοδος RB7 (13) που οδηγεί σε φωτοβολία τη LED δίπλα από την ένδειξη *“Το μήνυμά σας μεταδίδεται...”* και
  - εκτελείται η υπορουτίνα μετάδοσης του μηνύματος αναφοράς έκτακτης ανάγκης προς τον κύριο σταθμό, με τη μορφή της κωδικής λέξης 26H, χρησιμοποιώντας τον πομπό της ζώνης ISM που συνδέεται στην έξοδο RB0 (6).

Διαφορετικά το πρόγραμμα προχωρεί στον επόμενο έλεγχο.

3. Ελέγχεται εάν το πλήκτρο αναφοράς πυρκαγιάς (SW1F) στην είσοδο RA1 (18) του μικροελεγκτή είναι πατημένο. Αν η είσοδος βρεθεί σε λογικό ‘0’ (πατημένο πλήκτρο) τότε:
  - ενεργοποιείται η έξοδος RB7 (13) που οδηγεί σε φωτοβολία τη LED δίπλα από την ένδειξη *“Το μήνυμά σας μεταδίδεται...”* και
  - εκτελείται η υπορουτίνα μετάδοσης του μηνύματος αναφοράς πυρκαγιάς προς τον κύριο σταθμό, με τη μορφή της κωδικής λέξης 39H, χρησιμοποιώντας τον πομπό της ζώνης ISM που συνδέεται στην έξοδο RB0 (6).

Διαφορετικά το πρόγραμμα προχωρεί στον επόμενο έλεγχο.

4. Ελέγχεται εάν από το δέκτη ISM, που συνδέεται στην είσοδο RA2 (1) του μικροελεγκτή, λαμβάνεται κάποιο μήνυμα. Αν η είσοδος βρεθεί σε λογικό ‘1’ (παρουσία δεδομένων) τότε

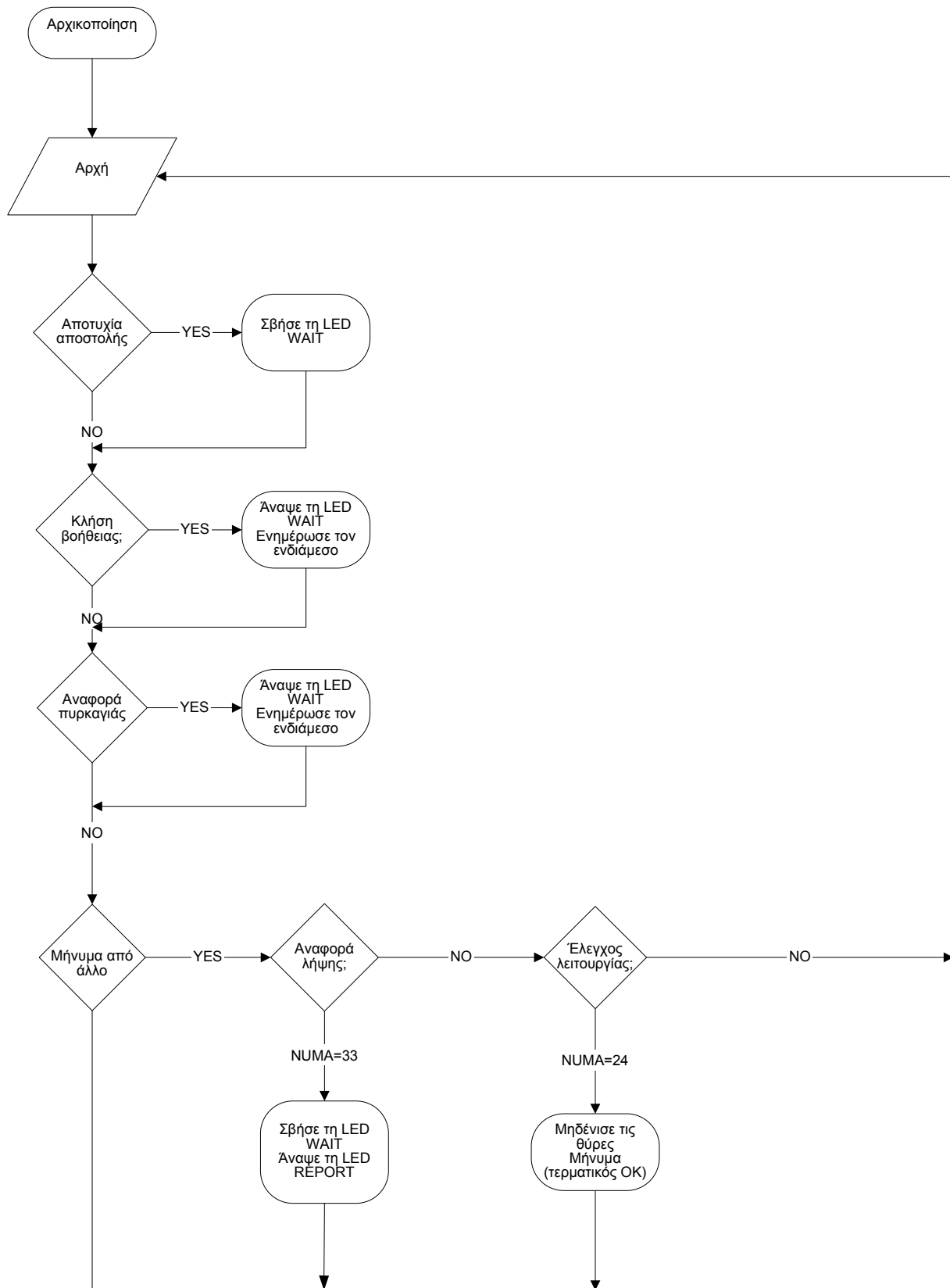
εκτελείται η υπορουτίνα λήψης και καταχώρησης του εισερχόμενου μηνύματος. Διαφορετικά το πρόγραμμα συνεχίζεται με την έναρξη ενός νέου κύκλου εκτέλεσης του κύριου προγράμματος. Στην περίπτωση που ληφθεί κάποιο μήνυμα:

- εξετάζεται αν το εισερχόμενο μήνυμα είναι η κωδική λέξη 19H, που μεταφέρει μήνυμα αναφοράς έκτακτης ανάγκης από τον τερματικό σταθμό. Τότε ο ενδιάμεσος σταθμός αναλαμβάνει να ειδοποιήσει σχετικά τον κύριο σταθμό εκπέμποντας την κωδική λέξη 32H. Στη συνέχεια ξεκινάει ένας νέος κύκλος εκτέλεσης του κύριου προγράμματος.
- Αν κατά τον προηγούμενο έλεγχο του μηνύματος δεν προκύψει θετικό αποτέλεσμα, εξετάζεται αν το εισερχόμενο μήνυμα είναι η κωδική λέξη 35H, που μεταφέρει μήνυμα αναφοράς πυρκαγιάς από τον τερματικό σταθμό. Και πάλι, ο ενδιάμεσος σταθμός αναλαμβάνει να ειδοποιήσει σχετικά τον κύριο σταθμό εκπέμποντας την κωδική λέξη 22H. Στη συνέχεια ξεκινάει ένας νέος κύκλος εκτέλεσης του κύριου προγράμματος.
- Αν και κατά τον προηγούμενο έλεγχο του μηνύματος δεν προκύψει θετικό αποτέλεσμα, εξετάζεται αν το μήνυμα μεταφέρει την κωδική λέξη 30H, με την οποία το Κέντρο Ελέγχου αναφέρει ότι παρέλαβε το σήμα κινδύνου που εστάλη νωρίτερα από κάποιο σταθμό της συγκεκριμένης ομάδας. Αν πράγματι η λαμβανόμενη λέξη είναι η παραπάνω, τότε ελέγχεται αν είναι ο συγκεκριμένος σταθμός που έχει στείλει το σήμα κινδύνου. Στην περίπτωση αυτή, απενεργοποιείται η έξοδος RB7 (13), οπότε σβήνει η LED δίπλα από την ένδειξη “*Το μήνυμά σας μεταδίδεται...*” και ενεργοποιείται η έξοδος RB6 (12) που οδηγεί σε φωτοβολία τη LED δίπλα από την ένδειξη “*Το μήνυμά σας παραδόθηκε...*”. Διαφορετικά, το μήνυμα προωθείται στον τερματικό σταθμό με τη μορφή της κωδικής λέξης 33H και στη συνέχεια ξεκινάει ένας νέος κύκλος εκτέλεσης του κύριου προγράμματος.
- Αν πάλι, κατά τον προηγούμενο έλεγχο του μηνύματος δεν προκύψει θετικό αποτέλεσμα, τότε εξετάζεται αν το εισερχόμενο μήνυμα είναι η κωδική λέξη 37H, με την οποία ο ενδιάμεσος σταθμός λαμβάνει από το Κέντρο Ελέγχου την εντολή να επανατοποθετηθεί και να μεταδώσει την εντολή και στον τερματικό σταθμό. Τότε:
  - μηδενίζονται οι καταχωρητές εισόδου-εξόδου του μικροελεγκτή (οπότε διακόπτεται η φωτοβολία και των δύο ενδεικτικών LED) και
  - εκπέμπεται η κωδική λέξη 24H, με την οποία ενημερώνεται ο κύριος σταθμός ότι ο ενδιάμεσος λειτουργεί κανονικά και ο τερματικός λαμβάνει την εντολή να επανατοποθετηθεί και να δηλώσει με τη σειρά του ότι λειτουργεί κανονικά. Στη συνέχεια ξεκινάει ένας νέος κύκλος εκτέλεσης του κύριου προγράμματος.

- Αν και κατά τον προηγούμενο έλεγχο του μηνύματος δεν προκύψει θετικό αποτέλεσμα, τότε εξετάζεται αν το εισερχόμενο μήνυμα είναι η κωδική λέξη 27H, την οποία εκπέμπει ο τερματικός σταθμός δηλώνοντας ότι λειτουργεί κανονικά. Τότε ο ενδιάμεσος σταθμός θα εκπέμπει την κωδική λέξη 45H, με την οποία θα δηλώσει ότι τόσο αυτός όσο και ο τερματικός σταθμός λειτουργούν κανονικά. Στη συνέχεια ξεκινάει ένας νέος κύκλος εκτέλεσης του κύριου προγράμματος.

Αν η λαμβανόμενη λέξη δεν είναι ούτε η 27H, τότε αμέσως ξεκινάει ένας νέος κύκλος εκτέλεσης του κύριου προγράμματος.

## 2.4 Το πρόγραμμα στο μικροελεγκτή του τερματικού σταθμού



Σχήμα 2.4.1: το διάγραμμα ροής του προγράμματος στο μικροελεγκτή του τερματικού σταθμού.

Στο διάγραμμα ροής του προγράμματος που τρέχει στο μικροελεγκτή του τερματικού υποχείριου σταθμού, Σχ. 2.4.1, διακρίνουμε και πάλι τέσσερις βασικές διαδικασίες ελέγχου. Ανάλογα με τα αποτελέσματα των ελέγχων αυτών οδηγούνται οι ενδεικτικές LED στην πρόσοψη της συσκευής για την ενημέρωση του χρήστη και αποστέλλονται τα κατάλληλα μηνύματα προς το Κέντρο Ελέγχου της Υπηρεσίας Πολιτικής Προστασίας. Αναλυτικότερα:

1. Στην περίπτωση που ο σταθμός έχει ήδη εκπέμψει κάποιο σήμα κινδύνου, ελέγχεται εάν έχει περάσει ασυνήθιστα μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να έχει λάβει μήνυμα αναφοράς λήψης από το Κέντρο Ελέγχου. Τότε η LED δίπλα από την ένδειξη *“Το μήνυμά σας μεταδίδεται...”* θα σβήσει χωρίς όμως ακολούθως να ανάψει η δεύτερη LED, δίπλα από την ένδειξη *“Το μήνυμά σας παραδόθηκε...”*. Έτσι ο χρήστης θα καταλάβει ότι θα πρέπει να στείλει το μήνυμά του ξανά.
2. Ελέγχεται εάν το πλήκτρο αναφοράς έκτακτης ανάγκης (SW0A) στην είσοδο RA0 (17) του μικροελεγκτή είναι πατημένο. Αν η είσοδος βρεθεί σε λογικό ‘0’ (πατημένο πλήκτρο) τότε:
  - ενεργοποιείται η έξοδος RB7 (13) που οδηγεί σε φωτοβολία τη LED δίπλα από την ένδειξη *“Το μήνυμά σας μεταδίδεται...”* και
  - εκτελείται η υπορουτίνα μετάδοσης του μηνύματος αναφοράς έκτακτης ανάγκης προς τον κύριο σταθμό, με τη μορφή της κωδικής λέξης 19H, χρησιμοποιώντας τον πομπό της ζώνης ISM που συνδέεται στην έξοδο RB0 (6).

Διαφορετικά το πρόγραμμα προχωρεί στον επόμενο έλεγχο.

3. Ελέγχεται εάν το πλήκτρο αναφοράς πυρκαγιάς (SW0F) στην είσοδο RA1 (18) του μικροελεγκτή είναι πατημένο. Αν η είσοδος βρεθεί σε λογικό ‘0’ (πατημένο πλήκτρο) τότε:
  - ενεργοποιείται η έξοδος RB7 (13) που οδηγεί σε φωτοβολία τη LED δίπλα από την ένδειξη *“Το μήνυμά σας μεταδίδεται...”* και
  - εκτελείται η υπορουτίνα μετάδοσης του μηνύματος αναφοράς πυρκαγιάς προς τον κύριο σταθμό, με τη μορφή της κωδικής λέξης 35H, χρησιμοποιώντας τον πομπό της ζώνης ISM που συνδέεται στην έξοδο RB0 (6).

Διαφορετικά το πρόγραμμα προχωρεί στον επόμενο έλεγχο.

4. Ελέγχεται εάν από το δέκτη ISM, που συνδέεται στην είσοδο RA2 (1) του μικροελεγκτή, λαμβάνεται κάποιο μήνυμα. Αν η είσοδος βρεθεί σε λογικό ‘1’ (παρουσία δεδομένων) τότε εκτελείται η υπορουτίνα λήψης και καταχώρησης του εισερχόμενου μηνύματος.

Διαφορετικά το πρόγραμμα συνεχίζεται με την έναρξη ενός νέου κύκλου εκτέλεσης του κύριου προγράμματος. Στην περίπτωση που ληφθεί κάποιο μήνυμα:

- εξετάζεται αν το μήνυμα είναι η κωδική λέξη 33H, με την οποία ο συγκεκριμένος σταθμός ενημερώνεται ότι παραδόθηκε στο Κέντρο Ελέγχου το σήμα κινδύνου που εστάλη νωρίτερα από αυτόν. Αν πράγματι η λαμβανόμενη λέξη είναι η παραπάνω, τότε:
  - απενεργοποιείται η έξοδος RB7 (13) οπότε σβήνει η LED δίπλα από την ένδειξη *“Το μήνυμά σας μεταδίδεται...”*,
  - ενεργοποιείται η έξοδος RB6 (12) που οδηγεί σε φωτοβολία τη LED *“Το μήνυμά σας παραδόθηκε...”* και
  - ξεκινάει ένας νέος κύκλος εκτέλεσης του κύριου προγράμματος.
- αν κατά τον προηγούμενο έλεγχο του μηνύματος δεν προκύψει θετικό αποτέλεσμα, τότε εξετάζεται αν το εισερχόμενο μήνυμα είναι η κωδική λέξη 24H, με την οποία ο συγκεκριμένος σταθμός λαμβάνει από το Κέντρο Ελέγχου την εντολή να επανατοποθετηθεί και να απαντήσει ότι λειτουργεί κανονικά. Τότε:
  - μηδενίζονται οι καταχωρητές εισόδου-εξόδου του μικροελεγκτή (οπότε διακόπτεται η φωτοβολία και των δύο ενδεικτικών LED) και
  - εκπέμπεται η κωδική λέξη 27H, με την οποία δηλώνεται ότι ο συγκεκριμένος σταθμός λειτουργεί κανονικά. Στη συνέχεια ξεκινάει ένας νέος κύκλος εκτέλεσης του κύριου προγράμματος.

Αν η λαμβανόμενη λέξη δεν είναι ούτε η 24H, τότε αμέσως ξεκινάει ένας νέος κύκλος εκτέλεσης του κύριου προγράμματος.



## 2.5 Ο προγραμματισμός της μονάδας επικοινωνίας με το δίκτυο GSM

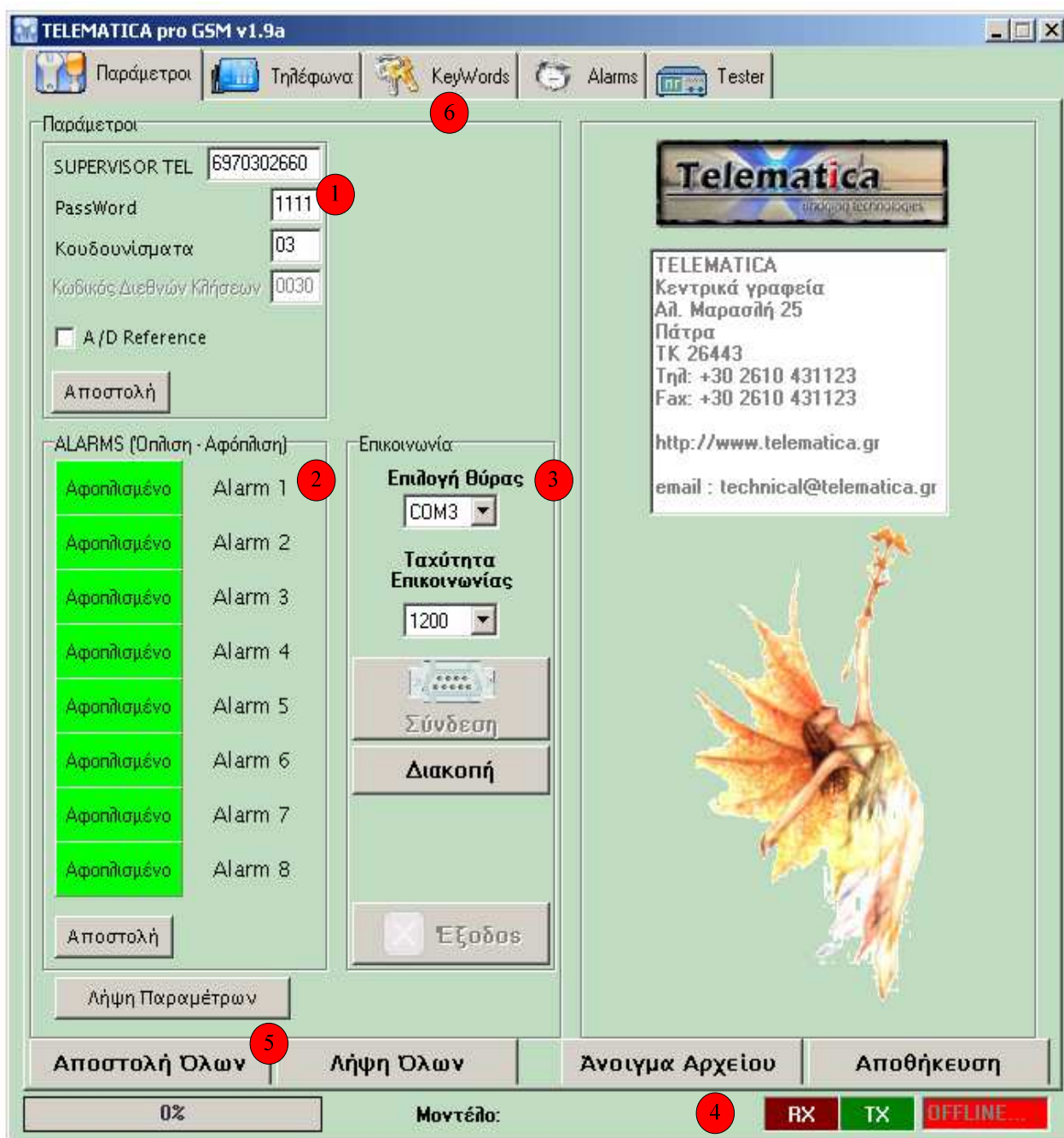
Η ρύθμιση και ο προγραμματισμός της μονάδας επικοινωνίας κάθε κύριου σταθμού με το δίκτυο GSM μπορεί να γίνει με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος γίνεται με τη σύνδεση της μονάδας στη σειριακή θύρα ενός υπολογιστή και τη χρήση ειδικού λογισμικού, το οποίο παρέχεται από τον κατασκευαστή της. Ο δεύτερος τρόπος πραγματοποιείται με τη χρήση κατάλληλων εντολών προγραμματισμού, οι οποίες αποστέλλονται στη μονάδα από κινητό τηλέφωνο με σύντομα γραπτά μηνύματα (SMS). Οι εντολές εκτελούνται από τη μονάδα, εφόσον αποστέλλονται από συγκεκριμένο αριθμό κινητού τηλεφώνου, ο οποίος από πριν έχει δηλωθεί ως ο αριθμός του διαχειριστή της. Στις επόμενες παραγράφους περιγράφονται τα βήματα που ακολουθούνται για τον προγραμματισμό της μονάδας, χρησιμοποιώντας το συνοδευτικό λογισμικό.

### 2.5.1 Ρύθμιση των βασικών παραμέτρων

Για να μπορέσει να συνδεθεί η μονάδα στο δίκτυο ενός πάροχου κινητής τηλεφωνίας, χρειάζεται, όπως και στην περίπτωση ενός συνηθισμένου κινητού τηλεφώνου, να εισαχθεί σε κατάλληλη υποδοχή της συσκευής μια ενεργή κάρτα SIM (*Subscriber Identity Module*). Θα πρέπει όμως νωρίτερα να έχουμε απενεργοποιήσει την απαίτηση του κωδικού PIN (*Personal Identification Number*) της κάρτας, χρησιμοποιώντας ένα κινητό τηλέφωνο. Κατόπιν συνδέουμε τη σειριακή θύρα της μονάδας με τη σειριακή θύρα ενός Η/Υ, στον οποίο έχουμε εγκαταστήσει το λογισμικό *TELEMATICA pro GSM*. Τροφοδοτούμε τη μονάδα με 12V DC και περιμένουμε για λίγο έως ότου αποκατασταθεί η σύνδεσή της με τον πάροχο του δικτύου. Όταν τρέξουμε το λογισμικό στον υπολογιστή, εμφανίζεται η εικόνα του Σχ. 2.5.1.1. Από την καρτέλα **Παράμετροι** πραγματοποιούμε τις απαραίτητες ρυθμίσεις ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

1. Στο πλαίσιο **SUPERVISOR TEL** δηλώνουμε τον τηλεφωνικό αριθμό του διαχειριστή. Στο πλαίσιο **PASSWORD** γράφουμε έναν τετραψήφιο κωδικό αριθμό, με τον οποίο θα επιτρέπεται ο απομακρυσμένος έλεγχος της μονάδας και από άλλους τηλεφωνικούς αριθμούς.
2. Ενεργοποιούμε τα συμβάντα (**ALARMS**) για τα οποία επιθυμούμε να ειδοποιούμαστε από τη μονάδα, με προκαθορισμένα μηνύματα SMS (περισσότερα στη σελ. 61).
3. Ορίζουμε τη σειριακή **θύρα** του Η/Υ στην οποία έχουμε συνδέσει τη μονάδα και την **ταχύτητα επικοινωνίας** μαζί της, π.χ. COM3 και 1200. Κατόπιν πατάμε το πλήκτρο **Σύνδεση**.

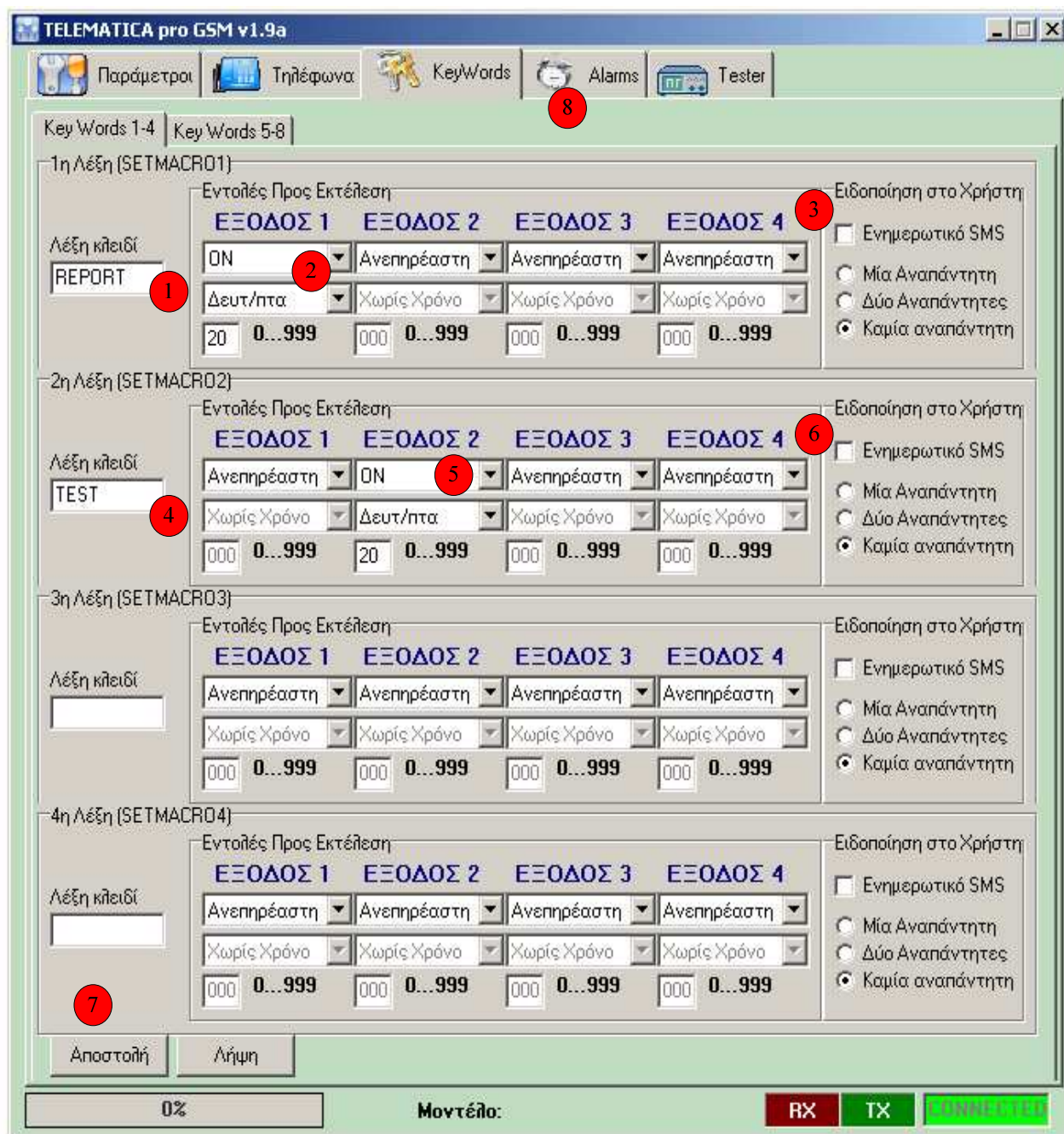
4. Περιμένουμε ώσπου η ένδειξη **OFFLINE**, που φαίνεται στο κάτω μέρος της φόρμας μέσα σε κόκκινο φόντο, να αλλάξει σε **CONNECTED** και το χρώμα του φόντου να γίνει πράσινο. Τότε αποκαθίσταται η σύνδεση της μονάδας με τον Η/Υ.
5. Πατάμε το πλήκτρο **Αποστολή Όλων** προκειμένου οι ρυθμίσεις των παραμέτρων που ορίσαμε παραπάνω να σταλούν στη μονάδα.
6. Συνεχίζουμε με την καρτέλα **KeyWords**.



Σχήμα 2.5.1.1: η καρτέλα **Παράμετροι** του λογισμικού *TELEMATICA pro GSM*.

## 2.5.2 Δήλωση των εντολών απομακρυσμένου έλεγχου

Στην καρτέλα **KeyWords**, που φαίνεται στο Σχ. 2.5.2.1, δηλώνουμε με λέξεις “κλειδιά” τη συμβολική μορφή των εντολών απομακρυσμένου ελέγχου της μονάδας και τις ενέργειες που επιθυμούμε να εκτελούνται επί των ψηφιακών εξόδων της σε κάθε περίπτωση. Η μονάδα μπορεί να προγραμματιστεί για να δέχεται έως οκτώ διαφορετικές εντολές. Για την εφαρμογή μας ορίστηκαν μόνο δύο εντολές, ακολουθώντας τα βήματα που περιγράφονται στην επόμενη σελίδα.



Σχήμα 2.5.2.1: η καρτέλα **Keywords** του λογισμικού *TELEMATICA pro GSM*.

1. Η πρώτη εντολή αντιστοιχίστηκε στη λέξη κλειδί **REPORT**. Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για την ενημέρωση του χρήστη που έστειλε σήμα κινδύνου από κάποιο σταθμό μιας ομάδας, ότι το μήνυμά του ελήφθη. Πιο συγκεκριμένα, κάθε φορά που ο υπεύθυνος βάρδιας στο Κέντρο Ελέγχου της Υπηρεσίας Πολιτικής Προστασίας λάβει από κάποιο σταθμό ένα σήμα κινδύνου, αποστέλλει κι αυτός με τη σειρά του μήνυμα προς τον κύριο σταθμό της ομάδας, με την παραπάνω λέξη κλειδί. Στη συνέχεια, η μονάδα ελέγχου του κύριου σταθμού, ανταποκρινόμενη στην εντολή, προωθεί στο σταθμό του χρήστη κατάλληλο σήμα που οδηγεί σε φωτοβολία μια ενδεικτική λυχνία τύπου LED. Δίπλα σε αυτήν, αναγράφεται στα ελληνικά και στα αγγλικά σχετικό κείμενο, με το οποίο ενημερώνεται ο χρήστης ότι το μήνυμά του ελήφθη και ότι ξεκίνησαν από τις αρμόδιες υπηρεσίες οι απαραίτητες ενέργειες.
2. Κατόπιν δηλώσαμε τις ενέργειες που πρέπει να εκτελούνται από τη μονάδα κάθε φορά που θα λαμβάνεται από αυτήν η παραπάνω λέξη κλειδί. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ζητήσαμε απλά να τίθεται η ψηφιακή έξοδος 1 της μονάδας σε κατάσταση ON για 20sec και μετά να επανέρχεται στην κατάσταση ηρεμίας της (OFF). Το σήμα αυτό οδηγείται στο μικροελεγκτή του κύριου σταθμού, που αναλαμβάνει να ενημερώσει τον τελικό χρήστη με τον τρόπο που περιγράφηκε παραπάνω.
3. Εάν κριθεί απαραίτητο, μπορούμε να ζητήσουμε την ειδοποίηση του Κέντρου Ελέγχου, με SMS ή με αναπάντητη κλήση, για το ότι η παραπάνω εντολή παραδόθηκε στη μονάδα.
4. Η δεύτερη εντολή αντιστοιχίστηκε στη λέξη κλειδί **TEST**. Με τη λέξη αυτή το Κέντρο Ελέγχου μπορεί περιοδικά να ελέγχει την καλή λειτουργία όλων των σταθμών κάθε ομάδας του συστήματος.
5. Ακολούθως δηλώσαμε τις απαραίτητες ενέργειες που πρέπει να εκτελούνται κάθε φορά που θα λαμβάνεται η δεύτερη λέξη κλειδί. Όπως φαίνεται στο Σχ. 2.5.2.1, με την εκτέλεση της εντολής **TEST** ζητήσαμε να τίθεται η ψηφιακή έξοδος 2 της μονάδας σε κατάσταση ON για 20sec και μετά να επανέρχεται στην κατάσταση ηρεμίας της (OFF). Το σήμα αυτό οδηγείται στο μικροελεγκτή του κύριου σταθμού, που αναλαμβάνει να πραγματοποιήσει την προβλεπόμενη διαδικασία ελέγχου και κατόπιν να ενημερώσει το Κέντρο για την κατάσταση των σταθμών της ομάδας.
6. Όπως και στο βήμα 3, εάν κριθεί απαραίτητο, μπορούμε να ζητήσουμε την ενημέρωση του Κέντρου Ελέγχου για το ότι η παραπάνω εντολή παραδόθηκε στη μονάδα.
7. Στο τέλος, πατώντας το πλήκτρο **Αποστολή**, όλες οι παραπάνω ρυθμίσεις αποστέλλονται στη μονάδα.

### 2.5.3 Καθορισμός SMS για κάθε συμβάν

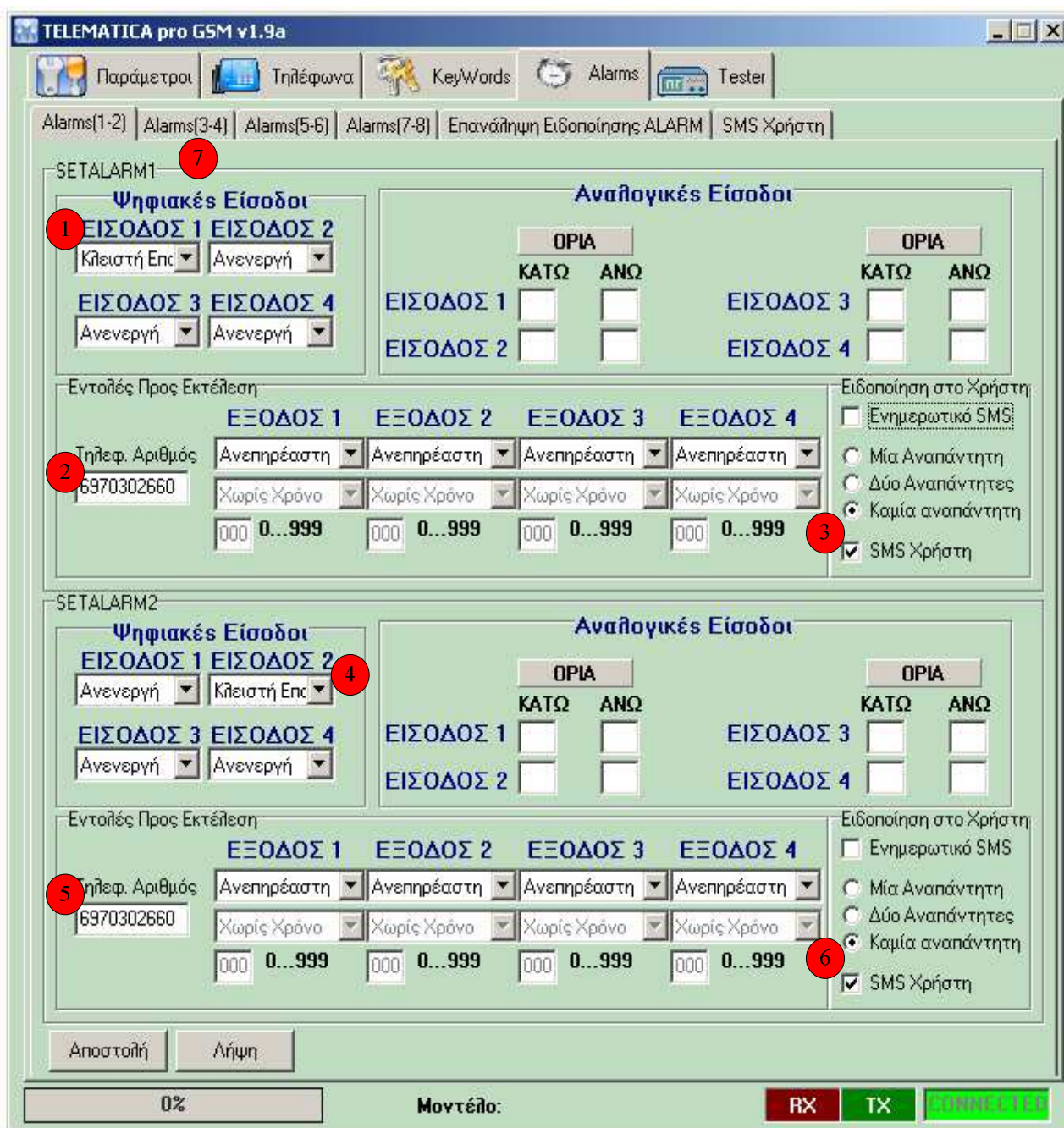
Από τα ελεγκτήρια των καρτελών **Alarms**[1-8], της βασικής καρτέλας **Alarms** του λογισμικού *TELEMATICA pro GSM*, μπορούν να οριστούν οι συνθήκες, που όταν εμφανιστούν στις εισόδους της συσκευής, θα την οδηγήσουν σε κάποια κατάσταση συναγερμού. Μπορούν να οριστούν έως οκτώ διαφορετικές καταστάσεις. Σε κάθε περίπτωση, η μονάδα ανταποκρινόμενη σε κάθε συμβάν μπορεί να οδηγήσει την καθεμιά από τις τέσσερις ψηφιακές εξόδους της σε συγκεκριμένη κατάσταση λειτουργίας, για καθορισμένο χρόνο. Παράλληλα, έχει τη δυνατότητα να ενημερώσει, στον τηλεφωνικό αριθμό που έχει δηλωθεί για κάθε συμβάν, για το ποια ακριβώς κατάσταση συναγερμού της παρουσιάστηκε. Η ενημέρωση μπορεί να γίνει με αναπάντητες κλήσεις ή με την αποστολή ανάλογων σύντομων μηνυμάτων που δηλώνονται στην καρτέλα **SMS Χρήστη**.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, για την υλοποίηση της εφαρμογής μας επιλέξαμε να δηλώσουμε:

- στην καρτέλα **Alarms** [1-2] (Σχ. 2.5.3.1) τις συνθήκες που θα αντιστοιχούν στα σήματα κινδύνου (έκτακτης ανάγκης και φωτιάς) που θα αποστέλλονται από τον τερματικό σταθμό,
- στην καρτέλα **Alarms** [3-4] (Σχ. 2.5.3.2) τις συνθήκες που θα αντιστοιχούν στα σήματα κινδύνου που θα αποστέλλονται από τον ενδιάμεσο σταθμό,
- στην καρτέλα **Alarms** [5-6] (Σχ. 2.5.3.3) τις συνθήκες που θα αντιστοιχούν στα σήματα κινδύνου που θα αποστέλλονται από τον κύριο σταθμό και
- στην καρτέλα **Alarms** [7-8] (Σχ. 2.5.3.4) τις συνθήκες που θα αντιστοιχούν στα σήματα επιβεβαίωσης καλής λειτουργίας των σταθμών της ομάδας.

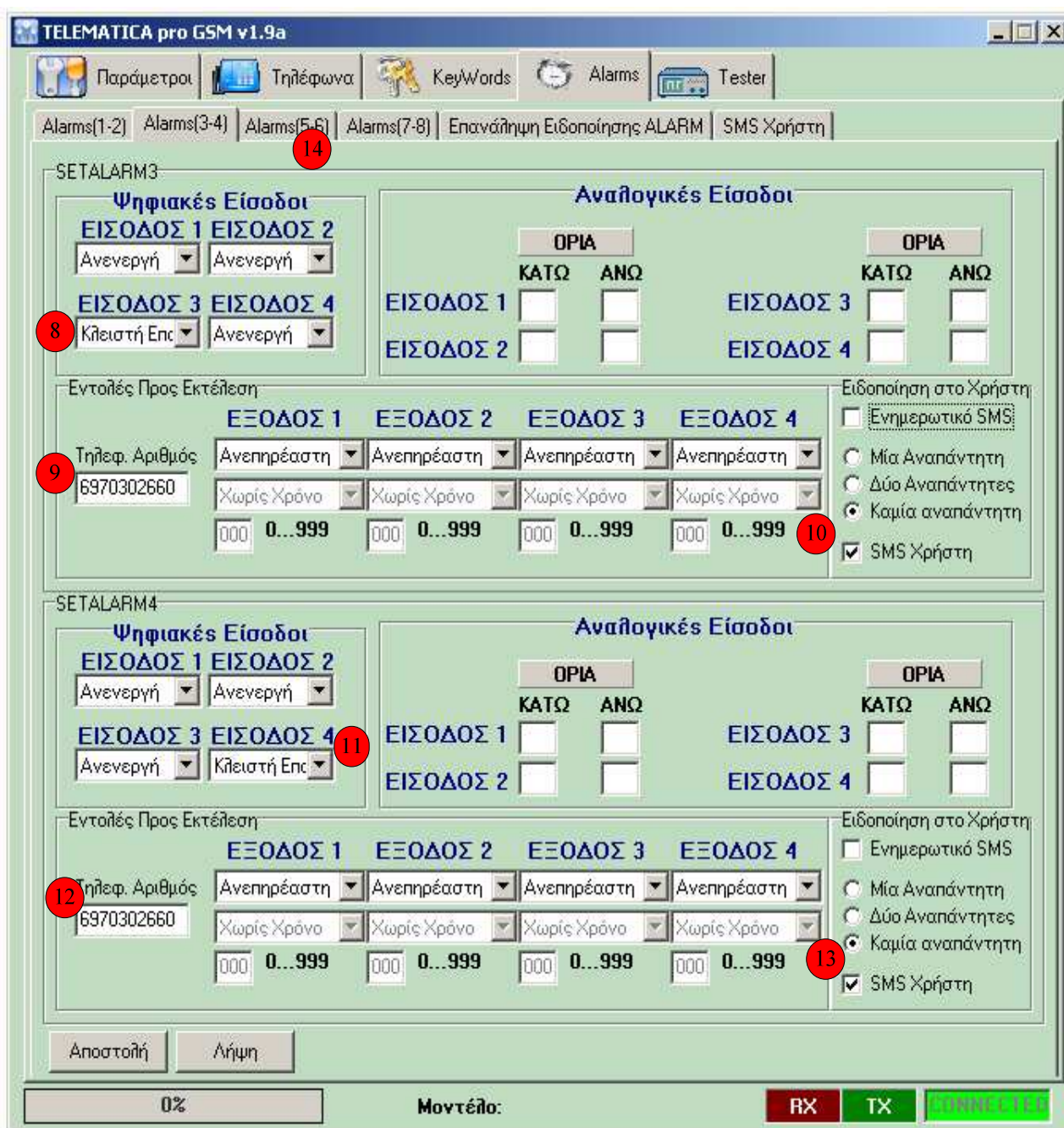
Οι πρώτες τέσσερις καταστάσεις συναγερμού αναγνωρίζονται από την αλλαγή της λογικής κατάστασης που εφαρμόζεται σε κάποια από τις τέσσερις ψηφιακές εισόδους της μονάδας. Πιο συγκεκριμένα, όταν ληφθεί το ανάλογο σήμα κινδύνου, ο μικροελεγκτής του κύριου σταθμού κλείνει την επαφή της αντίστοιχης ψηφιακής εισόδου. Οι υπόλοιπες τέσσερις καταστάσεις προκαλούνται όταν η τιμή της εφαρμοζόμενης τάσης στις αναλογικές εισόδους της μονάδας ξεπεράσει κάποιο καθορισμένο όριο. Αναλυτικότερα, η κάθε αναλογική τάση εισόδου συγκρίνεται διαρκώς με ένα κατώφλι. Όταν φτάσει το ανάλογο σήμα κινδύνου, ο μικροελεγκτής του κύριου σταθμού οδηγεί την τάση στην αντίστοιχη αναλογική είσοδο σε υψηλή στάθμη, μεγαλύτερη από το κατώφλι κι έτσι η μονάδα, ανταποκρινόμενη, οδηγείται στην προβλεπόμενη κατάσταση συναγερμού.

Όπως προαναφέρθηκε, στην καρτέλα **Alarms[1-2]** δηλώνονται οι συνθήκες που θα επικρατήσουν στις εισόδους της μονάδας όταν φτάσουν σε αυτήν σήματα κινδύνου από τον τερματικό σταθμό. Πιο συγκεκριμένα, όταν φτάσει σήμα έκτακτης ανάγκης, αυτό θα γίνει αντιληπτό με το κλείσιμο της επαφής στην Ψηφιακή Είσοδο 1 της μονάδας ενώ όταν ληφθεί σήμα ύπαρξης φωτιάς, θα κλείσει η επαφή στην Ψηφιακή Είσοδο 2. Στα πλαίσια με την ένδειξη **Τηλεφ. Αριθμός**, δηλώσαμε τους αριθμούς κινητού τηλεφώνου που επιθυμούμε να ειδοποιηθούν σε κάθε περίπτωση. Με την ενεργοποίηση της επιλογής **SMS Χρήστη**, επιλέξαμε οι ειδοποιήσεις να σταλούν με σύντομα μηνύματα που διατυπώσαμε στην ομώνυμη καρτέλα (βλέπε Σχ. 2.5.3.5).



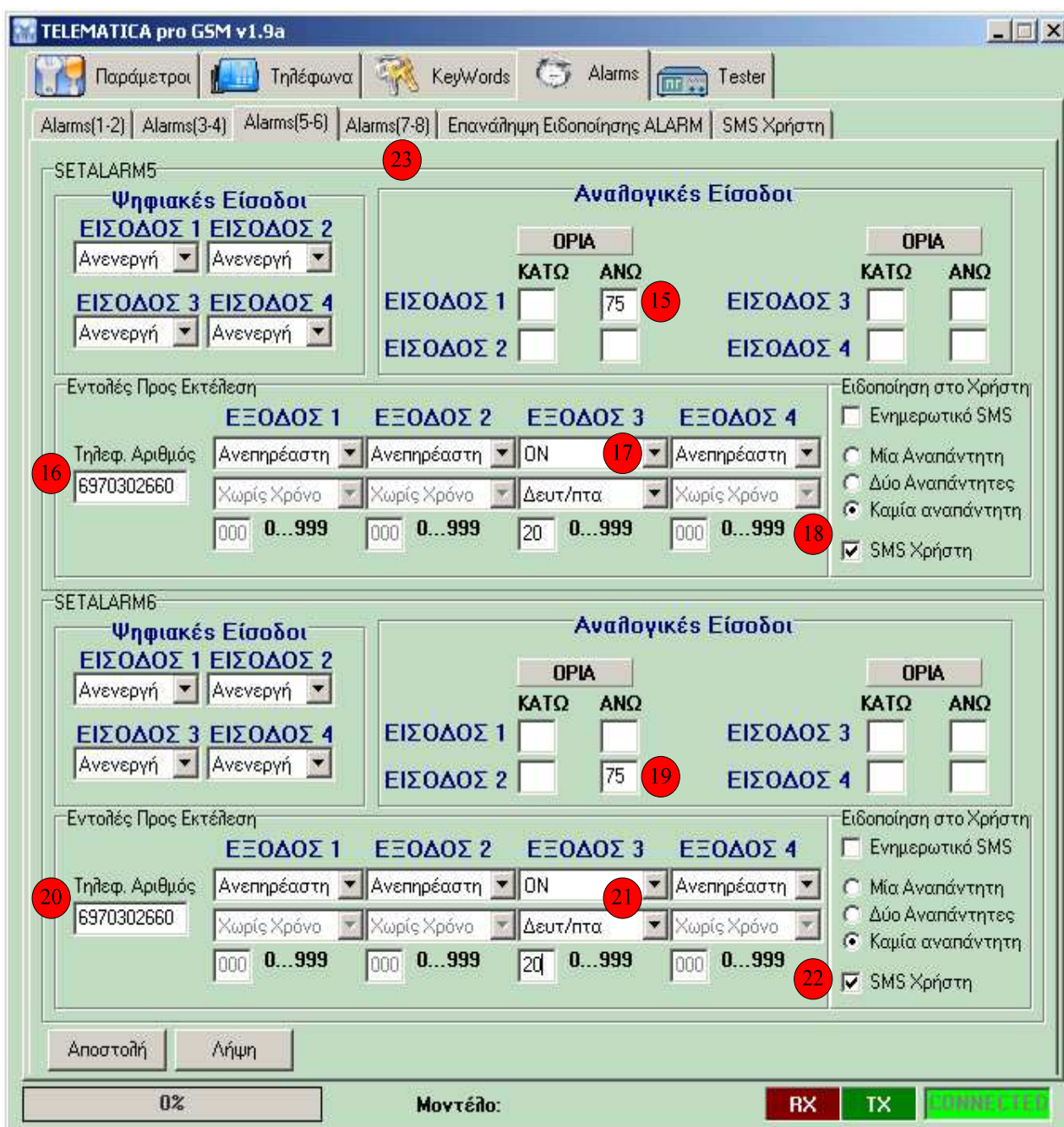
Σχήμα 2.5.3.1: η καρτέλα **Alarms[1-2]** του λογισμικού *TELEMATICA pro GSM*.

Παρόμοια με την καρτέλα **Alarms [1-2]**, στην καρτέλα **Alarms [3-4]** δηλώσαμε τις συνθήκες που θα επικρατήσουν στις εισόδους της μονάδας, όταν πλέον φτάσουν σε αυτήν σήματα κινδύνου από τον ενδιάμεσο σταθμό. Όπως φαίνεται, όταν φτάσει ένα σήμα έκτακτης ανάγκης, αυτό θα γίνει αντιληπτό με το κλείσιμο της επαφής στην Ψηφιακή Είσοδο 3 της μονάδας ενώ όταν ληφθεί σήμα ύπαρξης φωτιάς θα κλείσει η επαφή στην Ψηφιακή Είσοδο 4. Δεν παραλείψαμε να δηλώσουμε και εδώ, τους αριθμούς κινητού τηλεφώνου που επιθυμούμε να ειδοποιηθούν σε κάθε περίπτωση και επιλέξαμε οι ειδοποιήσεις να σταλούν με ανάλογα σύντομα μηνύματα.



Σχήμα 2.5.3.2: η καρτέλα **Alarms[3-4]** του λογισμικού *TELEMATICA pro GSM*.

Στην καρτέλα **Alarms[5-6]**, δηλώσαμε τις συνθήκες που θα επικρατήσουν όταν φανερωθούν καταστάσεις κινδύνου στον κύριο σταθμό. Πλέον, τα σχετικά σήματα προωθούνται στις αναλογικές εισόδους της μονάδας. Εκεί επιλέχθηκε να συγκρίνονται διαρκώς με το 75% της μέγιστης επιτρεπόμενης τάσης εισόδου (5V) δηλαδή με το όριο των 3,75V. Έτσι, όταν αναφερθεί ένα σήμα έκτακτης ανάγκης, ο μικροελεγκτής του σταθμού θα αυξήσει την τάση στην Αναλογική Είσοδο 1 της μονάδας, από τα 0 στα 5V. Η τιμή αυτή, ως μεγαλύτερη των 3,75V, θα οδηγήσει τη μονάδα σε κατάσταση συναγερμού. Εκείνη, ανταποκρινόμενη, θα αποστείλει το ανάλογο μήνυμα στο Κέντρο Ελέγχου και παράλληλα θα θέσει την Ψηφιακή Έξοδο 3 σε κατάσταση ON για 20sec. Η έξοδος αυτή θα οδηγήσει για ανάλογο χρονικό διάστημα, μια δίοδο εκπομπής φωτός σε

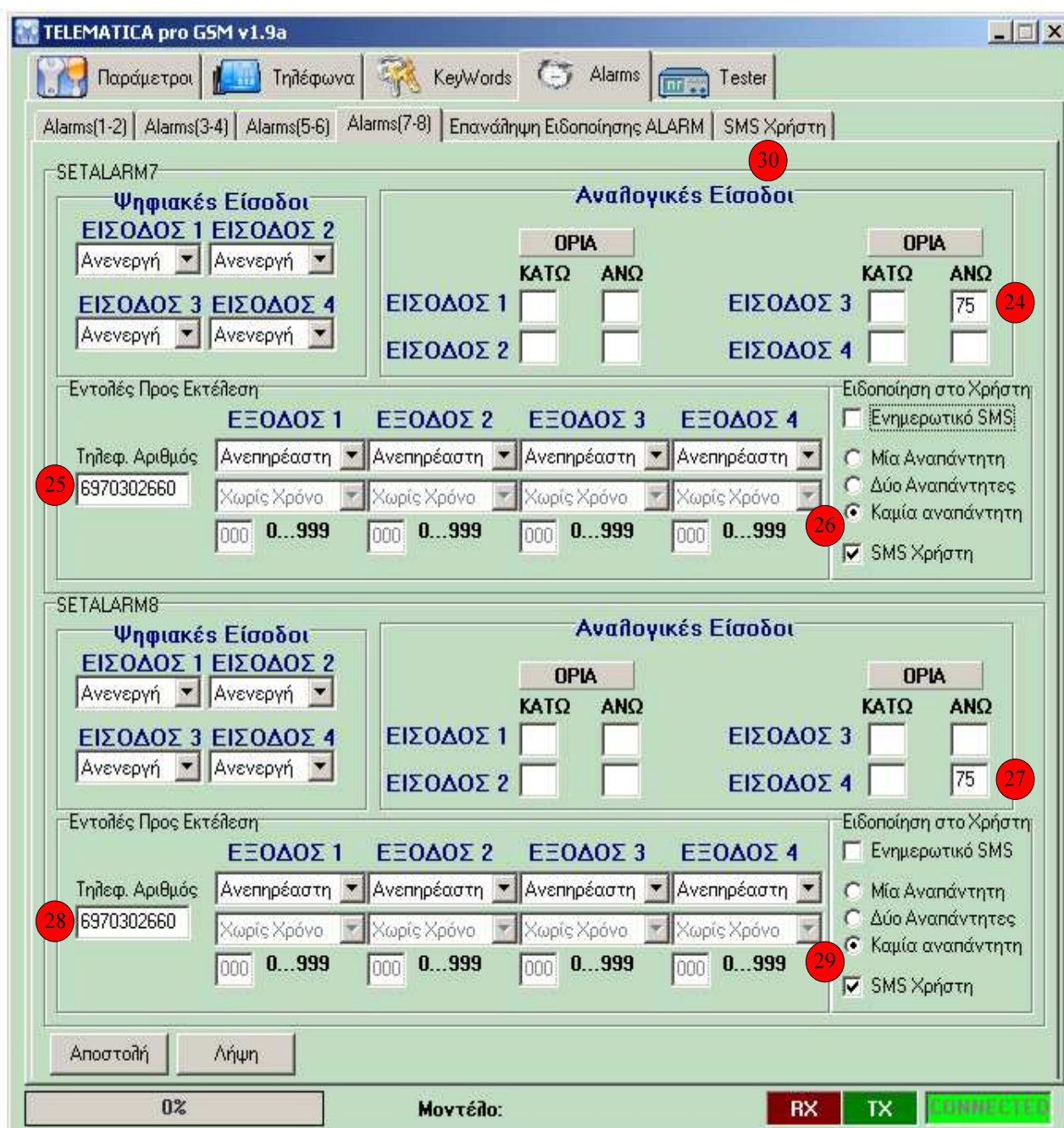


Σχήμα 2.5.3.3: η καρτέλα Alarms[5-6] του λογισμικού *TELEMATICA pro GSM*.



κατάσταση φωτοβολίας, προκειμένου να ενημερωθεί ο χρήστης ότι το μήνυμά του εστάλη. Παρόμοια θα συμβούν κατά την αναφορά ύπαρξης φωτιάς η οποία θα προωθηθεί στην Αναλογική Είσοδο 2.

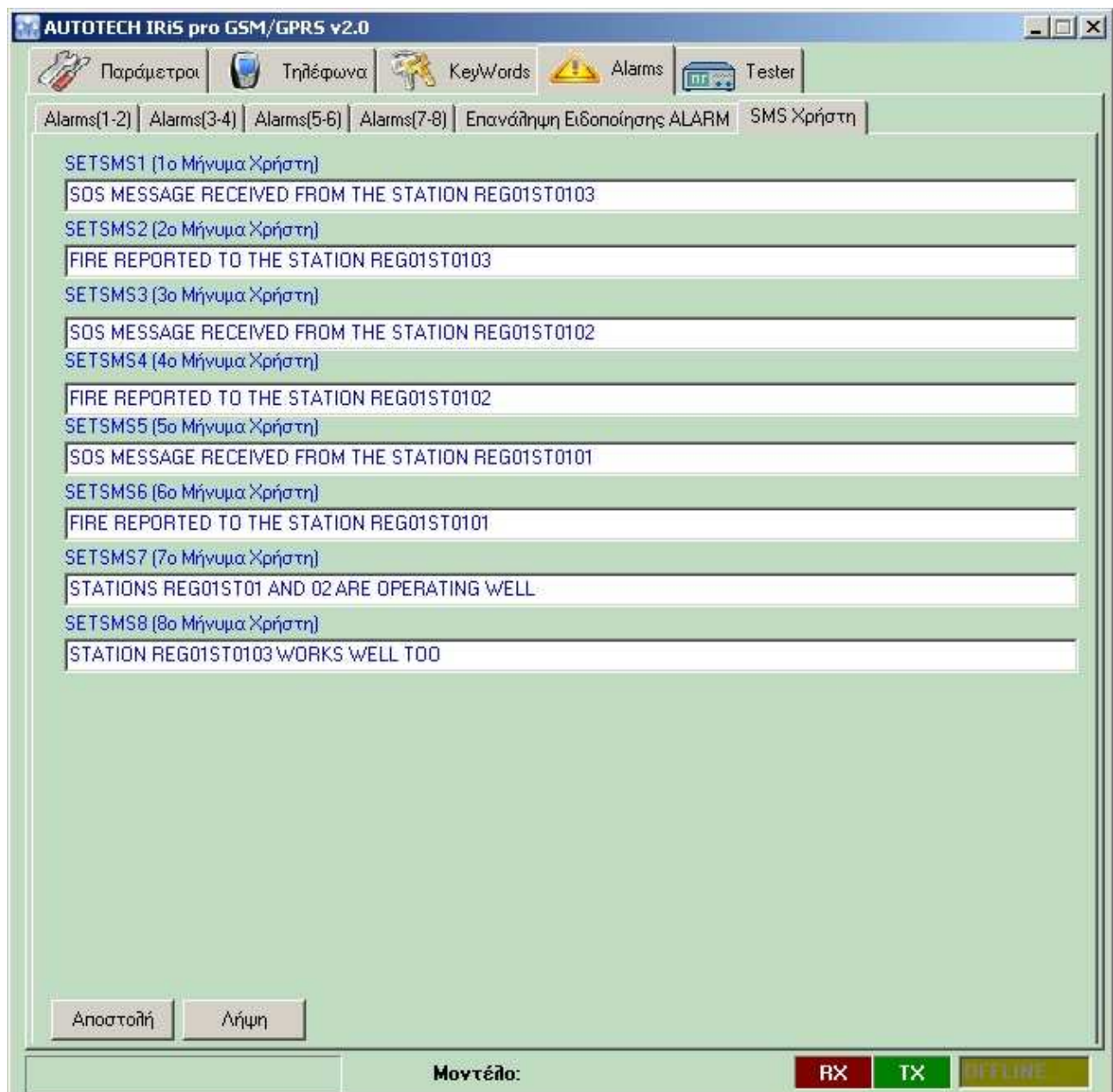
Ανάλογα προγραμματίσαμε, στην καρτέλα **Alarms[7-8]**, τη διαχείριση των σημάτων επιβεβαίωσης καλής λειτουργίας των σταθμών της ομάδας. Όταν λειτουργεί σωστά πέρα από τον κύριο σταθμό και ο ενδιαμέσος, ο μικροελεγκτής του κύριου σταθμού ενεργοποιεί την Αναλογική Είσοδο 3 της μονάδας και αποστέλλεται σχετικό μήνυμα ενώ όταν λειτουργούν σωστά όλοι οι σταθμοί ενεργοποιεί την Αναλογική Είσοδο 4 και αποστέλλεται επιπλέον και δεύτερο μήνυμα.



Σχήμα 2.5.3.4: η καρτέλα Alarms[7-8] του λογισμικού *TELEMATICA pro GSM*.

Ολοκληρώνοντας τις ρυθμίσεις της μονάδας επικοινωνίας των σταθμών με το δίκτυο GSM, πληκτρολογήσαμε στην καρτέλα **SMS Χρήστη** το κείμενο των ενημερωτικών μηνυμάτων που θα αποστέλλονται σε κάθε περίπτωση. Για τη σύνταξη των μηνυμάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο λατινικοί χαρακτήρες και το μήκος καθενός δεν μπορεί να υπερβαίνει τους 100 χαρακτήρες.

Για την αποθήκευση όλων των ρυθμίσεων τοπικά στον Η/Υ, πατάμε το ομώνυμο πλήκτρο δεξιά στο κάτω μέρος της καρτέλας **Παράμετροι** (Σχ. 2.5.1.1 ). Στην ίδια καρτέλα πατάμε το πλήκτρο **Αποστολή όλων**, προκειμένου όλες οι ρυθμίσεις μας να αποσταλούν στη μονάδα και τέλος το πλήκτρο **Διακοπή**, ώστε να αποσυνδέσουμε τη μονάδα από τον Η/Υ.



**Σχήμα 2.5.3.5:** η καρτέλα **SMS Χρήστη** του λογισμικού *TELEMATICA pro GSM*.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

## *Έλεγχος λειτουργίας*



## 3.1 Εργαστηριακός έλεγχος

Αρχικά όλοι οι σταθμοί εγκαταστάθηκαν εσωτερικά στο χώρο του εργαστηρίου. Η κοντινή απόσταση μεταξύ τους μας εξασφάλισε ότι τυχόν προβλήματα που θα παρουσιάζονταν δεν θα οφείλονταν στη χαμηλή στάθμη των λαμβανομένων ραδιοκυμάτων κατά τη μεταξύ τους επικοινωνία. Πραγματοποιήθηκαν όλα τα πιθανά σενάρια και το σύστημα λειτούργησε όπως σχεδιάστηκε. Αντιπροσωπευτικά βήματα της διαδικασίας που ακολουθήθηκε περιγράφονται στις επόμενες παραγράφους.

### 3.1.1 Αναφορά πυρκαγιάς

Με το πάτημα του πλήκτρου αναφοράς φωτιάς στον τερματικό σταθμό, Σχ. 3.1.1.1, η μονάδα ελέγχου του σταθμού ενεργοποιεί την κόκκινη ενδεικτική λυχνία στην πρόσοψη της συσκευής. Δίπλα σε αυτήν έχει επικολληθεί ετικέτα από την οποία ο χρήστης ενημερώνεται ότι το μήνυμά του μεταδίδεται προς το Κέντρο Ελέγχου της Υπηρεσίας Πολιτικής Προστασίας.



Σχήμα 3.1.1.1: ο χρήστης πατάει το πλήκτρο για να αναφέρει την ύπαρξη φωτιάς στην περιοχή του.



**Σχήμα 3.1.1.2:** ο χρήστης ενημερώνεται από τη μονάδα ότι το μήνυμά του μεταδίδεται.

Στη συνέχεια, η αναφορά φωτιάς από τον τερματικό σταθμό αποστέλλεται στο κινητό τηλέφωνο του Κέντρου Ελέγχου με τη μορφή σύντομου γραπτού μηνύματος, Σχ. 3.1.1.3.



**Σχήμα 3.1.1.3:**

το Κέντρο Ελέγχου ενημερώνεται με γραπτό μήνυμα ότι στην περιοχή του σταθμού με ταυτότητα REG01\_ST01-03 έχει εκδηλωθεί πυρκαγιά.

Το Κέντρο Ελέγχου εντοπίζει στο χάρτη τη θέση του συγκεκριμένου σταθμού και αναλαμβάνει να ειδοποιήσει τις αρμόδιες αρχές για το συμβάν. Κατόπιν, αποστέλλει προς τον κύριο σταθμό της ομάδας (REG01\_ST01-01) από τον οποίο έλαβε την αναφορά, σύντομο μήνυμα με την εντολή **REPORT**, διατυπωμένη όπως φαίνεται στο Σχ. 3.1.1.4. Όταν η εντολή ληφθεί από τον κύριο σταθμό, η μονάδα ελέγχου του αναλαμβάνει την προώθηση της εντολής προς τον σταθμό του χρήστη. Όταν στη συνέχεια η εντολή παραληφθεί από τον τελικό αποδέκτη,

ενεργοποιείται μία πράσινη ενδεικτική λυχνία στην πρόσοψη του σταθμού (φαίνεται στο κάτω μέρος του Σχ. 3.1.1.2). Δίπλα σε αυτήν έχει επικολληθεί ετικέτα, από την οποία ο χρήστης πληροφορείται ότι η αναφορά του παραδόθηκε στην αρμόδια Υπηρεσία, προκειμένου να μην αγωνιεί για την τύχη του μηνύματός του.



**Σχήμα 3.1.1.4:**

ο υπεύθυνος βάρδιας στο Κέντρο Ελέγχου αναλαμβάνει να ενημερώσει τον αποστολέα της αναφοράς πυρκαγιάς ότι το μήνυμά του παραδόθηκε στις Αρχές.

### 3.1.2 Κλήση για βοήθεια

Στην πρόσοψη της συσκευής του τερματικού σταθμού, κάτω από το κόκκινο πλήκτρο αναφοράς πυρκαγιάς, έχει τοποθετηθεί δεύτερο πλήκτρο μαύρου χρώματος που χρησιμοποιείται για την αναφορά μηνυμάτων έκτακτης ανάγκης. Πατώντας το, ενεργοποιείται και πάλι η κόκκινη ενδεικτική λυχνία. Από την ετικέτα δίπλα σε αυτήν, ο χρήστης ενημερώνεται ότι το μήνυμά του μεταδίδεται προς το Κέντρο Ελέγχου της Υπηρεσίας Πολιτικής Προστασίας.



Όταν το μήνυμα φτάσει στο κινητό τηλέφωνο της Υπηρεσίας, θα εμφανιστεί το μήνυμα που φαίνεται στο διπλανό σχήμα με το είδος του συμβάντος και την ταυτότητα του σταθμού αποστολής.

**Σχήμα 3.1.2.1:**

άνθρωπος στο σταθμό REG01\_ST01-03 ζητάει επείγοντως βοήθεια.

### 3.1.3 Επιβεβαίωση της καλής λειτουργίας των σταθμών

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφ. 2, το σύστημα παρέχει τη δυνατότητα στο Κέντρο Ελέγχου να ζητήσει και να μάθει από μακριά τη λειτουργική κατάσταση των σταθμών του, ώστε οι μηχανικοί του να προβούν σε επιτόπιους ελέγχους μόνο όταν διαπιστωθεί κάποια δυσλειτουργία του.



Οι σταθμοί ελέγχονται όλοι μαζί ανά ομάδα. Για την επιβεβαίωση της καλής λειτουργίας μιας ομάδας σταθμών αρκεί η αποστολή της εντολής **TEST**, με σύντομο μήνυμα προς τη μονάδα GSM του κύριου σταθμού της. Η εντολή διατυπώνεται όπως φαίνεται στο Σχ. 3.1.3.1.

**Σχήμα 3.1.3.1:**

με την αποστολή της εντολής **TEST**, ελέγχεται από μακριά η καλή λειτουργία μιας ομάδας σταθμών.



Εάν εκτός από τον κύριο σταθμό λειτουργεί σωστά και ο ενδιάμεσος σταθμός της ομάδας, τότε το Κέντρο θα λάβει το μήνυμα του διπλανού σχήματος.

**Σχήμα 3.1.3.2:**

το μήνυμα αποστέλλεται ως επιβεβαίωση της καλής λειτουργίας του κύριου και του ενδιάμεσου σταθμού της ομάδας.





Όταν λειτουργεί σωστά κι ο τερματικός σταθμός, το Κέντρο θα λάβει επιπλέον και το μήνυμα που φαίνεται στο Σχ. 3.1.3.3.

**Σχήμα 3.1.3.3:**

το μήνυμα αυτό αποστέλλεται στο Κέντρο Ελέγχου εφόσον και ο τερματικός σταθμός λειτουργεί σωστά.

### 3.1.4 Έλεγχος της μονάδας GSM

Από την κατασκευή της, η μονάδα επικοινωνίας με το δίκτυο GSM, με την οποία εφοδιάζεται κάθε κύριος σταθμός, έχει προγραμματιστεί έτσι ώστε όταν δέχεται μήνυμα με την εντολή **STATUS**, να αποστέλλει με τη σειρά της προς το Κέντρο Ελέγχου σύντομο γραπτό μήνυμα με πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση που επικρατεί στις εισόδους και στις εξόδους της, για τα συμβάντα συναγερμού καθώς και τη στάθμη του σήματος που λαμβάνει από το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας.



**Σχήμα 3.1.4.1:**

η διατύπωση της εντολής STATUS.

Οι συντομογραφίες που εμφανίζονται στην αναφορά που στέλνει η μονάδα αντιστοιχίζονται ως εξής: O1-O4 είναι οι ψηφιακές εξοδοι αυτής, IN1-IN4 είναι οι ψηφιακές της εισοδοι, AN1-AN4 είναι οι αναλογικές της εισοδοι και AL1-AL4 είναι η κατάσταση των συμβάντων συναγερμού.



Η τιμή της παραμέτρου ALARM (ON ή OFF) μας δείχνει εάν τη δεδομένη χρονική στιγμή στο σύστημα επικρατεί κατάσταση συναγερμού, ενώ η τιμή της παραμέτρου SIGNAL (0-9) αντιστοιχεί στη στάθμη του σήματος του δικτύου κινητής τηλεφωνίας.

**Σχήμα 3.1.4.2:**

ενδεικτικό μήνυμα με την αναφορά κατάστασης της μονάδας GSM.

## 3.2 Δοκιμές πεδίου

Μετά από τον επιτυχημένο εργαστηριακό έλεγχο του συστήματος, οι τρεις σταθμοί δοκιμάστηκαν στον ανοιχτό χώρο. Πιο συγκεκριμένα, ο κύριος σταθμός εγκαταστάθηκε σε σπίτι στον οικισμό Βαρύπετρο, έξω από την πόλη των Χανίων, ο ενδιάμεσος σταθμός εγκαταστάθηκε σε άλλη οικία, σε απόσταση ενός χιλιομέτρου προς την κατεύθυνση της Αγυιάς Χανίων και ο τερματικός σταθμός μεταφέρθηκε με αυτοκίνητο ένα χιλιόμετρο μακρύτερα από τον ενδιάμεσο, στην περιοχή Φυλακές Αγυιάς. Μεταξύ των σταθμών δεν υπήρχαν μεγάλα φυσικά εμπόδια. Με την παραπάνω διάταξη των σταθμών, επαναλήφθηκαν όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι και το σύστημα ανταποκρίθηκε όπως σχεδιάστηκε να λειτουργεί, χωρίς να παρουσιαστεί το παραμικρό πρόβλημα. Επιπλέον, ο κύριος σταθμός αφέθηκε να λειτουργεί μέχρι που σκοτεινίασε. Τότε κατέστη δυνατό να διαπιστωθεί η επάρκεια της φωτεινότητας του φωτοσημαντήρα. Πράγματι, οι φωτεινές αναλαμπές του ήταν ορατές στην ύπαιθρο από πολύ μακριά.

Ο έλεγχος της λειτουργίας των σταθμών σε δύσβατες περιοχές, καθώς και η ενεργειακή τους αυτονομία, αφέθηκε να πραγματοποιηθεί σε επόμενη φάση, όταν το σύστημα βελτιστοποιηθεί για να πάρει την τελική του μορφή.

### 3.3 Προτάσεις βελτίωσης

Για τη μείωση του κόστους υλοποίησης του συστήματος αλλά και για τον εμπλουτισμό των δυνατοτήτων του, προτείνεται η ανάπτυξη ενός κυκλώματος που θα αντικαθιστά τόσο τη λειτουργία της εμπορικής μονάδας GSM που χρησιμοποιείται σε κάθε κύριο σταθμό, όσο και το κύκλωμα γύρω από το μικροελεγκτή ελέγχου του. Παράλληλα θα πρέπει να δημιουργηθεί εξειδικευμένο λογισμικό, φιλικό προς το χρήστη, από το οποίο θα προγραμματίζονται όλοι οι σταθμοί του συστήματος. Για να γίνει αυτό, τα κυκλώματα όλων των σταθμών θα πρέπει να εφοδιαστούν με θύρα διασύνδεσης με ηλεκτρονικό υπολογιστή και οι μικροελεγκτές τους να προγραμματίζονται πάνω σε αυτά. Επιπλέον, με την αύξηση των εισόδων του κύριου σταθμού, θα μπορούν να συνεργαστούν περισσότεροι υποχείριοι σταθμοί σε κάθε ομάδα, κάνοντας το σύστημα ακόμη πιο οικονομικό. Τέλος, με τη χρήση ειδικών κεραιών στους πομποδέκτες ISM θα αυξηθεί η εμβέλεια των σταθμών μέσα σε δύσβατες περιοχές και θα αυξηθεί η ευελιξία του συστήματος.



# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΑΝΑΦΟΡΕΣ

## Βιβλιογραφία

1. Smith D. W., *PIC in Practice*, Newnes 2002
2. Predko M., *Προγραμματίζοντας το μικροελεγκτή PIC*, Τζιόλα 1999
3. Καλόμοιρος Ι., Μπουλταδάκης Στ. , Πεταλάς Ι., *Έλεγχος κυκλωμάτων και μετρήσεων με υπολογιστή*, Τζιόλα 2002

## Σύνδεσμοι

1. <http://www.eoshanion.gr/>
2. <http://www.fireservice.gr/pyr/site/home.csp>
3. <http://www.aurel.it/>
4. <http://www.microchip.com/>
5. <http://www.elektor.com/>
6. <http://www.iridagsm.com/>