



ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα προϊόντα που βασίζονται σε μικροελεγκτή ονομάζονται ενσωματωμένα συστήματα και δημιουργούνται μέσα από μια μεθοδική διεργασία, η οποία περιλαμβάνει κάποια συγκεκριμένα βήματα ή φάσεις. Τα βήματα αυτά είναι σημαντικά και, στον βαθμό που ακολουθούνται πιστά, οδηγούν με ασφάλεια στην παραγωγή ενός επιτυχημένου προϊόντος.

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν τα βήματα που πρέπει να ακολουθούνται κάθε φορά που πρόκειται να δημιουργηθεί ένα νέο προϊόν. Τα βήματα αυτά αφορούν όλη τη διαδικασία, από τη σύλληψη της ιδέας για τη δημιουργία του νέου προϊόντος έως και τον τελικό έλεγχό του για καλή λειτουργία.

7.2 ΣΥΛΛΗΨΗ ΤΗΣ ΙΔΕΑΣ

Η δημιουργία ενός νέου προϊόντος βασίζεται σε μια ιδέα προκειμένου να γεμίσει ένα κενό που υπάρχει στην αγορά προϊόντων. Για παράδειγμα, ένα τέτοιο προϊόν με έντονη κοινωνική και ανθρωπιστική διάσταση θα μπορούσε να είναι ένα πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα εντοπισμού επιζώντων σε χαλάσματα έπειτα από σεισμούς. Από συζητήσεις που έγιναν με ανθρώπους που ασχολούνται με τη διάσωση εγκλωβισμένων σε ερείπια έπειτα από σεισμούς προέκυψε ότι το σύστημα πρέπει να μπορεί να κινείται στα ερείπια, να λαμβάνει πληροφορίες και να τις διαβιβάζει στον χρήστη. Επομένως, το σύστημα χρειάζεται να αποτελείται από δύο επιμέρους συστήματα. Το ένα από αυτά πρέπει να μπορεί να κινείται στα χαλάσματα και να συλλέγει πληροφορίες τις οποίες θα διαβιβάζει στον χρήστη. Αυτό θα μπορούσε να είναι ένα τηλεκατευθυνόμενο όχημα φορτωμένο με τους απαραίτητους αισθητήρες. Το άλλο θα είναι υποχρεωτικά ένα σύστημα το οποίο θα κατευθύνει το όχημα από απόσταση και θα μπορεί να λαμβάνει τις πληροφορίες που αυτό θα συλλέγει και θα του στέλνει.

Αφού το σύστημα πρέπει να είναι πλήρως αυτοματοποιημένο, η όλη λειτουργία του χρειάζεται να βασίζεται σε μικροελεγκτές.

Τα συνολικά χαρακτηριστικά του συστήματος μπορούν να περιγραφούν ως εξής:

1. Να είναι εύκολο στη χρήση.
2. Να μπορεί να συλλέγει όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες που αφορούν τον εντοπισμό και τη διάσωση του επιζώντα.
3. Να έχει χαμηλό κόστος.
4. Να είναι απλό στην κατασκευή και τη συντήρησή του.

7.3 ΦΑΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΝΟΣ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Οι φάσεις που πρέπει να ακολουθούνται, όταν γίνεται η ανάπτυξη ενός ενσωματωμένου συστήματος, είναι οι παρακάτω:

1. φάση ορισμού του προβλήματος,
2. φάση σχεδίασης,
3. φάση ορισμού των ελέγχων,
4. φάση κατασκευής και ελέγχου του πρωτοτύπου,
5. φάση ολοκλήρωσης του συστήματος και ελέγχου του λογισμικού και
6. φάση ελέγχου του συστήματος.

7.3.1 Φάση ορισμού του προβλήματος

Η φάση αυτή αφορά τον ορισμό των λειτουργιών που το σύστημα πρέπει να μπορεί να κάνει. Συμπεριλαμβάνει τη σχεδίαση του συστήματος σε επίπεδο διαγράμματος βαθμίδων και την έρευνα του, αν και κατά πόσο κάθε επιμέρους κομμάτι του συστήματος δύναται να υλοποιηθεί με τα υπάρχοντα στην αγορά υλικά. Για το λόγο αυτό και η φάση αυτή αναφέρεται και ως *φάση υλοποιησιμότητας*. Στο τέλος της φάσης αυτής πρέπει να δημιουργηθεί ένας πλήρης κατάλογος με τις προδιαγραφές του υπό ανάπτυξη συστήματος. Οι προδιαγραφές αυτές θα αφορούν τα ηλεκτρολογικά-ηλεκτρονικά του συστήματος, τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του, καθώς και τα χαρακτηριστικά διασύνδεσής του με τον άνθρωπο χρήστη.

Το διάγραμμα βαθμίδων θα δείξει τα επιμέρους κυκλώματα που χρειάζονται για την ανάπτυξη του συστήματος και η έρευνα θα δείξει εάν και κατά πόσο αυτά μπορούν να υλοποιηθούν με υλικά και κυκλώματα που έχουν ξαναχρησιμοποιηθεί σε άλλες εφαρμογές ή πρόκειται να χρησιμοποιηθούν πρώτη φορά, οπότε πρέπει να σχεδιαστούν και να ελεγχθούν για την ικανοποιητική λειτουργία τους.

Στην προκειμένη περίπτωση χρειάζεται να γίνει η ανάπτυξη ενός συστήματος εντοπισμού επιζώντων έπειτα από σεισμό, η οποία θα αποτελείται από δύο μέρη: ένα όχημα και ένα κέντρο ελέγχου. Το όχημα, που θα ελέγχεται ασύρματα από το κέντρο ελέγχου, θα συλλέγει πληροφορίες, οι οποίες θα αφορούν τον εντοπισμό του επιζώντα, και θα τις μεταβιβάζει ασύρματα προς το κέντρο ελέγχου. Πρέπει επίσης να παρέχεται η δυνατότητα ασύρματης ηχητικής επικοινωνίας μεταξύ κέντρου ελέγχου και οχήματος για παροχή ψυχολογικής υποστήριξης στον επιζώντα όσο χρόνο διαρκεί η διαδικασία διάσωσής του.

Με βάση τα παραπάνω δημιουργείται η *λίστα προδιαγραφών και απαιτήσεων* που δίνεται παρακάτω.

Το όχημα, προκειμένου να μπορεί να συλλέξει τις απαραίτητες πληροφορίες που θα αφορούν τον εγκλωβισμένο επιζώντα, πρέπει:

1. Να κινείται σε ένα ζευγάρι ερπυστριών μεγάλου ανοίγματος που να επιτρέπουν την κίνηση σε χαλάσματα με μεγάλες πλάγιες κλίσεις, χωρίς να ντελαπάρει.

2. Όταν χρειαστεί να κινηθεί σε ανηφόρες με κλίσεις μεγαλύτερες των 45° , τότε αυτόματα, με τη χρήση ενός κλισίμετρου που θα έχει τοποθετηθεί στο όχημα, να ενεργοποιείται ένα δεύτερο μικρότερο πίσω ζευγάρι ερπυστριών.

3. Πάνω στο ρομποτικό όχημα να τοποθετηθεί μια κάμερα νυχτερινής λήψης με δυνατότητα περιστροφής 180° οριζόντια και 90° κατακόρυφα.

4. Το όχημα να έχει τη δυνατότητα να περιστρέφεται 360° γύρω από τον εαυτό του, έτσι ώστε σε συνδυασμό με την κίνηση της κάμερας να έχει πλήρη οπτική εικόνα του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται.

5. Η εικόνα αυτή να μεταφέρεται ασύρματα στον χειριστή μέσω της οθόνης του κέντρου ελέγχου και να τον βοηθά να κατευθύνει το όχημα προς την ανεύρεση επιζώντα. Η ίδια εικόνα να μεταφέρεται ταυτόχρονα μέσω διαδικτύου (internet) στο τοπικό και το κεντρικό κέντρο διαχείρισης κρίσεων.

6. Να φέρει μικρόφωνο και ηχείο που να επιτρέπουν την αμφίδρομη ηχητική επικοινωνία χρήστη-οχήματος και να δίνουν τη δυνατότητα στον χειριστή του κέντρου ελέγχου αφενός να εντοπίσει τον επιζώντα μέσω της φωνής του και αφετέρου να του παράσχει την αναγκαία ψυχολογική υποστήριξη έως ότου γίνει η διάσωση.

7. Να φέρει ανιχνευτή διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), που να μπορεί να ανιχνεύει την ανθρώπινη αναπνοή, και να ενημερώνει ανάλογα τον χειριστή του κέντρου ελέγχου.

8. Να φέρει ανιχνευτή φωτεινότητας που να ενεργοποιεί τα φώτα του οχήματος, όταν βρίσκεται σε σκοτεινό χώρο. Αυτό είναι απαραίτητο τόσο για την πλοήγηση του οχήματος όσο και για τη λήψη της κάμερας.

9. Επιπλέον, πρέπει το όχημα αυτόνομα να μπορεί να ανιχνεύει και να σβήνει μικρού μεγέθους εστία φωτιάς, η οποία μπορεί να απειλεί τον επιζώντα, και άρα πρέπει να φέρει έναν ανιχνευτή καπνού και ένα σύστημα πυρόσβεσης.

10. Καλό είναι να διαθέτει και έναν πομπό GSM που να δίνει τη δυνατότητα εντοπισμού του στίγματος του οχήματος μέσω δορυφόρου.

11. Το όχημα θα κινείται με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες. Επομένως, χρειάζεται να είναι εφοδιασμένο και με ενσωματωμένο σύστημα επαναφόρτισης των μπαταριών.

12. Μια πόρτα προγραμματισμού για την αναβάθμιση του λογισμικού, αν χρειάζεταιται.

13. Μια σειριακή πόρτα ελέγχου του οχήματος.

Το κέντρο ελέγχου, προκειμένου να παρέχει στον χειριστή τις κατάλληλες οπτικο-ακουστικές πληροφορίες για τον εντοπισμό του επιζώντα και την παροχή ψυχολογικής υποστήριξης, οφείλει να διαθέτει:

1. Ένα σύστημα τηλεκατεύθυνσης και τηλεελέγχου του οχήματος το οποίο να αποτελείται από δύο τηλεχειριστήρια Α και Β και να καθορίζει την κίνηση του οχήματος μέσω του τηλεχειριστηρίου Α και της κάμερας μέσω του τηλεχειριστηρίου Β.

2. Μια οθόνη LCD 7", στην οποία να μεταφέρεται η εικόνα που βλέπει η κάμερα του οχήματος.

3. Έναν δέκτη της ασύρματης κάμερας που να λαμβάνει τις εικόνες που θα στέλνει το όχημα.

4. Ένα hands-free για ακουστική επικοινωνία με τον επιζώντα.

5. Μια οθόνη υγρών κρυστάλλων, που να δείχνουν κάθε στιγμή στον χειριστή τη λειτουργική κατάσταση του κέντρου ελέγχου και του οχήματος, ώστε να μπορεί να το αποσύρει όταν χρειάζεται.

6. Ένα σύστημα καταγραφής των ήχων, ώστε να καταγράφει όλους τους ήχους κατά την αποστολή. Η πληροφορία αυτή να μπορεί να ανακληθεί και να γίνει η περαιτέρω επεξεργασία της, προκειμένου να δώσει χρήσιμες πληροφορίες που ενδεχομένως να διέφυγαν της προσοχής του χειριστή κατά την αποστολή.

7. Έναν ενσωματωμένο προγραμματιστή για την αναβάθμιση του λογισμικού τόσο του κέντρου ελέγχου όσο και του οχήματος.

8. Μια σειριακή πόρτα για τη σύνδεση με το όχημα κατά τον προγραμματισμό του.

9. Το κέντρο ελέγχου θα λειτουργεί με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες. Άρα, πρέπει να διαθέτει και ενσωματωμένο σύστημα επαναφόρτισης των μπαταριών.

Με βάση τα παραπάνω συντάσσεται ο πίνακας απαιτήσεων 7.1.

Πίνακας 7.1

Απαιτήσεις	Κωδικός
Να αναπαράγει εικόνα μέσω κάμερας.	A₁
Να έχει αμφίδρομη ηχητική επικοινωνία.	A₂
Να ανιχνεύει διοξειδίο του άνθρακα.	A₃
Να διαθέτει σύστημα αυτόματου φωτισμού.	A₄
Να κινείται μέσω κέντρου ελέγχου.	A₅
Να υπάρχει σύστημα πυρόσβεσης.	A₆
Να εντοπίζεται μέσω GSM.	A₇
Να καταγράφει ηχητικά ντοκουμέντα.	A₈
Να ελέγχει τους ενεργοποιητές μέσω H/Y.	A₉
Να τροφοδοτείται με συσσωρευτές.	A₁₀
Να έχει πρόσβαση σε δύσβατα σημεία.	A₁₁
Να έχει δυνατότητα αναβάθμισης του λογισμικού.	A₁₂
Να παρέχει δυνατότητα παρακολούθησης αποστολής μέσω διαδικτύου.	A₁₃
Το κέντρο ελέγχου να είναι εύχρηστο.	A₁₄
Το όχημα να διαθέτει χαμηλό βάρος.	A₁₅
Οι ανιχνευτές να είναι ακριβείς στις μετρήσεις τους.	A₁₆
Να γίνεται εξοικονόμηση ενέργειας.	A₁₇
Το όχημα να μπορεί να απεγκλωβίζεται κάνοντας στροφή 360°.	A₁₈

Στο πλαίσιο της φάσης ορισμού του προβλήματος μπορούν να κατηγοριοποιηθούν οι απαιτήσεις των επιμέρους βαθμίδων με βάση το μοντέλο F.U.R.P.S.+ (Functionality Usability Reliability Performance Supportability) που δημιουργήθηκε από τον Roberd Grady και χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις μεγαλύτερες κατηγορίες απαιτήσεων με υποκατηγορίες, όπως φαίνεται παρακάτω:

1. Functionality (Λειτουργικότητα)

Οι λειτουργικές απαιτήσεις μπορεί να περιλαμβάνουν: σύνολα χαρακτηριστικών γνωρισμάτων, ικανότητες, ασφάλεια.

2. Usability (Χρησιμοποιησιμότητα)

Οι απαιτήσεις χρησιμοποισιμότητας μπορεί να περιλαμβάνουν υποκατηγορίες, όπως: ανθρώπινοι παράγοντες, αισθητική, συνέπεια στη διεπαφή χρήστη, βοήθεια μέσω διαδικτύου (online help) βάσει της εργασίας που επιτελεί ο χρήστης (context-sensitive), οδηγοί (wizards) και πράκτορες (agents), έγγραφα για τον χρήστη, εκπαιδευτικό υλικό.

3. Reliability (Αξιοπιστία)

Οι απαιτήσεις αξιοπιστίας που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι: συχνότητα και σοβαρότητα αποτυχίας, δυνατότητα ανάκτησης, δυνατότητα πρόβλεψης, ακρίβεια, μέσος χρόνος μεταξύ αποτυχιών MTBF (Mean Time Between Failure).

4. Performance (Απόδοση)

Μία απαίτηση απόδοσης επιβάλλει όρους στις λειτουργικές απαιτήσεις. Για παράδειγμα, για μια δεδομένη ενέργεια, μπορεί να προσδιορίσει παραμέτρους απόδοσης για: ταχύτητα, αποτελεσματικότητα, διαθεσιμότητα, ακρίβεια, απόδοση (throughput), χρόνο απόκρισης (response time), χρόνο ανάκτησης (recovery time), χρήση πόρων.

5. Supportability (Υποστηριξιμότητα)

Οι απαιτήσεις υποστηριξιμότητας μπορεί να περιλαμβάνουν τις δυνατότητες: δοκιμής, ανάπτυξης, προσαρμογής, συντήρησης, συμβατότητας, ρυθμίσεων, υπηρεσιών, εγκατάστασης, προσαρμογής στις τοπικές/διεθνείς αγορές (localizability/internationalization)

Το «+» στο FURPS+ υπενθυμίζει το γεγονός ότι πρέπει να συμπεριληφθούν απαιτήσεις, όπως:

1. Απαιτήσεις σχεδιασμού

Μία απαίτηση σχεδιασμού, η οποία συχνά καλείται περιορισμός σχεδιασμού, προσδιορίζει ή περιορίζει τον σχεδιασμό του συστήματος.

2. Απαιτήσεις υλοποίησης

Μια απαίτηση υλοποίησης διευκρινίζει ή περιορίζει την κωδικοποίηση ή την κατασκευή του συστήματος. Παραδείγματα είναι: τα απαιτούμενα πρότυπα (standards), οι γλώσσες υλοποίησης, οι πολιτικές για την ακεραιότητα των βάσεων δεδομένων, τα όρια των πόρων, τα περιβάλλοντα λειτουργίας.

3. Απαιτήσεις διεπαφής

Οι απαιτήσεις διεπαφής προσδιορίζουν: ένα εξωτερικό στοιχείο με το οποίο το σύστημα πρέπει να αλληλεπιδράσει, περιορισμούς στη μορφή (format), τον χρονισμό ή σε άλλους παράγοντες που χρησιμοποιούνται από μια τέτοια αλληλεπίδραση.

Πίνακας 7.2

Απαιτήσεις κατά F.U.R.P.S+	Κωδικός
Functionality (Λειτουργικότητα)	A ₁ A ₂ A ₃ A ₄ A ₅ A ₆ A ₇ A ₈ A ₉ A ₁₀ A ₁₁ A ₁₂ A ₁₃ A ₁₄ A ₁₅ A ₁₆ A ₁₇
Usability (Χρησιμοποίησιμότητα)	A ₁ A ₂ A ₃ A ₄ A ₅ A ₇ A ₈ A ₁₀ A ₁₁ A ₁₂ A ₁₄ A ₁₅ A ₁₆ A ₁₇ A ₁₈
Reliability (Αξιοπιστία)	A ₄ A ₅ A ₇ A ₁₁ A ₁₄ A ₁₆ A ₁₇
Performance (Απόδοση)	A ₃ A ₄ A ₅ A ₇ A ₉ A ₁₀ A ₁₁ A ₁₂ A ₁₄ A ₁₅ A ₁₆ A ₁₇ A ₁₈
Supportability (Υποστηριξιμότητα)	A ₃ A ₅ A ₇ A ₉ A ₁₀ A ₁₁ A ₁₂ A ₁₃ A ₁₇
+	A ₃ A ₄ A ₈ A ₉ A ₁₀ A ₁₁ A ₁₃ A ₁₅ A ₁₆ A ₁₇ A ₁₈

Πίνακας 7.3

Απαιτήσεις		Ανιχνευτές	Ενεργοποιητές	M/E	Επικοινωνία	Διασυνδέσεις
F U	A ₁	Κάμερα	Δέκτης Οθόνη	M/E _O	Ασύρματη	Εικόνα Ένδειξη στην οθόνη
F U	A ₂	Μικρόφωνο Ηχείο	Ασύρματος πομποδέκτης	-	Ασύρματη Αμφίδρομη	-
F U P S +	A ₃	Αισθητήρας CO ₂	Οθόνη	M/E _O	-	Ένδειξη στην οθόνη
F U R P +	A ₄	Φωτοκύτταρο	Οθόνη Φώτα	M/E _O	-	Ένδειξη στην οθόνη
F U R P S	A ₅	Πομπός τηλεκατεύθυν- σης	Δέκτης τηλεκατεύθυν- σης	M/E _O M/E _{KE}	Ασύρματη	Μήνυμα στο display B
F	A ₆	Ανιχνευτής καπνού	Οθόνη Πυροσβεστήρας	M/E _O		Ένδειξη στην οθόνη
F U R P S	A ₇	-	Πομπός GSM	M/E _O	Ασύρματη Αμφίδρομη	-
F U +	A ₈	Button	Καταγραφέας ήχων (USB)	M/E _O	Καλώδιο USB	-
F P S +	A ₉	PTL1 H/Y	Φώτα Πυροσβεστήρας LED	M/E _O	Καλώδιο PTL1	Ένδειξη LED

F U P S +	A ₁₀	–	Φορτιστής	–	–	Ένδειξη LED
F U R P S +	A ₁₁	Κλισίμετρο	Δεύτερος κινητήρας	M/E _O M/E _{KE}	–	–
F U P S	A ₁₂	Προγραμματι- στής Διαχωρι- στής	Προγραμματι- στής S/IO	M/E _O M/E _{KE}	Καλώδιο RS232C	–
F S +	A ₁₃	Πομπός-Δέκτης κάμερας	Φώτα Πυροσβεστήρας		Διαδίκτυο Τοπικό δίκτυο	Ιστοσελίδα
F U R P	A ₁₄	–	Οθόνη Display A Display B	M/E _{KE}	–	–
F U P +	A ₁₅	–	–	–	–	–
F U R P +	A ₁₆	–	–	–	–	–
F U R P S +	A ₁₇	Κλισίμετρο	–	–	–	–
U P +	A ₁₈	Τηλεκατεύθυν- ση	Κινητήρας Δισκόφρενα	–	–	–

3. Φυσικές απαιτήσεις

Μια φυσική απαίτηση διευκρινίζει ένα φυσικό χαρακτηριστικό που πρέπει να έχει το σύστημα, για παράδειγμα, σε σχέση με το υλικό, το σχήμα, το μέγεθος και το βάρος. Αυτός ο τύπος απαίτησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για απαιτήσεις υλικού (hardware), όπως είναι οι απαιτούμενες ρυθμίσεις του φυσικού δικτύου.