

Εισαγωγή



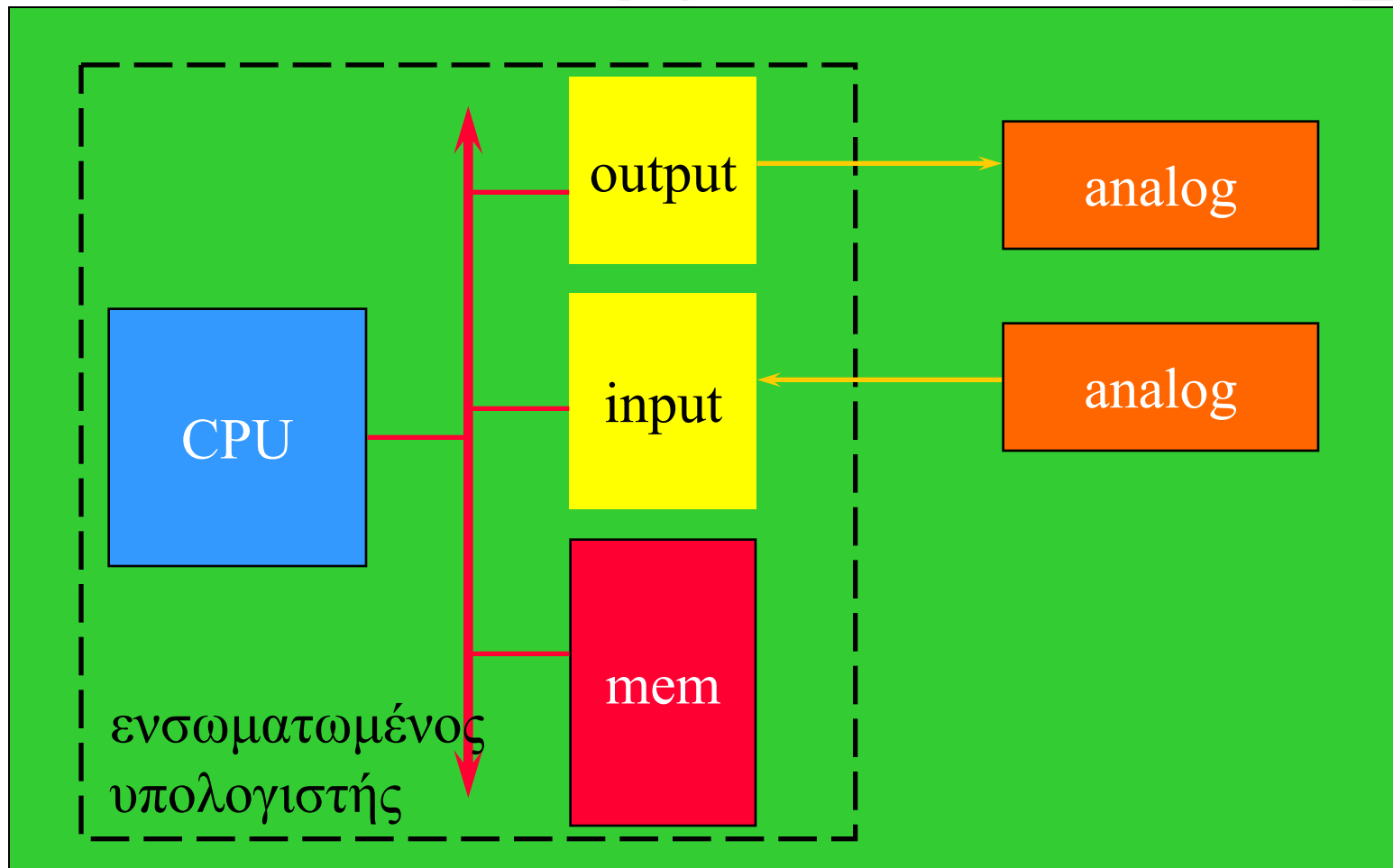
- Τι είναι τα ενσωματωμένα συστήματα;
- Προκλήσεις στο σχεδιασμό ενσωματωμένων υπολογιστικών συστημάτων.
- Μεθοδολογίες σχεδιασμού.

Ορισμοί



- **Ενσωματωμένο σύστημα:** κάθε συσκευή που περιλαμβάνει έναν προγραμματιζόμενο υπολογιστή και που δεν είναι από μόνη της ένας υπολογιστής γενικού σκοπού.
- Εκμεταλλεύονται χαρακτηριστικά της εφαρμογής για να βελτιωθεί ο σχεδιασμός τους:
 - Δε χρειάζονται όλα τα παραπάνω των υπολογιστών γενικού σκοπού.

Ενσωματώνοντας έναν υπολογιστή



Παραδείγματα



- Προσωπικός ψηφιακός βοηθός - Personal digital assistant (PDA).
- Εκτυπωτής.
- Κινητό τηλέφωνο.
- Αυτοκίνητο: μηχανή, φρένα, όργανα ελέγχου, κτλ.
- Τηλεόραση.
- Οικιακές συσκευές.
- Πληκτρολόγιο υπολογιστή (ανιχνεύει τα πλήκτρα).

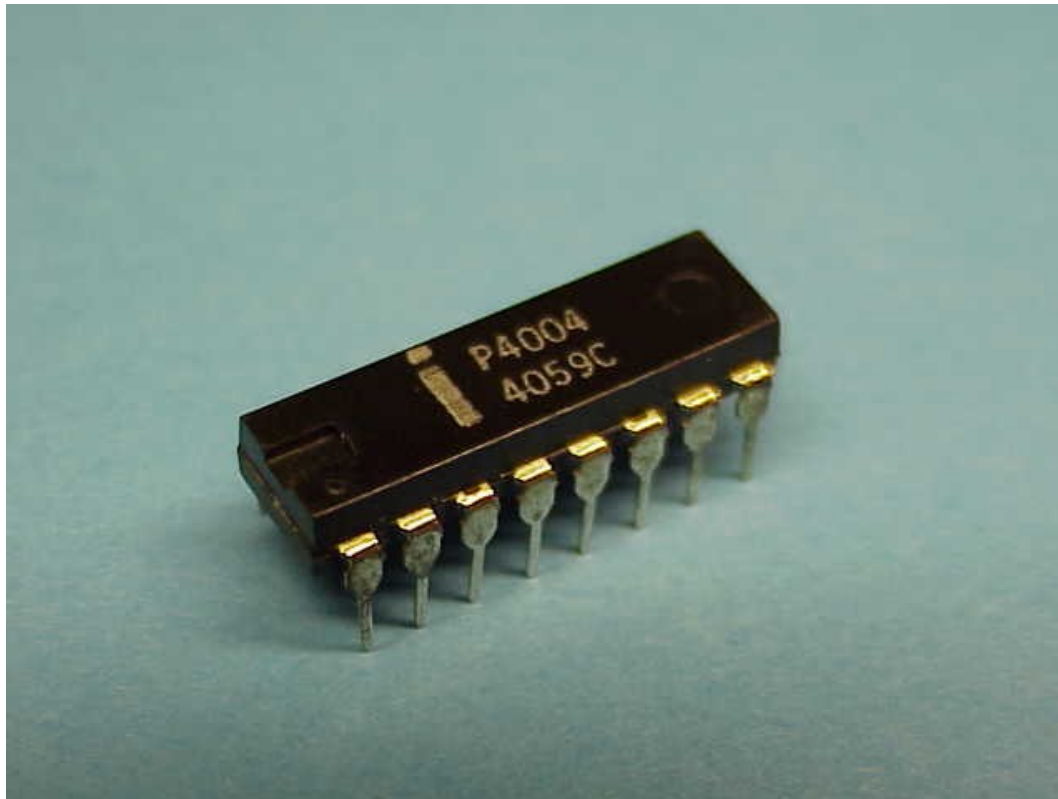
Ιστορία - MIT Whirlwind



- Τέλη δεκαετίας '40: Ο υπολογιστής MIT Whirlwind σχεδιάστηκε για λειτουργίες πραγματικού χρόνου.
 - Αρχικά σχεδιάστηκε για να ελέγχει έναν εξομοιωτή αεροπλάνου.

Ιστορία - Intel 4004

- Ο πρώτος μικροεπεξεργαστής ήταν ο Intel 4004 αρχές δεκαετίας '70.



Ιστορία - HP-35



Η αριθμομηχανή HP-35 χρησιμοποιούσε πολλά chips για να υλοποιήσει έναν μικροεπεξεργαστή το 1972.

Ιστορία, συν.



- Τα αυτοκίνητα χρησιμοποιούν ελεγκτές μηχανής βασισμένους σε μικροεπεξεργαστές από το 1970.
 - Ελέγχουν τη μίξη καυσίμου/αέρα, το χρονισμό της μηχανής κτλ.
 - Πολλοί τύποι λειτουργίας: ζέσταμα, ταξίδι, αναρρίχηση λόφου, κτλ.
 - Παρέχει χαμηλότερες εκπομπές καυσαερίων μεγαλύτερη απόδοση των καυσίμων.

Είδη μικροεπεξεργαστών

- **Μικροελεγκτής:** περιλαμβάνει συσκευές εισόδου/εξόδου, on-board μνήμη.
- **Ψηφιακός επεξεργαστής σήματος (DSP):** μικροεπεξεργαστής βελτιστοποιημένος για ψηφιακή επεξεργασία σήματος .
- **Τυπικό μέγεθος λέξεων σε ενσωματωμένα:** 8-bit, 16-bit, 32-bit.

Παραδείγματα εφαρμογών

- Απλός έλεγχος: εμπρόσθιο πάνελ ενός φούρνου μικροκυμάτων, κτλ.
- Η Canon EOS 3 έχει τρεις μικροεπεξεργαστές.
 - Μία RISC CPU 32-bit εκτελεί το autofocus και τα συστήματα ελέγχου του ματιού.
- Αναλογική TV: επιλογή καναλιών, κτλ.
- Ψηφιακή TV: προγραμματιζόμενες CPU + hardwired λογική.

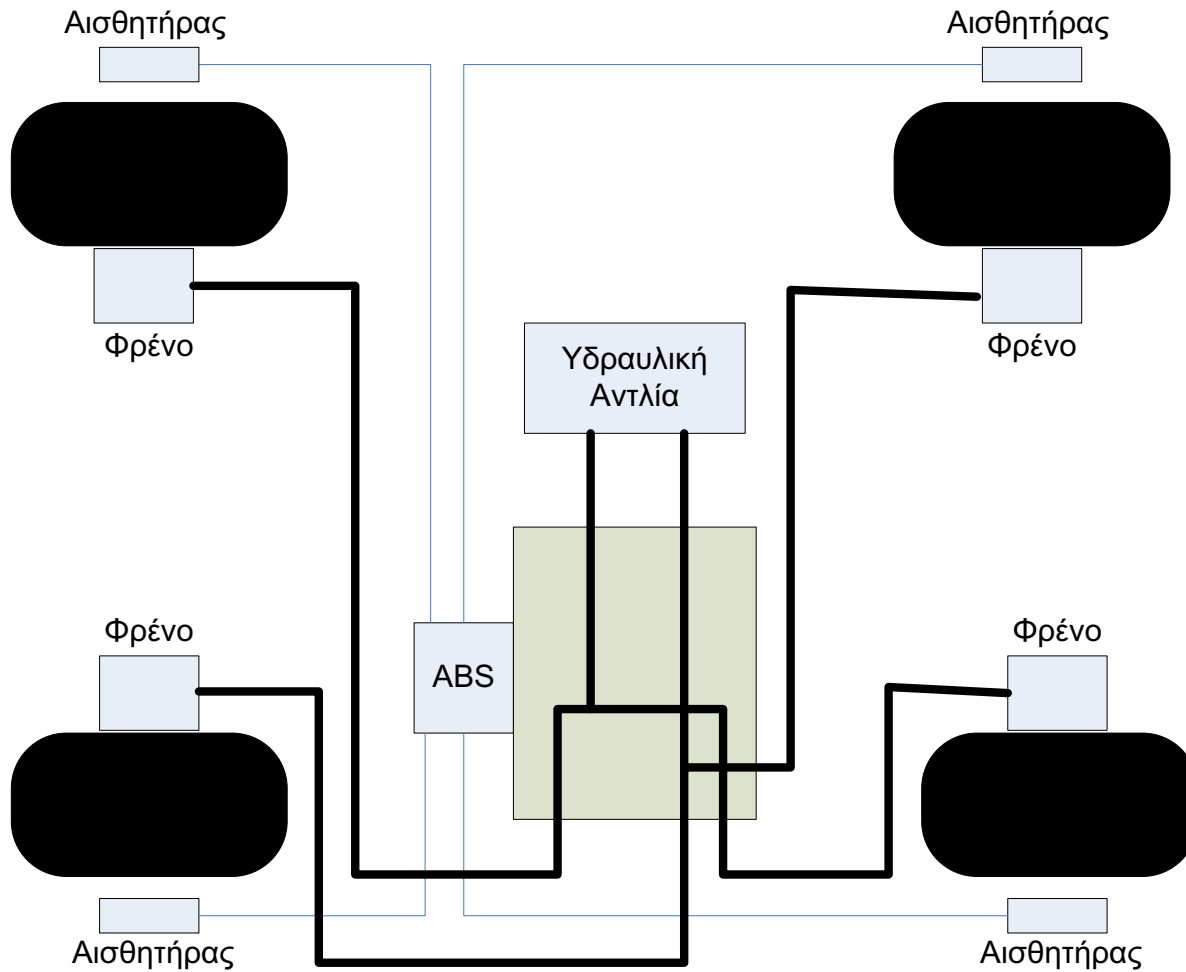
Ενσωματωμένα συστήματα στην αυτοκινητοβιομηχανία

- Ένα υψηλού κόστους αυτοκίνητο σήμερα μπορεί να έχει μέχρι και 100 μικροεπεξεργαστές:
 - Ένας μικροεπεξεργαστής 4-bit ελέγχει τη ζώνη.
 - Μικροεπεξεργαστές ελέγχουν τις συσκευές του βολάν.
 - Μικροεπεξεργαστές 16/32-bit ελέγχουν τη μηχανή.

Το σύστημα ελέγχου φρένων και ευστάθειας της BMW 850i

- **Anti-lock brake system (ABS):** ελέγχει τα φρένα ώστε να αποφευχθεί η ολίσθηση.
- **Automatic stability control (ASC+T):** ελέγχει τη μηχανή ώστε να βελτιωθεί η ευστάθεια.
- Τα ABS και ASC+T επικοινωνούν.
 - Το ABS παρουσιάστηκε πρώτο
 - υπήρχε η ανάγκη διασύνδεσης της υπάρχουσας ABS υπομονάδας.

BMW 850i, συν.



Χαρακτηριστικά των ενσωματωμένων συστημάτων

- Σύνθετη λειτουργικότητα.
- Λειτουργία σε πραγματικό χρόνο.
- Χαμηλό κόστος κατασκευής.
- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.
- Σχεδιασμένα με αυστηρές προθεσμίες από μικρές ομάδες.

Σύνθετη λειτουργικότητα



- Συχνά πρέπει να εκτελεσθούν πολλοί και/ή σύνθετοι αλγόριθμοι.
 - Κινητό τηλέφωνο, εκτυπωτής laser.
- Συχνά παρέχουν σύνθετη αλληλεπίδραση με το χρήστη.

Λειτουργία σε πραγματικό χρόνο

- Πρέπει να ολοκληρωθούν οι λειτουργίες μέσα σε προθεσμίες.
 - **Αυστηρά πραγματικού χρόνου:** απώλεια προθεσμίας οδηγεί σε αποτυχία.
 - **Χαλαρά πραγματικού χρόνου :** απώλεια προθεσμίας οδηγεί υποβαθμισμένη απόδοση.
- Πολλά συστήματα είναι **πολλαπλού ρυθμού:** πρέπει να χειρίζονται λειτουργίες σε ευρέως μεταβαλλόμενους ρυθμούς.

Χαμηλό κόστος κατασκευής -Μη λειτουργικές απαιτήσεις

- Πολλά ενσωματωμένα συστήματα είναι προϊόντα μαζικής παραγωγής που πρέπει να έχουν χαμηλό κατασκευαστικό κόστος.
 - Περιορισμένη μνήμη, μικροεπεξεργαστική ισχύς, κτλ.
- Η κατανάλωση ενέργειας είναι κρίσιμη σε συσκευές που λειτουργούν με μπαταρίες.
 - Υπερβολική κατανάλωση ενέργειας αυξάνει το κόστος του συστήματος ακόμα και για συσκευές που ηλεκτροδοτούνται από πρίζα.

Σχεδιαστικές ομάδες



- Συχνά σχεδιάζονται από μια μικρή ομάδα σχεδιαστών.
- Συχνά πρέπει να προλάβουν αυστηρές προθεσμίες:
 - Το παράθυρο αγοράς των 6 μηνών είναι πολύ συνηθισμένο.
 - Δεν μπορεί να χαθεί η περίοδος της επιστροφής στο σχολείο για μια αριθμομηχανή.

Γιατί χρησιμοποιούμε μικροεπεξεργαστές;



- Εναλλακτικά: εντός πεδίου προγραμματιζόμενη συστοιχία πυλών (FPGAs), custom logic, κτλ.
- Οι μικροεπεξεργαστές είναι συχνά πολύ αποτελεσματικοί: μπορούν να χρησιμοποιήσουν την ίδια λογική για πολλές διαφορετικές συναρτήσεις.
- Οι μικροεπεξεργαστές απλοποιούν το σχεδιασμό οικογενειών από προϊόντα.

Το παράδοξο της επίδοσης

- Οι μικροεπεξεργαστές χρησιμοποιούν πολύ περισσότερη λογική για να υλοποιήσουν μια συνάρτηση σε σχέση με προσαρμοσμένη λογική.
- Αλλά οι μικροεπεξεργαστές είναι συχνά τουλάχιστο το ίδιο γρήγοροι:
 - Αν είναι σε υψηλό βαθμό διοχετεύσιμοι (pipelined).
 - Αν σχεδιάζονται από μεγάλες ομάδες;
 - Αν χρησιμοποιούν επιθετική VLSI τεχνολογία.

Ενέργεια



- Η προσαρμοζόμενη λογική είναι ο καθαρός νικητής για συσκευές χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας.
- Οι μοντέρνοι μικροεπεξεργαστές προσφέρουν χαρακτηριστικά που βοηθούν στην έλεγχο της κατανάλωσης ενέργειας.
- Τεχνικές σχεδιασμού λογισμικού μπορούν να οδηγήσουν σε μειωμένη κατανάλωση ενέργειας.

Προκλήσεις στο σχεδιασμό ενσωματωμένων συστημάτων

- Πόσο υλικό χρειαζόμαστε;
 - Πόσο μεγάλη είναι η CPU; Η μνήμη;
- Πώς αντιμετωπίζουμε τις προθεσμίες;
 - Γρηγορότερο υλικό ή εξυπνότερο λογισμικό;
- Πως ελαχιστοποιούμε την ενέργεια;
 - Αφαιρούμε την άχρηστη λογική; Μειώνουμε τις προσπελάσεις στη μνήμη;

Προκλήσεις, κτλ.



- Λειτουργεί πραγματικά;
 - Είναι οι προδιαγραφές σωστές;
 - Η υλοποίηση συναντά τις προδιαγραφές;
 - Πώς εξετάζουμε τα χαρακτηριστικά πραγματικού χρόνου;
 - Πώς κάνουμε δοκιμές με πραγματικά δεδομένα;
- Πώς δουλεύουμε πάνω στο σύστημα;
 - Παρατηρησιμότητα, ελεγχιμότητα;
 - Ποια είναι η πλατφόρμα ανάπτυξης;

Μεθοδολογίες σχεδιασμού

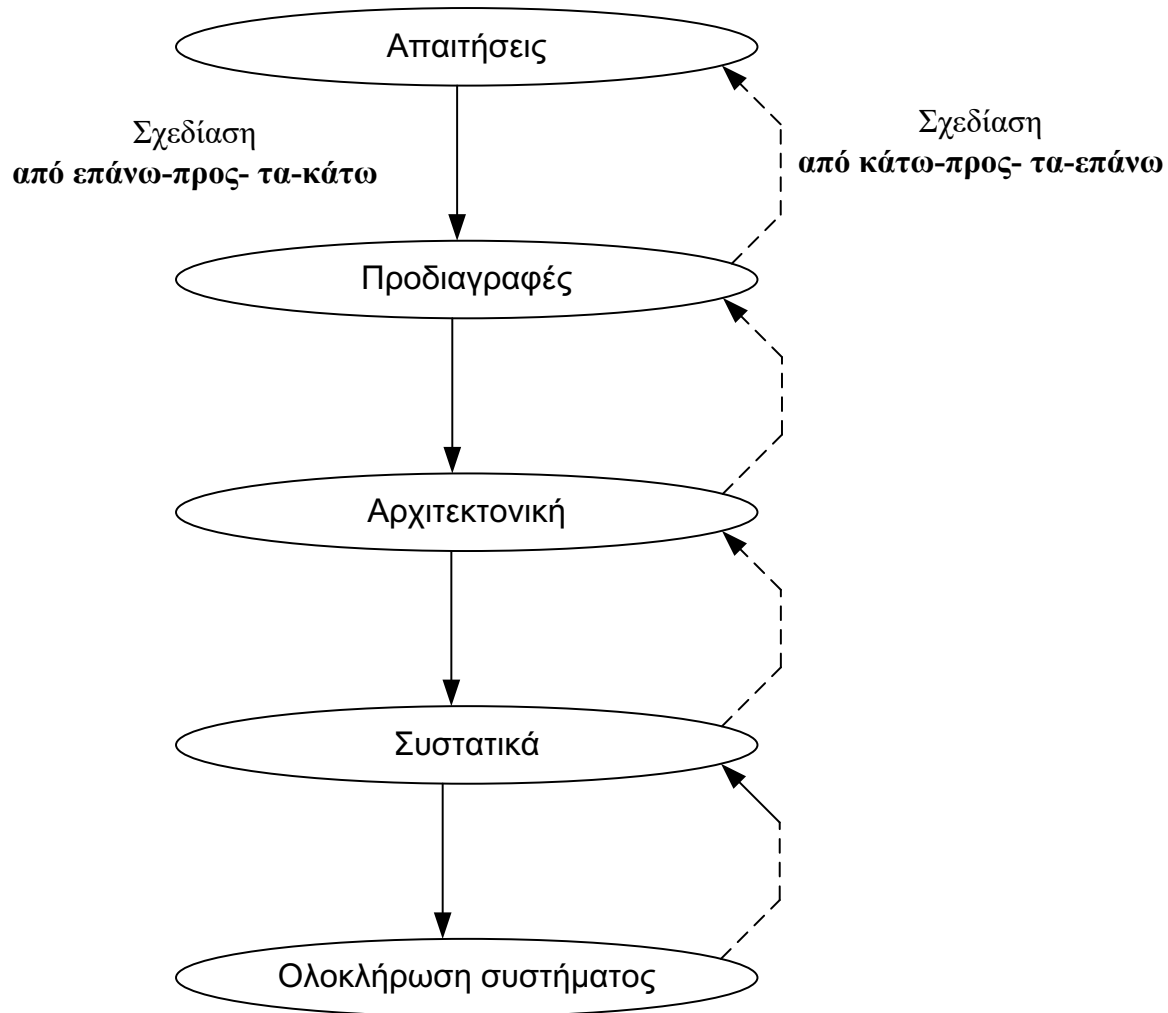
- Μια διαδικασία για το σχεδιασμό ενός συστήματος.
- Η κατανόηση της μεθοδολογίας βοηθάει στο να μη γίνει καμία παράλειψη
- Οι μεταγλωττιστές, η μηχανική λογισμικού, τα εργαλεία σχεδιασμού με τη βοήθεια υπολογιστή (CAD), κτλ. :
 - βοηθούν στην αυτοματοποίηση των βημάτων της μεθοδολογίας,
 - παρακολουθούν την ίδια τη μεθοδολογία.

Σχεδιαστικοί στόχοι



- Απόδοση.
 - Συνολική ταχύτητα, προθεσμίες.
- Λειτουργικότητα και αλληλεπίδραση με χρήστη.
- Κόστος κατασκευής.
- Κατανάλωση ενέργειας.
- Άλλες απαιτήσεις (φυσικό μέγεθος, κτλ.)

Αφαιρετικά επίπεδα



Σχεδιάσεις από πάνω προς τα κάτω και από κάτω προς τα πάνω



- Σχεδίαση από πάνω προς τα κάτω:
 - Ξεκινά από την πιο αφαιρετική περιγραφή.
 - Προχωρά προς την πιο λεπτομερή.
- Σχεδίαση από κάτω προς τα πάνω:
 - Δουλεύει από τις μικρές συνιστώσες προς το μεγάλο σύστημα.
- Ο πραγματικός σχεδιασμός χρησιμοποιεί και τις δύο τεχνικές.

Εκλέπτυνση σε βήματα



- Σε κάθε αφαιρετικό επίπεδο πρέπει:
 - **Να αναλύσουμε** το σχεδιασμό για να προσδιορίζει χαρακτηριστικά της παρούσας κατάστασης του σχεδιασμού.
 - **Να γίνει εκλέπτυνση** του σχεδιασμού για να προστεθεί λεπτομέρεια.

Απαιτήσεις



- Περιγραφή σε απλή γλώσσα του τι ζητά και τι περιμένει να λάβει ο τελικός χρήστης.
- Μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους:
 - Με απ' ευθείας συζήτηση με τους πελάτες.
 - Συζητώντας με εκπροσώπους από το τμήμα μάρκετινγκ.
 - Παρέχοντας πρωτότυπα στο τελικό χρήστη για σχόλια.

Λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις

- Απαιτήσεις ως προς τη λειτουργία της συσκευής:
 - Η έξοδος σε συνάρτηση της εισόδου.
- Απαιτήσεις ΌΧΙ ως προς τη λειτουργία της συσκευής:
 - Χρόνος που απαιτείται για τον υπολογισμό της εξόδου.
 - Μέγεθος, βάρος, κτλ.
 - Κατανάλωση ενέργειας.
 - Αξιοπιστία.
 - κτλ.

Φόρμα με τις απαιτήσεις μας

Όνομα:

Σκοπός:

Είσοδοι:

Έξοδοι:

Λειτουργίες:

Απόδοση:

Κόστος κατασκευής:

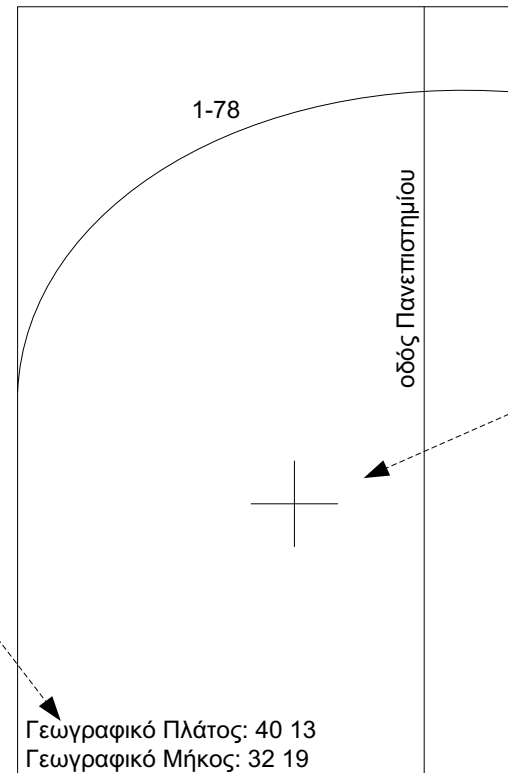
Ισχύς:

Φυσικό μέγεθος και βάρος:

Παράδειγμα: απαιτήσεις για μετακινούμενο χάρτη για GPS

- Ο μετακινούμενος χάρτης αποκτά στίγμα από το GPS, και σχεδιάζει το χάρτη από την τοπική βάση δεδομένων.

Γεωγραφικό Πλάτος και
Γεωγραφικό Μήκος της
θέσης του χρήστη



Ανάγκες του μετακινούμενου χάρτη για GPS

- **Λειτουργικότητα:** Για χρήση σε αυτοκίνητο. Να δείχνει τους σημαντικούς δρόμους και περιοχές.
- **Αλληλεπίδραση με χρήστη:** Οθόνη με τουλάχιστο 400 x 600 pixels. Το πολύ τρία κουμπιά. Αναδυόμενο μενού.
- **Απόδοση:** Ο χάρτης θα πρέπει να ξετυλίγεται ομαλά. Εκκίνηση εφαρμογής σε όχι περισσότερο από 1 sec power-up. Κλείδωμα στο GPS μέσα σε 15 seconds.
- **Κόστος:** 500 € τιμή εμπορίου = περίπου 100 € για τα απαιτούμενα υλικά.

Ανάγκες του μετακινούμενου χάρτη για GPS, συν.



- **Φυσικό μέγεθος/βάρος:** Να χωρά στον πίνακα οργάνων.
- **Κατανάλωση ενέργειας:** Αντίστοιχη με ένα CD player.

Φόρμα του μετακινούμενου χάρτη για GPS

Όνομα	GPS με κινούμενο χάρτη
Σκοπός	Σύστημα GPS με κινούμενο χάρτη για χρήση κατά την οδήγηση
Είσοδοι	Ένα πλήκτρο ενεργοποίησης, δύο πλήκτρα ελέγχου
Έξοδοι	Οθόνη LCD με ανάλυση 400x600 pixels
Λειτουργίες	Χρησιμοποιεί σύστημα GPS πέντε δεκτών. Διαθέτει τρεις εναλλακτικές αναλύσεις οι οποίες επιλέγονται από τον χρήστη. Δείχνει πάντα το τρέχον γεωγραφικό μήκος και το τρέχον γεωγραφικό πλάτος.
Απόδοση	Η οθόνη ενημερώνεται κάθε 0,25 sec κατά τη διάρκεια της κίνησης.
Κόστος κατασκευής	100€
Ισχύς	100 mWatt
Φυσικό μέγεθος και βάρος	Όχι μεγαλύτερο από 400 gr

Προδιαγραφές



- Μια πιο ακριβής περιγραφή του συστήματος:
 - Δεν πρέπει να υπονοεί συγκεκριμένη αρχιτεκτονική
 - Να παρέχει είσοδο στη διαδικασία αρχιτεκτονικής σχεδίασης.
- Μπορεί να περιλαμβάνει λειτουργικά και μη λειτουργικά στοιχεία.
- Μπορεί να είναι εκτελέσιμο ή μπορεί να είναι σε μαθηματική φόρμα για απόδειξη.

Προδιαγραφές για το GPS

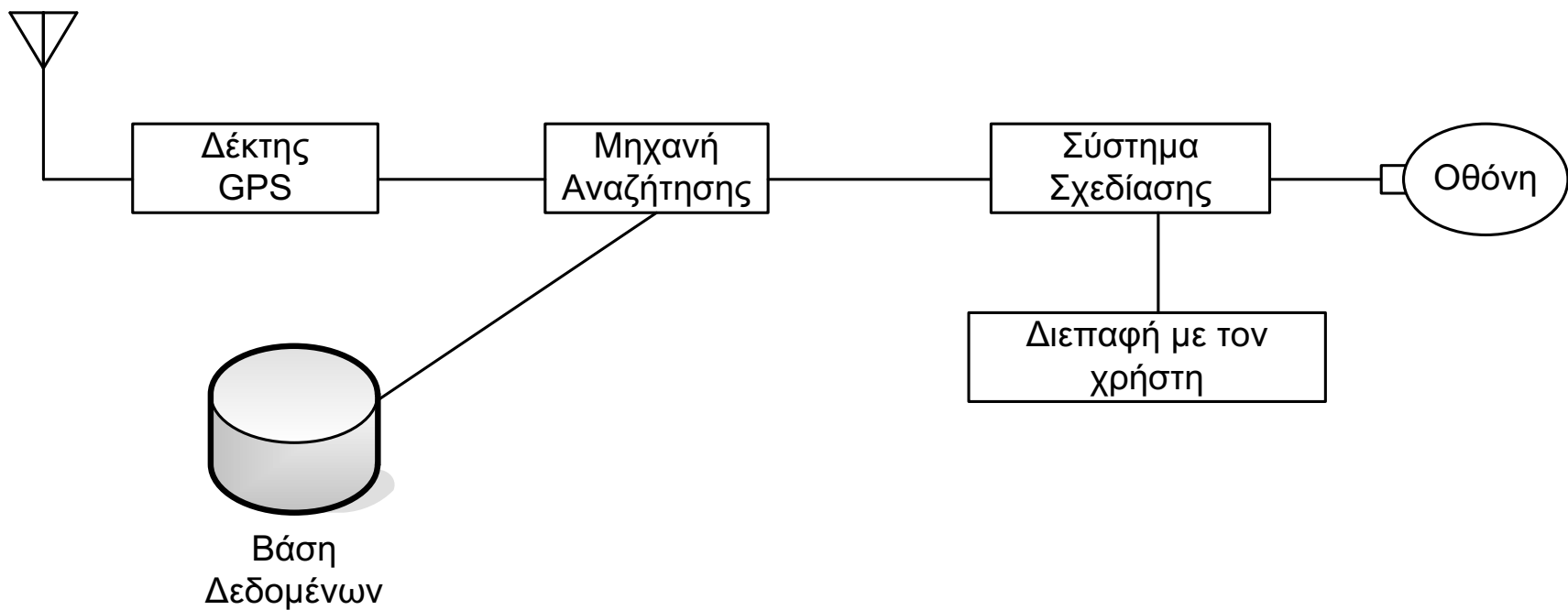
- Πρέπει να περιλαμβάνει:
 - Ότι λαμβάνεται από το GPS.
 - Χάρτη δεδομένων.
 - Αλληλεπίδραση με το χρήστη.
 - Λειτουργίες που να ικανοποιούν τις απαιτήσεις του χρήστη.
 - Λειτουργίες στο φόντο που απαιτούνται για να λειτουργεί το σύστημα.

Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός

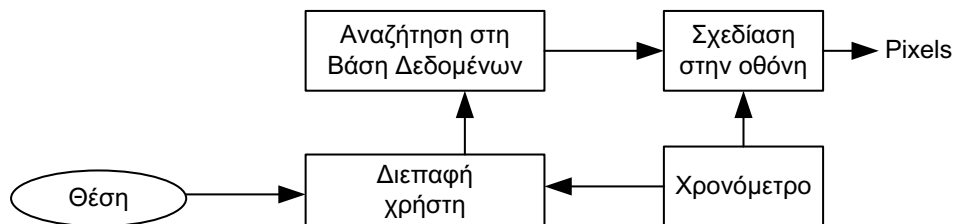
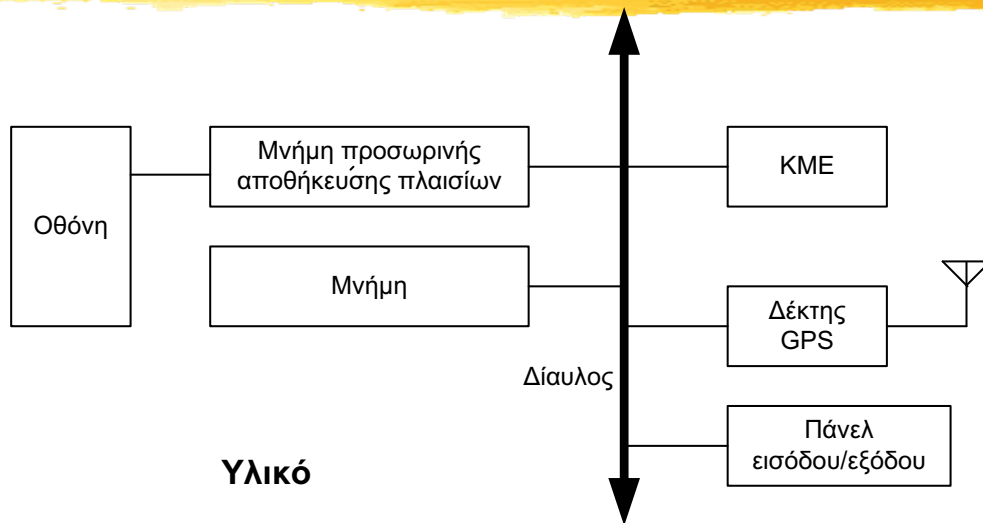


- Ποια σημαντικά εξαρτήματα ικανοποιούν τις προδιαγραφές;
- Εξαρτήματα υλικού:
 - CPU, περιφερειακά, κτλ.
- Εξαρτήματα λογισμικού:
 - Κυρίως προγράμματα και λειτουργίες τους.
- Πρέπει να συνυπολογιστούν οι λειτουργικές και μη λειτουργικές προδιαγραφές.

Διάγραμμα του μετακινούμενου χάρτη για GPS



Αρχιτεκτονική υλικού/λογισμικού του μετακινούμενου χάρτη για GPS



Λογισμικό

Σχεδιάζοντας εξαρτήματα υλικού και λογισμικού



- Πρέπει να ξοδευτεί χρόνος για το σχεδιασμό του συστήματος πριν αρχίσει η ανάπτυξη του κώδικα.
- Κάποια εξαρτήματα είναι έτοιμα, κάποια πρέπει να τροποποιηθούν από υπάρχοντες σχεδιασμούς, κάποια πρέπει να σχεδιαστούν από την αρχή.

Ολοκλήρωση συστήματος



- Ένωση εξαρτημάτων.
 - Πολλές ατέλειες εμφανίζονται σε αυτό το στάδιο.
- Πρέπει να υπάρχει σχέδιο για την ένωση των εξαρτημάτων και τη γρήγορη ανίχνευση ατελειών, και για τον έλεγχο όσο το δυνατό μεγαλύτερου κομματιού της λειτουργικότητας όσο το δυνατό πιο νωρίς.

Σύνοψη



- Οι ενσωματωμένοι ελεγκτές βρίσκονται τριγύρω μας.
 - Πολλά συστήματα έχουν πολύπλοκο ενσωματωμένο υλικό και λογισμικό.
- Τα ενσωματωμένα συστήματα θέτουν πολλές σχεδιαστικές προκλήσεις: χρόνος σχεδιασμού, προθεσμίες, ενέργεια, κτλ.
- Οι μεθοδολογίες σχεδιασμού μας βοηθούν να ελέγξουμε τη σχεδιαστική διαδικασία.