

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

Ενσωματωμένα Συστήματα

Ενότητα 10: Απόδοση.

Δρ. Μηνάς Δασυγένης
mdasyg@ieee.org

Εργαστήριο Ψηφιακών Συστημάτων και Αρχιτεκτονικής
Υπολογιστών

<http://arch.icte.uowm.gr/mdasyg>



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ψηφιακά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Σκοπός ενότητας

- Η κατανόηση των αναγκών διασύνδεσης στα ενσωματωμένα συστήματα.
- Η περιγραφή των αρχιτεκτονικών διασύνδεσης σε ενσωματωμένες αρχιτεκτονικές.



Δικτύωση για ενσωματωμένα συστήματα

- Γιατί χρησιμοποιούμε δίκτυα.
- Αφαιρέσεις δικτύου.
- Παραδείγματα δικτύων.

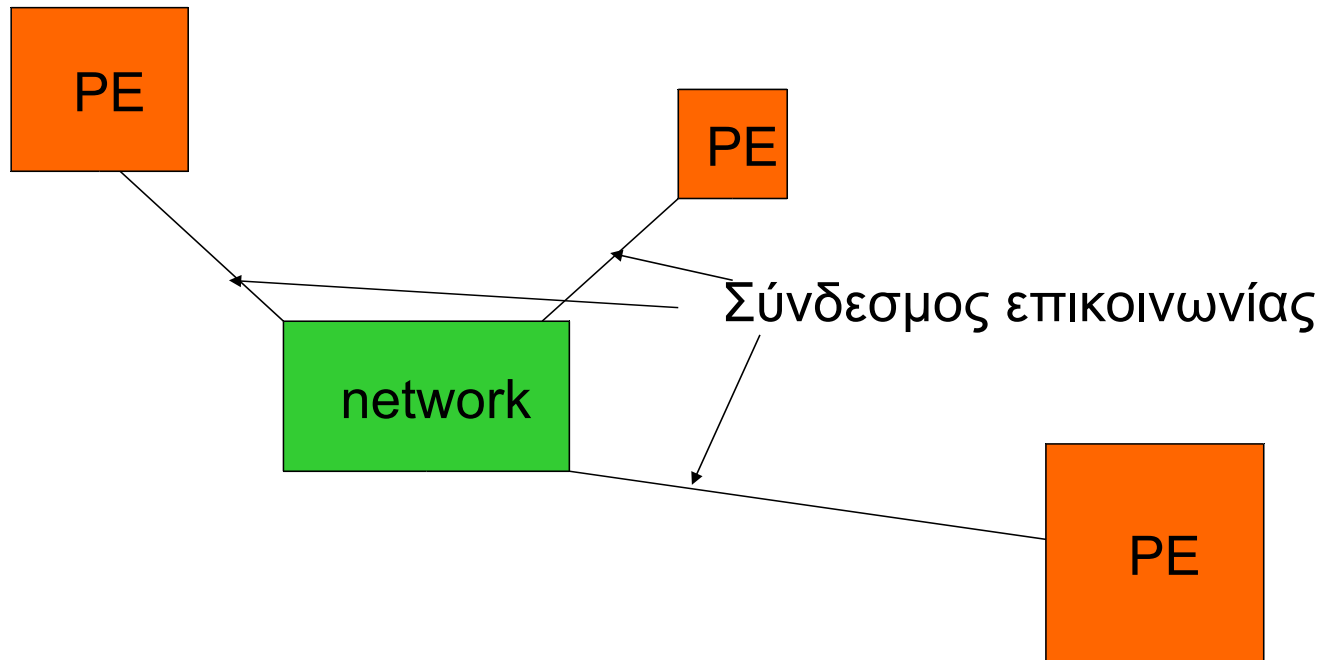


Στοιχεία δικτύου: **Ανάγκη για επικοινωνία**

PE: Processing Elements (*στοιχεία διεργασίας*).

Τα PEs μπορεί να είναι CPUs ή ASICs.

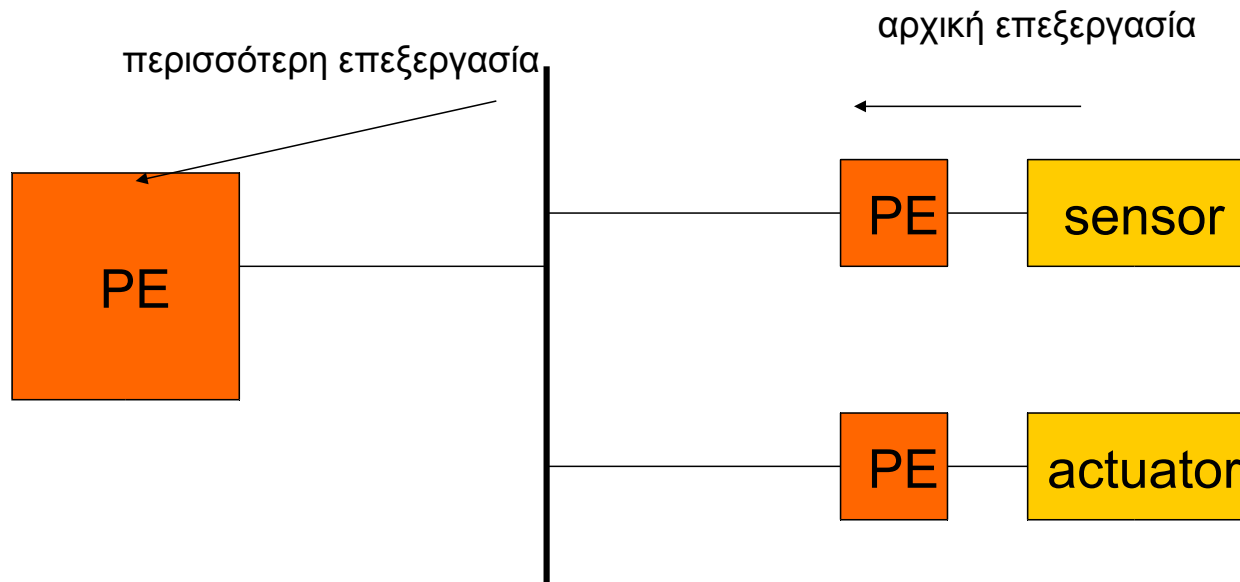
Κατανεμημένη υπολογιστική πλατφόρμα



Δίκτυα σε ενσωματωμένα συστήματα

Μείωση των δεδομένων που μετακινούνται μέσω κοινού διαύλου (π.χ. *sampling stream*) ή αποφυγή over-load του κεντρικού επεξεργαστή.

Κάποιες εργασίες είναι 'φυσικά κατανεμημένες', απαιτείται υπολογιστική ισχύς στο σημείο που συμβαίνουν τα γεγονότα, π.χ. έλεγχος της μηχανής



Γιατί κατανεμημένα; (1/2)

(το οποίο αυξάνει την πολυπλοκότητα)

- **Υψηλότερη απόδοση** με χαμηλότερο κόστος
(1 γρήγορη *cpu*/2 αργές *cpus*).
- **Φυσικά κατανεμημένες δραστηριότητες** → χρονικές σταθερές ίσως δεν επιτρέψουν τη μετάδοση στο κεντρικό σταθμό.
(επίσης επιτρέπουν αρχική προεπεξεργασία στο περιφερειακό σταθμό).
Οι προθεσμίες μπορούν να τηρηθούν ευκολότερα.
- **Επεκτασιμότητα** (συναρμολογησιμότητα από υπάρχοντα εξαρτήματα).
 - Ίσως αγορά υποσυστημάτων που έχουν ενσωματωμένους επεξεργαστές.



Γιατί κατανεμημένα; (2/2)

(το οποίο αυξάνει την πολυπλοκότητα)

- Βελτιωμένο debugging---χρήση μιας CPU στο δίκτυο για να κάνει debug τις άλλες.
- Ανεκτικός σε σφάλματα σχεδιασμός.



δίαυλος **VS** δίκτυο

- Ο δίαυλος του υπολογιστή είναι επίσης ένα δίκτυο.
- Ο όρος Δίκτυο χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα διασυνδεδεμένο σύστημα το οποίο **δεν παρέχει επικοινωνία διαμοιραζόμενης μνήμης**.
- Τα επεξεργαστικά στοιχεία (PE) δε χρησιμοποιούν το δίκτυο για να προσκομίσουν εντολές.
- Ο χρονισμός σε ένα δίκτυο δεν είναι τόσο πολύπλοκος όσο στο δίαυλο, όπου συμβαίνουν αυθαίρετα και τυχαία προσκομίσεις εντολών → ακριβέστερα μοντέλα προσομοίωσης.



Το δίκτυο αποτελείται από ΡΕ

- ΡΕ: Επεξεργαστικό στοιχείο

- CPU

- DSP

- ASIP

- μ CPU

- ASIC

- Sensor

(αν υποστηρίζει επικοινωνία πρωτοκόλλου δικτύου)

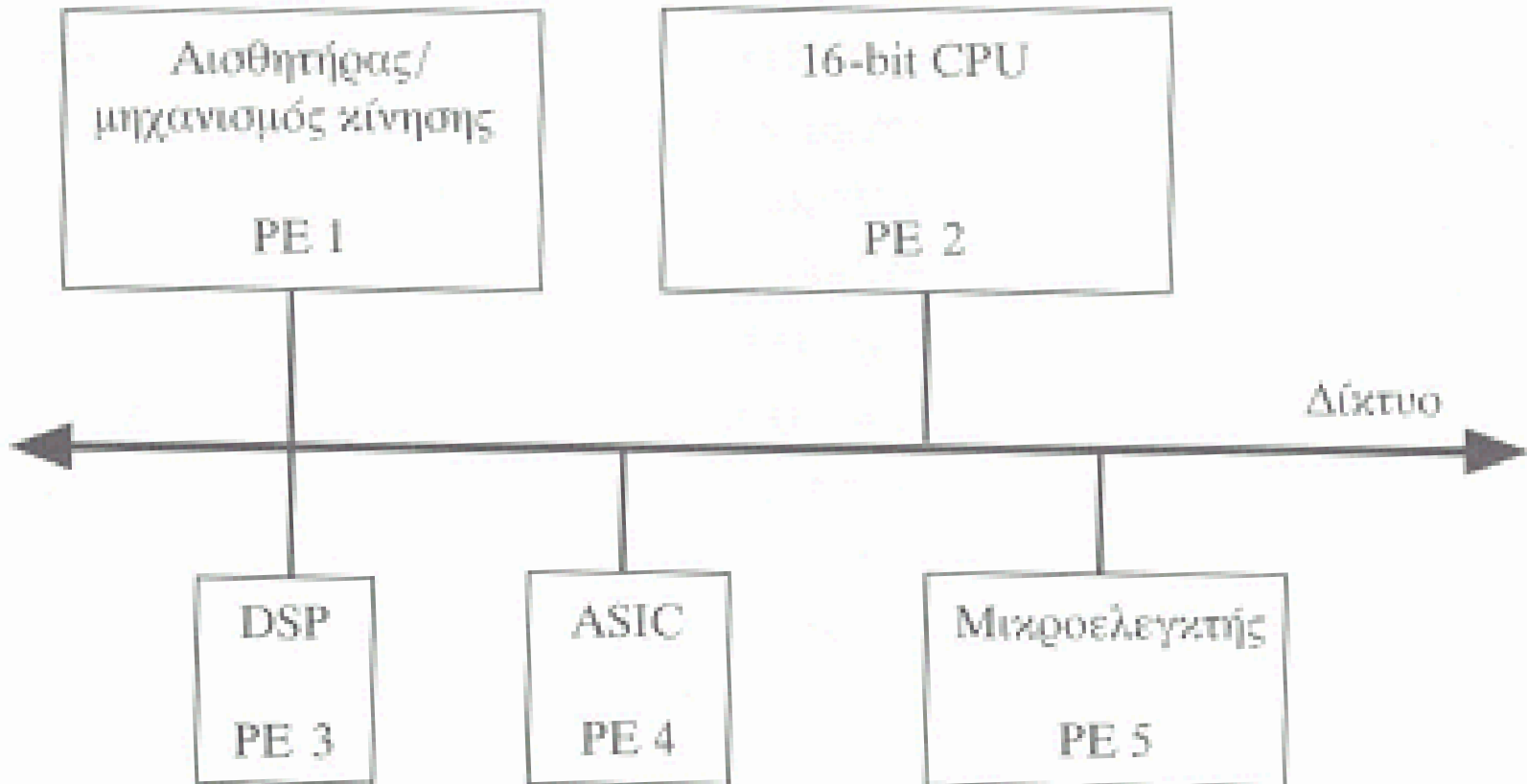


Ενσωματωμένο δίκτυο

- Το ενσωματωμένο δίκτυο διασυνδέει τα ΡΕ και άλλα δίκτυα *(ειδικά, αν είναι απαραίτητη περιορισμένη επικοινωνία μεταξύ των δικτύων).*
- Πολλές διαφορετικές τοπολογίες.
- Επίσης αναφέρεται ως: communication link *(σύνδεσμος επικοινωνίας).*



Ένα τυπικό σύστημα με ενσωματωμένο δίκτυο



Αφαιρέσεις δικτύου

- Τα δίκτυα είναι πολύπλοκα στο σχεδιασμό.
- Ο οργανισμός διεθνών προτύπων (*ISO*) ανέπτυξε το μοντέλο **διασύνδεσης ανοιχτών συστημάτων** (*OSI*) για να περιγράψει τα δίκτυα:
 - Μοντέλο 7 επιπέδων.
- Παρέχει ένα καθορισμένο τρόπο για να κατατάξει τις συνιστώσες του δικτύου και τις λειτουργίες.



Μοντέλο OSI



Τα επίπεδα του OSI (1/2)

- **Φυσικό:** connectors, bit formats , βύσματα, καλώδια, βασικές διαδικασίες ανταλλαγής bit, etc.
- **Ζεύξης δεδομένων:** ανίχνευση σφαλμάτων και έλεγχος κατά μήκος μιας απλής ζεύξης (*single hop*).
- **Δικτύου:** από άκρη σε άκρη multi-hop επικοινωνία δεδομένων.
- **Μεταφοράς:** παρέχει συνδέσεις, ίσως βελτιστοποιεί τους πόρους του δικτύου.



Τα επίπεδα του OSI (2/2)

- **Συνόδου:** υπηρεσίες για τις εφαρμογές τελικού χρήστη: ομαδοποίηση δεδομένων, τοποθέτηση σημείων ελέγχου, κτλ.
- **Παρουσίασης:** μορφές δεδομένων, υπηρεσίες μετασχηματισμού.
- **Εφαρμογής:** η διεπαφή μεταξύ του δικτύου και των προγραμμάτων του τελικού χρήστη.

Μολονότι μπορεί να φαίνεται ότι τα ενσωματωμένα συστήματα είναι πολύ απλά για να απαιτούν το OSI, το μοντέλο είναι αρκετά χρήσιμο και ολοένα αυξανόμενος αριθμός ενσωματωμένων συστημάτων παρέχει υπηρεσίες διαδικτύου.



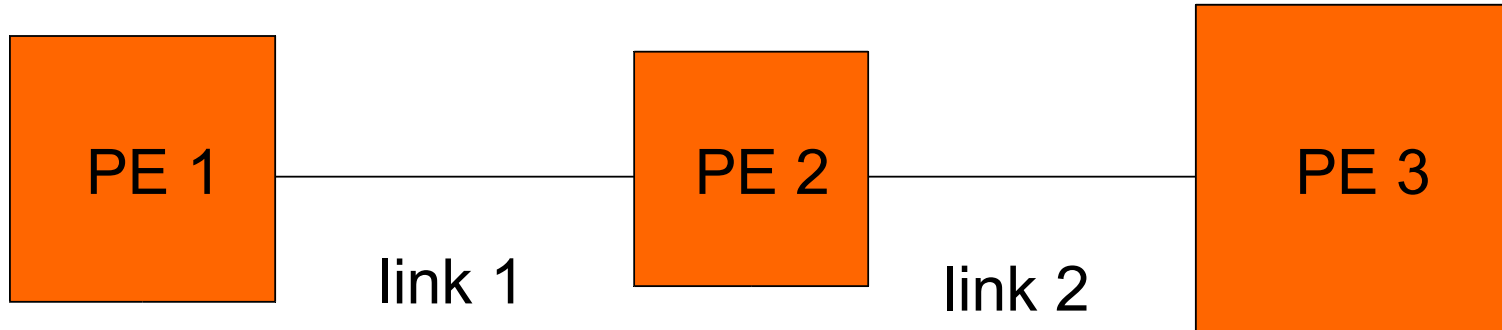
Αρχιτεκτονικές hardware

- Πολλά διαφορετικά συστήματα οργανισμών.
- Πολλοί διαφορετικοί τύποι δικτύων:
 - τοπολογία,
 - χρονοπρογραμματισμός της επικοινωνίας,
 - δρομολόγηση.

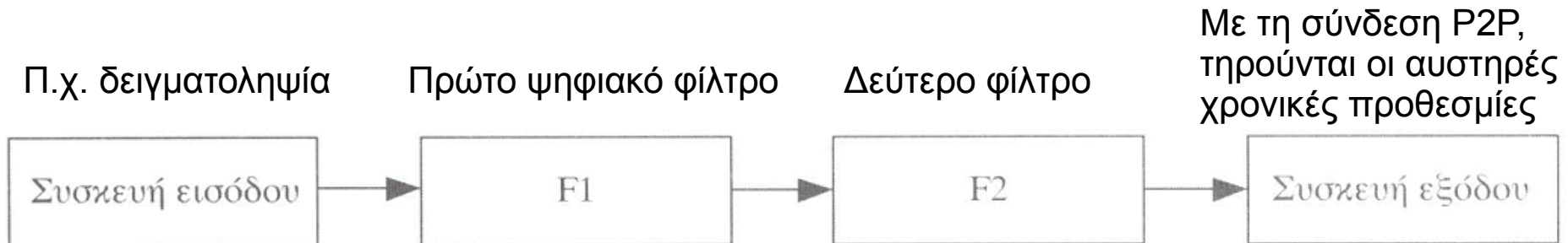


Δίκτυα point-to-point (1/3)

- Μια πηγή, ένας ή περισσότεροι προορισμοί, καμία μεταγωγή δεδομένων (σειριακή θύρα).
- Πολύ απλά στο σχεδιασμό.
- Καμία παρεμβολή.



Δίκτυα point-to-point (2/3)



Δίκτυα point-to-point (3/3)

- Διαφορετικοί τύποι P2P:
 - αμφίδρομη (*full-duplex*) για ταυτόχρονη επικοινωνία και στις 2 κατευθύνσεις.
 - ημιαφίδρομη (*half-duplex*) για μονόδρομη επικοινωνία.
 - One-way.

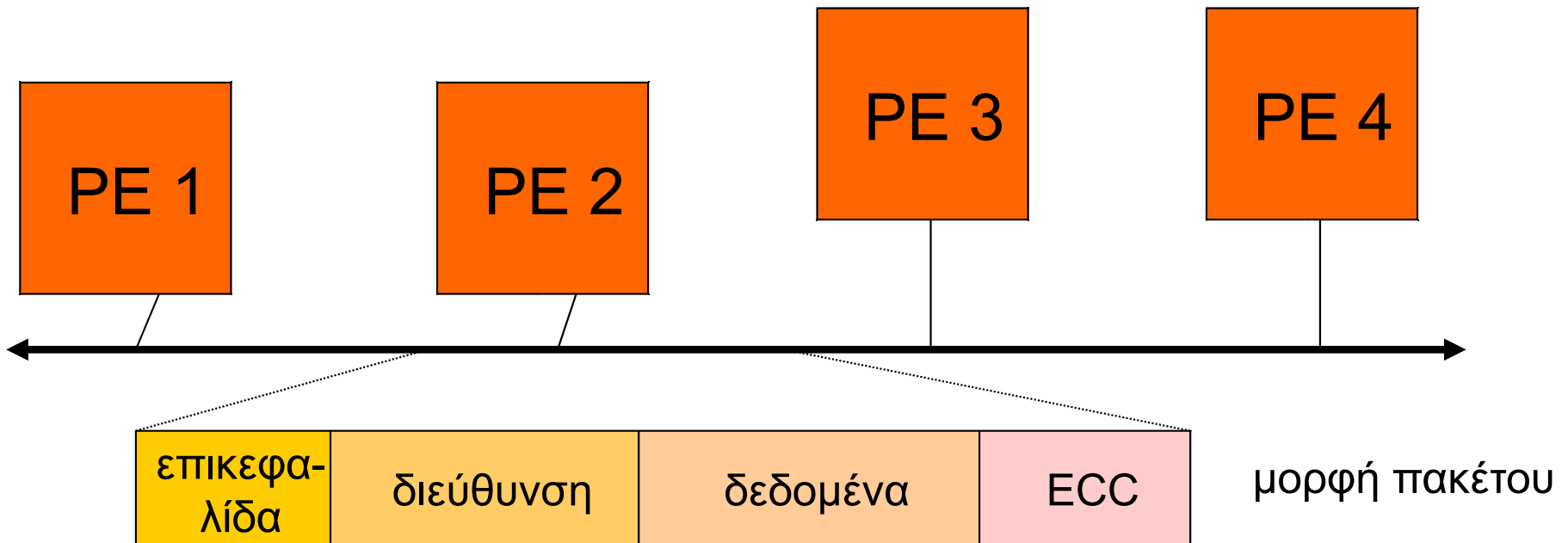


Δίκτυα διαύλου (1/2)

- Πολλαπλές συσκευές.
- Τα ΡΕ έχουν διευθύνσεις δικτύου.
- Επικοινωνία μέσω πακέτων.
- Bits ισοτιμίας, bits σηματοδότησης (*δίαυλος σε χρήση*), προτεραιότητα.
- Ίσως χρειαστεί κατακερματισμός πακέτων αν είναι μεγαλύτερα από το ωφέλιμο φορτίο του πακέτου δεδομένων.
- Κοινή φυσική σύνδεση:



Δίκτυα διαύλου (2/2)



Διαιτησία στο δίαυλο (1/2)

- **Fixed**: ίδια σειρά αποφάσεων κάθε φορά (π.χ. προτεραιότητες).
- **Fair**: κάθε PE έχει την ίδια πρόσβαση για μεγάλες χρονικές περιόδους.
 - **round-robin**: περιστρέφει την μεγαλύτερη προτεραιότητα μεταξύ των PEs.
Ο δίαυλος PCI είναι ένα fair round robin σύστημα.



Διαιτησία στο δίαυλο (2/2)

fixed



round-robin



A,B,C

A,B,C



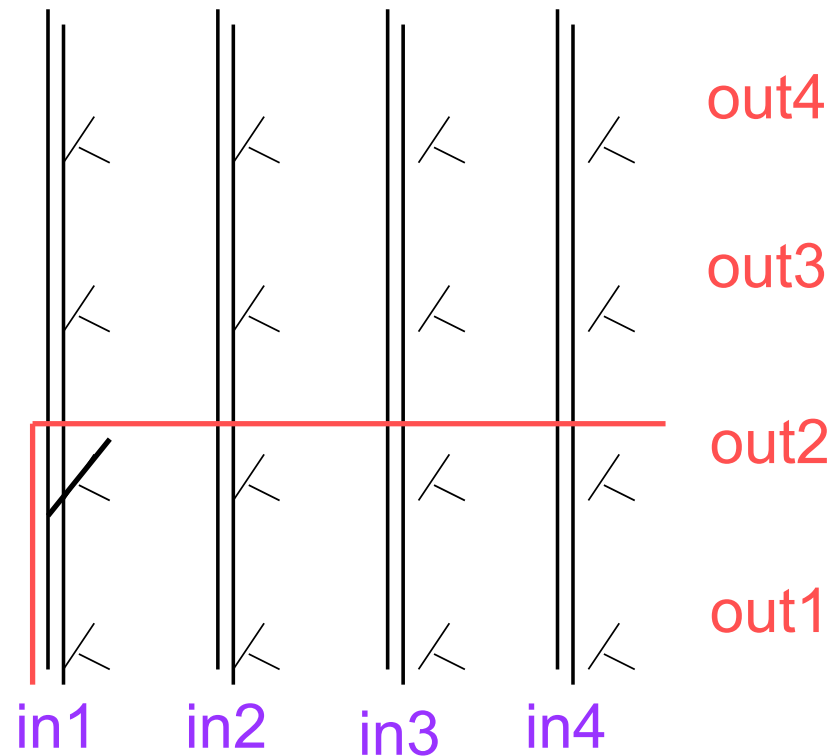
Δίαυλος και διαγράμμιση

- Ο διάυλος έχει περιορισμένο εύρος ζώνης.
- Το PE ίσως αντιμετωπίσει παρεμπόδιση επικοινωνίας.
- Υπάρχει λύση χρησιμοποιώντας ένα μεταγωγέα διαγράμμισης (*crossbar switch*).



Διαγράμμιση (crossbar)

- Ταυτόχρονες συνδέσεις.
- Αυθαίρετες συνδέσεις εισόδου-εξόδου.
- Multicast σύνδεση (μια είσοδος σε πολλαπλές εξόδους).



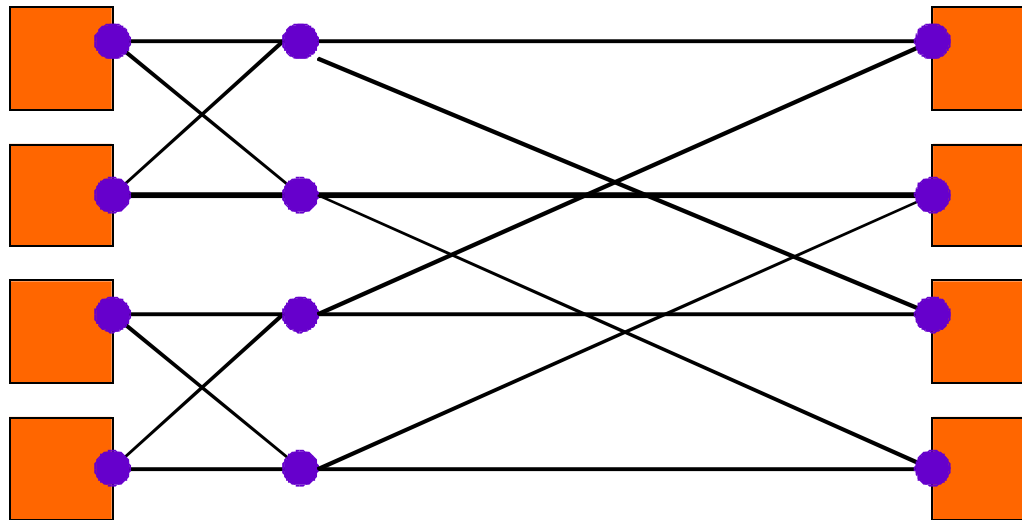
Χαρακτηριστικά διαγράμμισης

- Μη-αποκλεισμός.
- Μπορεί να χειριστεί αυθαίρετους multi-cast συνδυασμούς.
- **Μειονέκτημα:** Κόστος ανάλογο προς n^2 .



Multi-stage networks (δίκτυα πολλαπλών σταδίων)

- Χρήση διάφορων σταδίων στοιχείων μεταγωγής.
- Συχνός αποκλεισμός.
- Συχνά μικρότερος από ότι στη διαγράμμιση.
- Άμεσα δίκτυα (δεν υπάρχει μνήμη για να αποθηκευτούν τα πακέτα) ή έμμεσα δίκτυα (αποθήκευση και προώθηση).



Αποκλεισμός/χειραψία

- Τα περισσότερα δίκτυα είναι αποκλεισμού (περιπτώσεις όπου κάποιοι συνδυασμοί εισόδου-εξόδων δεν είναι εφικτοί).
- Ο δίαυλος μπλοκάρεται με μια μετάδοση.
- Δίκτυο VS Δίαυλος:
 - Και οι δύο χρειάζονται χειραψία.
 - Το πρωτόκολλο υλοποιημένο σε λογισμικό.
 - Το πρωτόκολλο διαύλου υλοποιημένο σε hardware.



Πολλαπλά δίκτυα

- Εναλλακτικό σύστημα σχεδιασμού.
- Χαμηλότερο το κόστος δύο φθηνών δικτύων από ένα ακριβό.
- Μπορούν να διαχωρίσουν τις κρίσιμες και τις μη κρίσιμες επικοινωνίες.
- Πολλά ενσωματωμένα συστήματα χρησιμοποιούν σειριακές επικοινωνίες για χαμηλό εύρος ζώνης και διαύλους για υψηλότερο εύρος ζώνης .



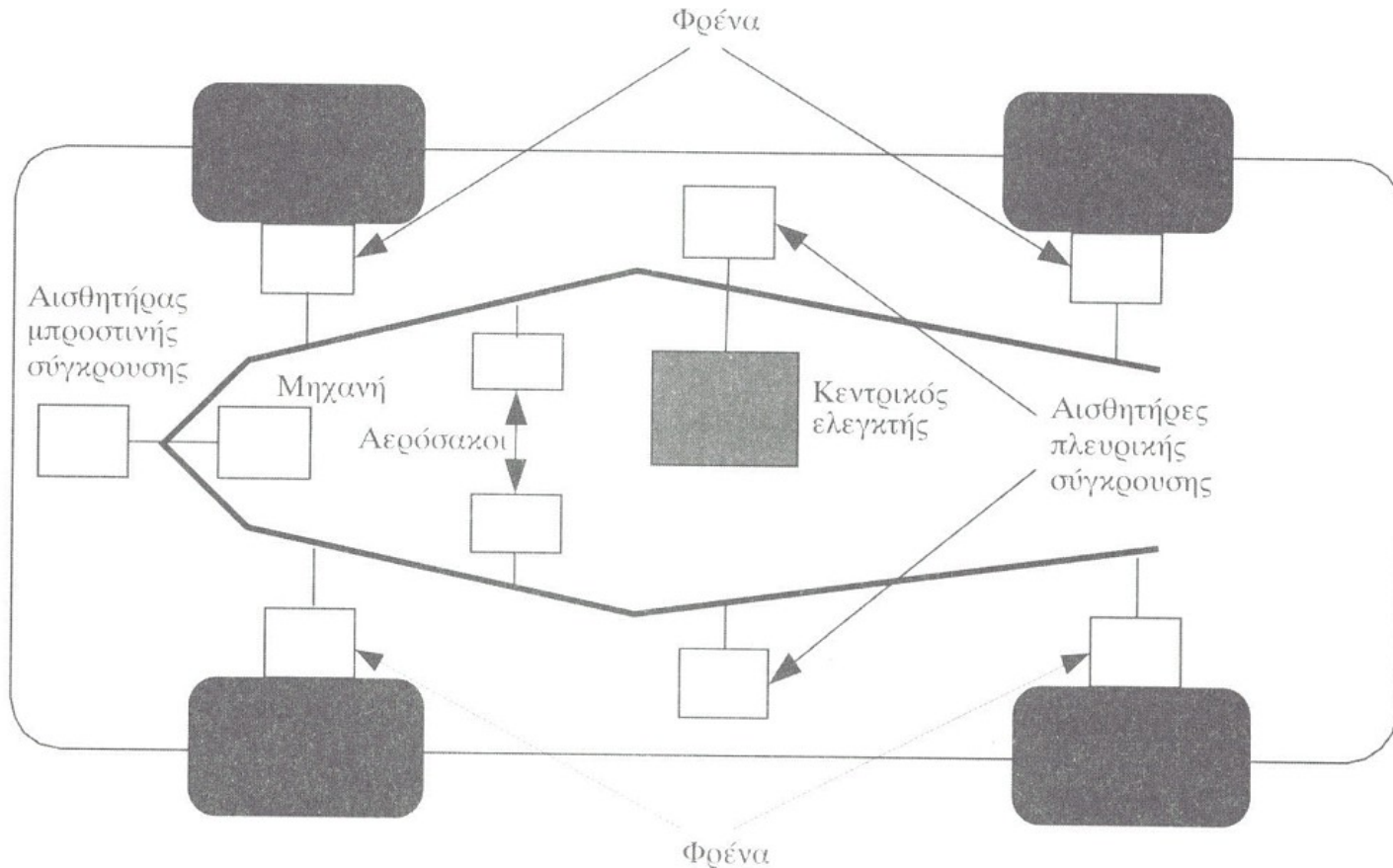
Μηνυματοστρεφής προγραμματισμός

- Τα δίκτυα δεν παρέχουν διαμοιραζόμενη μνήμη.
- Το επίπεδο μεταφοράς παρέχει μηνυματοστρεφή προγραμματιστική διεπαφή:
`send_msg(adrs, data1) ;`
- Τα δεδομένα πρέπει να σπάσουν σε πακέτα στην πηγή και να ανακατασκευαστούν στον προορισμό.
- Data-push προγραμματισμός: κάνει πράγματα να συμβαίνουν στο δίκτυο με βάση τις μεταφορές δεδομένων (περιοδικά δεδομένα σταλμένα από απομακρυσμένες τοποθεσίες, χωρίς αίτημα).
- Επικοινωνία με αποκλεισμό/μη αποκλεισμό χρήσιμη αν υπάρχει παράλληλη διεργασία.
- Συνήθως η λήψη ενός πακέτου εγείρει μια διακοπή.



Data-push προγραμματισμός

- Καλύτερος σε δεδομένα περιοδικής μετάδοσης, από ό,τι σε στάθμο-σκόπηση.



Δίκτυα που χρησιμοποιούνται σε ενσωματωμένα συστήματα

- Κλασικά Δίκτυα/Δίαυλοι:
 - Multibus & VME (κυρίως για βιομηχανικές εφαρμογές).
 - ISA (ενσωματωμένα σύστημα βασισμένα στο PC).
 - PCI (αντικατέστησε το ISA).
 - Ethernet.
 - Myrinet (πληροφορική υψηλής επίδοσης).
- Κατανεμημένη ενσωματωμένη πληροφορική:
 - I2C (*micro-cpu* δίκτυα).
 - CAN (ηλεκτρονικά/*megabit* στην αυτοκινητοβιομηχανία).
 - Echelon LON (βιομηχανικός αυτοματισμός).
 - Adhoc DSP δίκτυα.

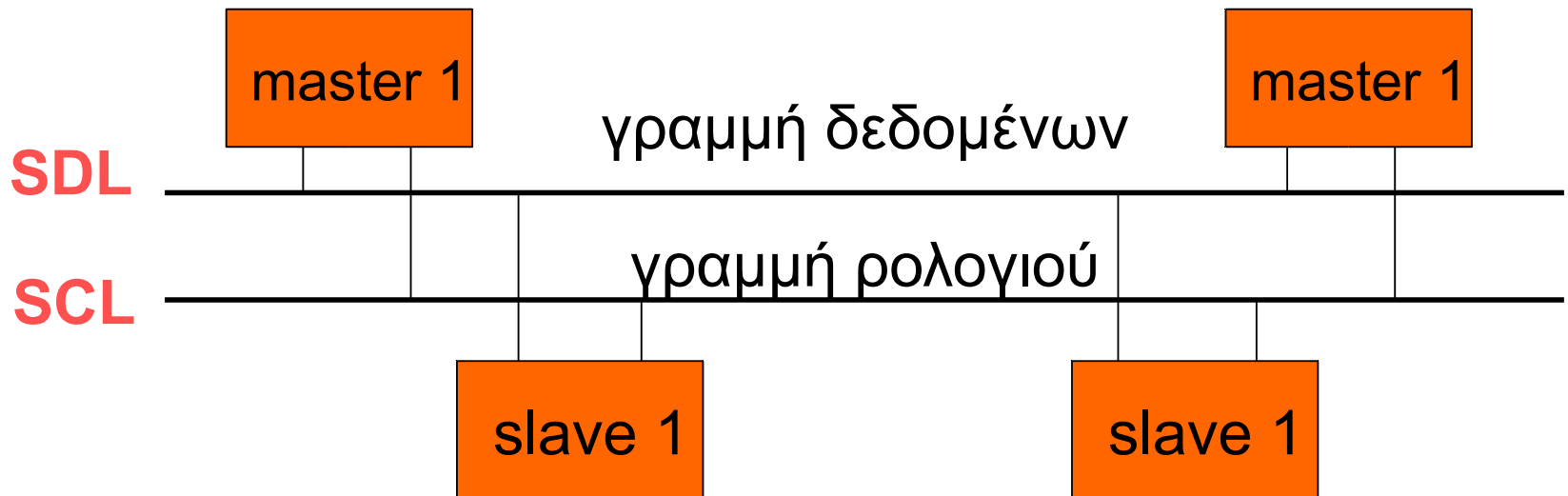


I2C δίαυλος

- Δημοφιλής δίαυλος για μικροεπεξεργαστές.
- Σχεδιασμός για χαμηλού κόστους, μεσαίου ρυθμού δεδομένων (~100-400KBits) εφαρμογές.
- Χαρακτηριστικά:
 - σειριακός,
 - Multiple-master,
 - σταθερής προτεραιότητας διαιτησία.
- Μόνο δύο γραμμές (SDL **{serial data line}**, SCL **{clock}**).
- Διάφοροι μικροελεγκτές έρχονται με ενσωματωμένους I2C ελεγκτές.



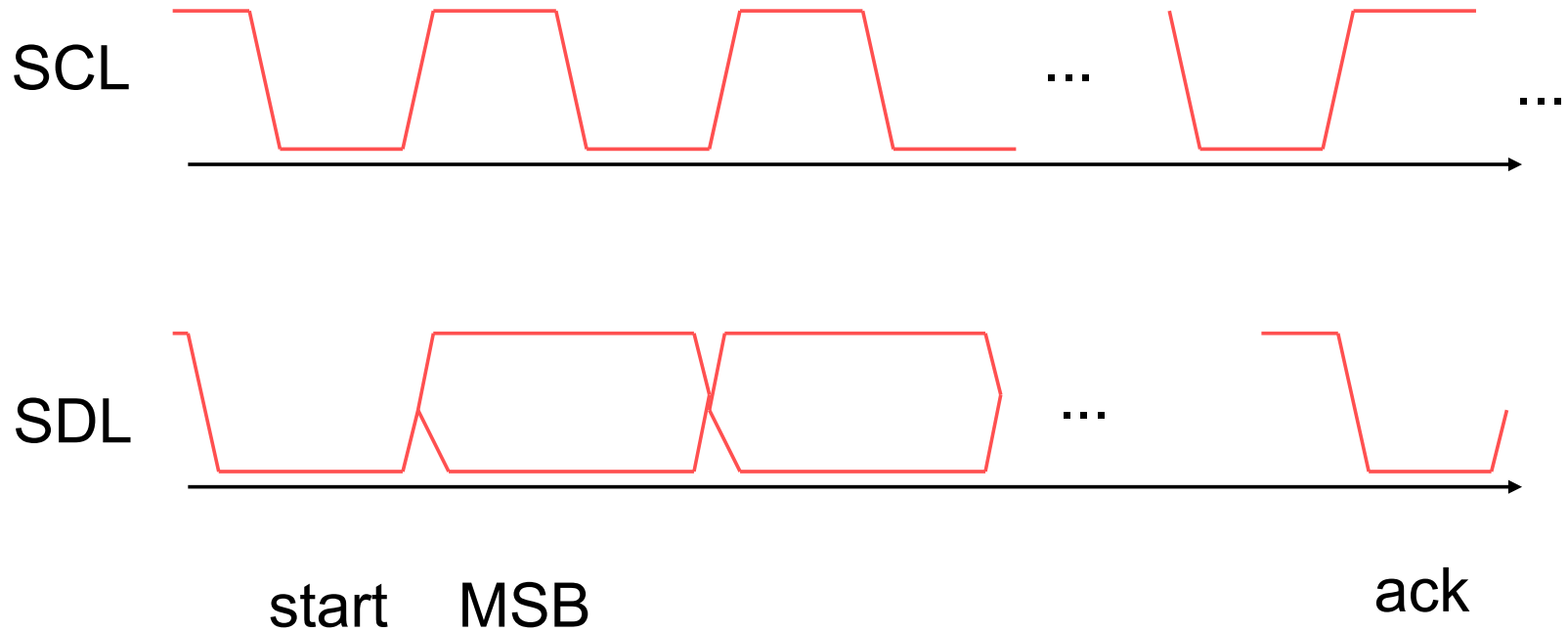
I2C φυσικό επίπεδο



- Κάποιοι κόμβοι ενεργούν ως κύριοι, κάποιοι ως υπηρέτες.
- Υποστηρίζονται περισσότεροι από ένα κύριοι.



I2C μορφή δεδομένων

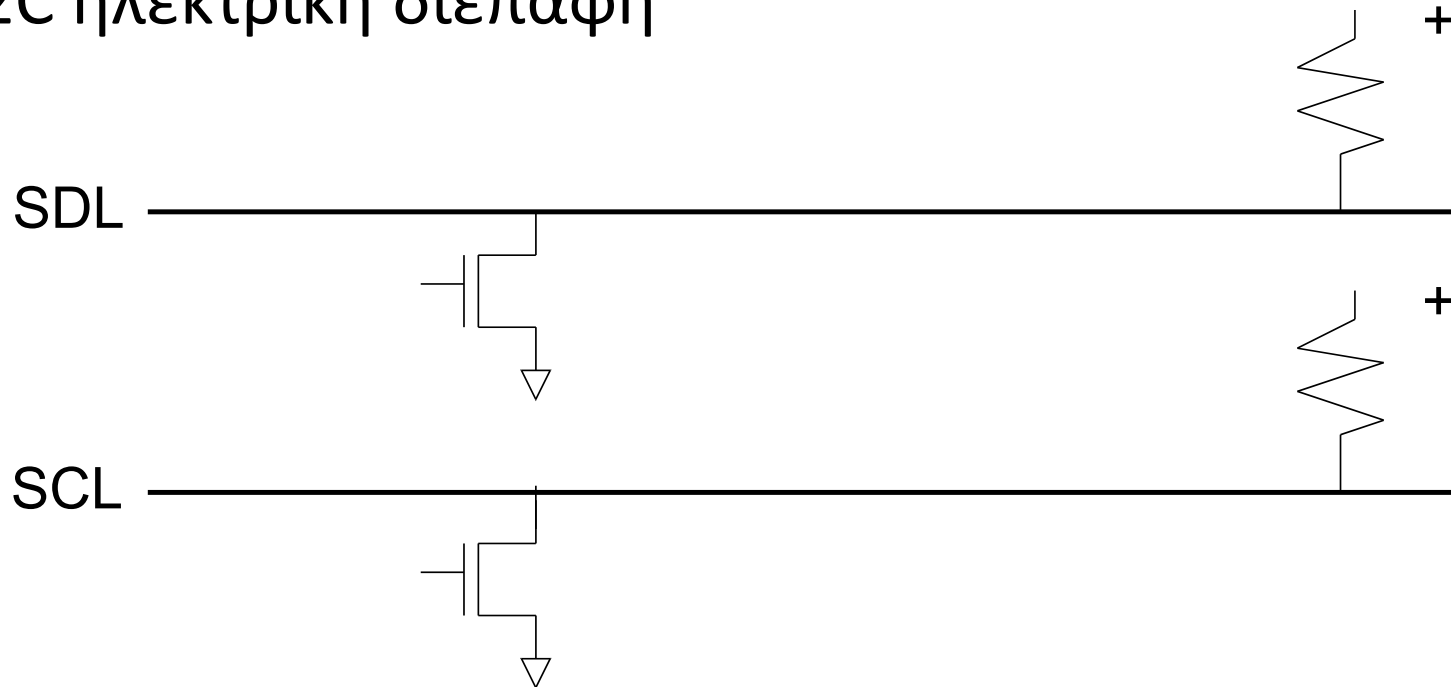


Η μετάδοση ξεκινάει όταν η SDL μεταβαίνει χαμηλά.
Ο δέκτης στέλνει επιβεβαίωση με το να θέσει 0 στο SDL
(που κρατάει σε 1 ο πομπός).



I2C ηλεκτρική διεπαφή

- I2C ηλεκτρική διεπαφή



Η σύνδεση αυτή επιτρέπει σε αρκετές συσκευές να γράφουν ταυτόχρονα στο δίαυλο χωρίς να προκαλείται ηλεκτρική ζημιά.

I2C σηματοδότηση

- Ο αποστολέας ρίχνει το δίαυλο για 0.
- Ο αποστολέας ακούει το δίαυλο---αν προσπάθησε να στείλει ένα 1 και άκουσε ένα 0, κάποιος άλλος μεταδίδει ταυτόχρονα.
- Οι μεταδόσεις εμφανίζονται σε bytes των 8-bit .



I2C επίπεδο ζεύξης δεδομένων

- Κάθε συσκευή έχει μια διεύθυνση (*7 bits η τυπική, 10 bits με επέκταση*).
 - Το bit 8 της διεύθυνσης σηματοδοτεί ανάγνωση ή εγγραφή .
- Η διεύθυνση γενικής κλήσης επιτρέπει την αναμετάδοση.



I2C δισαιτησία διαύλου

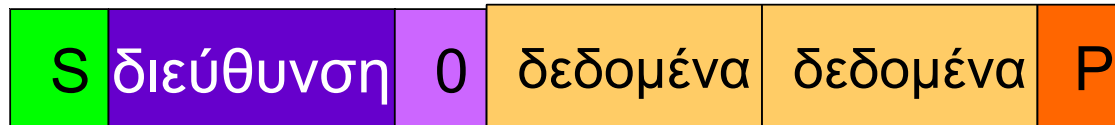
- Ο αποστολέας ακούει καθώς στέλνει την διεύθυνση.
- Όταν ο αποστολέας ακούει μια σύγκρουση, αν η διεύθυνση του είναι υψηλότερη, σταματάει τη σηματοδότηση.
- Οι αποστολείς χαμηλής προτεραιότητας εγκαταλείπουν τον έλεγχο αρκετά νωρίς στον κύκλο ρολογιού για να επιτρέψουν στα bit να μεταδοθούν αξιόπιστα.

Ενθαρρύνεται ένα στυλ προγραμματισμού προώθησης δεδομένων.



I2C μεταδόσεις

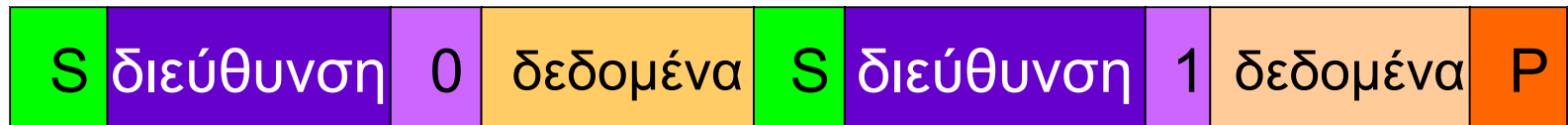
εγγραφή πολλαπλών byte



ανάγνωση από slave



Εγγραφή μετά ανάγνωση



CAN δίαυλος (1/2)

- Ηλεκτρονικά στοιχεία στην αυτοκινητοβιομηχανία.
- Bit serial.
- 1Mb/sec έως συνεστραμμένο ζεύγος 40m.
- Πολλαπλοί masters.



CAN δίαυλος (2/2)

- Πακέτα δικτύου (*πλαίσια δεδομένων*).
- Σύγχρονος (*από μεταβάσεις bit δεδομένων αναπαράγει το ρολόι*).
- Carrier Sense Multiple Access με διαιτησία στην προτεραιότητα μηνύματος (*διαιτησία*).
- Κυρίαρχο 0, ασθενές 1 (*wired and σύνδεση*).



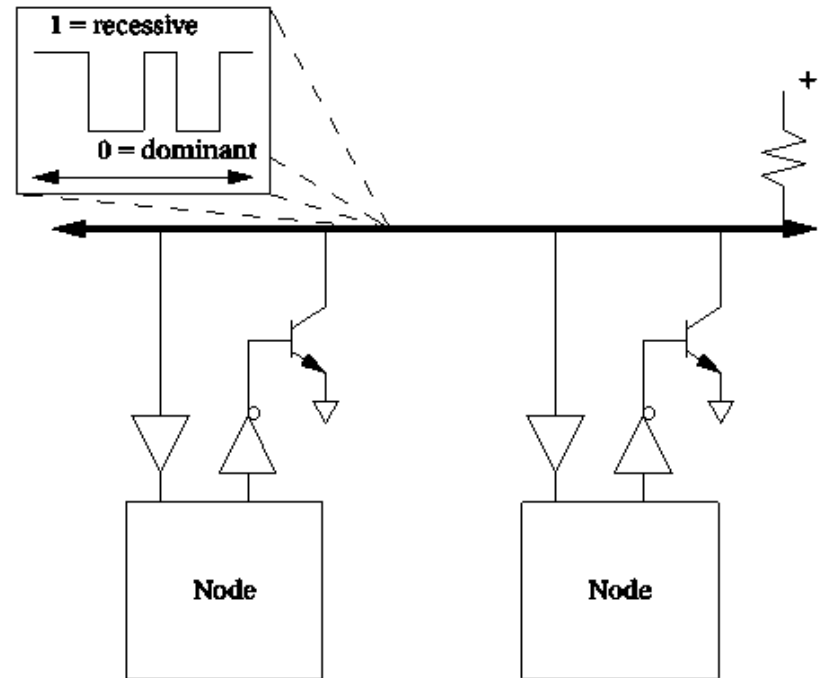
Οχήματα ως δίκτυα

- Το 1/3 του κόστους ενός αυτοκινήτου/αεροπλάνου είναι τα ηλεκτρονικά/αεροηλεκτρονικά (*avionics*).
- Δεκάδες μικροεπεξεργαστών χρησιμοποιούνται παντού στο όχημα.
- Εφαρμογές δικτύου:
 - Έλεγχος οχήματος.
 - Όργανα μέτρησης.
 - Επικοινωνία.
 - Συστήματα ψυχαγωγίας των επιβατών.



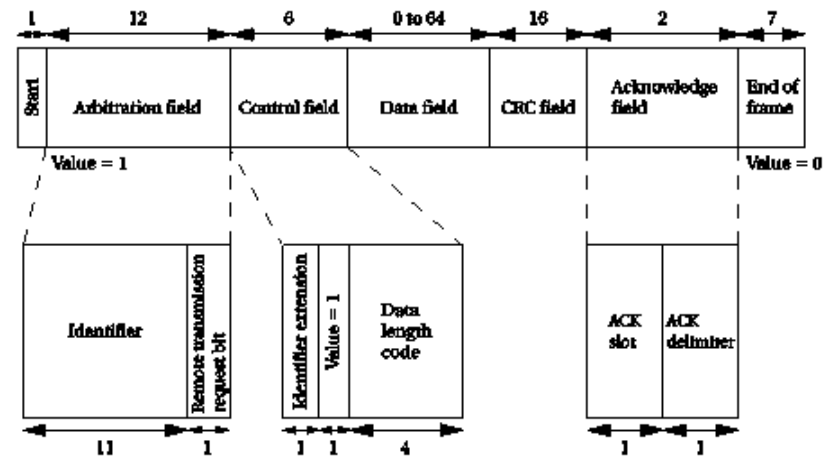
CAN δίαυλος

- Πρώτη χρήση το 1991.
- Σειριακός δίαυλος, 1 Mb/sec έως 40 m.
- Σύγχρονος δίαυλος.
- Το λογικό 0 εξουσιάζει το λογικό 1 στο δίαυλο.
- Υπάγεται σε διατιησία με CSMA/AMP:
 - Διατιησία στην προτεραιότητα μηνυμάτων.



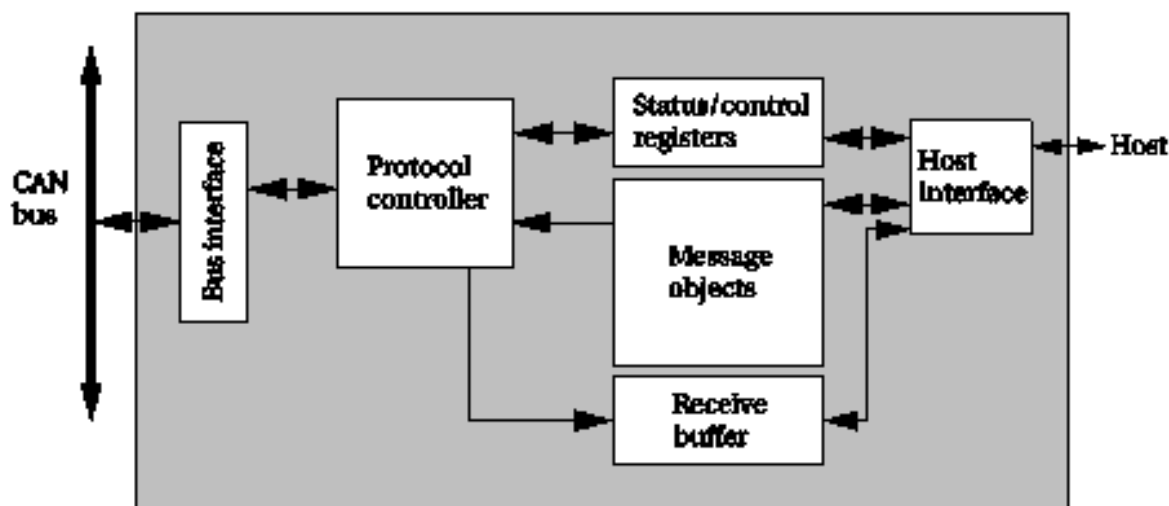
CAN πλαίσιο δεδομένων

- 11 bit διεύθυνση προορισμού.
- Το RTR bit καθορίζει την ανάγνωση/εγγραφή από/προς τον προορισμό.
- Οποιοσδήποτε κόμβος μπορεί να ανιχνεύσει σφάλμα στο δίαυλο, και να διακόψει το προς μετάδοση πακέτο.



CAN ελεγκτής

- Ο ελεγκτής υλοποιεί το φυσικό και το επίπεδο ζεύξης δεδομένων.
- Δε χρειάζεται επίπεδο δικτύου---ο δίαυλος παρέχει συνδέσεις από άκρη σε άκρη.



Άλλοι δίαυλοι οχημάτων

- Ο FlexRay ανήκει στην επόμενη γενιά:
 - Πρωτόκολλο χρόνου ενεργοποίησης.
 - 10 Mb/s.
- Το τοπικό δίκτυο διασύνδεσης (*LIN*) συνδέει τις συσκευές σε μια μικρή περιοχή (π.χ., πόρτα).
- Δίκτυα ψυχαγωγίας επιβατών:
 - Bluetooth.
 - Μεταφορά με συστήματα προσανατολισμένα στα μέσα ενημέρωσης: Media Oriented Systems Transport (*MOST*).



Αεροηλεκτρονική (avionics)

- Οτιδήποτε μόνιμα συνδεδεμένο με το αεροσκάφος πρέπει να πιστοποιείται από τον εκάστοτε εθνικό οργανισμό αεροναυπηγικής.
- Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική χρησιμοποιεί ξεχωριστά ηλεκτρονικά για κάθε όργανο/συσκευή.
 - Line replaceable unit (*LRU*): είναι δυνατό να αποσπαστεί και να αντικατασταθεί.
- Η σπονδυλωτή αρχιτεκτονική (*federated architecture*) μοιράζει επεξεργαστές κατά μήκος ενός υποσυστήματος (*nav/comm*, κτλ.).



Δίκτυα αισθητήρων

- Ασύρματα δίκτυα, μικροί κόμβοι.
- Ad hoc δίκτυα---οργανώνει τον εαυτό του μόνο του χωρίς διαχειριστή συστήματος:
 - Πρέπει να είναι ικανό να δηλώσει συμμετοχή στο δίκτυο, να βρει άλλα δίκτυα.
 - Πρέπει να είναι ικανό να καθορίσει πορείες για τα δεδομένα.
 - Πρέπει να ανανεώνει τη διάταξη καθώς οι κόμβοι εισχωρούν/αποχωρούν.



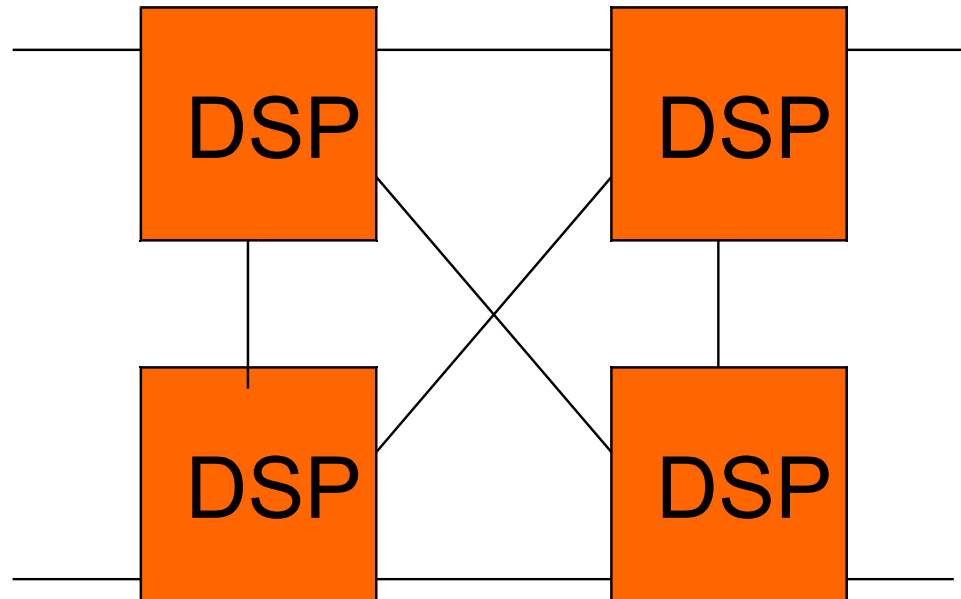
Ικανότητες κόμβου

- Πρέπει να είναι ικανός να ανοίγει/κλείνει το ραδιοπομπό γρήγορα με χαμηλή επιβάρυνση ισχύος.
 - επικοινωνιακή/υπολογιστική ισχύς= 100x.
- Οι ραδιοπομποί πρέπει να λειτουργούν σε πολλά διαφορετικά επίπεδα ισχύος για να αποφύγουν τις παρεμβολές με άλλους κόμβους.
- Πρέπει να έχουν buffer, να δρομολογούν την κίνηση στο δίκτυο.



Δίκτυα πολλαπλών επεξεργαστών

- Πολλαπλά DSPs συνδέονται συχνά μέσω δικτύων υψηλής ταχύτητας για επεξεργασία σήματος:



SHARC cpu θύρες σύνδεσης

- Έξι συνδέσεις ανά CPU.
- Τέσσερα bits ανά θύρα σύνδεσης.
- Τα πακέτα έχουν 32- ή 48-bit ωφέλιμο φορτίο.
- Μπορούν να ελεγχθούν από DMA.
- Είναι ημιαμφίδρομες---πρέπει να περιστρέφονται γύρω από το πρόγραμμα.

- Πολλαπλές SHARC μπορούν να συνδεθούν μέσω σειριακών θυρών σχηματίζοντας ένα πολυεπεξεργαστικό δίκτυο.



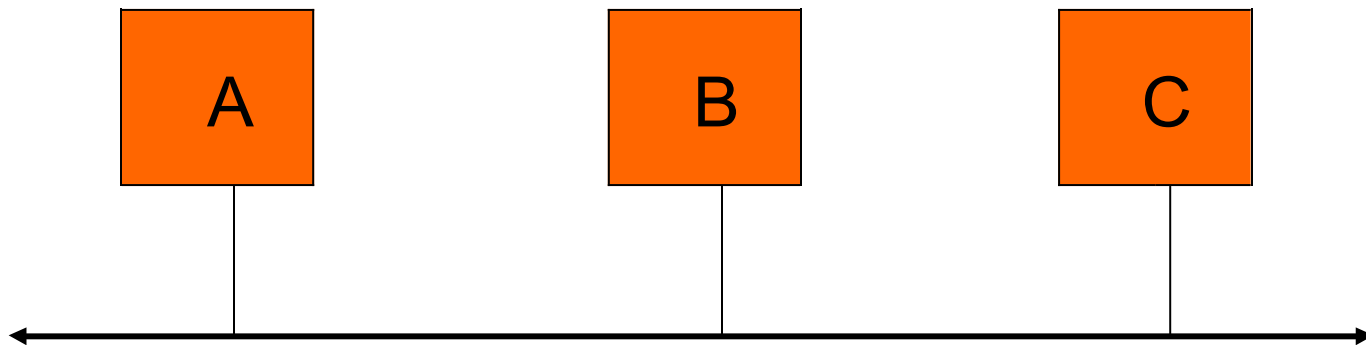
Ethernet

- Κυρίαρχο μη τηλεφωνικό LAN.
- Εκδόσεις: 10 Mb/s, 100 Mb/s, 1 Gb/s.
- **Σκοπός:** αξιόπιστη επικοινωνία πάνω σε ένα αναξιόπιστο μέσο.



Ethernet τοπολογία

- Μη σύγχρονη, κάθε κόμβος μπορεί να μεταδοθεί σε οποιαδήποτε περίοδο
(συγκρούσεις → καταστροφή μηνύματος).
- Σύστημα βασισμένο σε δίαυλο, πολλά πιθανά φυσικά επίπεδα:

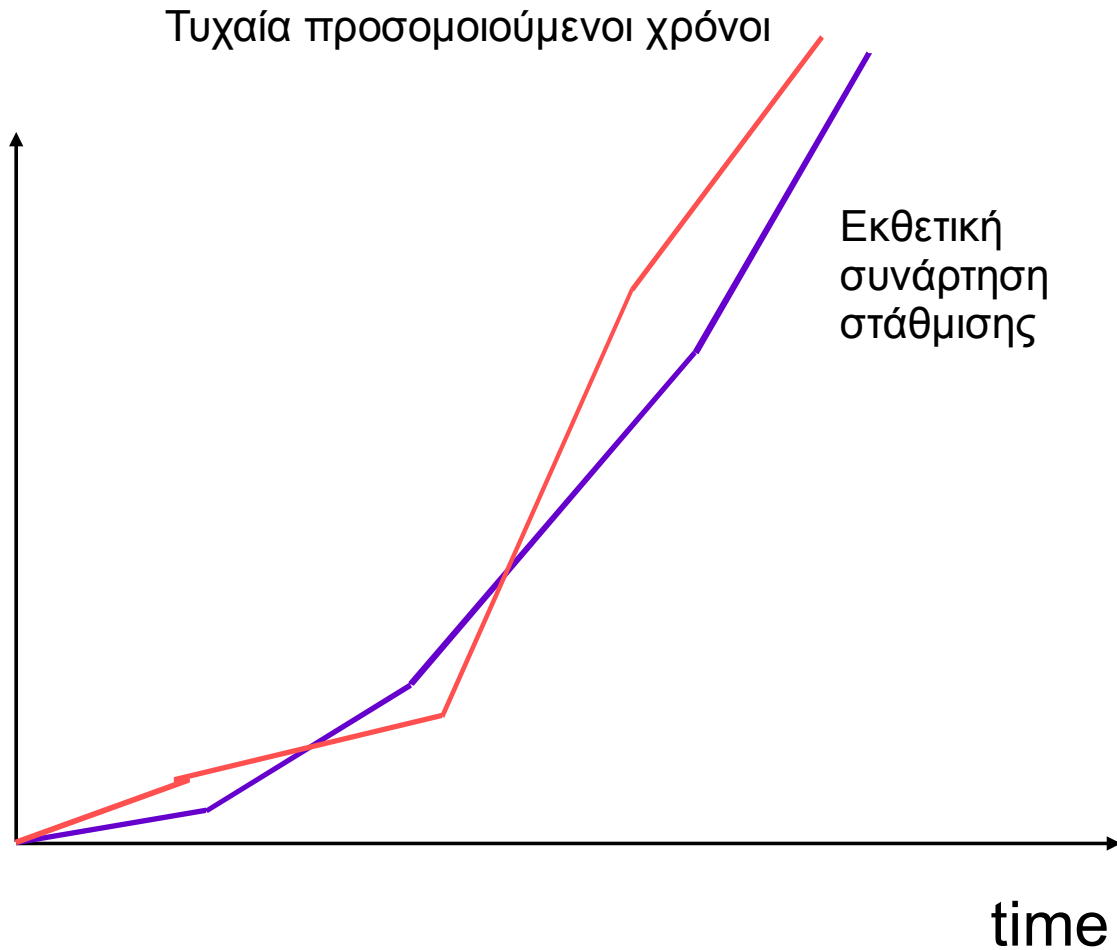


CSMA/CD

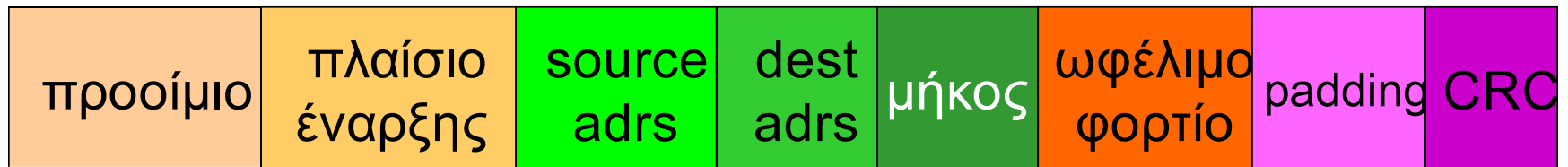
- Carrier sense multiple access με ανίχνευση σύγκρουσης:
 - συγκρούσεις αισθητηρίων,
 - υποχωρούν εκθετικά στο χρόνο,
 - Αναμετάδοση.



Εκθετικοί χρόνοι υποχώρησης



Μορφή πακέτου Ethernet



Επίδοση Ethernet

- Η ποιότητα υπηρεσιών τείνει να μειώνεται μη γραμμικά, σε υψηλά επίπεδα φορτίου.
- Δεν εγγυάται για προθεσμίες πραγματικού χρόνου. Ωστόσο, μπορεί να παρέχει πολύ καλή εξυπηρέτηση σε κατάλληλα επίπεδα φορτίου.



Myrinet

- Αρχικά χρησιμοποιήθηκε για παράλληλα συστήματα.
- Πλήρως αμφίδρομο 640MB/sec
(=>συνολικά 1.28 Gb /sec).
- Χρησιμοποιείται ένας διακόπτης ή ένα δίκτυο πολλαπλών βαθμίδων.

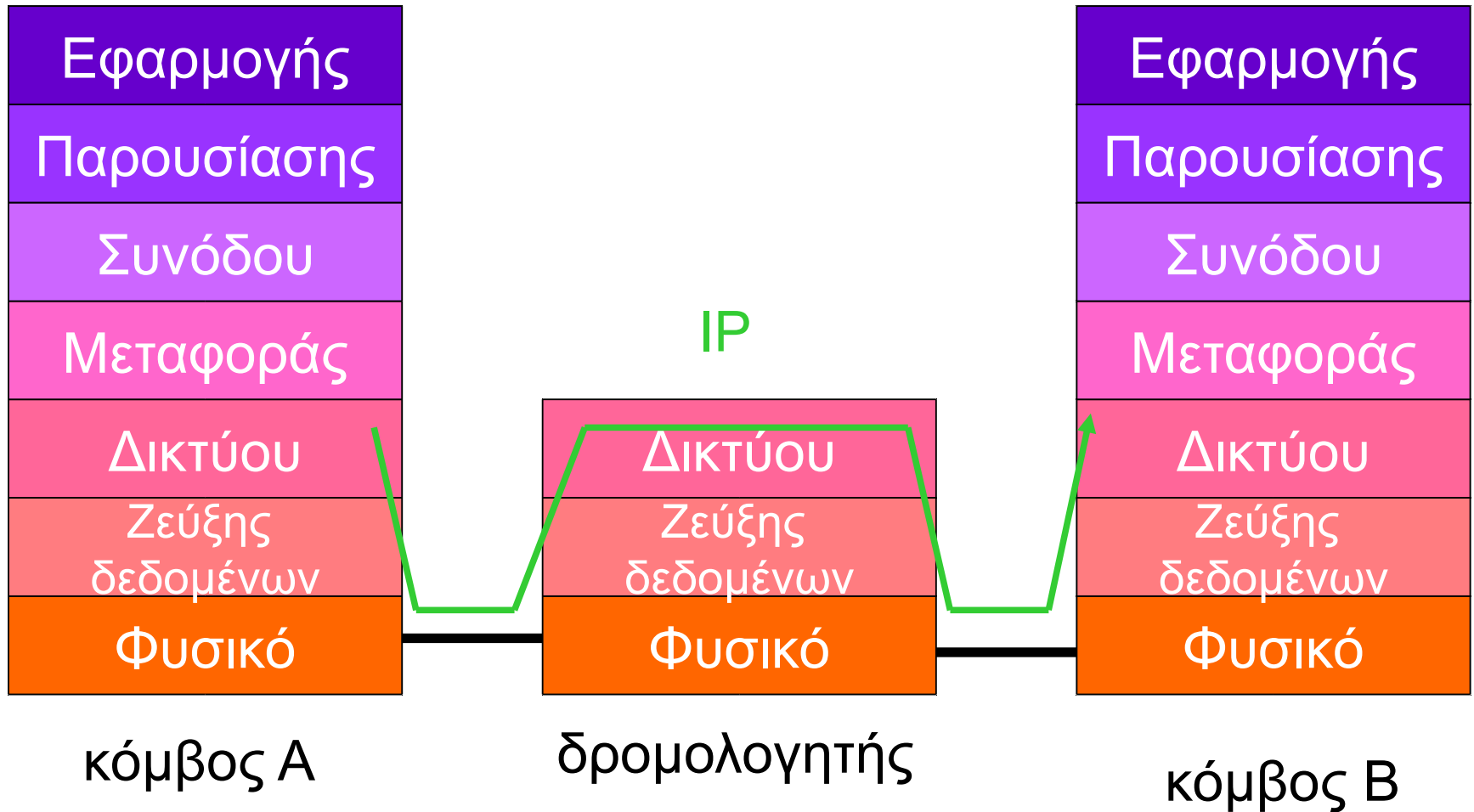


Πρωτόκολλο Διαδικτύου

- Το πρωτόκολλο διαδικτύου Internet Protocol (IP) είναι η βάση για το Internet.
- Παρέχει ένα πρότυπο διαδικτύωσης: ανάμεσα σε δύο Ethernets, Ethernet και token ring, κτλ.
- Οι υπηρεσίες υψηλότερου επιπέδου είναι τοποθετημένες στην κορυφή του IP.



Το IP στην επικοινωνία



IP πακέτο

- Περιλαμβάνει:
 - Έκδοση, τύπος υπηρεσιών, μήκος.
 - Χρόνος ζωής, πρωτόκολλο.
 - Διεύθυνση πηγής και προορισμού.
 - Ωφέλιμο φορτίο δεδομένων.
- Το μέγιστο ωφέλιμο φορτίο δεδομένων είναι 65,535 bytes.



Διευθύνσεις IP

- 32 bits στις πρώτες IP, 128 bits στις IPv6.
- Τυπικά γραμμένες σε μορφή
xxx . xx . xx . xx
- Τα ονόματα (*foo.baz.com*) μεταφράζονται σε IP διεύθυνση από τον **domain name server** (DNS).



Δρομολόγηση Internet

- Δρομολόγηση καλύτερης προσπάθειας:
 - δεν εγγυάται παράδοση δεδομένων στο επίπεδο IP.
- Η δρομολόγηση μπορεί να ποικίλει:
 - Συνόδου σε συνόδου.
 - Πακέτο σε πακέτο.

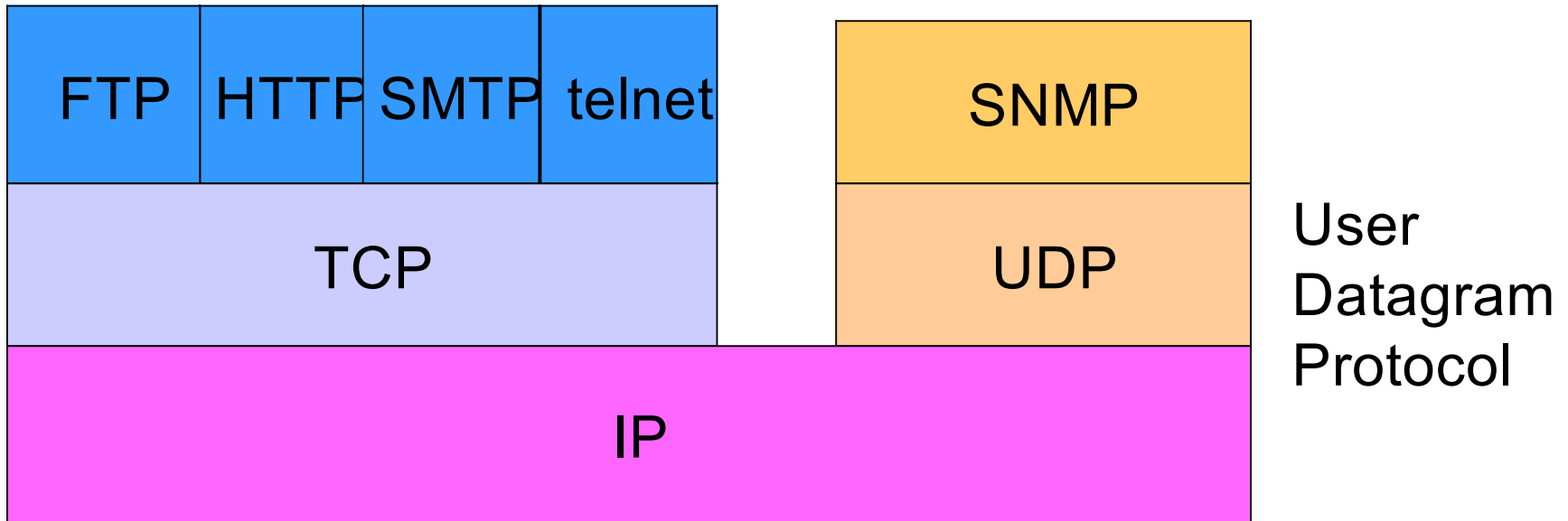


Υπηρεσίες Internet υψηλότερου επιπέδου

- Το **πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης (TCP)** παρέχει σύνδεση προσανατολισμένη στην εξυπηρέτηση.
- Εγγυημένες υπηρεσίες από την ποιότητα υπηρεσιών (QoS) είναι υπό ανάπτυξη.



Η στοίβα υπηρεσιών Internet



Δίκτυα

- Σχεδιασμός με βάση το δίκτυο:
 - Ανάλυση επικοινωνίας.
 - Ανάλυση επίδοσης συστήματος.
- Internet.
- Συστήματα που υποστηρίζουν Internet.
- Οχήματα ως δίκτυα.
- Δίκτυα αισθητήρων.



Ανάλυση επικοινωνίας

- Αρχικά, πρέπει να γίνει κατανοητή η καθυστέρηση για το απλό μήνυμα.
- Η καθυστέρηση για πολλαπλά μηνύματα εξαρτάται από:
 - το πρωτόκολλο δικτύου,
 - τις συσκευές στο δίκτυο.

Η σχεδίαση γύρω από ένα δίκτυο απαιτεί χρονοπρογραμματισμό των υπολογισμών και κατανομή στα στοιχεία επεξεργασίας.

Αν δε γίνει προσεκτική σχεδίαση τότε το δίκτυο θα γίνει το σημείο συμφόρησης του συστήματος.



Καθυστέρηση μηνύματος

- Παραδοχή:
 - Απλό μήνυμα,
 - Κανένας ισχυρισμός.
- Καθυστέρηση:
 - $t_m = t_x + t_n + t_r$
= $xmtr$ overhead (επιβάρυνση πομπού) +
network $xmit$ time (χρόνος μετάδοσης δικτύου) +
 $rcvr$ overhead (επιβάρυνση στην πλευρά της λήψης).



Παράδειγμα: I2C καθυστέρηση μηνύματος

- Ο χρόνος μετάδοσης στο δίκτυο κυριαρχεί.
- Υποθέτουμε 100 kbits/sec, ένα 8-bit byte.
- Αριθμός bit στο πακέτο:
 - $n_{\text{packet}} = \text{start} + \text{address} + \text{data} + \text{stop}$
 $= 1 + 8 + 8 + 1 = 18 \text{ bits}$
- Ο χρόνος που απαιτείται για τη μετάδοση:
 $1.8 \times 10^{-4} \text{ sec.}$
- 20 οδηγίες στον 8 MHz ελεγκτή προσθέτουν
 2.5×10^{-6} καθυστέρηση στα xmitr, rcvr.



Πολλαπλά μηνύματα

- Εάν τα μηνύματα μπορούν να παρεμβαίνουν το ένα στο άλλο, η ανάλυση είναι πιο πολύπλοκη.
- Μοντέλο συνολικής καθυστέρησης μηνύματος:
 $t_y = t_d + t_m$
= χρόνος αναμονής για το δίκτυο
+ καθυστέρηση μηνύματος



Διαιτησία και καθυστέρηση

- Η διαιτησία καθορισμένης προτεραιότητας εισάγει απεριόριστη καθυστέρηση για όλους εκτός από τη συσκευή με την υψηλότερη προτεραιότητα.
 - Εκτός από τις συσκευές υψηλής προτεραιότητας που είναι γνωστό ότι έχουν περιορισμένα ποσοστά που επιτρέπουν στις χαμηλότερες συσκευές τη μετάδοση.
- Η round-robin διαιτησία εισάγει οριοθετημένη καθυστέρηση ανάλογη με N .



Περαιτέρω επιπλοκές

- Χρόνος αναγνώρισης.
- Σφάλματα μετάδοσης.



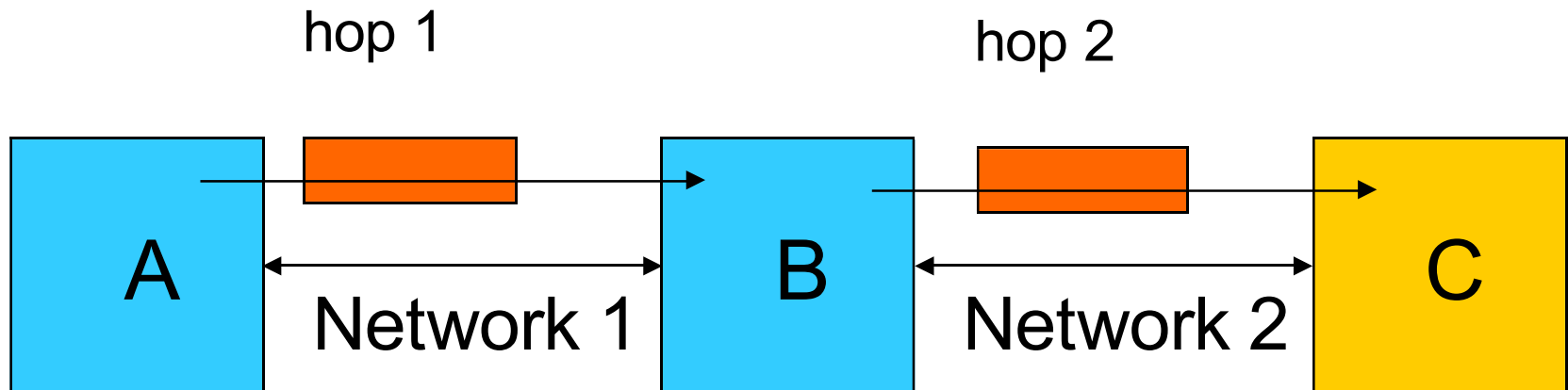
Αντιστροφή προτεραιότητας σε δίκτυα

- Σε πολλά δίκτυα, ένα πακέτο δεν μπορεί να διακοπεί.
- Αποτέλεσμα είναι η αντιστροφή προτεραιότητας:
 - Το χαμηλής προτεραιότητας μήνυμα βρίσκεται υψηλότερα από το υψηλότερης προτεραιότητας μήνυμα.
- **Δεν προκαλεί αδιέξοδο**, αλλά μπορεί να επιβραδύνει σημαντικές επικοινωνίες.



Multihop δίκτυα

- Σε δίκτυα με πολλαπλά άλματα (*multihop*), ένας κόμβος λαμβάνει το μήνυμα, και εν συνεχεία αναμεταδίδει στον προορισμό (ή ενδιάμεσα).



Ανάλυση απόδοσης συστήματος (1/2)

- Η ανάλυση συστήματος είναι δύσκολη σε γενικές γραμμές.
- Η ανάλυση της απόδοσης πολυεπεξεργαστών είναι δύσκολη.
- Η ανάλυση της απόδοσης της επικοινωνίας είναι δύσκολη.



Ανάλυση απόδοσης συστήματος (2/2)

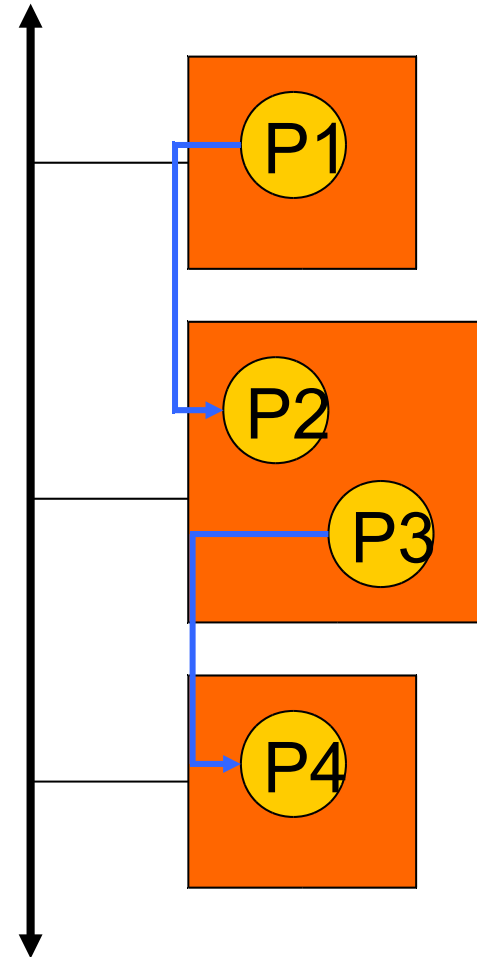
- Απλό παράδειγμα:

- η P2 εξαρτάται από την P1.
- καμία εξωτερική παρέμβαση.
- αβεβαιότητα για το χρόνο λήξης της P1 → αβεβαιότητα για το χρόνο έναρξης της P2 .



Προκλήσεις στην Ανάλυση

- Οι P2 και P3 μπορεί να καθυστερήσουν η μια την άλλη, ακόμη και αν βρίσκονται σε ξεχωριστές εργασίες.
- Καθυστερήσεις στην P1 να διαδοθεί στην P2, στη συνέχεια στην P2, μετά στην P3, και τέλος στην P4.



Κάτω φράγματα στο σύστημα

Υπολογιστικές απαιτήσεις:

- Σύνοψη των απαιτήσεων της διεργασίας για το ελάχιστο κοινό πολλαπλάσιο των περιόδων, ο μέσος όρος για μια περίοδο.
- *Η ανάλυση του μοντέλου δυσχεραίνει λόγω της συν-κατανομής διεργασιών στο ίδιο επεξεργαστικό στοιχείο και λόγω της ύπαρξης κοινού διαύλου.*
- *Εργασίες που φαίνονται λοιπόν ανεξάρτητες, μπορεί να παρεμβάλλονται χειροτερεύοντας το χρόνο απόκρισης.*

Απαιτήσεις επικοινωνίας:

- Καταμέτρηση όλων των μεταδόσεων σε μία περίοδο.

**Σε κρίσιμες διεργασίες
δεν επιτρέπεται η διαμοίραση
ούτε PE ούτε δικτύου.**



Σχεδιασμός πλατφόρμας hardware

- Πρέπει να επιλεγούν:
 - ο αριθμός και οι τύποι των PEs;
 - ο αριθμός και οι τύποι των δικτύων.
- Μια πλατφόρμα αξιολογείται από την κατανομή των διεργασιών, τις διεργασίες προγραμματισμού και την επικοινωνία.
- Απαιτείται κατανομή διεργασιών στα στοιχεία επεξεργασίας, απαιτεί γνώση του διαθέσιμου υλικού.



Μεθοδολογία σχεδιασμού

- Υπολογισμός των επεξεργαστικών απαιτήσεων (χωρίς εξαρτήσεις) ως προς το ελάχιστο κοινό πολλαπλάσιο της περιόδου.
- Υπολογισμός του όγκου της επικοινωνίας στο παραπάνω διάστημα.
- Οι παραπάνω χρόνοι δε λαμβάνουν υπόψη εξαρτήσεις ή το λειτουργικό σύστημα.
- Ανάλογα με τον τύπο του συστήματος (*I/O intensive, computation intensive*) ακολουθούμε διαφορετικές στρατηγικές.



I/O-εντατικά συστήματα

- Ξεκινάμε με τις I/O συσκευές, και μετά προβληματιζόμαστε για τον υπολογισμό:
 - απαιτούμενες συσκευές απογραφής,
 - προσδιορισμός κρίσιμων προθεσμιών,
 - επιλογή συσκευών που μπορούν να μοιραστούν PEs,
 - ανάλυση χρόνων επικοινωνίας,
 - επιλογή PEs που να ταιριάζουν με τις συσκευές.



Υπολογισμός-εντατικά συστήματα

- Ξεκινήστε με τις εργασίες συντομότερης προθεσμίας :
 - Τοποθετείστε τις εργασίες συντομότερης προθεσμίας σε ξεχωριστά PEs.
 - Έλεγχος για παρεμβολές στις κρίσιμες επικοινωνίες.
 - Διαθέσετε τις εργασίες χαμηλής προτεραιότητας σε κοινά PEs όπου αυτό είναι δυνατό.
- Ισορροπήστε το φόρτο, όπου είναι δυνατόν.



Ενσωματωμένο σύστημα με δυνατότητα Internet

- Internet-enabled embedded system: οποιοδήποτε ενσωματωμένο σύστημα που περιλαμβάνει μια διεπαφή Internet (π.χ., ψυγείο, IP κάμερα, IP Printer).
- Internet συσκευή: ενσωματωμένο σύστημα σχεδιασμένο για μια συγκεκριμένη εργασία στο Διαδίκτυο (π.χ. ηλεκτρονικό ταχυδρομείο).
- Παραδείγματα:
 - Κινητό τηλέφωνο.
 - Εκτυπωτής laser.
- Το IP παρέχει πολλαπλές υπηρεσίες (χωρίς σύνδεση, προσανατολισμένο σε σύνδεση, streaming, nonstreaming, web server, διακομιστή τερματικού, ...)

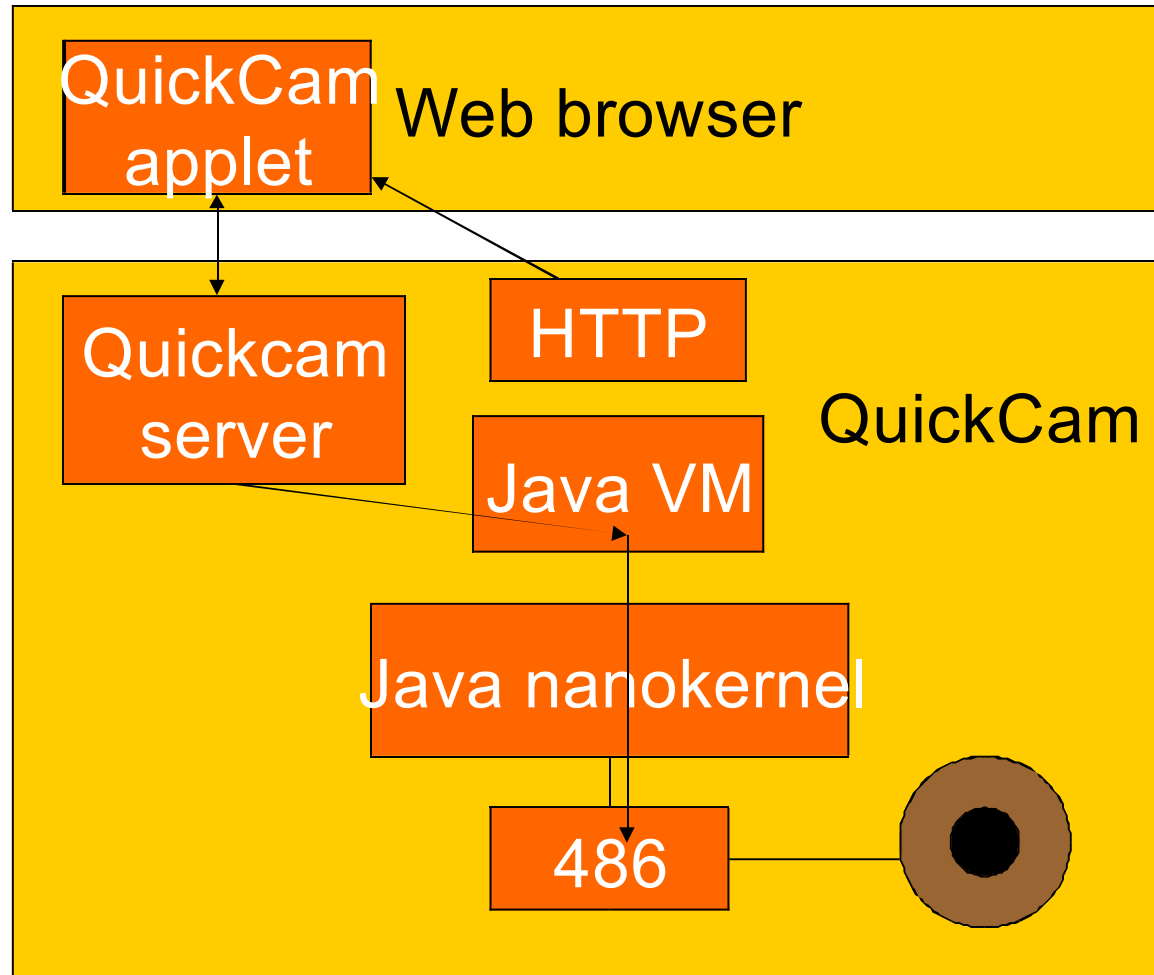


Παράδειγμα: Javacam

- Πλατφόρμα Hardware:
 - παράλληλη θύρα της φωτογραφικής μηχανής,
 - National Semi NS486SXF;
 - 1.5 Mbytes μνήμη.
- Χρησιμοποιεί τον αποδοτικό σε μνήμη νανοπυρήνα της Java (*Java Nanokernel*).



Αρχιτεκτονική Javacam



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Παράδειγμα: ελεγκτής ανελκυστήρα.

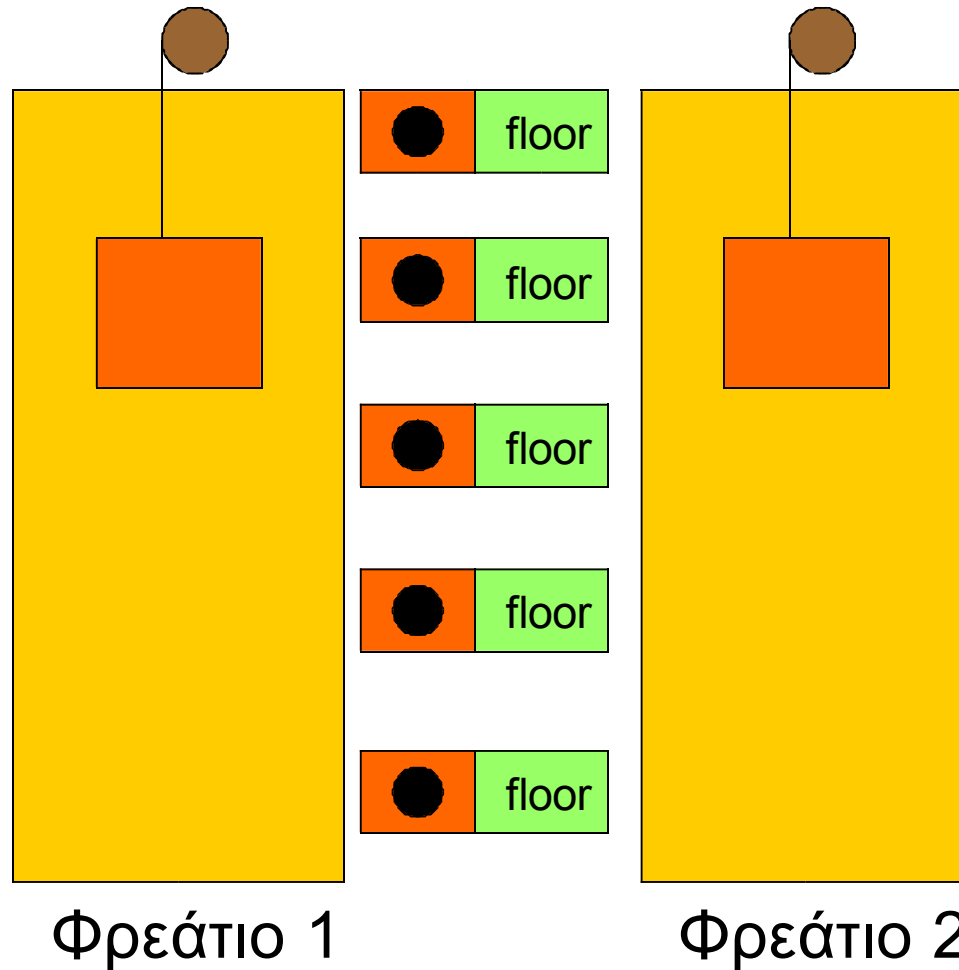


Ορολογία

- **Όχημα Ανελκυστήρα:**
συγκρατεί τους επιβάτες.
- **Φρεάτιο:** φρεάτιο του ανελκυστήρα.
- **Πίνακας ελέγχου αμαξιού:**
τα κουμπιά σε κάθε αυτοκίνητο.
- **Πίνακας ελέγχου ορόφου:**
αίτηση ανελκυστήρα, κλπ. ανά δάπεδο



Σύστημα ανελκυστήρα

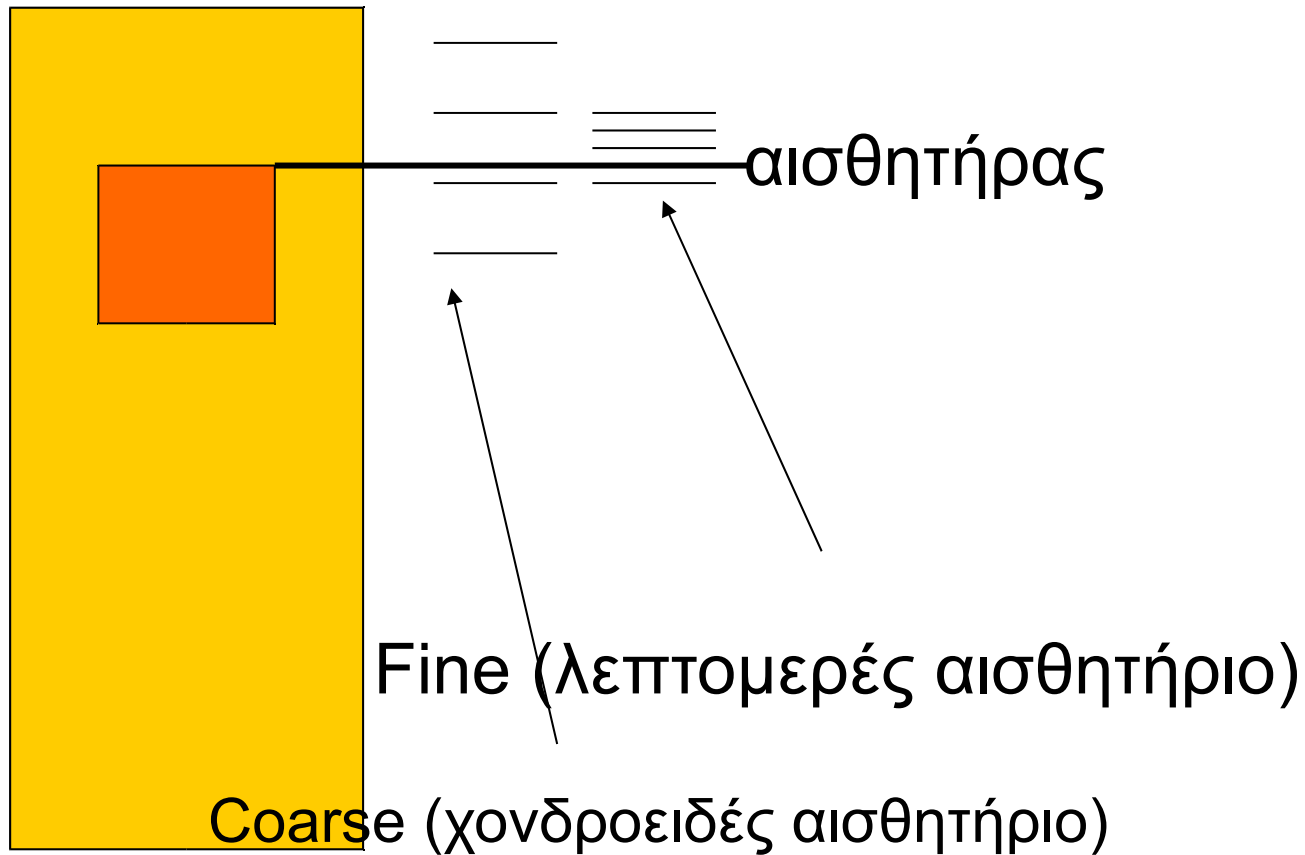


Θεωρία της λειτουργίας

- Κάθε όροφος έχει πίνακα ελέγχου, οθόνη.
- Κάθε αμάξι έχει πίνακα ελέγχου:
 - ένα κουμπί ανά όροφο,
 - στάση κινδύνου.
- Ελέγχεται από ένα απλό ελεγκτή.



Αισθητήρας θέσης ανελκυστήρα



Έλεγχος ανελκυστήρα

- Ο έλεγχος του ανελκυστήρα έχει πάνω και κάτω.
 - Για να σταματήσετε, απενεργοποιήσετε και τα δύο.
- Master διαχειριστής:
 - διαβάζει τις θέσεις του ασανσέρ,
 - διαβάζει τα αιτήματα,
 - Χρονοπρογραμματίζει τους ανελκυστήρες,
 - Ελέγχει την κίνηση,
 - Ελέγχει τις πόρτες.

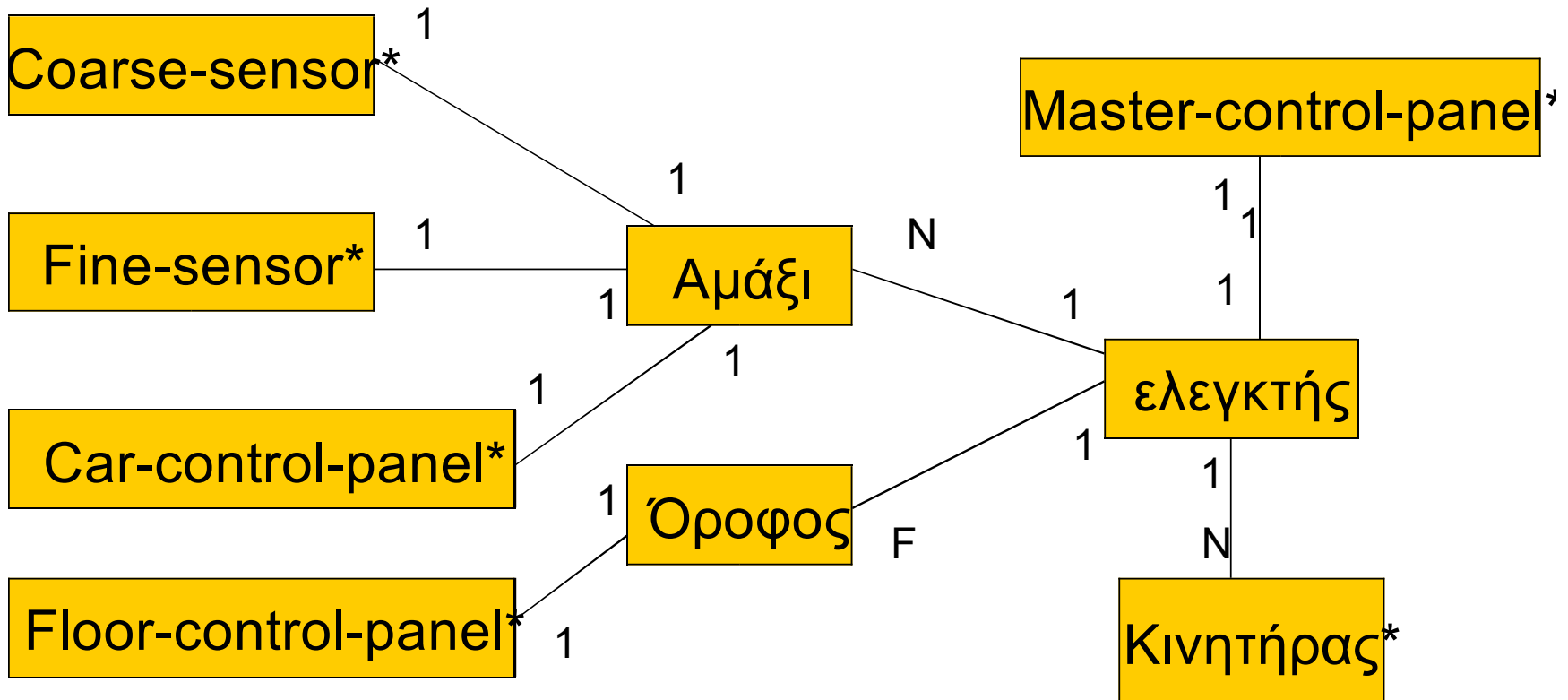


Απαιτήσεις συστήματος ανελκυστήρα

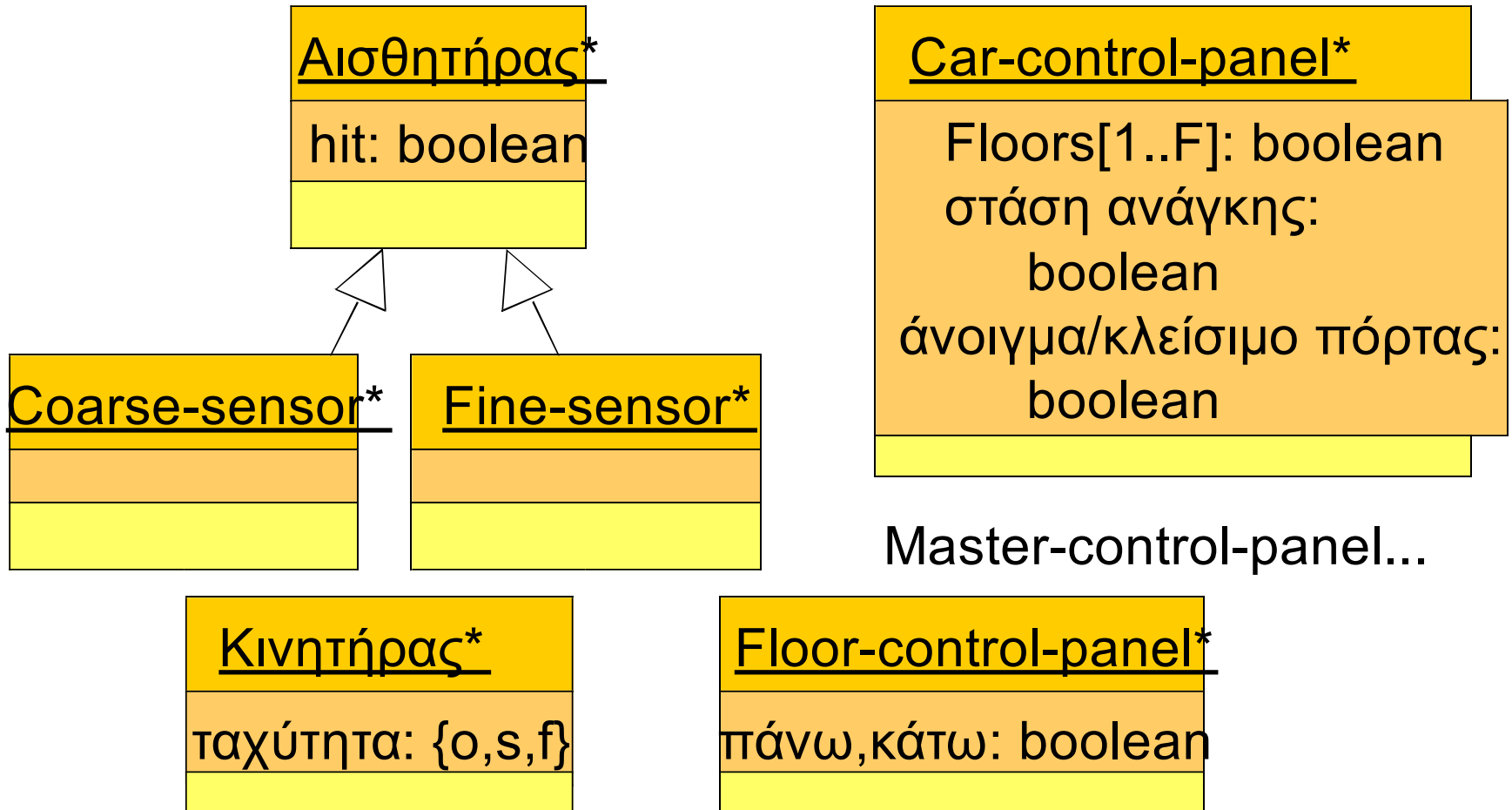
όνομα	σύστημα ανελκυστήρα
είσοδοι	F έλεγχος ορόφου, N θέση, N έλεγχος αμαξιού , 1 master
έξοδοι	F οθόνες, N ελεγκτές κινητήρα
λειτουργίες	ανταποκρίνεται στα αιτήματα, λειτουργεί με ασφάλεια
επίδοση	ο έλεγχος του ανελκυστήρα είναι χρονικά κρίσιμος
κόστος κατασκευής	τα ηλεκτρονικά είναι μικρό μέρος του συνολικού κόστους
ισχύς	τα ηλεκτρονικά καταναλώνουν μικρό τμήμα της συνολικής ισχύος
φυσικό μέγεθος /βάρος	η καλωδίωση είναι σημαντική



Διάγραμμα κλάσεων συστήματος ανελκυστήρα



Φυσικές διεπαφές



Κλάσεις αμαξιού και ορόφου

Car

request-lights[1..F]:
boolean
current-floor: integer

Floor

up-light, down-light:
boolean



Κλάση ελεγκτή

Controller

car-floor[1..H]: integer
emergency-stop[1..H]
integer

scan-cars()
scan-floors()
scan-master-panel()
operate()



Αρχιτεκτονική

- Υπολογισμός και I/O συμβαίνουν σε:
 - πίνακες ελέγχου ορόφου/οθόνες,
 - αμάξια ανελκυστήρα,
 - ελεγκτής συστήματος.



Πάνελ και ελεγκτής θαλάμου

- Τα πάνελ είναι απλά---δεν υπάρχουν απαιτήσεις πραγματικού χρόνου.
- Ελεγκτής θαλάμου:
 - διαβάζει τα κουμπιά και στέλνει τα συμβάντα στον ελεγκτή συστήματος,
 - διαβάζει τις εισόδους του αισθητήρα και στέλνει στον ελεγκτή συστήματος.



Ελεγκτής συστήματος

- Πρέπει να παίρνει εισόδους από πολλές πηγές:
 - ελεγκτές αμαξιού,
 - όροφοι.
- Πρέπει να ελέγχουν τα αμάξια σε δύσκολες προθεσμίες πραγματικού χρόνου.
- Η διεπαφή χρήστη και ο χρονοπρογραμματισμός είναι ήπιες προθεσμίες.



Δοκιμές

- Κατασκευάστε ένα προσομοιωτή ανελκυστήρα χρησιμοποιώντας ένα FPGA:
 - προσομοιώστε πολλαπλούς ανελκυστήρες,
 - προσομοιώστε τις απαιτήσεις ελέγχου σε πραγματικό χρόνο.



Βιβλιογραφία

Χρησιμοποιήθηκε υλικό από παρουσιάσεις των:

- *Wayne Wolf, Overheads for Computers as Components 2nd ed. ,2008*



Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

