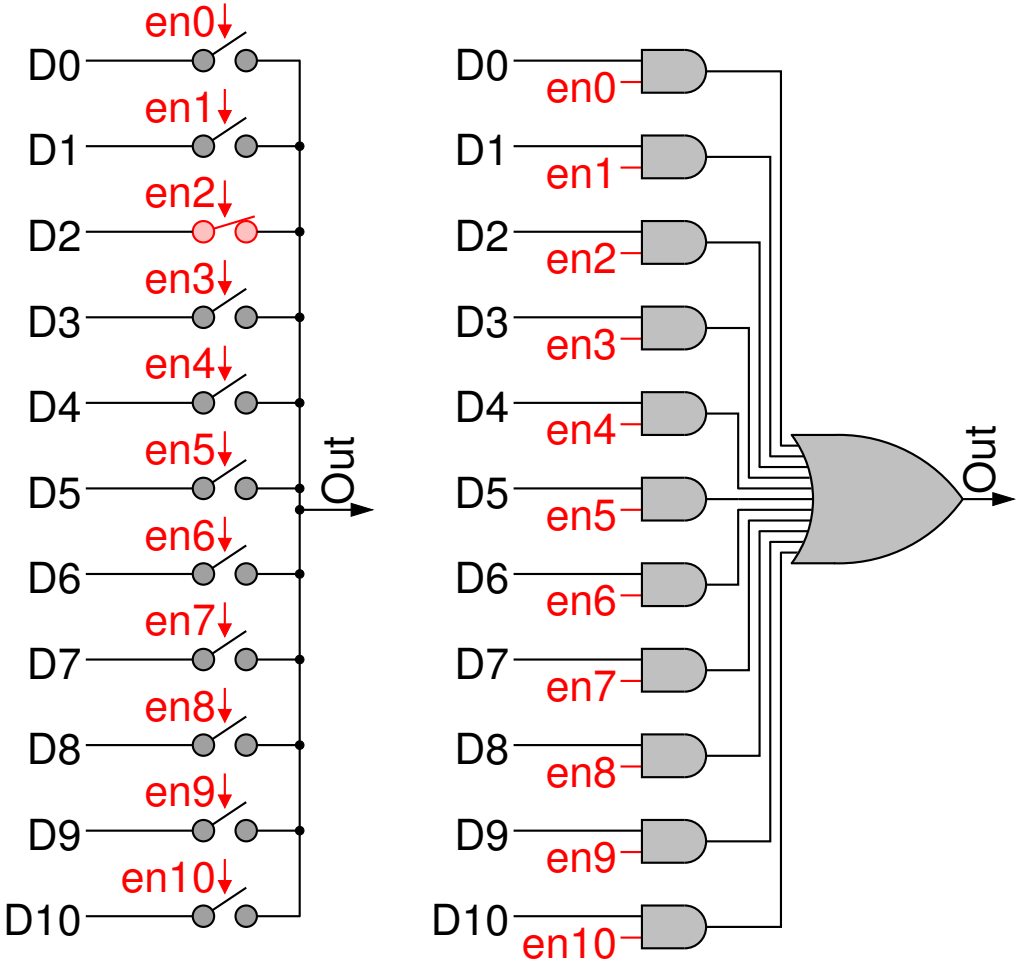
Πολύπλεξη μέσω Τρικατάστατων Οδηγητών, Λεωφόροι (Buses)

09a (§ 9.1 - 9.2) – 13-16 Νοε. 2026 – Μανόλης Κατεβαίνης

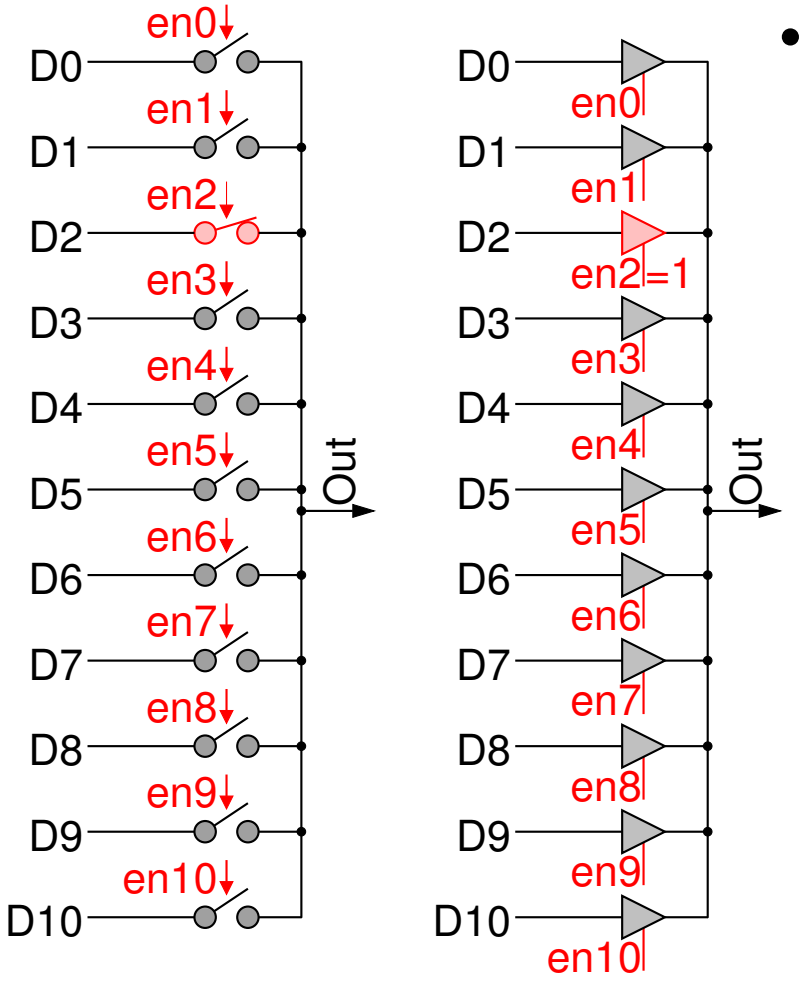
© copyright University of Crete – https://www.csd.uoc.gr/~hy120/26f/copyright.html

Πολυπλέκτες με πολλές πηγές: Πόσα σύρματα;

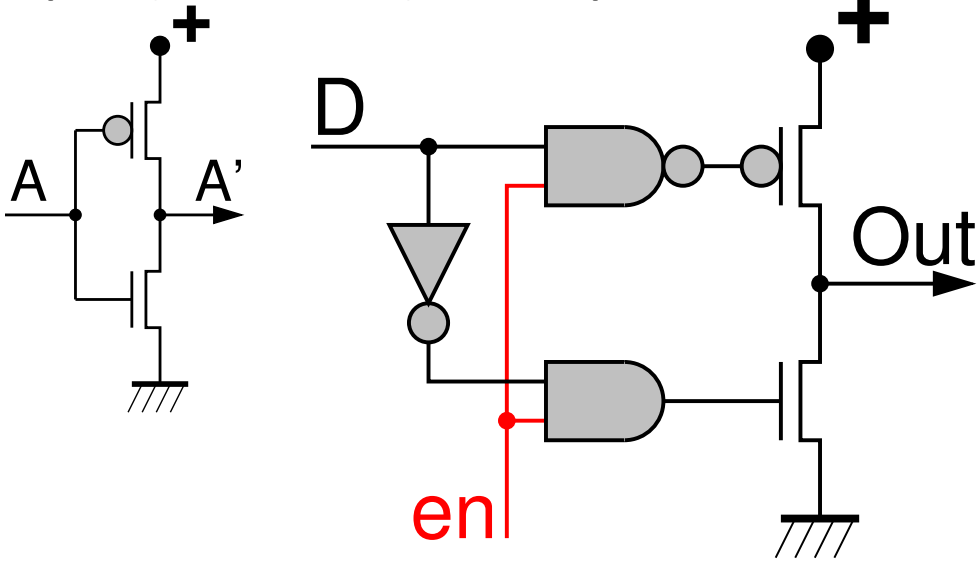


- Με διακόπτες, ένα μόνον σύρμα αρκεί γιά να μεταφέρει την επιλεγμένη πληροφορία στην έξοδο
- Με (κλασικές) πύλες χρειάζονται τόσα σύρματα όσες και οι είσοδοι
- Μπορούμε να εξοικονομήσουμε σύρματα;

Πολυπλέκτης με Τρικατάστατους Οδηγητές

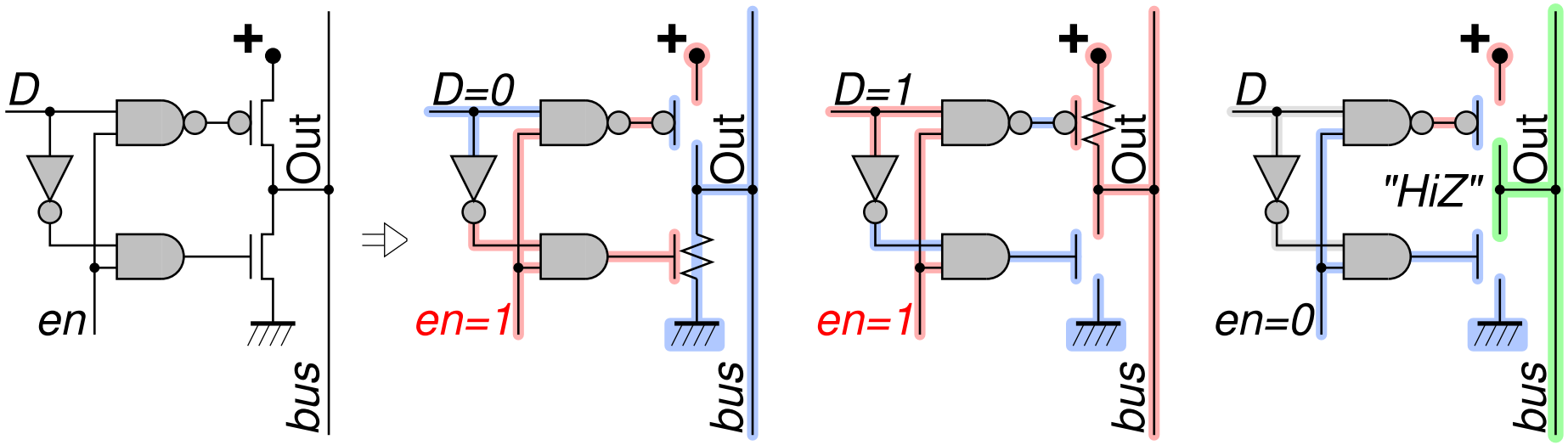


- Οι κλασικές πύλες οδηγούν *πάντα* την έξοδό τους σε 0 ή 1

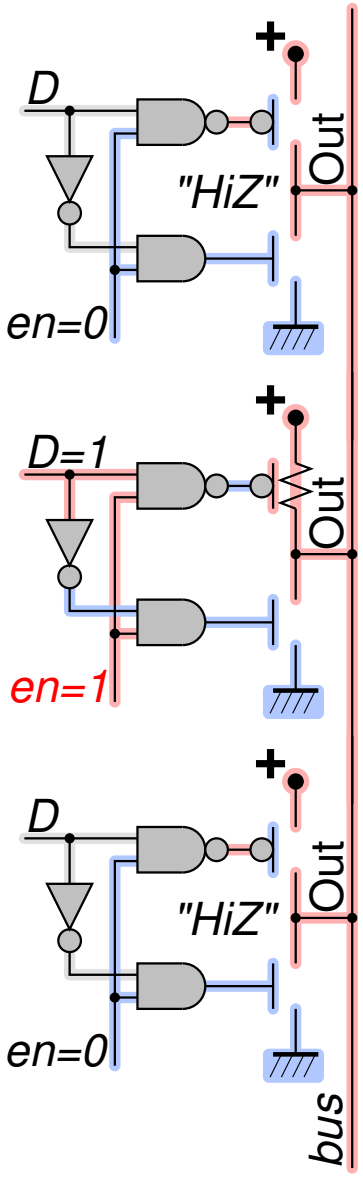


- Οι τρικατάστατοι οδηγητές μπορούν και να αφήσουν την έξοδό τους «ανοδήγητη»

Οι τρείς καταστάσεις του Οδηγητή

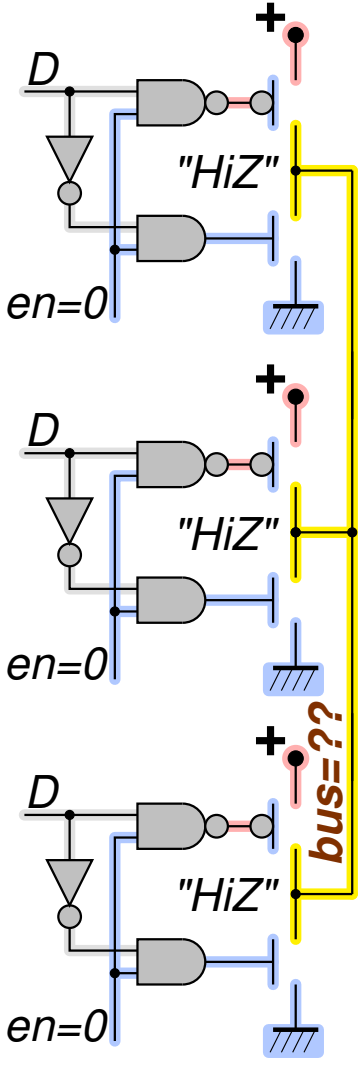


- Όταν *enable=1*, οδηγεί την έξοδο (*bus*) σε ό,τι είναι τα *Data*
- Όταν *enable=0*, <u>*δεν*</u> οδηγεί την έξοδο – *τρίτη «κατάσταση»*
- *"HiZ"* (*high impedance – υψηλή εμπέδηση/αντίσταση*): αυτός ο οδηγητής <u>*δεν*</u> καθορίζει την τάση του *bus* – *κάποιος <u>άλλος</u>* την καθορίζει



Ακριβώς ένας τρικατάστατος αναμένος: η σωστή λειτουργία

- Ένας και μόνον ένας οδηγητής αναμένος (εδώ ο μεσαίος)
- Το σύρμα “bus” έχει τάση – αυτήν που του δίνει ο αναμένος οδηγητής
- Οι σβηστοί οδηγητές (κατάσταση / περίπτωση “HiZ”) *δεν* επιβάλουν τάση στο *bus* – αφήνουν τον αναμένο να επιβάλει ό,τι τάση θέλει εκείνος



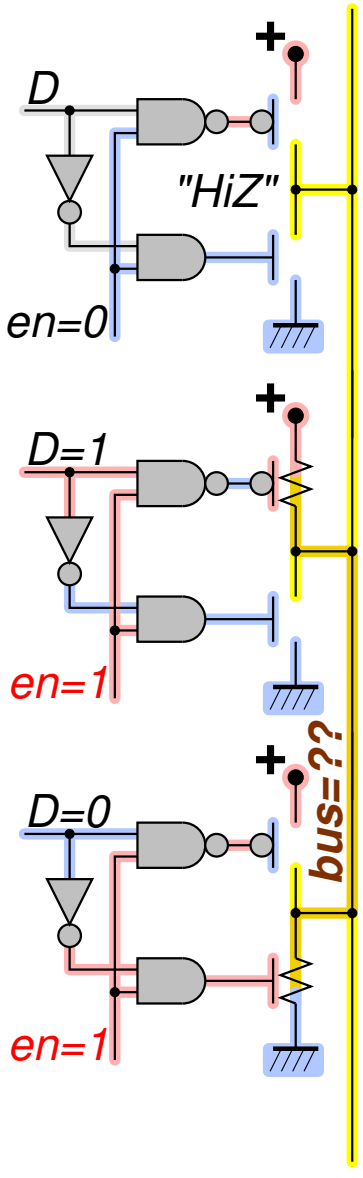
Κανένας τρικατάστατος αναμένος: άγνωστη τάση στο bus / σκουπίδια

- Εάν κανένας οδηγητής αναμένος:

⇒ “floating” bus – ασύνδετο με οιαδήποτε πηγή τάσης

⇒ γιά λίγα ms: παλαιά τάση («δυναμική μνήμη»), μετά… απροσδιόριστα ρεύματα διαρροής

⇒ *Απροσδιόριστη* τάση: σκουπίδια / θόρυβος (ΟΚ εάν κανείς δεν την καταγράφει ή χρησιμοποιεί)



≥2 τρικατάστατοι αναμένοι: υπερθέρμανση, σπατάλη, σκουπίδια

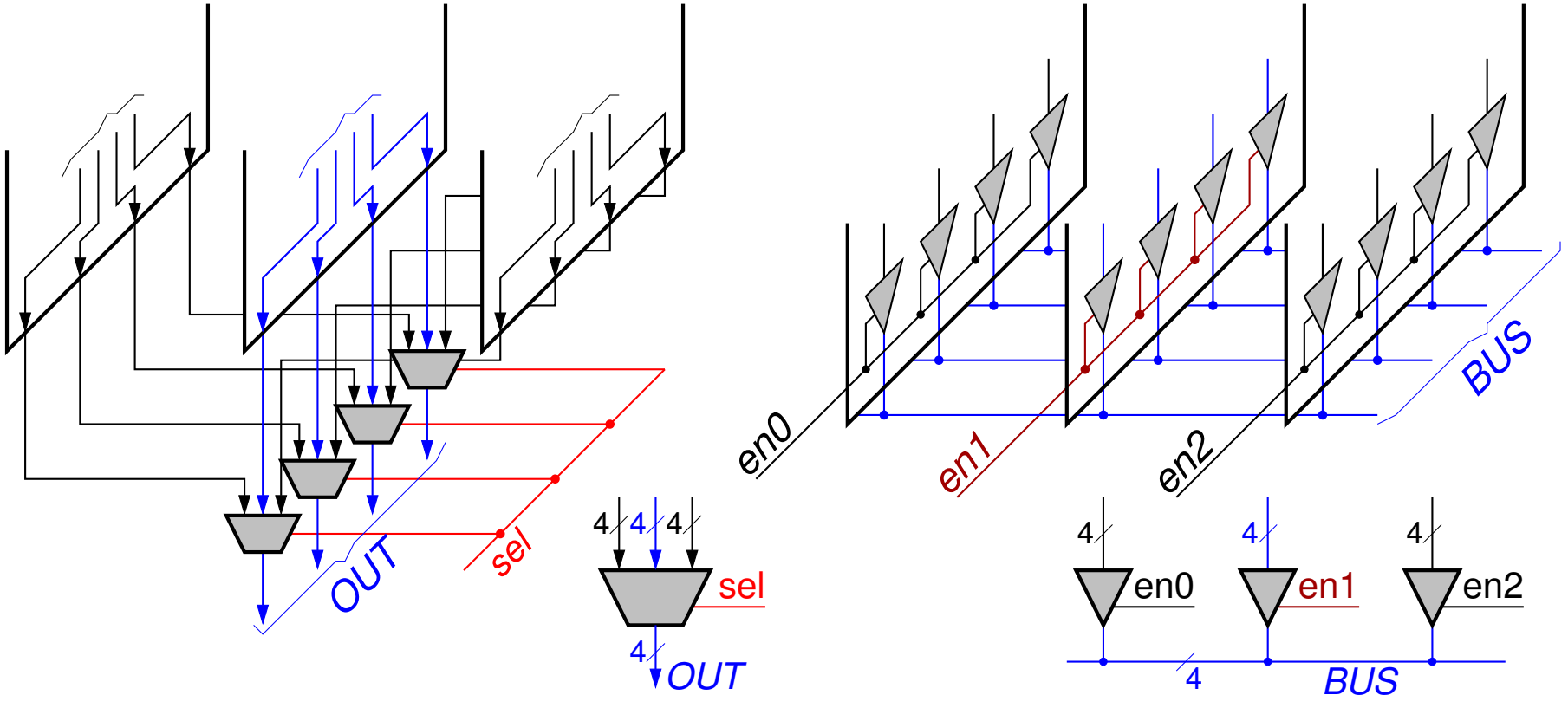
- Εάν ανάψουν δύο ή περισσ. οδηγητές, όποτε αυτοί διαφωνούν στα Data τους:
- ταυτόχρ. αναμένα pull-up & pull-down

⇒ υψηλό ρεύμα

- Υπερθέρμανση – κίνδυνος καψίματος
- Σπατάλη ενέργειας
- Ενδιάμεση τάση = λάθος, σκουπίδια

⇒ ***Απαγορεύεται!!***

Πολύμπιτες Τρικατάστατες Λεωφόροι (Buses)



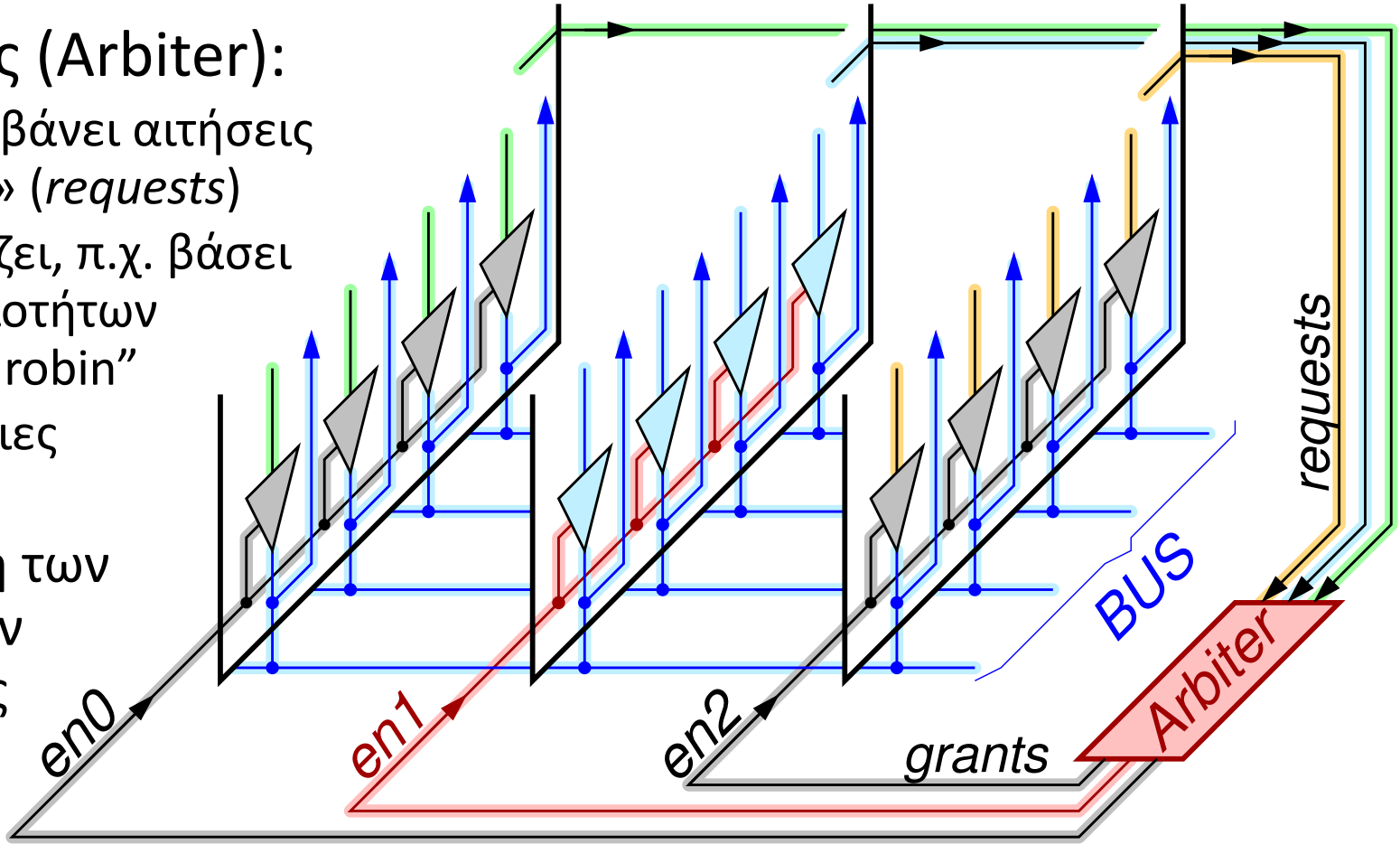
- Ευκολία σύνδεσης θυγατρικών πλακετών σε μητρική

Λεωφόροι: Διαιτησία, Παραλαβή των Δεδομένων

Διαιτητής (Arbiter):

- παραλαμβάνει αιτήσεις «ομιλίας» (*requests*)
- αποφασίζει, π.χ. βάσει προτεραιοτήτων ή “round robin”
- δίνει άδειες (*grants*)

Παραλαβή των δεδομένων σε όλες τις πλακέτες από τους ίδιους ακροδέκτες



Γενικότερα: Κοινόχρηστα Μέσα Επικοινωνίας

- Οι Λεωφόροι (Αρτηρίες – buses) είναι ειδική περίπτωση κοινόχρηστων μέσων επικοινωνίας (shared communication media) – άλλα παραδείγματα:
- Μία ραδιοσυχνότητα, π.χ. ραδιοταξί, περιπολικά, κινητά
  - με σταθμό βάσης: κεντρική διαιτησία
  - χωρίς σταθμό βάσης: κατανεμημένη διαιτησία
- Το «ηχητικό κανάλι» σε μιάν αίθουσα συνεδρίασης
  - πρόεδρος & οπτικό κανάλι (σηκώνω χέρι): κεντρική διαιτησία
  - εάν στο σκοτάδι: κατανεμημένη διαιτησία (π.χ. παλ. Ethernet)
- Το παλαιό Ethernet (ένα μακρύ ομοαξωνικό καλώδιο)

Κατανεμημένη Διαιτησία στο παλ. Ethernet: CSMA/CD

Carrier-Sense Multiple Access with Collision Detection:

- Δεν διακόπτω έναν ήδη ομιλώντα
  - "Carrier-sense": ανίχνευση εκπομπής από άλλον ομιλώντα
  - Δεν μιλάω επ' αόριστον: μέγιστο μέγεθος πακέτου 1500 Bytes
- Μόλις δω ελεύθερο το κανάλι, εάν θέλω, αρχίζω να μιλώ
  - "Collision detection": όταν μιλώ, ανιχνεύω τυχόν ομιλία & άλλων
  - Εάν ανιχνευτεί τέτοια σύγκρουση, σταματάμε όλοι να μιλάμε, και
- Τυχαίος χρόνος αναμονής
  - Καθένας από τους συγκρουσθέντες γεννά έναν τυχαίο αριθμό («ρίχνει ζάρια») & περιμένει τόσο χρόνο μέχρι να ξαναδοκιμάσει

Προβλήματα Λεωφόρων σήμερα σε Υψηλές Ταχύτητες

- Καθυστέρηση εναλλαγής ομιλητών (Turn-around delay):
  - Αναμονή μέχρι να φτάσει παντού η προηγούμενη μετάδοση
  - Ιδιαίτερα όταν: *μακρύ* bus (μεγάλος χρόνος απ' άκρη σ' άκρη), *ταχύ* bus (ίδιος χρόνος αναμονής = περισσότερα bits χαμένα), *μικρά* πακέτα (συχνότερες εναλλαγές ομιλητών) – βλ. επόμενα
- Πολύμπιτα buses: απώλεια συγχρονισμού μεταξύ bits
- Περιορισμένη συνολική επικοιν.: μόνον ένας κάθε φορά

⇒ Προτίμηση πολλαπλών "point-to-point links" πρόσφατα

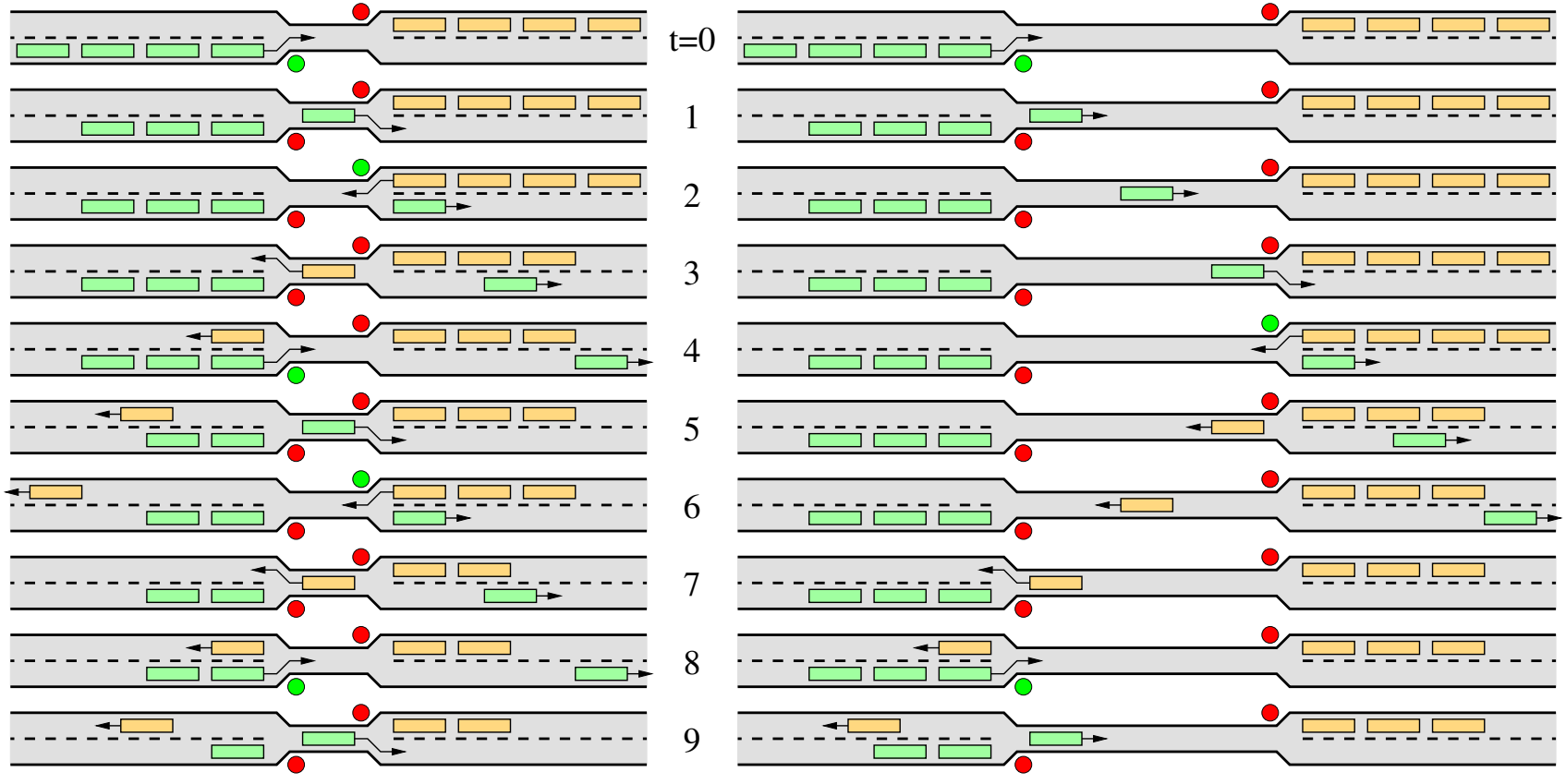
- Όπως πολλαπλά ταυτόχρονα τηλέφωνα ή τηλεδιασκέψεις, αντί όλοι σε μία αίθουσα όπου ένας μόνο μιλάει κάθε φορά

Κοινόχρηστο Μέσο όπως Μονή Λωρίδα Κυκλοφορ.

- Οι εναλλαγές των bits διαδί-δονται πάνω στο σύρμα ως ηλεκτρομαγνητικά κύματα από τον οδηγητή (ομιλητή) προς τις δύο κατευθύνσεις
- Με την ταχύτητα του φωτός = 30 cm/ns (κενό) ή ~20 cm/ns (buses σε τυπωμένα κυκλωμ.)
- Όταν εναλλάσονται οδηγητές στις δύο άκρες, τα bits σαν τα αυτοκίνητα στη φωτογραφία



Καθυστέρ. Εναλλαγής Κατεύθ. (Turn-around delay)



Χρόν. Εναλ. = 1× Χρόν. Μετάδ.

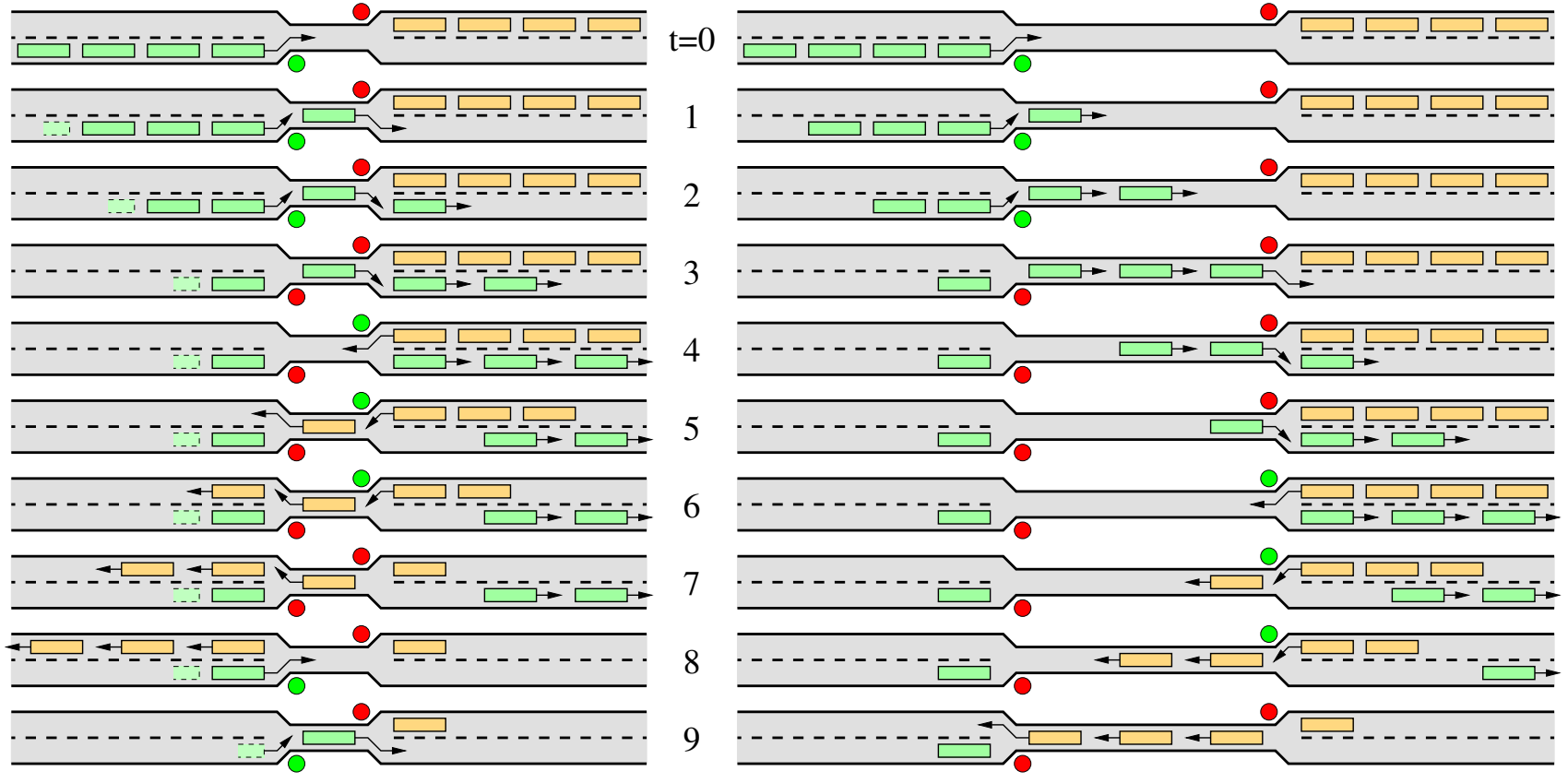
Utilization = 1/2

Χρόνος Εναλ. = 3× Χρόν. Μετάδοσης

Utilization = 1/4

Utilization = (Χρ.Μτδ.) / (Χρ.Μτδ. + Χρ.Ενλ.)

Μακρύτερες Μεταδόσεις ⇒ Βελτίωση Αξιοποίησης



Χρόν. Μετάδ. = 3× Χρόν. Εναλ.

Utilization = 3/4

Χρόνος Μετάδοσης = 1× Χρόν. Εναλ.

Utilization = 1/2

Utilization = (Χρ.Μτδ.) / (Χρ.Μτδ. + Χρ.Ενλ.)