

## Ερωτήσεις Κεφάλαιο 1

### 1. Τι γνωρίζετε για τα παρακάτω στοιχεία / χαρακτηριστικά ενός επεξεργαστή: Πυρήνες, Συχνότητα λειτουργίας, Εύρος καταχωρητών, Λανθάνουσα μνήμη (σελ. 15-18 του Βιβλίου σε pdf)

- **Αριθμός Πυρήνων (Cores number):** Ένας σύγχρονος επεξεργαστής αποτελείται από δύο ή περισσότερους επεξεργαστές (πυρήνες) ενσωματωμένους σε ένα chip. Τα σύγχρονα λειτουργικά συστήματα που υποστηρίζουν πολυπύρηνους επεξεργαστές και παράλληλη επεξεργασία, αναθέτουν ταυτόχρονα προς εκτέλεση μία διεργασία στον κάθε πυρήνα του επεξεργαστή, με αποτέλεσμα την ταχύτατη και ταυτόχρονη διεκπεραίωση διεργασιών. Η συνολική απόδοση ενός συστήματος αυξάνεται, όσο αυξάνουμε τον αριθμό των πυρήνων. Βέβαια, η συνεχής αύξηση του αριθμού των πυρήνων ενός επεξεργαστή, δημιουργεί προβλήματα αυξημένης πολυπλοκότητας, τόσο στους κατασκευαστές επεξεργαστών (νόμος του Μουρ) όσο και στους προγραμματιστές λειτουργικών συστημάτων και εφαρμογών.

- **Συχνότητα λειτουργίας (CPU Clock Rate):** Οι επεξεργαστές εκτελούν διαδοχικές στοιχειώδεις λειτουργίες με τη χρήση ενός ηλεκτρικού σήματος τετραγωνικού παλμού.

Αυτό το ηλεκτρικό σήμα συγχρονισμού καλείται σήμα ρολογιού, επειδή παράγεται εξωτερικά του επεξεργαστή, από ένα ταλαντωτή που ονομάζεται ρολόι (clock). Το σήμα ρολογιού (ή χρονισμού) διαδίδεται μέσα από το δίαυλο ελέγχου και εναλλάσσεται περιοδικά μεταξύ μηδέν και ένα. Ο χρόνος που χρειάζεται το ρολόι για να μεταπηδήσει από το μηδέν στο ένα και πίσω στο μηδέν, ονομάζεται περίοδος ή κύκλος του ρολογιού. Η συχνότητα με την οποία γίνεται αυτή η εναλλαγή ονομάζεται συχνότητα ρολογιού ή συχνότητα λειτουργίας (Εικ. 1.7) και μετριέται σε Hertz (Hz). Ο κύκλος ρολογιού είναι το μικρότερο χρονικό διάστημα στο οποίο ο επεξεργαστής μπορεί να εκτελέσει μια λειτουργία. Κάποιες λειτουργίες εκτελούνται σ' έναν κύκλο ρολογιού ενώ κάποιες άλλες χρειάζονται περισσότερους κύκλους. Επομένως, η συχνότητα λειτουργίας του επεξεργαστή, δεν μπορεί να αποτελέσει κριτήριο σύγκρισης μεταξύ επεξεργαστών διαφορετικής τεχνολογίας. Αυτό συμβαίνει επειδή κάθε επεξεργαστής, ανάλογα με την τεχνολογία του, μπορεί να χρειάζεται διαφορετικό αριθμό κύκλων ρολογιού για την εκτέλεση της ίδιας λειτουργίας.

- **Εύρος καταχωρητών:** Οι καταχωρητές είναι μνημονικά στοιχεία (flip-flop), εσωτερικά του επεξεργαστή και χρησιμοποιούνται από τον επεξεργαστή κατά τη διάρκεια εκτέλεσης μιας εντολής. Το εύρος των καταχωρητών ορίζει το μέγιστο μήκος σε bit, που μπορεί να διαχειριστεί ο επεξεργαστής σε μία μόνο εντολή. Όσο αυξάνουμε το εύρος των καταχωρητών ενός επεξεργαστή, τόσο αυξάνεται και η ταχύτητα με την οποία επεξεργάζεται δεδομένα. Το εύρος των καταχωρητών χαρακτηρίζει το εύρος του εσωτερικού διαδρόμου δεδομένων.

- **Χωρητικότητα λανθάνουσας μνήμης (cache memory) L1, L2, L3:** Η «λανθάνουσα» ή «κρυφή» μνήμη (cache memory) L1, L2 και L3, είναι μνήμη που βρίσκεται εσωτερικά στο chip του επεξεργαστή (Σχ. 1.5). Πρόκειται για ταχύτατη μνήμη προσωρινής αποθήκευσης δεδομένων, στην οποία αποθηκεύονται πρόσφατα χρησιμοποιημένα δεδομένα ή δεδομένα που χρησιμοποιούνται συχνότερα από τον επεξεργαστή. Ο επεξεργαστής όταν χρειάζεται κάποιο δεδομένο, ελέγχει πρώτα τη μνήμη Cache και στην περίπτωση που δε το εντοπίσει εκεί το αναζητά στην κύρια μνήμη (RAM). Η αύξηση της μνήμης Cache ενός επεξεργαστή αυξάνει και την συνολική απόδοσή του. Όμως το υψηλό κόστος της μνήμης cache, καθώς και ο περιορισμένος χώρος του chip του επεξεργαστή, περιορίζουν τη χωρητικότητά της σε μερικά MB. Οι σύγχρονοι επεξεργαστές διαθέτουν μνήμη Cache L3.

### 2. Από ποιους δίαυλους αποτελείται ο δίαυλος συστήματος και τι εργασίες εκτελεί ο κάθε ένας από αυτούς; (σελ. 16 στις υποσημειώσεις του Βιβλίου σε pdf)

- Ο **δίαυλος δεδομένων** μεταφέρει δεδομένα μεταξύ των μονάδων του υπολογιστικού συστήματος. Το μέγεθός του καθορίζει πόσα bit μπορεί να μεταφέρει ταυτόχρονα αλλά και το εύρος των ακεραίων αριθμών που μπορεί να χειριστεί ο επεξεργαστής. Ο επεξεργαστής

Intel 8088, με δίαυλο δεδομένων των 8 bit, κατηγοριοποιείται ως οκτάμπιτος (ή για την ακρίβεια 8 + 8 bits) επεξεργαστής και μπορεί να χειριστεί  $2^8 = 256$  αριθμούς. Οι σύγχρονοι επεξεργαστές διαθέτουν δίαυλο δεδομένων των 32 και 64 bit.

- Ο **δίαυλος διευθύνσεων** περιέχει την διεύθυνση της θέσης μνήμης στην οποία θα αποθηκευτούν τα δεδομένα, στην περίπτωση εγγραφής δεδομένων στη μνήμη. Το μέγεθος του διαύλου διευθύνσεων καθορίζει και το μέγεθος της μνήμης που μπορεί να διευθυνσιοδοτήσει ο επεξεργαστής, δηλαδή την μνήμη που μπορεί να αντιληφθεί και να χρησιμοποιήσει. Για παράδειγμα στον 8088, που ο δίαυλος διευθύνσεων ήταν 20 bits, ο επεξεργαστής μπορούσε να προσπελάσει μέχρι  $2^{20} = 1.048.576$  θέσεις μνήμης (1MB).

- Ο **δίαυλος ελέγχου** αποτελείται από αγωγούς με ξεχωριστή λειτουργία ο καθένας, οι οποίοι ελέγχουν τον τρόπο που επικοινωνεί ο επεξεργαστής με τα υπόλοιπα υποσυστήματα. Για παράδειγμα, όταν ο επεξεργαστής επικοινωνεί με την μνήμη ο δίαυλος ελέγχου προσδιορίζει την κατεύθυνση των δεδομένων με τα σήματα read ή write.

**3. Περιγράψτε (με λίγα λόγια) την λειτουργία της λανθάνουσας μνήμης (cache memory) ενός επεξεργαστή (σελ. 17-18 του Βιβλίου σε pdf)**

Χωρητικότητα **λανθάνουσας μνήμης (cache memory)** L1, L2, L3: Η «λανθάνουσα» ή «κρυφή» μνήμη (cache memory) L1, L2 και L3, είναι μνήμη που βρίσκεται εσωτερικά στο chip του επεξεργαστή (Σχ. 1.5). Πρόκειται για ταχύτατη μνήμη προσωρινής αποθήκευσης δεδομένων, στην οποία αποθηκεύονται πρόσφατα χρησιμοποιημένα δεδομένα ή δεδομένα που χρησιμοποιούνται συχνότερα από τον επεξεργαστή. Ο επεξεργαστής όταν χρειάζεται κάποιο δεδομένο, ελέγχει πρώτα τη μνήμη Cache και στην περίπτωση που δε το εντοπίσει εκεί το αναζητά στην κύρια μνήμη (RAM). Η αύξηση της μνήμης Cache ενός επεξεργαστή αυξάνει και την συνολική απόδοσή του. Όμως το υψηλό κόστος της μνήμης cache, καθώς και ο περιορισμένος χώρος του chip του επεξεργαστή, περιορίζουν τη χωρητικότητά της σε μερικά MB. Οι σύγχρονοι επεξεργαστές διαθέτουν μνήμη Cache L3.

**4. Αναφέρετε τρία στοιχεία συναντάμε σε μια μητρική πλακέτα (σελ. 21-31 του Βιβλίου σε pdf)**

- **Βάση επεξεργαστή (cpu socket)**

- **Υποδοχές για αρθρώματα μνήμης RAM (RAM memory slots)**

- **Υποδοχές διασύνδεσης περιφερειακών συσκευών αποθήκευσης τύπου ATA/IDE, SATA**

- **Υποδοχή τροφοδοσίας (power connector)**

- **Υποδοχές επέκτασης (expansion slots)**

- **Υποδοχές (θύρες) διασύνδεσης εξωτερικών περιφερειακών συσκευών**

**5. Πώς ορίζεται ο χρόνος προσπέλασης σε μια μνήμη RAM και πως σε έναν σκληρό δίσκο HDD; (σελ. 28,29 και 32 του Βιβλίου σε pdf αντίστοιχα)**

**RAM: Χρόνος προσπέλασης ή υστέρηση (access time)**, εκφράζει το χρόνο (σε ns, -10 -9 δισεκατομμυριοστά του δευτερολέπτου) που μεσολαβεί ανάμεσα στη στιγμή εκκίνησης μιας αίτησης για ένα byte ή λέξη από τη μνήμη, μέχρι αυτό να προσκομιστεί πραγματικά στον επεξεργαστή και να αποθηκευτεί σε κάποιον καταχωρητή του. Ο χρόνος αυτός μπορεί να θεωρηθεί ως το διάστημα από τη στιγμή που ζητείται μια διεύθυνση στη μνήμη μέχρι τη στιγμή που τα αντίστοιχα δεδομένα θα είναι διαθέσιμα για χρήση. Αποτελεί θεμελιώδες μέτρο ταχύτητας της μνήμης: όσο μικρότερη η υστέρηση τόσο μεγαλύτερη η ταχύτητα της μνήμης.

**HDD: Χρόνος προσπέλασης (access time)**: Ορίζεται το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από την αίτηση που κάνει το σύστημα για μεταφορά δεδομένων από το σκληρό δίσκο μέχρι τη στιγμή που τα δεδομένα αυτά είναι διαθέσιμα. Ο χρόνος προσπέλασης ισούται με το άθροισμα του χρόνου αναζήτησης (seek time), του λανθάνοντος χρόνου περιστροφής (rotational latency) και του χρόνου μεταφοράς (transfer time).

**6. Σε έναν σκληρό δίσκο SATA ως τι ορίζεται ο λανθάνων χρόνος περιστροφής και τι ο χρόνος αναζήτησης; (σελ. 32 του Βιβλίου σε pdf)**

- Ο **χρόνος αναζήτησης** μετριέται σε χιλιοστά του δευτερολέπτου (milliseconds) και είναι ο χρόνος που κάνει η κεφαλή για να μετακινηθεί στη σωστή τροχιά όπου βρίσκονται τα προς ανάγνωση δεδομένα.

- **Λανθάνων χρόνος περιστροφής** είναι ο χρόνος προσέγγισης του σωστού τομέα όπου βρίσκονται τα προς ανάγνωση δεδομένα.

**7. Τι είναι Λανθάνουσα ή κρυφή μνήμη σε έναν σκληρό δίσκο; (σελ. 33 του Βιβλίου σε pdf)**

**Λανθάνουσα ή κρυφή μνήμη (cache memory):** Είναι η εσωτερική μνήμη τύπου RAM, που έχει ένας σκληρός δίσκος, για να μπορεί να βρίσκει, χωρίς να μετακινηθούν οι κεφαλές, τις τελευταίες πιο χρησιμοποιούμενες πληροφορίες. Μετριέται σε MB. Η χωρητικότητα της κρυφής μνήμης που διαθέτει ένας σκληρός δίσκος, επηρεάζει την απόδοσή του, σχετικά με τη ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων.

**8. Αναφέρετε δυο πλεονεκτήματα και δυο μειονεκτήματα χρήσης USB μνήμης σε σχέση με τον σκληρό δίσκο (σελ. 36 του Βιβλίου σε pdf)**

Η μνήμη flash έχει τα χαρακτηριστικά μιας συσκευής αποθήκευσης «στερεάς κατάστασης» (solid state) όπως:

- Χαμηλή ως ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας (λόγω έλλειψης μηχανικών μερών).
- Μεγαλύτερη αντοχή σε χτυπήματα και ταρακούνημα σε σχέση με τους σκληρούς δίσκους.
- Ο χρόνος προσπέλασης είναι χαμηλός, με τιμές κάτω από 0.1 ms.
- Παρουσιάζουν υψηλό ρυθμό μεταφοράς δεδομένων, με τιμές που φθάνουν τα 600MB/sec στους σύγχρονους δίσκους solid state (SSD).

Φυσικά η μνήμη flash έχει κι αυτή μερικά μειονεκτήματά όπως:

- Έχει μεγαλύτερο κόστος ανά GB σε σχέση με τον σκληρό δίσκο.
- Έχει μικρότερη χωρητικότητα από τον σκληρό δίσκο, αν και με την εξέλιξη της τεχνολογίας η διαφορά συνεχώς μειώνεται.
- Σε κάθε byte μπορεί να γίνει περιορισμένος αριθμός εγγραφών και διαγραφών των δεδομένων χωρίς αποτυχία (συνήθως 10.000-100.000 φορές).

**Ερωτήσεις Κεφάλαιο 2**

**9. Να εξηγήσετε τη βασική διαφορά μεταξύ αναλογικού και ψηφιακού σήματος. (σελ. 59 του Βιβλίου σε pdf)**

Ως **Αναλογικά σήματα** (analog signals), τα οποία αναπαρίστανται ως χρονικά μεταβαλλόμενες κυματομορφές, ορίζουμε τα σήματα, που το πλάτος τους σε κάθε χρονική στιγμή μπορεί να πάρει οποιαδήποτε τιμή, ανάμεσα σε δύο ακραίες τιμές.

Ως **Ψηφιακά σήματα** (digital signals) τα οποία αναπαρίστανται, με σειρές από παλμούς, ορίζουμε τα σήματα, που το πλάτος τους σε κάθε χρονική στιγμή μπορεί να πάρει μόνο μερικές διακριτές τιμές.

**10. Τι είναι διαμόρφωση σήματος και πού βοηθαι (σελ 60 )**

Η **διαμόρφωση (modulation)** στις τηλεπικοινωνίες είναι η διαδικασία συστηματικής μεταβολής ενός περιοδικού σήματος, με σκοπό την κωδικοποίησή του, ώστε να μεταφερθεί κωδικοποιημένη η πληροφορία. Το σήμα το οποίο διαμορφώνεται, ονομάζεται *φέρον* και το σήμα που παράγεται *διαμορφωμένο*. Με τη βοήθεια της διαμόρφωσης, η πληροφορία μεταδίδεται πιο εύκολα μέσα στο μέσο μετάδοσης (κανάλι). Όταν όμως το διαμορφωμένο σήμα φθάσει στο δέκτη, η πληροφορία πρέπει να ανακτηθεί από το διαμορφωμένο σήμα. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται **αποδιαμόρφωση (demodulation)**.

**11. Να δώσετε τους ορισμούς: Ρυθμός μετάδοσης, bit rate (σελ 64 )**

**Ρυθμός μετάδοσης δυαδικών ψηφίων (bit rate)** ορίζεται ο αριθμός των δυαδικών ψηφίων που διέρχονται, με επιτρεπτό ποσοστό σφάλματος, από το κανάλι στη μονάδα του χρόνου (sec). Άρα:  $\text{bit rate} = \text{bits/sec}$  (bits per second -bps).

**12. Να περιγράψετε σύντομα και σε αντιπαράβολή την Παράλληλη / Σειριακή Μετάδοση. ( σελ 65 )**

**Παράλληλη μετάδοση δεδομένων** (parallel data transmission), όλα τα ψηφία (bits) μιας ψηφιολέξης (byte) μεταδίδονται ταυτόχρονα μέσω ισάριθμων διαφορετικών γραμμών.

**Σειριακή μετάδοση δεδομένων** (serial data transmission), δεν απαιτεί διαφορετικό κανάλι για κάθε χαρακτήρα και τα ψηφία κάθε ψηφιολέξης, μεταδίδονται ακολουθιακά το ένα πίσω από το άλλο από τη «ίδια» γραμμή.

**13. Να περιγράψετε σε αντιπαράβολή τις μεθόδους μεταγωγής κυκλώματος, μηνύματος και πακέτου. ( σελ 69 )**

**Μεταγωγή κυκλώματος** (circuit switching) γίνεται (αποκαθίσταται) μια φυσική σύνδεση μεταξύ των υπολογιστών που επικοινωνούν και η οποία διατηρείται σε όλη τη διάρκεια της επικοινωνίας.

**Μεταγωγή μηνύματος** (messages switching) τα δεδομένα αποστέλλονται με τη μορφή ολοκληρωμένου μηνύματος που μεταδίδεται σχεδόν όπως στάλθηκε από τον αρχικό κόμβο, ανεξάρτητα από το μέγεθός του. Το δίκτυο προωθεί το μήνυμα από κόμβο σε κόμβο μέχρι να φτάσει στον προορισμό του.

**Μεταγωγή πακέτου** τα μηνύματα χωρίζονται σε πακέτα (σταθερού ή μεταβλητού μεγέθους). Τα πακέτα προωθούνται ξεχωριστά μέσω των λεγομένων κόμβων μεταγωγής πακέτων (packet switching nodes) ή όπως αυστηρότερα λέγεται μέσω του «επικοινωνιακού υποδικτύου».

**Ερωτήσεις Κεφάλαιο 3**

**14. Αναφέρετε τα δύο σημαντικότερα πλεονεκτήματα της χρήσης των δικτύων (σελ 78)**

- Διαμοιρασμός των ψηφιακών πόρων του συστήματος
- Κοινή Χρήση περιφερειακών συσκευών
- Διαμοιρασμός μιας σύνδεσης Internet
- Εξοικονόμηση χρημάτων

**15. Ποιο είναι το χαμηλότερο επίπεδο της αρχιτεκτονικής O.S.I. το οποίο ασχολείται με την από άκρου σε άκρο επικοινωνία; ( 87 σελ )**

**Το Επίπεδο Μεταφοράς**

**16. Ποιες οι βασικές λειτουργίες του επιπέδου δικτύου στο μοντέλο αναφοράς O.S.I.; ( σελ 88 )**

Οι βασικές λειτουργίες του επιπέδου είναι οι εξής:

- Η διευθυνσιοδότηση, δηλ. όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η αντιστοίχιση μιας μοναδικής διεύθυνσης σε κάθε κόμβο του δικτύου.
- Η δρομολόγηση, δηλ. η εύρεση της διαδρομής που θα πρέπει να ακολουθήσουν τα πακέτα από τον αποστολέα στον παραλήπτη.
- Η αποφυγή κυκλοφοριακής συμφόρησης (congestion) σε κάποιο τμήμα του δικτύου που συνήθως προκαλείται όταν υπερβολικά μεγάλος αριθμός πακέτων προσπαθούν να διέλθουν από την ίδια διαδρομή.

**Ερωτήσεις Κεφάλαιο 4**

**17. Τι γνωρίζετε για την τοπολογία Αστέρα , ποιο το βασικό μειονέκτημά του ( σελ 110 )**

Η τοπολογία αστέρα είναι μια από τις πιο κοινές τοπολογίες στα δίκτυα υπολογιστών. Στην απλούστερη μορφή του, ένα δίκτυο αστέρα αποτελείται από μια κεντρική συσκευή που μπορεί να είναι μεταγωγέας (switch) ή διανομέας (hub) ή ακόμα και κάποιος υπολογιστής. Η κεντρική συσκευή λειτουργεί ως αναμεταδότης των μηνυμάτων και αποτελεί τον κεντρικό κόμβο, με τον οποία είναι συνδεδεμένοι όλοι οι άλλοι κόμβοι του δικτύου. Η τοπολογία αστέρα μειώνει τις επιπτώσεις από προβλήματα στο καλωδιακό μέσο (πχ κομμένο καλώδιο), αφού μόνο ο σταθμός του οποίου το καλώδιο έχει πρόβλημα παύει να επικοινωνεί χωρίς να επηρεάζεται το υπόλοιπο δίκτυο το οποίο συνεχίζει να λειτουργεί κανονικά.

Το βασικό μειονέκτημα της τοπολογίας αστέρα είναι ότι σε περίπτωση βλάβης του κεντρικού κόμβου όλο το δίκτυο σταματά να λειτουργεί.

**18. Τι είναι το πρότυπο Ethernet και ποια υποεπίπεδα έχει ( σελ 115 )**

Το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται στα ενσύρματα τοπικά δίκτυα υπολογιστών είναι το Ethernet. Αναπτύχθηκε από την εταιρεία Xerox στα μέσα της δεκαετίας του '70 και έγινε δημοφιλές αφότου προτυποποιήθηκε και από άλλες εταιρείες όπως η Digital Equipment Corporation και η Intel. Ο διεθνής οργανισμός I.E.E.E, στα πλαίσια της ομάδας εργασίας 802 για ενσύρματα τοπικά δίκτυα, έκανε επίσημα απόδεκτό το Ethernet ως το πρότυπο 802.3. Σύμφωνα με τις προτάσεις της ομάδας εργασίας 802 το επίπεδο σύνδεσης δεδομένων (επίπεδο 2) του O.S.I. χωρίζεται σε δύο υποεπίπεδα:

- Το υποεπίπεδο ελέγχου λογικής σύνδεσης (Logical Link Control – LLC)



- Το υποεπίπεδο ελέγχου πρόσβασης στο μέσο (Medium Access Control – MAC)

#### 19. Πως λειτουργεί η πρόσβαση στο μέσο CSMA/CD 115-116

Μέθοδος πρόσβασης στο μέσο CSMA/CD: Η μέθοδος σκοπό έχει να δώσει τη δυνατότητα σε όλους τους σταθμούς να χρησιμοποιήσουν το μέσο μετάδοσης (πολλαπλή πρόσβαση – multiple access), μειώνοντας στο ελάχιστο τις συγκρούσεις καθώς και τις επιπτώσεις από αυτές.

Σύμφωνα με τη μέθοδο CSMA/CD, όσοι σταθμοί εργασίας είναι ενεργοί και συνδέονται στο ίδιο φυσικό μέσο πρέπει να «ακούσουν» το μέσο, δηλαδή το καλώδιο για να εντοπίσουν μήπως κάποιος άλλος σταθμός μεταδίδει. Αυτό γίνεται μέσω μιας ειδικής ηλεκτρονικής διάταξης η οποία ανιχνεύει την ύπαρξη φέροντος σήματος 52 στο καλώδιο (ακρόαση φέροντος – carrier sense). Σε περίπτωση που το μέσο είναι απασχολημένο, ο σταθμός που θέλει να μεταδώσει δεδομένα θα αναγκαστεί να παραμείνει σε αναμονή, μέχρι να ελευθερωθεί το μέσο. Όταν το μέσο ελευθερωθεί τότε ο σταθμός εργασίας αρχίζει την μετάδοση των δεδομένων του. Αν όταν ελευθερωθεί το μέσο, υπάρξουν ταυτόχρονα και άλλοι σταθμοί που θέλουν να μεταδώσουν δεδομένα τότε δημιουργείται το φαινόμενο της σύγκρουσης. Οι σταθμοί εργασίας που συμμετέχουν σε αυτήν την ταυτόχρονη εκπομπή, αντιλαμβάνονται την σύγκρουση (ανίχνευση σύγκρουσης – collision detection) και μεταδίδουν ένα σύντομο μήνυμα, που αναφέρει το γεγονός και σταματούν να εκπέμπουν. Οι σταθμοί εργασίας περιμένουν και έπειτα από κάποιο τυχαίο χρονικό διάστημα ξαναρχίζουν την μετάδοση.