

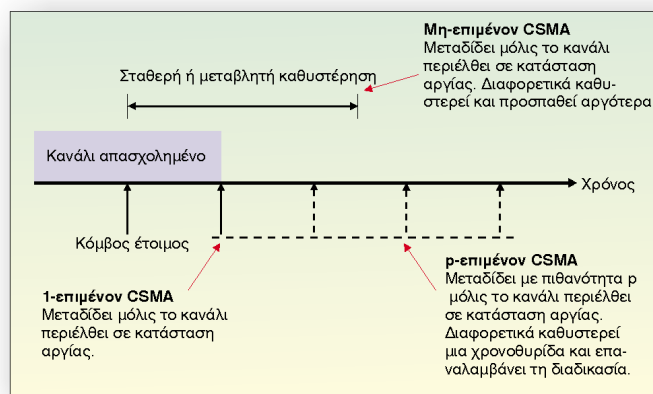


## Μάθημα 8.3: Πρότυπο CSMA

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο μάθημα, με το συγχρονισμένο *ALOHA* ο μέγιστος ρυθμός διέλευσης του καναλιού δεν υπερβαίνει το 37%. Το κύριο μειονέκτημα του πρωτοκόλλου αυτού είναι ότι κάθε κόμβος που έχει πακέτο να μεταδώσει προχωρεί στη μετάδοση χωρίς να ενδιαφέρεται αν κάποιος άλλος κόμβος μεταδίδει εκείνη τη στιγμή, με αποτέλεσμα η σύγκρουση να είναι αναπόφευκτη. Στα τοπικά δίκτυα υπολογιστών είναι πολλές φορές δυνατόν ο κόμβος που θέλει να μεταδώσει να αναγνωρίζει τι κάνουν οι άλλοι κόμβοι και να συμπεριφέρεται ανάλογα. Όμως η δυνατότητα αυτή δεν είναι πάντα προφανής. Στα ασύρματα δίκτυα, για παράδειγμα, ο σταθμός βάσης πρέπει να είναι ορατός από όλους τους σταθμούς, διαφορετικά η επικοινωνία δεν καθίσταται εφικτή. Ένα πρωτόκολλο το οποίο στηρίζεται σε μεθόδους ανταγωνισμού για την πρόσβαση των κόμβων στο μέσο μετάδοσης και το οποίο επιτρέπει στους κόμβους να ανιχνεύουν την ύπαρξη φέροντος σήματος, προτού επιχειρήσουν να μεταδώσουν, ονομάζεται **πρωτόκολλο πολλαπλής πρόσβασης με ανίχνευση φέροντος** (*CSMA: Carrier Sense Multiple Access*)<sup>7</sup>. Τα χαρακτηριστικά ενός τέτοιου δικτύου περιγράφηκαν και στο Μάθημα 7.4.

Υπάρχουν πολλές παραλλαγές του πρωτοκόλλου *CSMA* (σχήμα 8.3), όμως η βασική ιδέα παραμένει η ίδια. Στην απλούστερη των περιπτώσεων ο κόμβος που πρόκειται να μεταδώσει ανιχνεύει πρώτα το κανάλι, προκειμένου να διαπιστώσει αν κάποια άλλη μετάδοση είναι σε εξέλιξη. Αν συμβαίνει κάτι τέτοιο, ο κόμβος συνεχίζει να ανιχνεύει το κανάλι αναβάλλοντας τη μετάδοσή του, μέχρις ότου διαπιστώσει ότι αυτό είναι ελεύθερο, οπότε και μεταδίδει το πακέτο του. Παρ' ότι η τεχνική αυτή μειώνει τις συγκρούσεις, εντούτοις δεν τις αποκλείει εντελώς, αφού ενδέχεται περισσότεροι του ενός κόμβοι, οι οποίοι είναι έτοιμοι για μετάδοση (έχουν δηλαδή πακέ-

το), να επιχειρήσουν να μεταδώσουν το πακέτο τους, όταν διαπιστώσουν ότι το κανάλι είναι ελεύθερο, οπότε η σύγκρουση θα είναι αναπόφευκτη. Το πρωτόκολλο αυτό λέγεται **1-επιμένον CSMA** (*1-persistent CSMA*)<sup>8</sup> και αντιδιαστέλλεται από το **μη-επιμέ-**



Σχήμα 8.3: Παραλλαγές του πρωτοκόλλου *CSMA*

<sup>7</sup> Αναφέρεται επίσης και ως πρωτόκολλο «άκουσε, πριν μιλήσεις» (*LBT: Listen Before Talk*).

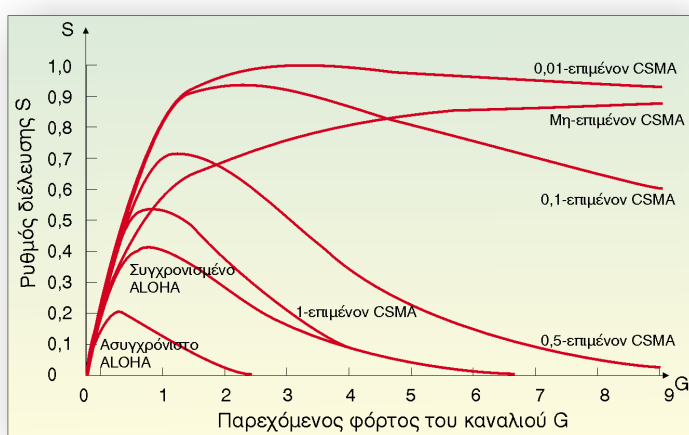


**non CSMA** (*non-persistent CSMA*), σύμφωνα με το οποίο ο σταθμός που θέλει να μεταδώσει, αλλά βρίσκει το κανάλι απασχολημένο, δε συνεχίζει την ανίχνευση του καναλιού, όπως στην προηγούμενη περίπτωση, αλλά περιμένει κάποιο χρονικό διάστημα, προτού επαναλάβει την όλη διαδικασία.

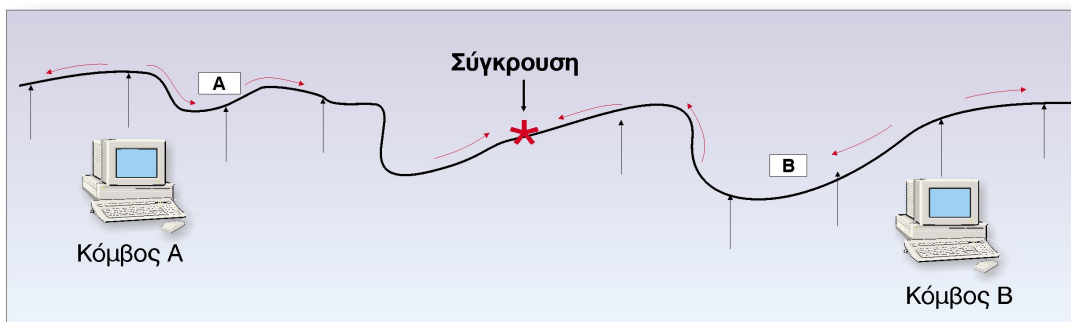
Όπως αναφέρθηκε και στο πρωτόκολλο *ALOHA*, η καθυστέρηση της μετάδοσης παίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση του πρωτοκόλλου *1-επιμένον CSMA*, αφού υπάρχει πάντα η πιθανότητα, ακριβώς μετά την έναρξη της αποστολής του πακέτου ενός κόμβου, κάποιος άλλος κόμβος που είναι έτοιμος για μετάδοση να αρχίσει και αυτός την αποστολή του πακέτου του. Αυτό συμβαίνει, επειδή το σήμα του πρώτου κόμβου δε φθάνει έγκαιρα στο δεύτερο κόμβο και έτσι αυτός θεωρεί το κανάλι ελεύθερο για μετάδοση, με αποτέλεσμα να συμβεί βέβαιη σύγκρουση (σχήμα 8.5). Φυσικά στην περίπτωση του *1-επιμένον CSMA* αναμένεται να συμβούν πολύ λιγότερες συγκρούσεις από το *ALOHA*, αφού οι κόμβοι ανιχνεύουν το κανάλι, πριν μεταδώσουν, μειώνοντας έτσι την πιθανότητα συγκρούσεων.

Σε σύγκριση με τις άλλες δύο παραλλαγές του *CSMA* το *1-επιμένον CSMA* παρουσιάζει χαμηλότερη απόδοση και μεγαλύτερες καθυστερήσεις, αφού η επιμονή του να μεταδώσει, σε συνδυασμό με την καθυστέρηση διάδοσης του σήματος, προκαλεί συγκρούσεις. Ακόμη και στην περίπτωση που η καθυστέρηση διάδοσης του σήματος δεν παίζει σημαντικό ρόλο, όπως είναι η περίπτωση των τοπικών δικτύων, συγκρούσεις μπορεί να συμβούν και πάλι. Στο σχήμα 8.6 παρουσιάζεται η περίπτωση δύο

<sup>8</sup> Το πρωτόκολλο **p-επιμένον CSMA** (*p-persistent CSMA*), που εφαρμόζεται σε συγχρονισμένο κανάλι, γενικεύει την περίπτωση του πρωτοκόλλου *1-επιμένον CSMA*. Σύμφωνα μ' αυτό, όταν ο κόμβος είναι έτοιμος για μετάδοση, ανιχνεύει το κανάλι και, αν αυτό είναι ελεύθερο, αποστέλλει το πακέτο του με πιθανότητα  $p$  ( $0 < p < 1$ ), ενώ με πιθανότητα  $q = 1 - p$  απέχει από τη μετάδοση μέχρι την επόμενη χρονοθυρίδα. Αν και αυτή η χρονοθυρίδα είναι ελεύθερη, τότε μεταδίδει και πάλι με πιθανότητα  $p$  και απέχει με πιθανότητα  $q$ . Αυτή η διαδικασία συνεχίζεται, μέχρις ότου ο κόμβος να μεταδώσει το πακέτο του. Αν στο μεταξύ κάποιος άλλος κόμβος αρχίσει να μεταδίδει, τότε περιμένει για κάποιο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια επαναλαμβάνει την όλη διαδικασία. Φυσικά στην περίπτωση που ο κόμβος βρει το κανάλι απασχολημένο, περιμένει μέχρι την επόμενη χρονοθυρίδα και εφαρμόζει την ίδια διαδικασία. Στο σχήμα 8.4 απεικονίζεται το διάγραμμα σύγκρισης του ρυθμού διέλευσης προς τον παρεχόμενο φόρτο κυκλοφορίας τόσο για τα πρωτόκολλα *CSMA* όσο και για τα πρωτόκολλα *ALOHA*.

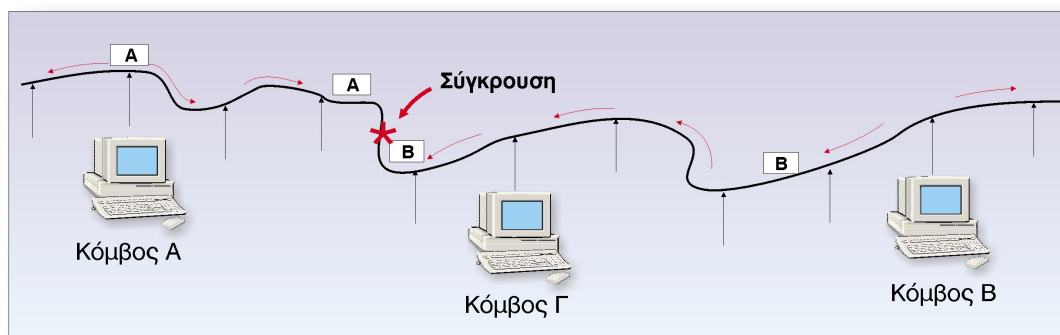


Σχήμα 8.4: Σύγκριση του ρυθμού διέλευσης προς τον παρεχόμενο φόρτο κυκλοφορίας για τα διαφορετικά πρωτόκολλα πολλαπλής πρόσβασης



Σχήμα 8.5: Επειδή και οι δύο κόμβοι A και B ανίχνευσαν σχεδόν ταυτόχρονα το κανάλι και διαπίστωσαν ότι ήταν σε κατάσταση αργίας, μετέδωσαν αμέσως. Όμως, λόγω της καθυστέρησης διάδοσης, το σήμα του κόμβου B δεν έφτασε έγκαιρα στον κόμβο A, με αποτέλεσμα να επέλθει σύγκρουση.

κόμβων έτοιμων για μετάδοση οι οποίοι, μετά τον τερματισμό της μετάδοσης του πακέτου του κόμβου που βρίσκεται στο μέσο περίπου της μεταξύ τους απόστασης, διαπιστώνουν ότι το κανάλι είναι ελεύθερο και αποφασίζουν να μεταδώσουν, με αποτέλεσμα η σύγκρουση να είναι αναπόφευκτη.



Σχήμα 8.6: Μόλις ο κόμβος Γ τερμάτισε τη μετάδοσή του και το κανάλι βρέθηκε σε κατάσταση αργίας, οι κόμβοι A και B ήταν έτοιμοι για μετάδοση. Επειδή αυτοί απέχουν ίση περίπου απόσταση από τον κόμβο Γ, διαπίστωσαν σχεδόν ταυτόχρονα ότι το κανάλι είναι ελεύθερο και μετέδωσαν σχεδόν αμέσως, με αποτέλεσμα τη σύγκρουση των πακέτων τους.



### Λέξεις που πρέπει να θυμάμαι

Πρωτόκολλο πολλαπλής πρόσβασης με ανίχνευση φέροντος (CSMA), 1-επιμένον CSMA, μη επιμένον CSMA, p-επιμένον CSMA.