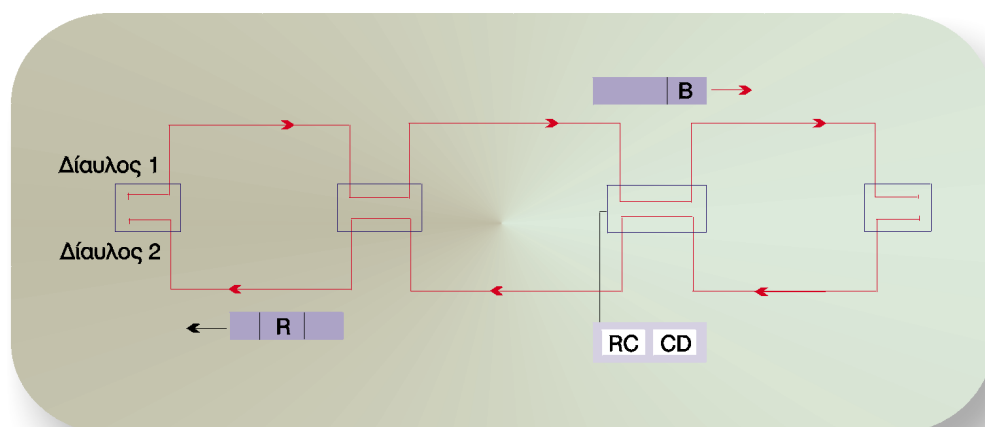


## Μάθημα 15.4: Πρότυπο DQDB

### 15.4.1 Εισαγωγή

Το πρότυπο **διπλού διαύλου με κατανεμημένη ουρά** (*DQDB: Distributed Queue Dual Bus*) θεωρείται από την ομάδα εργασίας του *IEEE 802.6* ως πρότυπο μητροπολιτικών δικτύων, συγκαταλέγεται όμως και συγκρίνεται ως προς την απόδοσή του με τα πρότυπα των τοπικών δικτύων υψηλών επιδόσεων. Όπως απεικονίζεται και στο σχήμα 15.9, το δίκτυο *DQDB* χρησιμοποιεί τοπολογία διπλού διαύλου, ενώ κάθε κόμβος του συνδέεται σε δύο μονότροπες (*monomode*) οπτικές ίνες. Το πρωτόκολλο ελέγχου πρόσβασης στο μέσο (*MAC: Medium Access Control*) επιτυγχάνει τη μετάδοση των πακέτων από τους κόμβους με τη σειρά που αυτά παρουσιάζονται για μετάδοση.



Σχήμα 15.9: Η τοπολογία του *DQDB*

Το *DQDB* χρησιμοποιείται στη διασύνδεση των τοπικών δικτύων προκειμένου να επιτευχθούν υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης με ανεκτές (μικρές) καθυστερήσεις, στοιχεία που είναι απαραίτητα για τις εφαρμογές γραφικών και κινούμενης εικόνας.

### 15.4.2 Λειτουργία του *DQDB*

Τα πλαίσια που μεταφέρονται στους διαύλους περιλαμβάνουν 44 χαρακτήρες για τα δεδομένα του χρήστη και 9 χαρακτήρες για την επικεφαλίδα και τον τερματισμό του πλαισίου (σχήμα 15.10). Η επικεφαλίδα χρησιμοποιείται από τα υψηλότερα επίπεδα του πρωτοκόλλου προκειμένου να συντεθούν τα πλαίσια σε μεγαλύτερα τμήματα. Η επικεφαλίδα αποτελείται από δύο πεδία, το **απασχολημένο** (*B: Busy*) και το **δε-**



**σμευμένο** (*R: Reserved*), τα οποία χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο πρόσβασης στο μέσο. Ο τερματισμός του πλαισίου περιέχει τα δυαδικά ψηφία ανίχνευσης λάθους με κυκλικό κώδικα (*CRC*) (Μάθημα 2.5) και την ένδειξη του μήκους των πληροφοριών του χρήστη, όταν το πεδίο πληροφορίας δεν είναι πλήρες.



Σχήμα 15.10: Το πλαίσιο του DQDB

Το πρωτόκολλο MAC του DQDB λειτουργεί ως εξής: κάθε κόμβος συνδέεται με δύο μονότροπες οπτικές ίνες, οι οποίες, αν και έχει επικρατήσει να ονομάζονται **δίαυλος 1** και **δίαυλος 2**, στην ουσία συνδέουν τους κόμβους με συνδέσεις σημείου προς σημείο. Επειδή οι δίαυλοι λειτουργούν κατά τον ίδιο τρόπο, η διαδικασία μετάδοσης των κόμβων είναι ανάλογη και στους δύο διαύλους. Επομένως αρκεί να περιγραφεί το πώς οι κόμβοι μεταδίδουν στο δίαυλο 1.

Ο πρώτος από αριστερά κόμβος του διαύλου 1 δημιουργεί συνεχώς πλαίσια των 53 χαρακτήρων. Κάθε πλαίσιο περιέχει δύο ειδικά δυαδικά ψηφία, το **δυαδικό ψηφίο απασχόλησης** (*B: Busy bit*) και το **δυαδικό ψηφίο αίτησης** (*R: Request bit*). Όταν το πλαίσιο είναι απασχολημένο, δηλαδή όταν μεταφέρει δεδομένα, το *B* είναι 1, ενώ, όταν το πλαίσιο δε μεταφέρει δεδομένα, το *B* είναι 0. Επίσης, όταν κάποιος κόμβος έχει ένα πλαίσιο έτοιμο για μετάδοση στο δίαυλο 1, προωθεί μια αίτηση θέτοντας την τιμή 1 στο *R* ενός πλαισίου του διαύλου 2, το οποίο, όταν έφθασε στον κόμβο, είχε τιμή 0. Κάθε κόμβος διαθέτει δύο μετρητές για το δίαυλο 1, τον κάτω μετρητή (*CD: Count Down*) και το μετρητή αιτήσεων (*RC: Request Counter*). Μέσω του *RC* κάθε κόμβος έχει τη δυνατότητα να μαθαίνει πόσες αιτήσεις έγιναν από άλλους κόμβους στα δεξιά του και είναι ακόμα ανεκτέλεστες. Αυτό συμβαίνει, επειδή κάθε κόμβος αυξάνει την τιμή του *RC* κατά 1, κάθε φορά που βλέπει στο δίαυλο 2 το *R* να είναι 1, και μειώνει την τιμή του *RC* κατά 1, όταν βλέπει ένα άδαιο πλαίσιο στο δίαυλο 1. Το άδαιο πλαίσιο στο δίαυλο 1 θα χρησιμοποιηθεί από κάποιον κόμβο στα δεξιά, για να ικανοποιηθεί μια αίτηση που εκκρεμεί.

Με ανάλογο τρόπο κάθε κόμβος έχει τη δυνατότητα να ελέγχει το *CD*, για να μαθαίνει τον αριθμό των αιτήσεων που έγιναν από κόμβους που βρίσκονται στα δεξιά του, πριν πάρει το πακέτο που προορίζεται για μετάδοση και είναι ακόμη σε εκκρεμότητα. Αυτό συμβαίνει, επειδή κάθε κόμβος εξισώνει τις τιμές των δύο μετρητών ( $CD = RC$ ), όταν έχει ένα πακέτο για μετάδοση, και μειώνει την τιμή του *CD* κατά 1, όποτε βλέπει ένα άδαιο πλαίσιο στο δίαυλο 1. Όταν ο *CD* φτάσει στην τιμή 0, ο κόμβος υποθέτει πως όλες οι αιτήσεις που ήταν σε εκκρεμότητα, πριν εκείνος πάρει το πακέτο του για να το μεταδώσει, έχουν ικανοποιηθεί και περιμένει το επόμενο άδαιο πλαίσιο στο δίαυλο 1. Ο κόμβος μεταδίδει τις πληροφορίες του σ' αυτό το πλαίσιο, αφού δηλώσει ότι



είναι απασχολημένο (θέτοντας δηλαδή την τιμή 1 στο  $B$ ).

Σημειώνεται ότι τα πακέτα μεταδίδονται με την ίδια σχεδόν σειρά με την οποία είναι διαθέσιμα για μετάδοση, έτσι ώστε το πρωτόκολλο *MAC* να υλοποιεί ουσιαστικά μια δομή της ουράς *FIFO* (*First In, First Out*), αν και η ουρά κατανέμεται σε διάφορους κόμβους. Ας σημειωθεί επίσης πως, όταν όλοι οι κόμβοι έχουν συνεχώς πακέτα για αποστολή, τα πλαίσια, από ένα σημείο και μετά, είναι όλα απασχολημένα. Συνεπώς σ' αυτή την περίπτωση η απόδοση του πρωτοκόλλου *MAC* πλησιάζει το 100%.

Το πρότυπο *DQDB* είναι σε ορισμένες περιπτώσεις «μεροληπτικό», εξαιτίας της τοπολογίας του. Για παράδειγμα, αν κάθε κόμβος έχει να μεταδώσει σε καθέναν από τους άλλους κόμβους τον ίδιο όγκο δεδομένων, τότε οι κόμβοι που βρίσκονται στη μέση των διαύλων μεταδίδουν συχνότερα από τους κόμβους που βρίσκονται στα άκρα τους. Αυτό συμβαίνει, επειδή ένας κόμβος που βρίσκεται στη μέση του δικτύου έχει τη δυνατότητα να μεταδώσει τα μισά από τα πακέτα του σε κάθε δίαυλο και επομένως ανταγωνίζεται τους μισούς μόνο από τους άλλους κόμβους σε κάθε δίαυλο. Αντίθετα, οι κόμβοι στα άκρα των διαύλων πρέπει να ανταγωνιστούν όλους τους άλλους κόμβους και επομένως μπορούν να μεταδώσουν σε ένα μόνο δίαυλο.

Προκειμένου να διορθωθεί αυτή η «αδικία», το πρωτόκολλο μπορεί να τροποποιηθεί ως ακολούθως. Ο διαχειριστής του δικτύου θέτει κάποιο όριο στον αριθμό των διαδοχικών πλαισίων που μπορεί να μεταδώσει κάθε κόμβος επιλέγοντας μια παράμετρο  $F$  για καθέναν από αυτούς. Το πρωτόκολλο *MAC* δεν επιτρέπει στους κόμβους να μεταδώσουν σε  $F$  διαδοχικά πλαίσια. Με άλλα λόγια, όταν ένας κόμβος λάβει το  $F$ -ιοστό διαδοχικό άδαιο πλαίσιο, το αφήνει να περάσει χωρίς να το χρησιμοποιήσει. Ο κόμβος επαναφέρει το μετρητή στο μηδέν, όταν δε χρησιμοποιεί ένα πλαίσιο, ενώ, όταν δίνει μια μεγαλύτερη τιμή στο  $F$ , διευκολύνει την πρόσβαση κάποιου άλλου κόμβου στο δίαυλο. Κατ' αυτό τον τρόπο ο διαχειριστής του δικτύου μπορεί να διορθώσει τη «μεροληψία» του πρότυπου *DQDB* επιλέγοντας «δίκαια» τις τιμές του  $F$  για κάθε κόμβο.

#### Βασικά χαρακτηριστικά του *DQDB*:

- ✓ Το *DQDB* είναι το πρότυπο που θεωρείται από το *IEEE 802.6* κατάλληλο για τα μητροπολιτικά δίκτυα. Οι κόμβοι ενός δικτύου *DQDB* συνδέονται σε δύο μονότροπους διαύλους. Το πρότυπο *IEEE 802.6* καθορίζει μόνο το πρωτόκολλο *MAC*.
- ✓ Κάθε κόμβος έχει δύο μετρητές ( $RC$  και  $CD$ ) για κάθε δίαυλο. Οι δίαυλοι λειτουργούν κατά τον ίδιο τρόπο. Για παράδειγμα, ένας κόμβος αυξάνει το  $RC$  του διαύλου 1, όταν βλέπει μια αίτηση στο δίαυλο 2, και μειώνει το  $RC$  και το  $CD$  του διαύλου 1, όταν βλέπει ένα άδαιο πλαίσιο στο δίαυλο 2. Όταν ένας κόμβος πάρει το πλαίσιο για να το μεταδώσει στο δίαυλο 1, εξισώνει το  $RC$  με το  $CD$  για το δίαυλο 2. Ένας κόμβος μπορεί να μεταδώσει, όταν ο  $CD$  είναι 0.
- ✓ Για να διορθώσει την «αδικία» του *DQDB*, ο διαχειριστής του δικτύου θέτει όριο στον αριθμό των διαδοχικών πλαισίων που μπορεί να μεταδώσει κάθε κόμβος.
- ✓ Το *DQDB* είναι ένα πολύ αποδοτικό πρωτόκολλο, το οποίο μπορεί να υποστηρίξει κυκλοφορίες διαφορετικών προτεραιοτήτων.



### 15.4.3 Υπηρεσίες

Το επίπεδο πάνω από το *DQDB* δεν αποτελεί μέρος του πρωτοκόλλου *IEEE 802.6*. Απλώς βοηθά να οριστούν οι υπηρεσίες που πρέπει να παρέχει ένα υποδίκτυο *802.6*. Μέχρι τώρα έχουν οριστεί τρεις τύποι υπηρεσιών: υπηρεσίες χωρίς σύνδεση (*connectionless*), υπηρεσίες προσανατολισμένες στη σύνδεση (*connection-oriented*) και υπηρεσίες ισόχρονες (*isochronous*).

Οι υπηρεσίες που είναι προσανατολισμένες στη σύνδεση υποστηρίζουν τη μετάδοση τμημάτων πληροφοριών (μήκους 52 χαρακτήρων) μεταξύ κόμβων που μοιράζονται ένα νοητό κανάλι. Σ' αυτή την περίπτωση απαιτούνται λειτουργίες τμηματοποίησης και επανασύστασης των πληροφοριών. Τα σήματα ελέγχου που είναι απαραίτητα για να εγκατασταθεί, να διατηρηθεί και να τερματιστεί μια σύνδεση είναι εκτός της εμβέλειας του πρωτοκόλλου *802.6*.

Οι ισόχρονες υπηρεσίες παρέχονται μέσω μιας νοητής ισόχρονης σύνδεσης και υποστηρίζουν χρήστες που απαιτούν σταθερούς χρόνους αναμονής. Και στην περίπτωση αυτή θέματα που αφορούν τα σήματα ελέγχου βρίσκονται εκτός της εμβέλειας του προτύπου *802.6*.



#### Λέξεις που πρέπει να θυμάμαι

Πρότυπο *DQDB*, απασχολημένο πεδίο, δεσμευμένο πεδίο, δυαδικό ψηφίο απασχόλησης, δυαδικό ψηφίο αίτησης.