



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Εισαγωγή στη Δικτύωση Υπολογιστών

Ενότητα 4: Το Επίπεδο Δικτύου

Δημήτριος Τσώλης

Σχολή Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων
Τμήμα Διαχείρισης Πολιτισμικού Περιβάλλοντος
και Νέων Τεχνολογιών

Στόχοι Μαθήματος

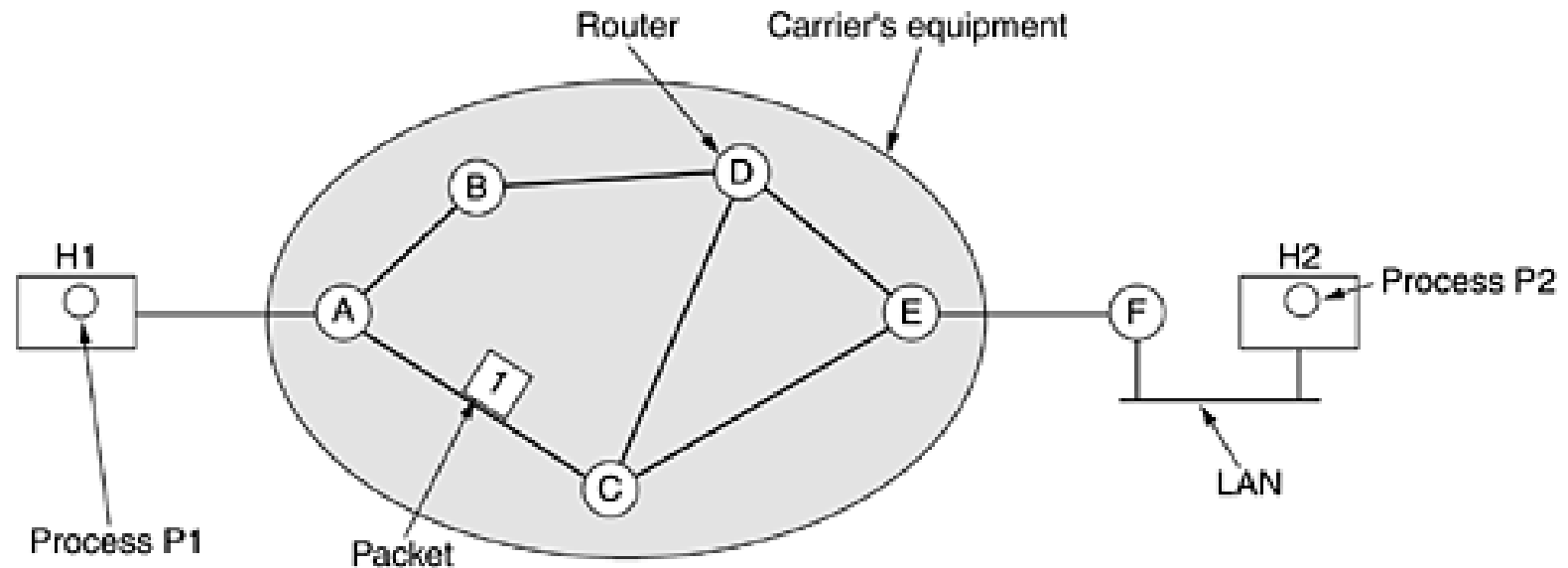
- Στα προηγούμενα μαθήματα πραγματοποιήθηκε μια εισαγωγή στις έννοιες δικτύωσης, αναλύθηκε, το θεωρητικό μοντέλο OSI, το πρώτο επίπεδο που είναι το φυσικό επίπεδο (καλώδια και άλλα μέσα μετάδοσης) και το επίπεδο συνδέσμου δεδομένων (ορθότητα αποστολής).
- Στο παρόν μάθημα:
 - Θα αναλυθεί το επίπεδο δικτύου (δρομολογεί τα πακέτα).
 - Σχετικοί αλγόριθμοι δρομολόγησης.

Επίπεδο Δικτύου

- Το επίπεδο δικτύου μεταφέρει τα πακέτα από την πηγή στον προορισμό.
- Για να φθάσουν τα πακέτα στον προορισμό χρειάζονται βήματα (hops) μεταξύ των ενδιάμεσων δρομολογητών.
- Για να επιτευχθεί η μεταφορά είναι απαραίτητα:
 - Η γνώση της τοπολογίας του δικτύου (που είναι εγκατεστημένοι οι δρομολογητές).
 - Η επιλογή δρομολογίου στο δίκτυο έτσι ώστε να αξιοποιούνται δρομολογητές που έχουν δυνατότητα μετάδοσης και να μην φορτώνονται περαιτέρω ήδη φορτωμένες γραμμές.

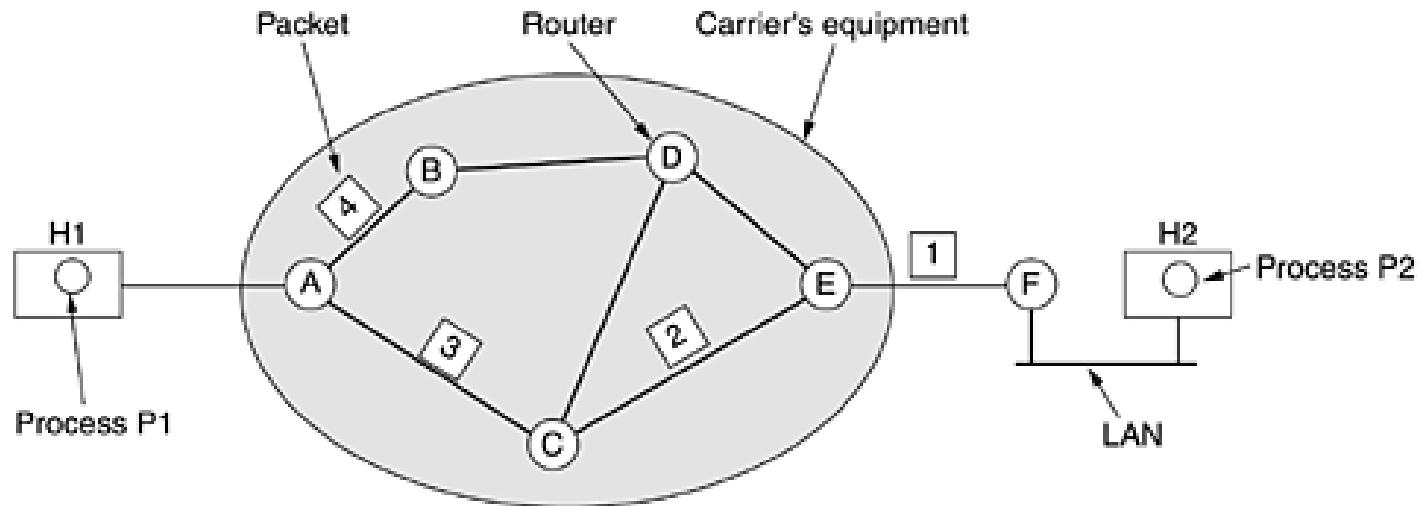
Σχεδιασμός Επιπέδου Δικτύου

- Μεταγωγή Πακέτου με Αποθήκευση (έλεγχος checksum) – και – Προώθηση.



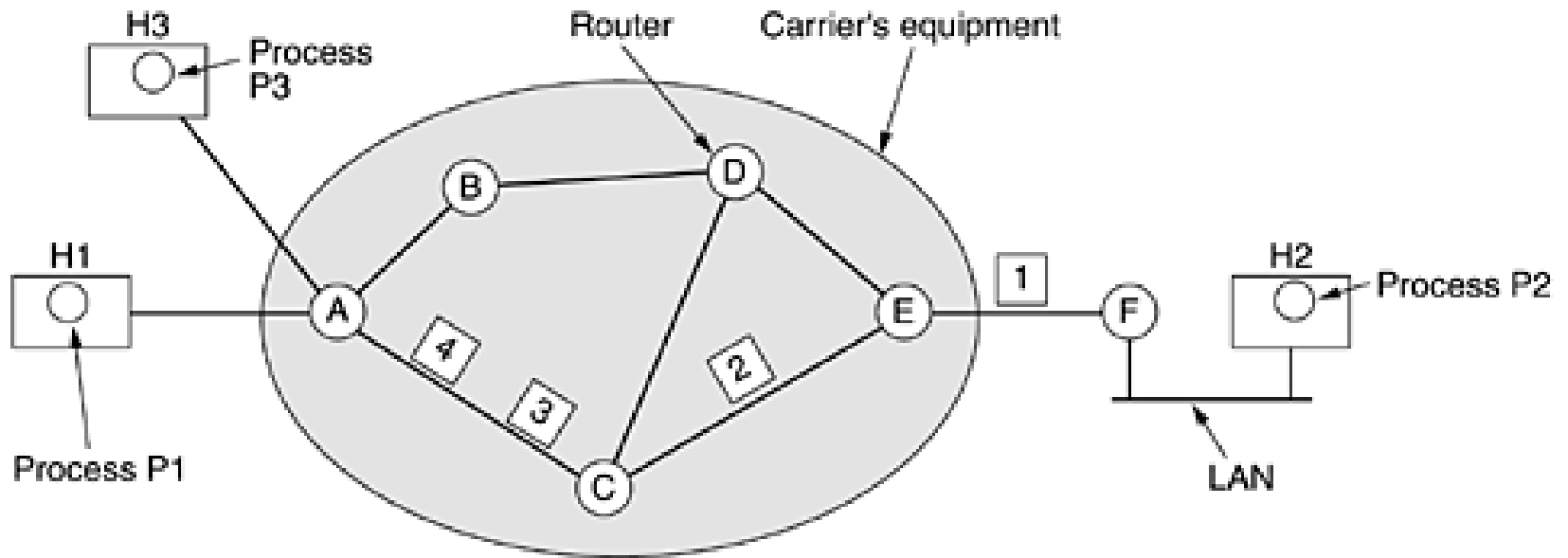
- Δύο τρόποι
 - Datagram subnet.
 - Virtual Circuit.

Datagram Subnet



A's table		C's table		E's table	
initially	later				
A	-	A	A	A	C
B	B	B	A	B	D
C	C	C	-	C	C
D	B	D	D	D	D
E	C	E	E	E	-
F	C	F	E	F	F
Dest. Line					

Εικονικό Κύκλωμα (Virtual Circuit)



A's table

H1	1
H3	1

C's table

A	1
A	2

E's table

C	1
C	2

F's table

F	1
F	2

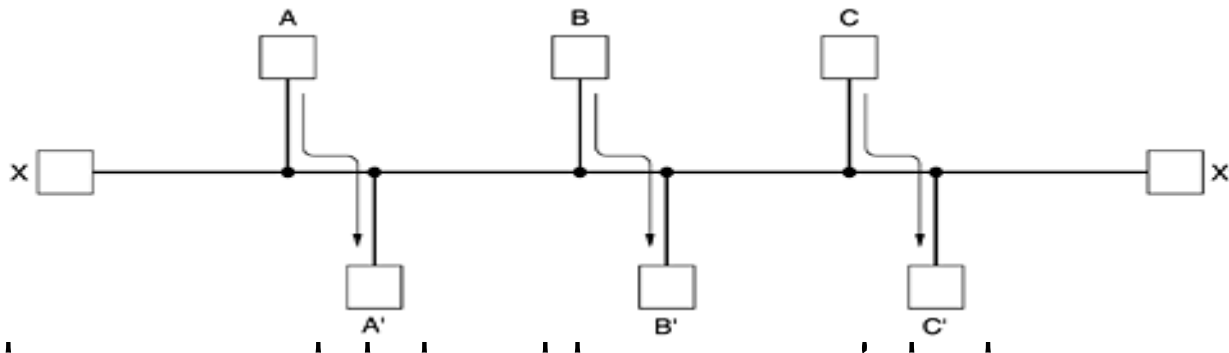
Diagram illustrating the state of the tables after the first round of the Gale-Shapley algorithm. The tables are labeled A's table, C's table, E's table, and F's table. The tables show the preferences of the men (A, C, E, F) for the women (H1, H3, C, F) and the current matches. The tables are arranged in a row, with A's table on the left and F's table on the right. The tables are labeled "In" and "Out" below them, indicating the current matches and the women who are not yet matched.

Σύγκριση

Issue	Datagram subnet	Virtual-circuit subnet
Circuit setup	Not needed	Required
Addressing	Each packet contains the full source and destination address	Each packet contains a short VC number
State information	Routers do not hold state information about connections	Each VC requires router table space per connection
Routing	Each packet is routed independently	Route chosen when VC is set up; all packets follow it
Effect of router failures	None, except for packets lost during the crash	All VCs that passed through the failed router are terminated
Quality of service	Difficult	Easy if enough resources can be allocated in advance for each VC
Congestion control	Difficult	Easy if enough resources can be allocated in advance for each VC

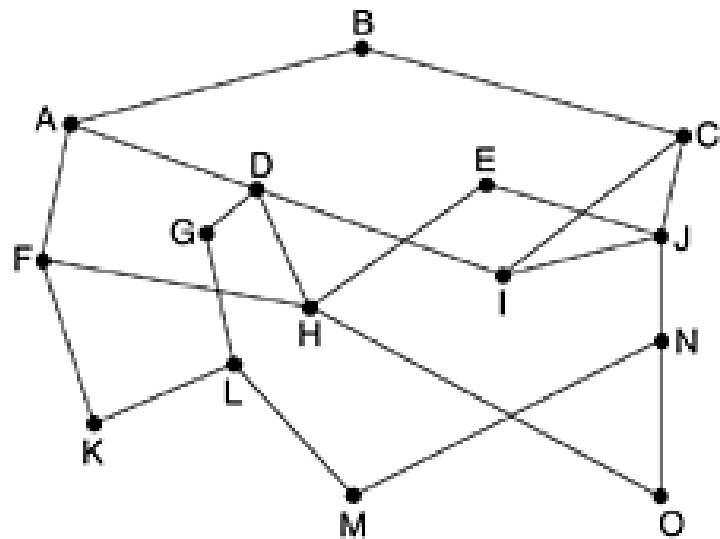
Αλγόριθμοι Δρομολόγησης

- Δρομολόγηση πακέτων από τον αποστολέα στον παραλήπτη.
- Λογισμικό που λειτουργεί στους δρομολογητές.
- Στο datagram εφαρμόζεται σε κάθε πακέτο, στο *nc* μόνο μια φορά.
- Χαρακτηριστικά Αλγορίθμων:
 - Ορθότητα
 - Απλότητα
 - Ανθεκτικότητα
 - Ευστάθεια
 - Δικαιοσύνη
 - Βέλτιστη λειτουργία

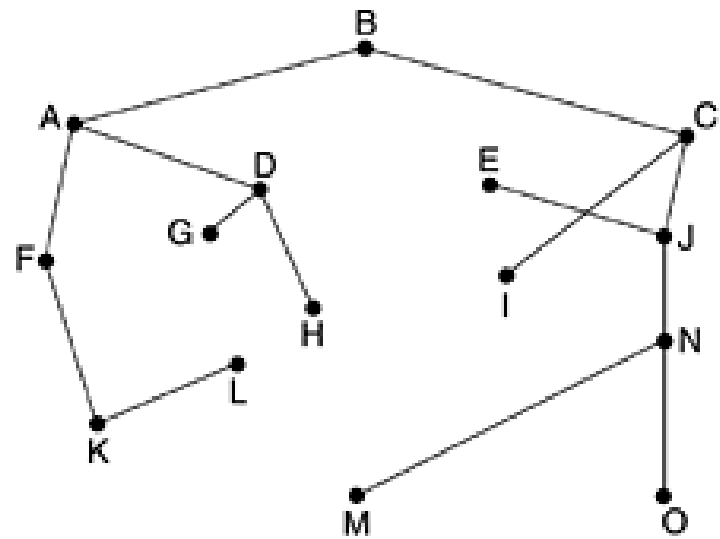


- Προσαρ,

Βέλτιστη λειτουργία

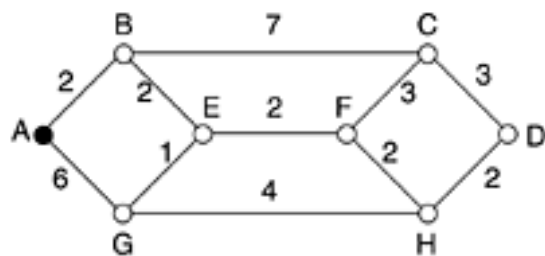


(a)

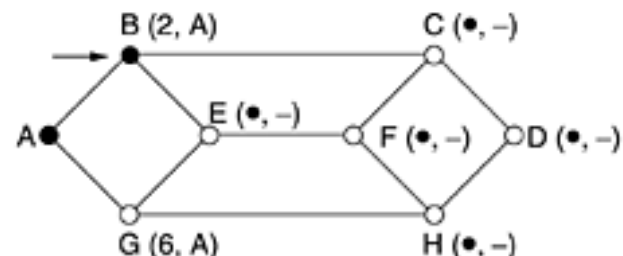


(b)

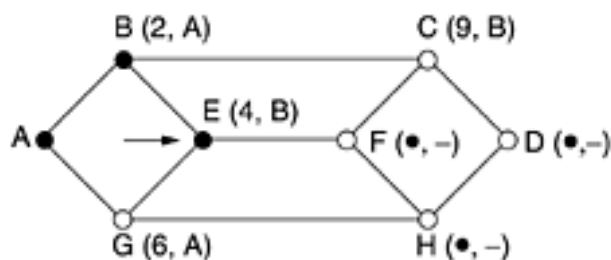
Δρομολόγηση Σύντομου Μονοπατιού



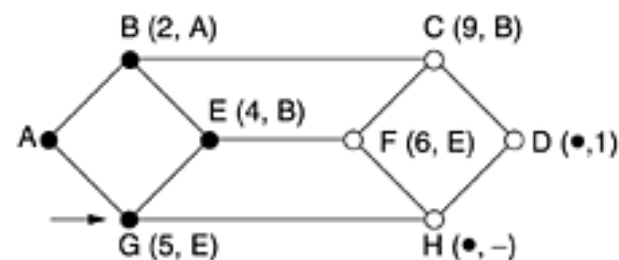
(a)



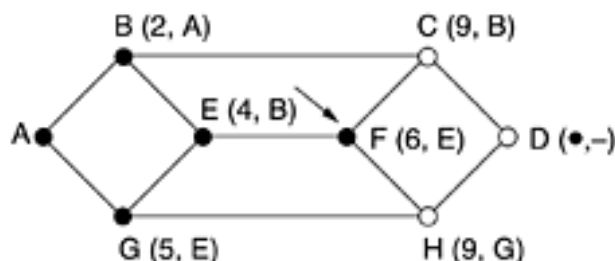
(b)



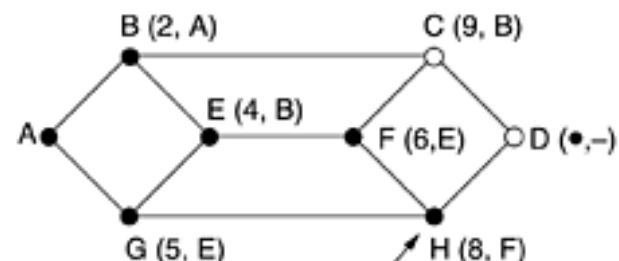
(c)



(d)



(e)



(f)

Αλγόριθμος Dijkstra

```
#define MAX_NODES 1024          /* maximum number of nodes */
#define INFINITY 1000000000     /* a number larger than every maximum path */
int n, dist[MAX_NODES][MAX_NODES]; /* dist[i][j] is the distance from i to j */

void shortest_path(int s, int t, int path[])
{ struct state {                /* the path being worked on */
    int predecessor;            /* previous node */
    int length;                 /* length from source to this node */
    enum {permanent, tentative} label; /* label state */
} state[MAX_NODES];

int i, k, min;
struct state *p;

for (p = &state[0]; p < &state[n]; p++) { /* initialize state */
    p->predecessor = -1;
    p->length = INFINITY;
    p->label = tentative;
}
state[t].length = 0; state[t].label = permanent;
k = t;                                /* k is the initial working node */
do {                                  /* Is there a better path from k? */
    for (i = 0; i < n; i++)           /* this graph has n nodes */
        if (dist[k][i] != 0 && state[i].label == tentative) {
            if (state[k].length + dist[k][i] < state[i].length) {
                state[i].predecessor = k;
                state[i].length = state[k].length + dist[k][i];
            }
        }

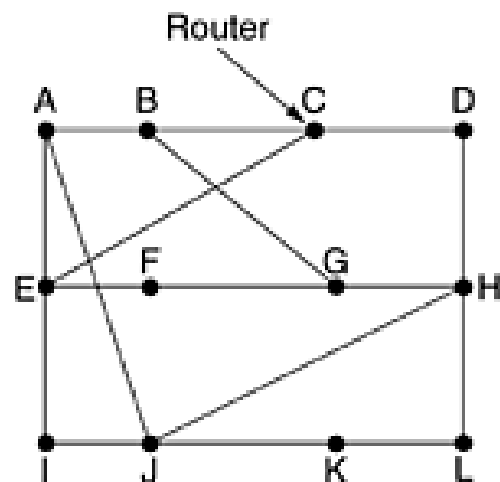
    /* Find the tentatively labeled node with the smallest label. */
    k = 0; min = INFINITY;
    for (i = 0; i < n; i++)
        if (state[i].label == tentative && state[i].length < min) {
            min = state[i].length;
            k = i;
        }
    state[k].label = permanent;
} while (k != s);

/* Copy the path into the output array. */
i = 0; k = s;
do {path[i++] = k; k = state[k].predecessor; } while (k >= 0);
}
```

Αλγόριθμος Πλυμήςρας

- Τα πακέτα στέλνονται προς όλους.
- Πολύ ανθεκτικός αλγόριθμος.
- Για ειδικές εφαρμογές.

Δρομολόγηση Πίνακα Αποστάσεων



(a)

To	A	I	H	K	New estimated delay from J	
A	0	24	20	21	8	A
B	12	36	31	28	20	A
C	25	18	19	36	28	I
D	40	27	8	24	20	H
E	14	7	30	22	17	I
F	23	20	19	40	30	I
G	18	31	6	31	18	H
H	17	20	0	19	12	H
I	21	0	14	22	10	I
J	9	11	7	10	0	-
K	24	22	22	0	6	K
L	29	33	9	9	15	K

JA delay is 8	JI delay is 10	JH delay is 12	JK delay is 6
---------------	----------------	----------------	---------------

Vectors received from J's four neighbors

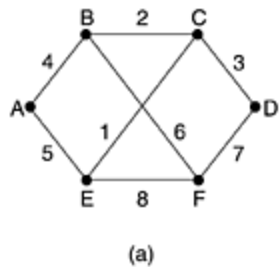
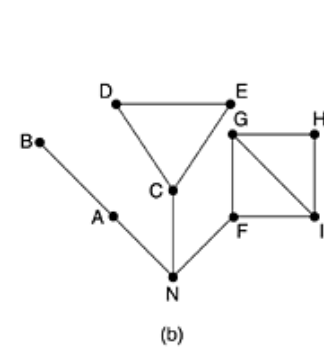
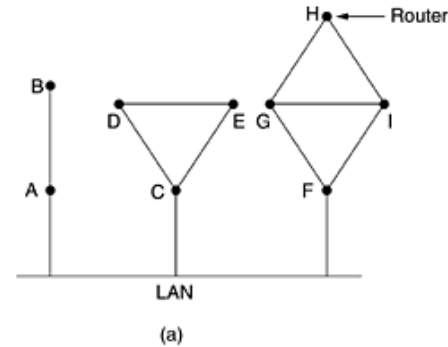
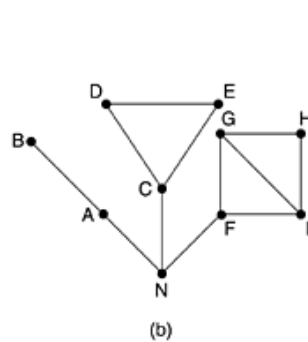
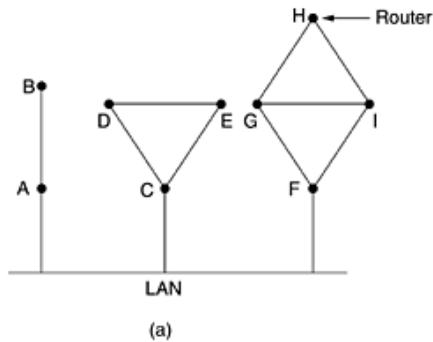
New routing table for J	
8	A
20	A
28	I
20	H
17	I
30	I
18	H
12	H
10	I
0	-
6	K
15	K

(b)

Δρομολόγηση Κατάστασης Συνδέσμων

- Ανακάλυψε τους γειτονικούς δρομολογητές.
- Μέτρησε τη καθυστέρηση προς τους δρομολογητές.
- Κατασκεύασε ένα πακέτο.
- Στείλε το πακέτο σε όλους τους δρομολογητές.
- Υπολόγισε το πιο σύντομο μονοπάτι.

Δρομολόγηση Κατάστασης Συνδέσμων



Link		State		Packets	
A	B	C	D	E	F
Seq.	Seq.	Seq.	Seq.	Seq.	Seq.
Age	Age	Age	Age	Age	Age
B 4	A 4	B 2	C 3	A 5	B 6
E 5	C 2	D 3	F 7	C 1	D 7
	F 6	E 1		F 8	E 8

(b)

Source	Seq.	Age	Send flags			ACK flags			Data
			A	C	F	A	C	F	
A	21	60	0	1	1	1	0	0	
F	21	60	1	1	0	0	0	1	
E	21	59	0	1	0	1	0	1	
C	20	60	1	0	1	0	1	0	
D	21	59	1	0	0	0	1	1	

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την 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.



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Δημήτριος Τσώλης. «Εισαγωγή στη Δικτύωση Υπολογιστών. Το Επίπεδο Δικτύου». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015.
Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://eclass.upatras.gr/courses/CULTURE128>.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

