Η πληροφορία είναι δυνατόν να σπάσει σε πακέτα στις παρακάτω δύο περιπτώσεις:

α) Όταν ο παραλήπτης δεν είναι σε θέση να διαχειριστεί πακέτα του μεγέθους που θέλουμε να στείλουμε

πχ. Εγώ θέλω να στείλω πακέτο 800 bytes αλλά ο παραλήπτης μπορεί να διαχειριστεί την **συγκεκριμένη χρονική στιγμή** πακέτα των 400 bytes.

 Η επίλυση στο πρόβλημα αυτό είναι η εξής:

 Σπάει το πακέτο σε 2 μικρότερα.

 **Την εργασία αυτή την κάνει το επίπεδο μεταφοράς.**

β) Όταν το δίκτυο που πρόκειται να ταξιδέψει το πακέτο μας δεν χωράει το μέγεθος του πακέτου που θέλουμε να στείλουμε.

 πχ. Εγώ θέλω να στείλω ένα πακέτο 800 bytes αλλά το δίκτυο χωράει πακέτα των 400 bytes.

Η επίλυση στο πρόβλημα αυτό είναι η εξής:

 Σπάει το πακέτο σε 2 μικρότερα.

 **Την εργασία αυτή την κάνει το επίπεδο διαδικτύου.**

**-ΣΗΜΕΙΩΣΗ-**

Μέσα στα 400 bytes υπολογίζουμε τα πραγματικά δεδομένα αλλά και την **επικεφαλίδα** που θα βάλει το επίπεδο διαδικτύου.

πχ. ΚΑΤΕΡΙΝΑ -> Αρχική πληροφορία 8bytes

Επίπεδο Μεταφοράς: Μετά από επικοινωνία με τον παραλήπτη διαπιστώνει ότι

 μπορεί να σταλεί ολόκληρη η πληροφορία.

|  |  |
| --- | --- |
| Επικεφαλίδα επιπέδου Μεταφοράς | ΚΑΤΕΡΙΝΑ |

 Επίπεδο Διαδικτύου: Σε αυτό το επίπεδο διαπιστώνεται ότι το δίκτυο που πρόκειται να ταξιδέψει το πακέτο υποστηρίζει MTU (Maximum Transmission Unit -> Πακέτο μέγιστης χωρητικότητας) 3 bytes. Μέσα όμως σε αυτά τα 3 bytes κρύβεται και η επικεφαλίδα του διαδικτύου.

Αν η επικεφαλίδα του διαδικτύου είναι 1 byte

1ο Πακέτο

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Επικεφαλίδα επιπέδου Διαδικτύου | Επικεφαλίδα επιπέδου Μεταφοράς | ΚΑ |

2ο Πακέτο

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Επικεφαλίδα επιπέδου Διαδικτύου | Επικεφαλίδα επιπέδου Μεταφοράς | ΤΕ |

3ο Πακέτο

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Επικεφαλίδα επιπέδου Διαδικτύου | Επικεφαλίδα επιπέδου Μεταφοράς | ΡΙ |

4ο Πακέτο

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Επικεφαλίδα επιπέδου Διαδικτύου | Επικεφαλίδα επιπέδου Μεταφοράς | ΝΑ |

**Την επικεφαλίδα του datagram την μετράμε σε λέξεις.**

**Μία λέξη ισούται με 32 bit ή 4 byte.**

**Το ελάχιστο μήκος μιας επικεφαλίδας είναι 5 λέξεις ή 5\*4=20 byte. Το μέγιστο της επικεφαλίδας είναι 15 λέξεις ή αλλιώς 15\*4=60 bytes**

**Πεδίο Μήκος Επικεφαλίδας - 32 bit**

Η επικεφαλίδα ονομάζεται **IHL** και την δίνουν με μονάδα μέτρησης την λέξη (word) → 1 λέξη αντιστοιχεί σε 32 bit

Για να την μετατρέψουμε σε byte πολλαπλασιάζουμε επί 4 **(IHL\*4)**

Για να την μετατρέψουμε σε λέξεις διαιρούμε διά 4 **(IHL/4)**

**Πεδίο Συνολικό μέγεθος πακέτου - 16 bit**

Περιλαμβάνει τα καθαρά δεδομένα και την επικεφαλίδα του διαδικτύου.

**Το μέγιστο μέγεθος πακέτου** που υποστηρίζει το πρωτόκολλο Ipv4 → **65,535 bytes**

**Πεδίο Αναγνώρισης - 16 bit**

Σε αυτό το πεδίο καταχωρείται μία τιμή η οποία είναι ίδια για όλα τα “υποπακέτα” που θα προκύψουν από την διάσπαση του αρχικού.

πχ. Αρχικό πακέτο Γρηγόρη 300 byte → Μήκος επικεφαλίδας 20 + 280

 Πεδίο Αναγνώρισης → 5x200

 Το Δίκτυο χωράει μόνο 100 byte → Μήκος επικεφαλίδας 20 + 80

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Πακέτο 1 | Πακέτο 2 | Πακέτο 3 | Πακέτο 4 |
| Μήκος επικεφαλίδας | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Συνολικό μήκος | 80+20=100 | 80+20=100 | 80+20=100 | 40+20 |
| Πεδίο Αναγνώρισης  | 5x200 | 5x200 | 5x200 | 5x200 |

Αρχικό πακέτο Παναγιώτη 200 byte → Μήκος επικεφαλίδας 20 +180

Πεδίο Αναγνώρισης → 6x100

Το Δίκτυο χωράει μόνο 100 byte → Μήκος επικεφαλίδας 20 + 80

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Πακέτο 1 | Πακέτο 2 | Πακέτο 3 |
| Μήκος επικεφαλίδας | 5 | 5 | 5 |
| Συνολικό μήκος | 80+20=100 | 80+20=100 | 20+20=40 |
| Πεδίο Αναγνώρισης  | 6x100 | 6x100 | 6x100 |

Έστω ότι τα πακέτα στον server φτάνουν με την εξής σειρά:

1. Φτάνει ένα πακέτο από του Γρηγόρη
2. Φτάνει ένα πακέτο από του Γρηγόρη
3. Φτάνει ένα πακέτο από του Παναγιώτη
4. Φτάνει ένα πακέτο από του Γρηγόρη
5. Φτάνει ένα πακέτο από του Παναγιώτη
6. Φτάνει ένα πακέτο από του Παναγιώτη
7. Φτάνει ένα πακέτο από του Γρηγόρη

**Πεδίο Σχετική Θέση τμήματος (δείκτης εντοπισμού τμήματος) 13 bit**

Στο πεδίο αυτό υπάρχει η πληροφορία της σειράς με την οποία πρέπει να βάλουμε τα πακέτα που έχουμε παραλάβει ( δηλαδή ποιο είναι το πρώτο , ποιο είναι το 2ο κ.ο.κ)

**Σημείωση**

Τα πακέτα που ταξιδεύουν σε μία γραμμή αποτελούνται από οκτάδες.

Δηλαδή σε κάθε ένα πακέτο τοποθετώ ακέραιες οκτάδες.

Πχ Ένα πακέτο μπορεί να έχει μία οκτάδα (8 byte) , 2 οκτάδες (16 byte)

Ως εκ τούτου στα πακέτα του Γρηγόρη προκύπτει το εξής:

 Αρχικό πακέτο Γρηγόρη 300 byte → Μήκος επικεφαλίδας 20 + 280

 Πεδίο Αναγνώρισης → 5x200

 Το Δίκτυο χωράει μόνο 100 byte → Μήκος επικεφαλίδας 20 + 80

80/8=10 byte

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Πακέτο 1 | Πακέτο 2 | Πακέτο 3 | Πακέτο 4 |
| Μήκος επικεφαλίδας | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Συνολικό μήκος | 80+20=100 | 80+20=100 | 80+20=100 | 40+20 |
| Πεδίο Αναγνώρισης  | 5x200 | 5x200 | 5x200 | 5x200 |
| Σχ. Θέση Τμήματος | 0 | 10 | 20 | 30 |

Αρχικό πακέτο Παναγιώτη 200 byte → Μήκος επικεφαλίδας 20 +180

Πεδίο Αναγνώρισης → 6x100

Το Δίκτυο χωράει μόνο 100 byte → Μήκος επικεφαλίδας 20 + 80

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Πακέτο 1 | Πακέτο 2 | Πακέτο 3 |
| Μήκος επικεφαλίδας | 5 | 5 | 5 |
| Συνολικό μήκος | 80+20=100 | 80+20=100 | 20+20=40 |
| Πεδίο Αναγνώρισης  | 6x100 | 6x100 | 6x100 |
| Σχ. Θέση Τμήματος | 0 | 10 | 20 |

Έστω ότι τα πακέτα στον server φτάνουν με την εξής σειρά:

1. Φτάνει ένα πακέτο από του 5x200, 30
2. Φτάνει ένα πακέτο από του 5x200, 0
3. Φτάνει ένα πακέτο από του 6x100, 0
4. Φτάνει ένα πακέτο από του 5x200, 10
5. Φτάνει ένα πακέτο από του 6x100, 20
6. Φτάνει ένα πακέτο από του 6x100, 10
7. Φτάνει ένα πακέτο από του 5x200, 20

**Τα πακέτα που έχω παραλάβει ανήκουν στο ίδιο αυτοδύναμο πακέτο;**

Όχι, διότι βλέπω 2 διαφορετικούς αριθμούς στο πεδίο Αναγνώρισης (5x200, 6x100) .

**Ποιά πακέτα ανήκουν σε κάθε αυτοδύναμο πακέτο;**

1, 2, 4, 7 → 5x200

3, 5, 6 → 6x100

**Βάλτε σε σειρά τα πακέτα του κάθε αυτοδύναμου.**

**Για 5x200:**

2 → Σχ. θέση 0 , 4 → Σχ. θέση 10 , 7 → Σχ. θέση 20, 1 → Σχ. θέση 30

**Για 6x100:**

3 → Σχ. θέση 0, 6 → Σχ. θέση 10 , 5 → Σχ. θέση 20

**Για να υπολογίσω την σχετική θέση τμήματος** :

Χρησιμοποιώ τον παρακατω τυπο

**Fragment\_offset = n \* INT((MTU - IHL\*4) / 8)**

**Σχετικη θεση = αριθμηση πακετου \* ακέραιο μέρος (χωρητικοτητα καναλιου - επικεφαλίδα(λεξεις) \* 4) /8 )**

**Σημειωση : Η αριθμηση των πακετων ξεκιναει απο μηδεν.**

**Παραδειγμα**

Αρχικό πακέτο Γρηγόρη 300 byte → Μήκος επικεφαλίδας 20 + 280

 Πεδίο Αναγνώρισης → 5x200

 Το Δίκτυο χωράει μόνο 100 byte → Μήκος επικεφαλίδας 20 + 80

80/8=10 byte

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Πακέτο 1→ θεση 0 | Πακέτο 2→ θεση 1 | Πακέτο 3 → θεση 2 | Πακέτο 4→ θεση 3 |
| Μήκος επικεφαλίδας | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Συνολικό μήκος | 80+20=100 | 80+20=100 | 80+20=100 | 40+20 |
| Πεδίο Αναγνώρισης  | 5x200 | 5x200 | 5x200 | 5x200 |
| Σχ. Θέση Τμήματος | 0 | 10 | 20 | 30 |

**Σχετικη θεση = αριθμηση πακετου \* ακέραιο μέρος (χωρητικοτητα καναλιου - επικεφαλίδα(λεξεις) \* 4) /8 )**

**Σχετικη θεση 1ο πακετου = 0 (100-5\*4)/8 = 0**

**Σχετικη θεση 2ο πακετου = 1 (100-5\*4)/8 = 10**

**Σχετικη θεση 3ο πακετου =2 (100-5\*4)/8 = 20 (2\*σχθ 2ο πακετου)**

**Σχετικη θεση 4ο πακετου =3 (100-5\*4)/8 = 30 (3\*σχθ 2ο πακετου)**

**Ασκηση εφαρμογης**

Ένα αυτοδύναμο πακέτο IP με MTU = 4482 θελει να ταξιδέψει σε δικτυο ethernet που υποστηρίζει μεγεθος ΜΤU 1500. Nα συμπληρωθεί ο παρακατω πινακας

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Πακέτο 1→ θεση 0 | Πακέτο 2→ θεση 1 | Πακέτο 3 → θεση 2 | Πακέτο 4→ θεση 3 |
| Μήκος επικεφαλίδας | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Συνολικό μήκος | 1480+20=1500 | 1480+20=1500 | 1480+20=1500 | 22+20=42 |
| Πεδίο Αναγνώρισης  | 123456 | 123456 | 123456 | 123456 |
| Σχ. Θέση Τμήματος | 0 | 185 | 370 | 555 |

4482-20=**4462** → καθαρα δεδομένα που πρόκειται να αποσταλούν

1500-20=**1480**→ καθαρα δεδομενα που χωραει το δικτυο προορισμου

1480/8=**185** \*8= **1480**

20 bytes / 4 bytes = 5 Λεξεις

4462 /1480 = 3,01486 στρογγυλοποιω προς τα πανω δηλαδη 4 πακετα

Αλγοριθμος επιλυσης

**Βημα 1o :** Αφαιρω απο το πακετο που θελω να στειλω την ετικετα του διαδικτυου δηλαδη 4482-20

**Σημειωση:**

1. Αν στην εκφωνηση δεν μου δίνεται μεγεθος επικεφαλιδας θεωρω την ελαχιστη η οποια ειναι 20 bytes
2. Η επικεφαλίδα (IHL) μπορει να μου δωθει ειτε σε byte ειτε σε λεξεις αν μου την δωσουν σε byte απλα την αφαιρω αν μου την δώσουν σε λεξεις την μετατρεπω σε σε bytes. Για να μετατρεψω τις λεξεις σε byte πολλαπλασιαζω το πληθος των λεξεων επι 4 π.χ. 5(λεξεις)\* 4 = 20bytes

Το πρωτο αυτο βημα το υλοποιω γιατι πρεπει να γνωριζω **ποσα ειναι τα καθαρα δεδομενα που πρεπει να στειλω**

**Βημα 2o :** Διερευνω ποσα ειναι τα καθαρα δεδομενα που χωραει το δικτυο προορισμου για να το υλοποιήσω αυτο αφαιρω απο το MTU που μου δόθηκε την επικεφαλίδα (ισχυει η σημειωση του βηματος 1)

**Βημα 3ο :** Διερευνω αν τα καθαρα δεδομενα που χωραει η γραμμη ειναι πολλαπλασια του 8 . Για να το κανω αυτο διαιρω τα καθαρα δεδομενα του δικτυου προορισμου με το 8.

**ΠΡΟΣΟΧΗ!!!**

Αν το αποτελεσμα που θα προκυψει απο την διαιρεση ειναι ακεραιο δηλαδη εχω υπολοιπο μηδεν τοτε γνωριζω οτι το καθε πακετο χωραει 8 \* το πηλίκο που βρηκα π.χ. Αν υποθεσω οτι η γραμμη χωραει καθαρα 80bytes το καθε πακετο οχι απαραιτητα και το τελευτεω θα χωραει 10 \* 8 (το 10 προεκυψε απο 80/8). Αν το αποτελεσμα που θα προκυψει απο την διαιρεση δεν ειναι ακεραιο τοτε εφαρμοζω την συναρτηση INT στο πηλικο και πολλασιαζω \* 8

**Βημα 4ο :** Συμπληρωνω την επικεφαλίδα

**Βημα 5ο :** Συμπληρωνω το συνολικο μικος βαση του βηματος 3. Προσθετω πακετα εως οτου το συνολο τον καθαρων δεδομενω του καθε υπο πακετου να ειναι ισο με το συνολο των καθαρων δεδομενων που ηθελα να στειλω διλαδη του βηματος 1.

**Βημα 6ο :** Συμπληρωνω το πεδιο αναγνωρισεις στο πεδιο αυτο βαζω το πεδιο αναγνωρισεις που μου δινει η ασκηση αν μου το δινει αλλιως βαζω ενα δικο μου νουμερο το ιδιο σε ολα τα πακετα

**Βημα 7ο :** Συμπληρωνω την σχετικη θεση τμηματος βασιζομενος στο βημα 3 δηλαδη παιρνω την χωρητικότητα του πακετου και την πολλαπλασιαζω με την θεση του πακετου

Ένα αυτοδύναμο πακέτο IP (datagram) μεγέθους 2400 bytes με Αναγνώριση: 0x4a28 πρόκειται να διέλθει από δίκτυο το οποίο υποστηρίζει μέγιστο μήκος δεδομένων πλαισίου (MTU) 1000 bytes.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Πακέτο 1→ θεση 0 | Πακέτο 2→ θεση 1 | Πακέτο 3 → θεση 2 |
| Μήκος επικεφαλίδας | 5 | 5 | 5 |
| Συνολικό μήκος | 976+20=996 | 976+20=996 | 428+20=448 |
| Πεδίο Αναγνώρισης  | 0x4a28  | 0x4a28  | 0x4a28  |
| Σχ. Θέση Τμήματος | 0 | 122 | 244 |

1. 2400-20 → 2380
2. 1000-20 → 980
3. 980/8=122.75 → Παρατηρώ ότι χωράει 122 οκτάδες και κάτι. Άρα int(122.75)\*8=976 → καθαρα δεδομένα που μπορώ να στείλω σε οκτάδες

**Πεδίο MF (More Fragment) - 1 bit**

Το πεδίο αυτό παίρνει 2 τιμές. **Την τιμή 0 και την τιμή 1.**

Το πεδίο αυτό χρησιμοποιείται για να δηλώσει αν **ακολουθούν** και άλλα **υποπακέτα** του ίδιου αρχικού πακέτου. Δηλαδή αν το παζλ μας έχει και άλλα κομμάτια.

Το **πρώτο πακέτο** έχει πάντα **MF 1** και το **τελευταίο πακέτο** έχει πάντα **MF 0,** διότι δεν το ακολουθεί κανένα άλλο πακέτο.

 **Πεδίο DF (Dont Fragment) - 1 bit**

Το πεδίο αυτό παίρνει 2 τιμές. **Την τιμή 0 και την τιμή 1.**

Αν έχει **τιμή 1** σημαίνει ότι ο παραλήπτης δεν μπορεί να διαχειριστεί διασπασμένα πακέτα, διότι δεν μπορεί να τα συνθέσει.

*Άρα* ή θα το στείλουμε ολόκληρο ή δεν θα το παραλάβει ποτέ.

Αν έχει **τιμή 0**  σημαίνει ότι ο διαχειριστής μπορεί να διαχειριστεί διασπασμένα πακέτα και μπορεί να τα συνθέσει.

**- ΣΗΜΕΙΩΣΗ ΓΙΑ DF-**

Το DF έχει την **ίδια τιμή για όλα** τα πακέτα **όταν η τιμή είναι 0.**

Αν σε μία εκφώνηση άσκησης **δεν διευκρινίζεται η τιμή του DF** τότε **θεωρούμε** ότι **έχει την τιμή 0.**

Όταν η τιμή του MF είναι απενεργοποιημένη (0) δηλώνει είτε ότι είναι το τελευταίο τμήμα διασπασμένου πακέτου είτε ότι είναι ένα

μεμονωμένο πακέτο. ( **T**/F )

**Πεδίο TTL (Time To Leave) - 8 bit**

Το πεδίο Χρόνος Ζωής(Time To Live - TTL) μήκους 8 bit, ξεκινά από τον αποστολέα με μια **αρχική τιμή**, συνήθως **64**, και **κάθε δρομολογητής**, από τον οποίο διέρχεται το πακέτο, **μειώνει την τιμή κατά ένα**.

**Ο λόγος ύπαρξης** αυτού του πεδίου είναι για να **ελέγχει τον χρόνο παραμονής** ενός πακέτου μέσα στο δίκτυο. Εάν ξεπεράσει τα 64 hops τότε το πακέτο απορρίπτεται.

Η **traceroute** χρησιμοποιεί το πεδίο TTL για να καταγράψει την διαδρομή που ακολουθεί το πακέτο( δηλαδή τους ενδιάμεσους κόμβους), **αυξάνοντας το TTL κατά 1**.

**Πεδίο Πρωτόκολλο - 8 bit**

Το πεδίο πρωτόκολλο **δηλώνει ποιό πρωτόκολλο του επιπέδου μεταφοράς** θα παραλάβει τα πακέτα IP.

Αν η τιμή στο πεδίο αυτό είναι **έξι (6)**, τότε τα πακέτα τα παραλαμβάνει το **TCP**

Αν η τιμή στο πεδίο αυτό είναι **δεκαεπτά (17)**, τότε τα πακέτα τα παραλαμβάνει το **UDP**

**Πεδίο Έκδοση Πρωτοκόλλου - 4 bit**

Σε αυτό το πεδίο δηλώνεται η έκδοση του πρωτοκόλλου IPv.

Αν η τιμή στο πεδίο αυτό είναι **τέσσερα (4)**, τότε εργάζεται σε επίπεδο διαδικτύου το πρωτόκολλο IPv4

Αν η τιμή στο πεδίο αυτό είναι **έξι (6)**, τότε εργάζεται σε επίπεδο διαδικτύου το πρωτόκολλο IPv6

Στην περίπτωση του IPv6 η επικεφαλίδα διαφοροποιείται και έχει ελάχιστο μήκος 40 bytes.

Στην περίπτωση του IPv4 η επικεφαλίδα διαφοροποιείται και έχει ελάχιστο μήκος 20 bytes.

**Πεδίο Τύπος Υπηρεσίας - 8 bit**

Ο Τύπος της Υπηρεσίας περιγράφει πώς πρέπει **να χειριστεί το πακέτο** **κάθε κόμβος** δίνοντας **προτεραιότητα** στην ταχύτητα, εάν επιτρέπεται δηλαδή να καθυστερήσει ή όχι, στην **αξιοπιστία** ή στο **ρυθμό διακίνησης(throughput)**. Σε νεώτερη αναθεώρηση, το RFC2474 αλλάζει τη σημασία ώστε να υποστηρίζει **σύνολο διαφοροποιημένων υπηρεσιών** και το ονομάζει **DSCP(6 bit)**. Τα υπόλοιπα δυο bit αφορούν ρητή **ειδοποίηση συμφόρησης, ECN(2 bit)**. Οι αλλαγές σκοπό έχουν να υποστηρίξουν **υπηρεσίες** με ιδιαίτερες απαιτήσεις όπως μεταφορά φωνής **σε πραγματικό χρόνο (VoIP)**. Για να είναι όμως αυτό εφικτό πρέπει να υποστηρίζεται και από το υπόλοιπο δίκτυο.

**Πεδίο Άθροισμα Ελέγχου της Επικεφαλίδας - 16 bit**

Το Άθροισμα Ελέγχου της Επικεφαλίδας(Header Checksum), μήκους 16 bit, **διασφαλίζει την ακεραιότητα των τιμών των πεδίων της επικεφαλίδας**. Εφαρμόζεται μόνο στην επικεφαλίδα του πακέτου IP ενώ στον υπολογισμό δεν συμμετέχουν τα δεδομένα θεωρώντας ότι **περιέχουν** την **τιμή 0**.

Πχ Από την μεριά του αποστολέα η επικεφαλίδα του πακέτου περνάει από μία συνάρτηση η οποία εξάγει ένα αποτέλεσμα. Το αποτέλεσμα αυτό αποθηκεύεται στο πεδίο άθροισμα ελέγχου.

Από την άλλη πλευρά ο παραλήπτης μόλις παραλάβει το πακέτο χρησιμοποιεί την ίδια συνάρτηση και περνάει την επικεφαλίδα μέσα από αυτή. Το αποτέλεσμα που θα παραχθεί θα το συγκρίνει με την τιμή στο πεδίο άθροισμα ελέγχου. Αν η τιμή είναι ίδια τότε δεν υπήρξε καμία μεταβολή. Αν είναι διαφορετική κάτι συνέβει στο πακέτο κατά την αποστολή του.

**Πεδίο Επιλογές**

Το **πεδίο Επιλογές** όπως και το **πεδίο Συμπλήρωμα** αν και ανήκουν στα **προαιρετικά πεδία** για ειδικές λειτουργίες και δεν έχουν πάντα τιμή, παρόλα αυτά όταν έχουν κάποια τιμή **επηρεάζουν το μήκος της επικεφαλίδας** και η επικεφαλίδα με την σειρά της επηρεάζει το μήκος των δεδομένων που μπορούν να μεταδοθούν σε κάθε αποστολή.

**Το πεδίο Συμπλήρωμα(Padding) συμπληρώνει** το πεδίο **Επιλογές με μηδενικά** **ώστε** η επικεφαλίδα συνολικά **να είναι ακέραιος αριθμός λέξεων των 32 bit.**

Όταν στο πεδίο συμπλήρωμα έχω κάποια τιμή από την οποία δεν προκύπτει ακέραιος αριθμός λέξεων των 32 bit συμπληρώνεται το πεδίο επιλογές με μηδενικά.

πχ Αν έχω πεδίο συμπλήρωμα 48 bit πόσο θα είναι το πεδίο επιλογές ώστε να προκύψουν λέξεις των 32 bit

Μια λέξη = 32bit

2 λέξεις = 64 bit

Άρα λείπουν 16 bit, οπότε το πεδίο επιλογής θα συμπληρωθεί με 16 μηδενικά και το πεδίο μήκος επικεφαλίδας θα διαμορφωθεί σε 7 λέξεις από 5+2=7.