



### Άσκηση 5η

#### Θέμα: ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ (FDMA, TDMA και CDMA)

**Άσκηση:** Σε ένα σύστημα κινητής τηλεφωνίας που χρησιμοποιεί TDD/TDMA θέλουμε να μεταφέρουμε πληροφορία φωνής. Η πληροφορία αυτή ψηφιοποιείται σε λέξεις 16bit και συχνότητα υπερδειγματοληψίας οκταπλάσια από τη συχνότητα Nyquist. Στη συνέχεια αποθηκεύεται σε ένα buffer και αποστέλλεται χρησιμοποιώντας μια από τις οκτώ διαθέσιμες χρονοθυρίδες. Βρείτε την απαιτούμενη συμπίεση και την προκύπτουσα καθυστέρηση για συνομιλία δύο κινητών συσκευών όταν κάθε frame έχει 640 ωφέλιμα bit και 5ms διάρκεια.

Γνωρίζουμε ότι η διαδικασία μεταγωγής χρειάζεται 1ms και η διαδικασία μετατροπής από ψηφιακό σε αναλογικό διαρκεί το ίδιο με την μετατροπή από αναλογικό σε ψηφιακό.

#### Λύση:

Υποθέτοντας φάσμα πληροφορίας φωνής ίσο με 4kHz προκύπτει ότι η συχνότητα δειγματοληψίας του συστήματος θα είναι 32ksps. Άρα, ο ρυθμός της ασυμπίεστης πληροφορίας είναι 512kbps.

Από τα δεδομένα του frame προκύπτει ότι κάθε χρονοθυρίδα μεταφέρει πληροφορία με ρυθμό 16kbps (640bit/8/5ms).

Η απαιτούμενη, λοιπόν, συμπίεση είναι **32:1!**

Η καθυστέρηση προκύπτει αν προσθέσουμε τον χρόνο ψηφιοποίησης, παραμονής στο buffer, αποστολής (είναι αμελητέος), μεταγωγής, αναμονής για την εύρεση της χρονοθυρίδας, δεύτερης αποστολής (ξανά αμελητέος) και λήψης, αποσυμπίεσης και μετατροπής σε αναλογικό.

Από τα παραπάνω πρέπει να υπολογίσουμε το χρόνο ομαδοποίησης πακέτων και το συγχρονισμό χρονοθυρίδων.

Εφόσον αποστέλλουμε 80 ωφέλιμα bit σε κάθε frame με συμπίεση 32:1, κάθε frame θα περιέχει:

$$32 \frac{80bit / timeslot}{16bit / λέξη} = 160λέξεις / timeslot$$

Η παραπάνω πληροφορία δειγματοληπτείται σε 160samples/32ksps=5ms. Άρα θεωρούμε ότι ο χρόνος ομαδοποίησης είναι:

## UNIVERSITY OF PATRAS

Department of Electrical and Computer  
Engineering

Wireless Telecommunications Laboratory

Rion GR-265 00 Patras Greece

Tel: +30 61 997301, +30 61 997300, +30 61 997289,

Fax: +30 61 997302, E-mail: Kotsop@ee.upatras.gr



## ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και

Τεχνολογίας Υπολογιστών

Εργαστήριο Ασύρματης Τηλεπικοινωνίας

Ρίον 265 00, Πάτρα

Τηλ: (061) 997301, (061) 997300, (061) 997289,

Fax: (061) 997302, E-mail: Kotsop@ee.upatras.gr

---

Το παρόν έργο εκπονήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος ΕΠΕΑΕΚ II

---

$$T_{ομ} = 5ms$$

Στη συνέχεια, υποθέτουμε ότι απαιτείται η διάρκεια ενός τουλάχιστον frame μέχρι να αποσταλούν τα δεδομένα, δηλαδή  $T_{απ}=5ms$ .

Η παραπάνω διάρκεια είναι αρκετή για να συγχρονιστούν η διαδικασία ομαδοποίησης με την χρονοθυρίδα αποστολής. Σημειώνεται, ότι η χρονοθυρίδα αποστολής είναι συγκεκριμένη και δεν αποφασίζεται στην τύχη, καθώς υπάρχουν και άλλες συνομιλίες που τυχόν να λαμβάνουν χώρα.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η συνολική καθυστέρηση θα είναι περίπου:

$$T_D = 2T_{ομ} + 2T_{απ} + T_{μετ} = 21ms$$

**Σημείωση:** Η παραπάνω καθυστέρηση είναι ανεκτή για συνομιλία φωνής.