

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ,  
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**



**ΕΣ 08: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΕΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΗΜΑΤΩΝ**

Ακαδημαϊκό Έτος 2008 - 2009, Εαρινό Εξάμηνο

---

### Γενικές Πληροφορίες

|                                      |                                    |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Κωδικός Μαθήματος:</b>            | ΕΣ 08                              |
| <b>Διδάσκων:</b>                     | Κ. Νταλιάνης, Λέκτορας Π.Δ. 407/80 |
| <b>Πρόγραμμα Σπουδών:</b>            | Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών      |
| <b>Κατεύθυνση:</b>                   | Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος        |
| <b>Κατηγορία Μαθήματος:</b>          | Επιλογής                           |
| <b>Εξάμηνο:</b>                      | 8 <sup>ο</sup>                     |
| <b>Διαδικτυακός τόπος μαθήματος:</b> | eClass Πανεπιστημίου Πελοποννήσου  |

---

### Εισαγωγή

Οι Επεξεργαστές Ψηφιακών Σημάτων (Digital Signal Processors) είναι μικροεπεξεργαστές ειδικά σχεδιασμένοι για βέλτιστη απόδοση σε εφαρμογές Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος. Για το σκοπό αυτό βασίζονται σε μια ειδική αρχιτεκτονική (αρχιτεκτονική Harvard) σε αντίθεση με τους μικροεπεξεργαστές γενικού σκοπού οι οποίοι βασίζονται στην αρχιτεκτονική Von Neumann.

Στην εποχή των Ψηφιακών Επικοινωνιών η χρήση Επεξεργαστών Ψηφιακών Σημάτων είναι ιδιαίτερα εκτεταμένη (αν και στις περισσότερες φορές μη άμεσα αντιληπτή). Παραδείγματα χρήσης Επεξεργαστών Ψηφιακών Σημάτων βρίσκουμε στα κινητά και φορητά τηλέφωνα, στα modem (PSTN και broadband), στις ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές και βιντεοκάμερες, στα ψηφιακά συστήματα εικόνας και ήχου κλπ.

Η γνώση της αρχιτεκτονικής των Επεξεργαστών Ψηφιακών Σημάτων αλλά κυρίως η ικανότητα ανάπτυξης εφαρμογών σε αυτούς αποτελεί ένα ισχυρό εφόδιο για τους μηχανικούς και τεχνικούς τηλεπικοινωνιών. Ο κύριος στόχος του μαθήματος Επεξεργαστές Ψηφιακών Σημάτων είναι να καταστήσει εφικτό για τους φοιτητές να αναπτύξουν εφαρμογές σε Επεξεργαστές Ψηφιακών Σημάτων λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες της αρχιτεκτονικής τους αλλά και τις ιδιομορφίες των αλγορίθμων Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος. Πρωτοτυποποίηση θα πραγματοποιηθεί στην πλατφόρμα TMS320C6713 DSK η οποία διατίθεται στο εργαστήριο Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος του τμήματος.

---

### Μαθησιακοί Στόχοι

Με την ολοκλήρωση του μαθήματος θα εισάστε σε θέση να:

1. Κατανοείτε σε βάθος την αρχιτεκτονική των Επεξεργαστών Ψηφιακών Σημάτων και τους περιορισμούς που αυτή θέτει στην υλοποίηση αλγορίθμων Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος.
2. Γνωρίζετε βασικά πεδία εφαρμογών και τη χρήση των Επεξεργαστών Ψηφιακών Σημάτων.
3. Προγραμματίζετε Επεξεργαστές Ψηφιακών Σημάτων.

4. Αναπτύσσετε εφαρμογές σε Επεξεργαστές Ψηφιακών Σημάτων με χρήση του Code Composer Studio της Texas Instruments αλλά και των πακέτων λογισμικού Embedded Target for the TI TMS320C6000™ DSP Platform, Simulink, DSP Blockset, και Signal Processing Toolbox της Mathworks.
5. Αποσαφηνίσετε τη θεωρία της Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος μέσω απτών παραδειγμάτων

Επιπλέον θα έχετε αποκτήσει τις βάσεις για την ενασχόληση σας με τη Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος και τους Επεξεργαστές Ψηφιακών Σημάτων σε ερευνητικό επίπεδο.

---

## Αναλυτική Περιγραφή Ύλης

Το μάθημα περιλαμβάνει τα ακόλουθα θέματα:

### Ενότητα 1: Αρχιτεκτονική Επεξεργαστών Ψηφιακών Σημάτων

- Αρχιτεκτονική Harvard
- Αναπαράσταση Δεδομένων
- Αριθμητική Μονάδα Επεξεργασίας (Data Path)
- Αρχιτεκτονική Μνήμης και Διευθυνοδότηση (Addressing)
- Σύνολο Εντολών (Instruction Set) και Έλεγχος Ροής (Execution Control)
- Παραλληλισμός Εντολών (Pipelining) και Βελτιστοποίηση Κώδικα

### Ενότητα 3: Ανάπτυξη Τηλεπικοινωνιακών Εφαρμογών σε Επεξεργαστές Ψηφιακών Σημάτων

- Εργαλεία Ανάπτυξης
- Εκτίμηση Φάσματος Σημάτων
- Σχεδίαση και Υλοποίηση FIR φίλτρων
- Σχεδίαση και Υλοποίηση Αναλογικών Διαμορφωτών (AM, FM)
- Σχεδίαση και Υλοποίηση Ψηφιακών Διαμορφωτών (BPSK, PSK, QAM)

---

## Αξιολόγηση και Βαθμολόγηση

Το μάθημα θα δοθεί μέσω διαλέξεων θεωρίας οι οποίες θα καλύψουν τους Επεξεργαστές Ψηφιακών Σημάτων από τη σκοπιά της αρχιτεκτονικής τους αλλά και διαμέσου εργαστηριακών ασκήσεων (που θα εκτελούνται από ομάδες δύο ατόμων) οι οποίες θα καλύψουν τα θέματα προγραμματισμού Επεξεργαστών Ψηφιακών Σημάτων και υλοποίησης εφαρμογών Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος σε αυτούς.

Η αξιολόγηση των φοιτητών γίνεται με βάση την απόδοσή τους στις εργαστηριακές ασκήσεις, στην (προφορική) εξέταση εργαστηρίου, και τη γραπτή τελική εξέταση σύμφωνα με τους συντελεστές βαρύτητας του ακόλουθου πίνακα:

|  |             |
|--|-------------|
| Εργαστηριακές - Φροντιστηριακές Ασκήσεις | 50%         |
| Γραπτή Τελική Εξέταση                    | 50%         |
| <b>ΣΥΝΟΛΟ</b>                            | <b>100%</b> |

- Απαραίτητη προϋπόθεση επιτυχίας στο μάθημα είναι η εξασφάλιση βαθμού **τουλάχιστον 30%** στην τελική εξέταση (και πάνω από **50% επί του τελικού βαθμού** αθροιστικά).
- Οι εργαστηριακές ασκήσεις θα συμπληρώνονται ηλεκτρονικά (σε συγκεκριμένες ημερομηνίες) και θα υποβάλλονται μέσω του eClass ή μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.
- Παρέλευση της διορίας παράδοσης των εργασιών συνεπάγεται **μείωση κατά 50%** της συνολικής βαθμολογίας της συγκεκριμένης εργασίας ανά εβδομάδα καθυστέρησης.

---

## ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Η ύλη του μαθήματος θα καλυφθεί από σημειώσεις του διδάσκοντος οι οποίες βασίζονται στα βιβλία:

□ Nasser Kehtarnavaz (2005). **Real-Time Signal Processing**. 1<sup>st</sup> edition, Elsevier, Inc, ISBN: 0-7506-7830-5.

(Βιβλίο με καλή οργάνωση της ύλης που συνοψίζει τα περισσότερα από 20 εγχειρίδια της Texas Instruments με απλό και κατανοητό τρόπο. Περιέχει και αρκετά project Εργαστηρίου).

□ Sen M. Kuo, Woon-Seng Gan (2005). **Digital Signal Processors: Architectures, Implementations, and Applications**. 1<sup>st</sup> edition, Pearson Education, Inc, ISBN: 0-13-035214-4.

(Πρόκειται για το καλύτερο βιβλίο όσον αφορά την ύλη του μαθήματος Θεωρίας και Εργαστηρίου).

□ P. Lapsley, J. Bier, A. Sholam, E. A. Lee (2002). **DSP Processor Fundamentals Architectures and Features**. 2<sup>nd</sup> edition, IEEE Press, ISBN: 0-7803-3405-1.

Η θεωρία της Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος θα καλυφθεί από το βιβλίο:

□ Charles M. Gilmore (2006). **Μικροεπεξεργαστές: Θεωρία και Εφαρμογές**. Εκδόσεις Τζιόλα, ISBN: 960-7219-88-0

το οποίο θα διανεμηθεί στους φοιτητές. Επιπλέον θα δοθούν επιλεγμένα άρθρα βιβλιογραφίας αλλά και online μαθησιακό υλικό.

---

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Στο εργαστήριο θα πραγματοποιηθούν υλοποιήσεις αλγορίθμων Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος βασισμένες στον Επεξεργαστή **TMS320C6713** και με χρήση του Code Composer Studio της Texas Instruments αλλά και των πακέτων λογισμικού Embedded Target for the TI TMS320C6000™ DSP Platform, Simulink, DSP Blockset, και Signal Processing Toolbox της Mathworks.

---

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Τα κατωτέρω βιβλία – εγχειρίδια είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για την εις βάθος κατανόηση των θεμάτων που πραγματεύεται το μάθημα:

□ Thad B. Welch, Cameron H.G. Wright, Michael G. Morrow (2006). **Real-Time Digital Signal Processing from Matlab to C with the TMS320C6x DS**. 1<sup>st</sup> edition, CRC Press, ISBN: 0849373824. (Εξαιρετικό βιβλίο με έμφαση στην ανάπτυξη εφαρμογών και την ταχεία πρωτοτυποποίηση).

□ Rulph Chassaing (2005). **Digital Signal Processing and Applications with the C6713 and C6416**. 1<sup>st</sup> edition, Wiley Interscience, Inc, ISBN: 0-471-69007-4. (Εξαιρετικό βιβλίο με πλήθος εφαρμογών και project Εργαστηρίου).

□ B. Preetham Kumar (2005). **Digital Signal Processing Laboratory**. 1<sup>st</sup> edition, Taylor & Francis, CRC Press, Inc, ISBN: 0-8493-2784-9. (Πολύ καλό εισαγωγικό βιβλίο στη Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος με έμφαση σε Εργαστηριακές ασκήσεις).

□ John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis (2007). **Digital Signal Processing**. 4<sup>th</sup> edition, Pearson Education, Prentice Hall, Inc, ISBN: 0-13-187374-1. (Εξαιρετικό βιβλίο στη Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος που είναι σχεδόν κλασσικό).

□ Tamal Bose (2006). **Digital Signal and Image Processing**. John Wiley & Sons, Inc, ISBN: 0-471-45230-0 (Απλό και κατανοητό βιβλίο για την Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος και Εικόνας).

- ❑ The Mathworks: **Embedded Target for the TI TMS320C6000™ DSP Platform**. Version 2.0, 2005 (Εγχειρίδιο για την ανάπτυξη εφαρμογών ΨΕΣ, σε επεξεργαστές TMS320C6x της Texas Instruments, με τη βοήθεια του Simulink και του Real Time Workshop)
- ❑ The Mathworks: **Simulink**. Version 6.0.
- ❑ The Mathworks: **DSP Blockset**. Version 5.0.
- ❑ The Mathworks: **Signal Processing Toolbox**. Version 6.0.
- ❑ The Mathworks: **Real Time Workshop**. Version 5.0.
- ❑ S. K. Mitra (2001). **Digital Signal Processing: A Computer-Based Approach**. 2<sup>nd</sup> edition, McGraw-Hill, Inc, ISBN: 0072513780. (Βιβλίο το οποίο συνδυάζει τη θεωρία της Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος με πρακτικές υλοποιήσεις αλγορίθμων σε υπολογιστές).
- ❑ J. H. McClellan, R. W. Schafer, M. A. Yoder (1998). **DSP First: A Multimedia Approach**. Prentice Hall, ISBN: 0132431718. (Βιβλίο το οποίο εξετάζει τη θεωρία της Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος από τη σκοπιά των Πολυμεσικών Εφαρμογών).
- ❑ A. V. Oppenheim, R. W. Schafer, J. R. Buck (1999). **Discrete-Time Signal Processing**. 2<sup>nd</sup> edition, Prentice Hall, ISBN: 0137549202. (Αποτελεί το κλασικότερο βιβλίο για τη θεωρία της Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος - Σχετικά απαιτητικό όσον αφορά το ζητούμενο μαθηματικό υπόβαθρο)
- ❑ K. Steiglitz (1996). **A Digital Signal Processing Primer**. 1<sup>st</sup> edition, Addison-Wesley, ISBN: 0805316841 (Αρκετά καλό εισαγωγικό βιβλίο στη Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος).