

HY-225 - Οργάνωση Υπολογιστών: Περιγραφή του Μαθήματος

Στόχοι του Μαθήματος:

- Να δώσει σε όλους τους φοιτητές –μαζί με το προηγούμενο μάθημα, την Ψηφιακή Σχεδίαση– τις **ελάχιστες απαραίτητες γνώσεις** υλικού (hardware) και οργάνωσης/αρχιτεκτονικής υπολογιστών τις οποίες θα χρειαστούν στην επαγγελματική τους σταδιοδρομία και για να αντιμετωπίσουν τις ανάγκες των άλλων τομέων της Επιστήμης και Τεχνολογίας των Υπολογιστών.
- Να διδάξει στοιχειώδεις γνώσεις σχετικά με τις **γλώσσες Assembly**, χρησιμοποιώντας σαν παράδειγμα το μοντέρνο, ανοικτό ρεπερτόριο εντολών RISC-V που τα τελευταία χρόνια κερδίζει ολοένα σε δημοτικότητα.
- Να δείξει πώς κατασκευάζεται ένας ολόκληρος επεξεργαστής (αρχικά απλός και ύστερα με ομοχειρία (pipelining)), χρησιμοποιώντας μόνο τις λογικές πύλες και flip-flops που ο φοιτητής ξέρει από την Ψηφιακή Σχεδίαση. Έτσι, δίνει ένα στέρεο **υπόβαθρο κατανόησης** για την υλική βάση της Επιστήμης και Τεχνολογίας Υπολογιστών, και επίσης απομυθοποιεί τον υπολογιστή.
- Να προσφέρει στοιχειώδη εισαγωγή στην προχωρημένη αρχιτεκτονική των σημερινών υπολογιστικών συστημάτων, και απλοποιημένους τρόπους κατανόησης της επίδοσής τους.
- Να αποτελέσει τη **βάση** πάνω στην οποία θα στηριχτούν τα πύο προχωρημένα μαθήματα ψηφιακών συστημάτων και αρχιτεκτονικής, για όσους φοιτητές επιλέξουν να τα παρακολουθήσουν.

Περιεχόμενο του Μαθήματος:

- **Η γλώσσα Assembly** και η γλώσσα μηχανής, σαν το μοντέλο αφαίρεσης που το hardware παρουσιάζει προς το software. Παράδειγμα: το βασικό Ρεπερτόριο Εντολών του RISC-V. Στοιχειώδεις γνώσεις προγραμματισμού σε Assembly: if-then-else, βρόχοι, πίνακες, pointers, διαχείριση στοίβας και κλήση διαδικασιών.
- **Υλοποίηση επεξεργαστή** από καταχωρητές, πολυπλέκτες, αθροιστές, ALU's, μνήμες, και συνδυαστική λογική. Σχεδίαση του datapath και της μονάδας ελέγχου. Διακοπές-Εξαιρέσεις.
- **Ομοχειρία (Pipelining)**: η κλασική pipeline 5 βαθμίδων in-order, με ανίχνευση αλληλεξαρτήσεων και εσωτερική προώθηση. Επίδοση (ταχύτητα) υπολογιστών, CPI, συναφείς εξισώσεις.
- **Σύστημα Μνήμης**: Εισαγωγή στις Κρυφές μνήμες. Εικονική μνήμη. Καταστάσεις χρήστη-πυρήνα, κάλεσμα λειτουργικού συστήματος, προστασία.
- **Περιφερειακές Συσκευές** και η επικοινωνία τους με την κεντρική μονάδα. Απεικόνιση I/O σε διευθύνσεις μνήμης. Επικοινωνία με δειγματοληψία και με διακοπές. DMA.
- **Προχωρημένα** θέματα –πολύ σύντομη επισκόπηση: Πολυπύρρηνοι υπολογιστές, Συνοχή (Coherence) κρυφών μνημών, εκτέλεση εντολών εκτός σειράς, Πολυνημάτωση, GPGPU's.

Ασκήσεις, Εργασίες, Βιβλίο:

- Εβδομαδιαίες Ασκήσεις καθ' όλο το εξάμηνο, οι οποίες περιλαμβάνουν:
 - Ασκήσεις προγραμματισμού σε **γλώσσα Assembly**, σ' έναν προσομοιωτή του **RISC-V**.
 - Σχεδίαση και οπτικοποιημένη προσομοίωση ενός υποσυνόλου **επεξεργαστή RISC-V** σε επίπεδο μεταφοράς καταχωρητών (RTL), σε παραλλαγές ενός κύκλου και ομοχειρίας (pipelined).
 - Ασκήσεις στην ανάλυση επίδοσης επεξεργαστών, σε κρυφές μνήμες, εικονική μνήμη, και I/O, περιλαμβανόμενης της χρήσης ενός απλού προσομοιωτή κρυφών μνημών.
- **Βιβλίο** - θα ακολουθηθεί το: D. Patterson, J. Hennessy: "Computer Organization and Design – RISC-V Edition", 2017, Elsevier Morgan Kaufmann Series, ISBN 9780128122754 – www.elsevier.com/books/title/author/9780128122754 (μεγάλα μέρη των κεφαλαίων 2, 4, 5, συν άλλα θέματα), το οποίο όμως δεν έχει μεταφραστεί ακόμα στα Ελληνικά, άρα μπορείτε να επιλέξετε:
- Το **πλησιέστερο στον Εύδοξο** είναι το: D. Patterson, J. Hennessy: "Computer Organization and Design: the Hardware/Software Interface -- Οργάνωση και Σχεδίαση Υπολογιστών: η Διασύνδεση Υλικού και Λογισμικού", Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2010, ISBN 978-960-461-352-6 [Σύγγραμμα αριθμός 12561945 στο σύστημα "Εύδοξος": service.eudoxus.gr/search/#a/id:12561945/0] Ελληνική Μετάφραση της 4ης έκδοσης του Αγγλικού πρωτοτύπου (Elsevier Morgan Kaufmann Series).

- **Άλλα** δημοφιλή βιβλία που έχουν χρησιμοποιηθεί (διεθνώς) για ανάλογα μαθήματα:
 - V. Hamacher, Z. Vranesic, S. Zaky: "Οργάνωση και αρχιτεκτονική ηλεκτρονικών υπολογιστών", Ελληνική μετάφραση: Εκδόσεις Επίκεντρο (2007), ISBN: 978-960-458-000-2, από το Αγγλικό πρωτότυπο: McGraw-Hill, 3rd edition, 1990, ISBN 0-07-100742-3.
 - M. Mano: "Computer System Architecture", Prentice-Hall, 2nd edition, 1982, ISBN 0-13-166611-8.
- Σημειώνεται ότι σε πολλά Πανεπιστήμια δίδεται ο τίτλος "Αρχιτεκτονική Υπολογιστών" σε μαθήματα με περιεχόμενο ανάλογο του HY-225 (όπως π.χ. και στο βιβλίο του Mano "Computer System Architecture"). Εμείς, κρατάμε τον τίτλο "Αρχιτεκτονική Υπολογιστών" για το πιο προχωρημένο μάθημα (HY-425), όπου διδάσκονται οι τεχνικές αύξησης της επίδοσης ενός υπολογιστή με δοσμένο κόστος κατασκευής, και χρησιμοποιούμε τον πιο μετριοφρόνα τίτλο "Οργάνωση Υπολογιστών" για το παρόν, εισαγωγικό μάθημα.

Θέση στο Πρόγραμμα Σπουδών:

- Μάθημα **Κορμού** της Επιστήμης Υπολογιστών (δηλαδή υποχρεωτικό για την αποφοίτηση).
- Διδακτικές Μονάδες: **Οκτώ (8) ECTS**.
- **Προαπαιτούμενο:** [HY-120 "Ψηφιακή Σχεδίαση"](#) (δηλαδή, η εγγραφή στο HY-225 είναι δυνατή μόνο για όσους έχουν **ήδη** περάσει επιτυχώς το HY-120).
- Για όσους επιθυμούν να μάθουν περισσότερα γύρω από το υλικό (hardware), υπάρχουν τα μαθήματα επιλογής (κυρίως Ε4):
 - [HY-220](#) "Εργαστήριο Ψηφιακών Κυκλωμάτων" (προϋποθέτει το HY-120, **όχι** το HY-225).
 - [HY-425](#) "Αρχιτεκτονική Υπολογιστών" (προϋποθέτει το HY-225)· και
 - [HY-428](#) "Εργαστήριο Ενσωματωμένων Συστημάτων" (προϋποθέτει τα HY- 225 και 255).

Διδάσκων, Βοηθοί, Πρόγραμμα, Επικοινωνία:

- [Μανόλης Γ.Η. Κατεβαίνης](#), Καθηγητής, Τμ. Επ. Υπολογιστών, Πανεπ. Κρήτης – ηλτά: kateveni – ώρες γραφείου (συνήθως) Δευτέρες 11:00 - 11:20 και Δευτέρες-Τετάρτες 15:00 - 15:40 (ή και άλλες), κατά προτίμηση μετά από ηλτά/τηλ επιβεβαίωσης, στο γραφείο K329, τηλ. 2810-39.3564.
- **Βοηθοί** - ηλτά: hy225 - Μεταπτυχιακοί Φοιτητές, Τμ. Επ. Υπολογιστών, Πανεπ. Κρήτης:
 - Ξενοφών Βουράκης – ήλτα nxurakis
 - Κωνσταντίνος Δρακωνάκης – ήλτα kostasdrk
 - Γεώργιος Κατεβαίνης Μπίτζος – gkatev
 - Ευάγγελος Μαγειρόπουλος – ήλτα emageir
 - Ιάσων Μαστοράκης – ήλτα imast
 - Γεώρ.-Μ. Ματζουράνης – ήλτα matz
 - Σωκράτης Μπαρτζής – sokratisbrtz παπάκι gmail τελεία com
 - Αλέξανδρος Σαββόπουλος – ήλτα savnoropoulos
 - Σωτήριος Τοτόμης – ηλτά sototo
- **Διδασκαλία:** κάθε Δευτέρα, Τετάρτη, και Παρασκευή, ώρα 12:15 έως 14:00, στο Αμφιθέατρο "Στέλιος Ορφανουδάκης" (δεν θα χρειαστούμε όλες τις βδομάδες και τα τρία δώρα διδασκαλίας).
- **Διαγωνισμός Προόδου:** μάλλον (σχεδόν σίγουρα) το Σάββατο 14 Μαρτίου 2020 (τέλος βδομάδας 6), ώρα 12-2. Η συμμετοχή των φοιτητών είναι υποχρεωτική.
- Ιστοσελίδα μαθήματος: <http://www.csd.uoc.gr/~hy225/> (κωδικοποίηση ISO-8859-7).
- Ιστοσελίδα Βιντεοσκοπήσεων Άνοιξης 2014 (παρόμοια με φέτος εκτός ότι ήταν με τον MIPS αντί του RISC-V) και Quizzes: <https://elearn.uoc.gr/course/view.php?id=288>
- Κατάλογος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μαθήματος: [hy225-list](#) –εγγραφείτε στέλνοντας ηλτά στο majordomo@csd.uoc.gr που να περιέχει στο *σώμα* (όχι στο *θέμα*): subscribe hy225-list

Βαθμολογία:

- **25 %** από τους βαθμούς **Ασκήσεων**,
- **15 %** από τον βαθμό διαγωνισμού **Προόδου**,
- **60 %** από τον βαθμό **Τελικής Εξέτασης** (οιασδήποτε περιόδου), όταν ο βαθμός αυτός είναι **τουλάχιστο τριανταπέντε** στα εκατό (35/100).

Βαθμός τελικής εξέτασης κάτω του 3.5 στα 10 (οιασδήποτε περιόδου) προκαλεί αποτυχία στο μάθημα. Οι εξετάσεις (προόδου και τελική) είναι με κλειστές σημειώσεις. Καθυστερήσεις παράδοσης ασκήσεων και εργασιών συνεπάγονται αφαίρεση 2 βαθμών (σε άριστα 10) για καθυστέρηση έως και μία (1) εβδομάδα, και μηδενισμό πέραν τούτου. Οι δυσκολότερες ασκήσεις θα εξεταστούν και προφορικά.