

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 Μηχανικής (Engineering) των Υπολογιστών.
- Να προσφέρει κατανόηση του ποιά στοιχεία ενός υπολογιστή κοστίζουν περισσότερο και ποιά λιγότερο, και τι επηρεάζει τον χρόνο εκτέλεσης ενός προγράμματος και ενός αλγορίθμου, άρα και πώς μπορούμε να μειώσουμε το κόστος και να αυξήσουμε την ταχύτητα των όσων λειτουργιών επιτελούν οι υπολογιστές.
- 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 Μηχανικής 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 πιά 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, κλήση διαδικασιών, καταχωρητές caller/callee-saved.
- **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: Πολυπύρνοι επεξεργαστές, Συνοχή (Coherence) κρυφών μνημών, εκτέλεση εντολών εκτός σειράς, Πολυνημάτωση, GPGPU's.

Ασκήσεις, 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 μόνον 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 E4):
 - [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 – τηλ: 3564 – ώρες γραφείου (συνήθως) Δευτέρες-Τετάρτες (ή και Παρασκευές), πρωί ή μετά το μάθημα, μετά από ηλτά/τηλ επιβεβαίωσης, στο γραφείο K329.
- Βοηθοί - ηλτά: hy225 - Μεταπτυχιακοί Φοιτητές, Τμ. Επ. Υπολογιστών, Πανεπ. Κρήτης:
 - Ξενοφών Βουράκης – ήλτα xnurakis
 - Μιχάλης Γιανιούδης – csdp1255
 - Ευάγγελος Γκόλαντας – csd4176
 - Κων/νος Ελευθερίου – csd3428
 - Ευάγγελος Μακράκης – makrakisv
 - Σωκράτης Μπαρτζής – sokratisb
 - Ζαχαρίας Περβολαράκης – csdp1257
 - Ιωάννης Πετρόπουλος – csd4028
 - Κων.-Ιωαν. Τζεβελεκάκης – csdp1193
 - Μαρία Χαραλάμπους – csdp1241
- **Διδασκαλία:** κάθε Δευτέρα, Τετάρτη, και Παρασκευή, ώρα 12:15 έως 13:45, στο Αμφιθέατρο "Στέλιος Ορφανουδάκης" (δεν θα χρειαστούμε όλες τις βδομάδες και τα τρία δώρα διδασκαλίας).
- **Διαγωνισμός Προόδου** (με φυσική παρουσία): μάλλον το Σάββατο 2 Απριλίου 2022. Ο βαθμός του διαγωνισμού Προόδου πάντα μετρά στο βαθμό μαθήματος.
- Ιστοσελίδα μαθήματος: <https://www.csd.uoc.gr/~hy225/> (κωδικοποίηση ISO-8859-7).
- Κατάλογος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου Διδάσκοντα και Βοηθών μόνον: [hy225](#)
- Κατάλογος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου όλων των μελών του 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 τον **φειτινό** μέσο βαθμό **Ασκήσεων**, όταν ο μέσος βαθμός αυτός είναι **τουλάχιστο τριάντα** στα εκατό (30/100). Ορισμένες ασκήσεις θα εξεταστούν και προφορικά. Οι διάφορες ασκήσεις συμμετέχουν στο μέσον όρο βαθμολογίας ασκήσεων με συντελεστές βάρους ανάλογους της σημασίας και δυσκολίας τους – οι συντελεστές βάρους των σημαντικότερων ασκήσεων είναι: Ασκ. 3: 12%, Ασκ. 4&5 (μαζί): 10%, Ασκ. 7: 18%, Ασκ. 8&9 (μαζί): 16%, Ασκ. 10&11 (μαζί): 16%, Ασκ. 12: 12%, Ασκ. 13&14 (μαζί): 16%.
- **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).

Μέσος βαθμός ασκήσεων κάτω του 3.0 στα 10, ή βαθμός τελικής εξέτασης κάτω του 3.5 στα 10 (κατά την εκάστοτε εξεταστική περίοδο Α' ή Β') προκαλεί αποτυχία στο μάθημα (κατά την περίοδο αυτή). Οι εξετάσεις (προόδου και τελική) είναι με κλειστές σημειώσεις. Κάθε αντιγραφή τιμωρείται αυστηρά.

Συνιστάται ένθερμα στους εγγεγραμμένους στο μάθημα να κάνουν ανελλιπώς όλες τις ασκήσεις και να διαβάζουν το μάθημα καθ' όλη τη διάρκεια του εξαμήνου –όχι μόνο κατά την εξεταστική περίοδο– και να το περάσουν κατά την Α' εξεταστική περίοδο –η εμπειρία του διδάσκοντα δείχνει ότι τα μαθήματα περνούν πολύ ευκολότερα τότε, όταν η ύλη είναι ακόμη φρέσκια στη μνήμη.