

HY-120 - Ψηφιακή Σχεδίαση: Περιγραφή του Μαθήματος

Στόχος του Μαθήματος:

Οι υπολογιστές (τόσο οι αυτόνομοι όσο και οι ενσωματωμένοι σε άλλες μηχανές, όπως αυτοκίνητα, τηλεοράσεις, κλπ), τα δίκτυα (όπως το Internet), και οι τηλεπικοινωνίες (τηλέφωνα, κινητά, ασύρματοι, κλπ) είναι όλα κατασκευασμένα, σήμερα πιά, από μικροηλεκτρονικά chips που στην συντριπτική τους πλειοψηφία είναι **ψηφιακά**. Αυτό το μάθημα μιλάει για τα ψηφιακά συστήματα --για τη βάση δηλαδή όλης της σύγχρονης τεχνολογίας της πληροφορίας.

Ο στόχος του μαθήματος είναι να διδάξει στη νέα φοιτήτρια και το νέο φοιτητή των υπολογιστών το τι είναι ψηφιακό κύκλωμα, τις βασικές και απαραίτητες έννοιες και στοιχεία της ψηφιακής σχεδίασης, και πώς με αυτά μπορεί να φτιάξει κανείς ένα σημαντικό και κεντρικό παράδειγμα ψηφιακού κυκλώματος: έναν απλούστατο υπολογιστή. Βέβαια, ο υπολογιστής που θα φτιάξουμε θα είναι υπεραπλουστευμένος (γι' αυτό και τραγικά αργός) αλλά παρ' όλα αυτά θα είναι ένας υπολογιστής!

Η συνέχεια του μαθήματος αυτού είναι το μάθημα "Οργάνωση Υπολογιστών" (HY-225), στο εαρινό εξάμηνο του 2ου έτους, όπου ο φοιτητής θα ακούσει για το πώς είναι οι πραγματικοί σημερινό υπολογιστές (όχι οι εδώ υπεραπλουστευμένοι), πώς είναι η γλώσσα μηχανής τους, η κατασκευή του επεξεργαστή και της μνήμης τους, και πώς λειτουργεί η επικοινωνία τους με τον έξω κόσμο. Το παρόν μάθημα (HY-120) και το HY-225 είναι τα δύο μαθήματα "κορμού" (υποχρεωτικά) του Τμήματός μας στην περιοχή του υλικού (hardware) των υπολογιστών και εν γένει των ψηφιακών συστημάτων, και διδάσκουν όσα όλοι οι απόφοιτοι πληροφορικής πρέπει να ξέρουν από αυτή την περιοχή, σαν ελάχιστη βασική γνώση. Για αυτούς που επιθυμούν να μάθουν περισσότερα γύρω από το υλικό (hardware), υπάρχουν τα μαθημάτα επιλογής:

- HY-121 "Ηλεκτρονικά Κυκλώματα" (E1, δεν προϋποθέτει το HY-120),
- HY-220 "Εργαστήριο Ψηφιακών Κυκλωμάτων" (ακολουθεί το HY-120, δεν προϋποθέτει το 225),
- HY-325 "Εργαστήριο Ενσωματωμένων Επεξεργαστών" (προϋποθέτει το HY-225),
- HY-425 "Αρχιτεκτονική Υπολογιστών" (προϋποθέτει το HY-225), και
- HY-422 "Εισαγωγή στα Συστήματα VLSI" (προϋποθέτει το HY-225).

Περιεχόμενο του Μαθήματος:

- **Μάθημα Κορμού** Επιστήμης Υπολογιστών (δηλ. υποχρεωτικό).
- **Πέντε (5) ΔΜ** (Διδακτικές Μονάδες).
- **Προσπαιτούμενο:** Κανένα.

[[Course Content in English](#)]

Περιεχόμενο:

- **Εισαγωγή:** διακόπτες και οι λογικές πράξεις ΚΑΙ-Η-ΟΧΙ· συνδυασμοί, αποκωδικοποίηση, πολύπλεξη· αναλογικά και ψηφιακά συστήματα, πλεονεκτήματα και εφαρμογές των ψηφιακών συστημάτων· απλά κυκλώματα με ηλεκτρονόμους (relays), ανάδραση και μνήμη.
- **Συνδυαστικά Κυκλώματα:** πράξεις AND-OR-NOT, πίνακες αληθείας, παραδείγματα, λογικές πύλες και IC chips, Άλγεβρα Boole, διαγράμματα Venn, χάρτες Karnaugh και απλοποίηση.
- **Δυαδικοί Αριθμοί και Πράξεις:** πλήθος συνδυασμών και δυαδική αρίθμηση, μη προσημασμένοι ακέραιοι, δυαδική πρόσθεση, συνδυαστικά κυκλώματα αθροιστή. Πολλαπλασιασμός / διαίρεση / υπόλοιπο με δυνάμεις του 2, δηλ. επιλογή πεδίων από bits. *Σύντομη* εισαγωγή στους προσημασμένους αριθμούς: συστροφή (wrap-around), αναπαράσταση σε συμπλήρωμα ως προς 2, προσημασμένη πρόσθεση, ο αντίθετος ενός αριθμού, κύκλωμα αθροιστή/αφαιρέτη.
- **Μνήμη:** ανάδραση, ασταθής και δισταθής κυκλώματα, ταλαντωτές, flip-flop τύπων RS και D, καταχωρητές, RAM και αποκωδικοποίηση διευθύνσεων.
- **Ακολουθιακά Κυκλώματα:** αναχρησιμοποίηση υλικού, ανάγκη σημάτων χρονισμού, διφασικά ρολόγια, παραδείγματα (μετρητής, ολίσθηση, μεταφορά καταχωρητών), καταχωρητές αφέντη-σκλάβου.
- **Datapath:** καταχωρητές, πολυπλέκτες, ALU's, παραδείγματα απλών datapaths, τρικατάστατοι οδηγητές, λεωφόροι (buses), μνήμες SRAM.

- **Ένας απλός Επεξεργαστής:** παράδειγμα datapath ενός απλού επεξεργαστή με ένα συσσωρευτή, γλώσσα μηχανής και assembly του απλού επεξεργαστή & παραδείγματα προγραμμάτων assembly: σειριακός κώδικας, διακλαδώσεις και βρόχοι, έμμεσες προσπελάσεις και πίνακες.
- **FSM και Έλεγχος:** μηχανές πεπερασμένων καταστάσεων (FSM) και παραδείγματα: ελεγκτής σημάτων κυκλοφορίας, δέκτης σειριακής επικοινωνίας, η FSM ελέγχου του απλού επεξεργαστή.
- **Τεχνολογία:** ολοκληρωμένα κυκλώματα, κόστος, ταχύτητα, κατανάλωση, και παράγοντες που τα επηρεάζουν.

Εργαστήριο:

Το μάθημα περιλαμβάνει εβδομαδιαίες δίωρες εργαστηριακές ασκήσεις με χρήση breadboard, διακοπών, LED, ηλεκτρονόμων, chips (TTL, CMOS), και ενός απλού datapath ενός υπολογιστή τύπου συσσωρευτή με δύο χωριστές μνήμες (IMEM, DMEM) και πλήθος ενδείκτικων λυχνιών 7-segment για την παρακολούθηση της κατάστασής του, το οποίο οι φοιτητές μετατρέπουν σε στοιχειώδη υπολογιστή υλοποιώντας τον έλεγχο του στο breadboard.

- Υπάρχουν 13 δίωρες εργαστηριακές ασκήσεις, **μία ανά εβδομάδα** (εργαστήρια 0 έως και 12).
- Οι ασκήσεις είναι **ατομικές**: κάθε φοιτητής εργάζεται μόνος.
- Κάθε εργαστηριακό τμήμα περιλαμβάνει **έως 13 φοιτητές** και εποπτεύεται και βαθμολογείται από **ένα βοηθό**.
- Υπάρχουν 21 εργαστηριακά τμήματα. Στο εργαστήριο χωρούν έως δύο τμήματα ταυτόχρονα.
- Κάθε φοιτητής παραμένει **στο ίδιο** εργαστηριακό τμήμα (με τον ίδιο βοηθό) καθ' όλο το εξάμηνο (πλήν του εργ. 0).
- **Χώρος Εργαστηρίου:** Λευκό Κτίριο Β (μεσαίο), Επίπεδο 0 (υπόγειο).
- Κάθε άσκηση από την 1 ως την 12 **βαθμολογείται** ως προς την κατανόηση της σχετικής θεωρίας, προετοιμασία, εκτέλεση, και ποιότητα· η άσκηση 0 είναι εισαγωγική, διαρκεί μία ώρα, και δεν βαθμολογείται. Απουσία από μίαν άσκηση βαθμολογείται με μηδέν. Λόγω του πλήθους των φοιτητών και των τμημάτων **δεν** υπάρχει δυνατότητα αναπλήρωσης χαμένης άσκησης σε άλλη μέρα ή ώρα. Όμως, ο τελικός βαθμός εργαστηρίου θα προκύψει σαν ο μέσος όρος **των 11 καλύτερων** βαθμών ασκήσεων, άρα μέχρι μία απουσία εργαστηρίου το εξάμηνο δεν έχει συνέπειες.
- Όλοι ανεξαιρέτως οι εγγεγραμμένοι στο μάθημα υποχρεούνται να συμμετάσχουν στα εργαστήρια, ανεξαρτήτως τυχόν παλαιότερης εγγραφής στο μάθημα. **Κανείς βαθμός** εργαστηρίου από **προηγούμενα έτη** δεν μεταφέρεται.
- Οι θέσεις για εγγραφές φοιτητών **άλλων Τμημάτων** είναι περιορισμένες, και θα δοθούν με σειρά προτεραιότητας ανάλογα με την επίδοσή στο Τμήμα προέλευσής.

Ευχαριστούμε θερμά την εταιρεία Altera (University Program) για τη δωρεά υλικών αξίας 10 χιλιάδων Ευρώ προς το εργαστήριο του μαθήματος.

We deeply appreciate Altera University Program's donation of 10 thousand Euro worth of hardware to this course's lab.



Βιβλία:

Οι εγγεγραμμένοι φοιτητές του μαθήματος έχουν τη δυνατότητα επιλογής ανάμεσα στα εξής βιβλία:

- John Wakerly: "Ψηφιακή Σχεδίαση: Αρχές και Πρακτικές", τρίτη έκδοση, Prentice Hall (2001), Ελληνική μετάφραση: εκδόσεις Κλειδάριθμος (2002), ISBN 960-209-728-0.
- M. Morris Mano: "Ψηφιακή Σχεδίαση", τρίτη έκδοση, Prentice Hall (2002), Ελληνική μετάφραση: εκδόσεις Παπασωτηρίου, ISBN 960-7530-63-2.
- Stephen Brown, Zvonko Vranesic: "Σχεδίαση Ψηφιακών Συστημάτων με τη Γλώσσα VHDL", McGraw Hill (2000), Ελληνική μετάφραση: Εκδόσεις Τζιόλα (2001), ISBN 960-8050-50-2.

Ο διδάσκων έχει μίαν ελαφρά προτίμηση στο πρώτο από τα παραπάνω βιβλία (του Wakerly), λόγω κάπως μεγαλύτερης ευρύτητας ύλης, αλλά και τα τρία βιβλία είναι πολύ καλά και είμαι σίγουρα άλλοι έχουν διαφορετικές προτιμήσεις. Για εμάς εδώ στο Παν. Κρήτης και στο ΙΤΕ-ΙΠ, το δεύτερο βιβλίο (του Mano) έχει το πλεονέκτημα ότι χρησιμοποιεί τη γλώσσα Verilog που και εμείς χρησιμοποιούμε, έναντι της VHDL των άλλων δύο.

Και τα τρία βιβλία καλύπτουν τα περισσότερα θέματα του μαθήματος, εκτός --κυρίως-- τους ηλεκτρονόμους, τα διαφασικά ρολόγια, και αρκετά παραδείγματα που θα χρησιμοποιήσουμε --ιδιαίτερα το παράδειγμα απλού επεξεργαστή του μαθήματος. Από την άλλη, το μάθημα δεν θα καλύψει ορισμένα θέματα των βιβλίων. Επίσης, το μάθημα θα επιμείνει λιγότερο απ' όσο τα βιβλία σε αρκετά ειδικευμένα

θέματα υλικού, τα οποία δεν είναι χρήσιμα στο γενικό ακροατήριο του μαθήματος, και που διδάσκονται στο HY-220 ή άλλα μαθήματα επιλογής. Για τους λόγους αυτούς, συνιστάται ένθερμα στους εγγεγραμμένους φοιτητές **να παρακολουθούν ανελλιπώς τις διαλέξεις του μαθήματος**, οι οποίες πιστεύεται ότι θα τους βοηθήσουν σημαντικά περισσότερο απ' όσο τα βιβλία στην κατανόηση των εννοιών και της χρήσης τους. Επίσης, βοήθημα θα αποτελέσουν και οι λεπτομερείς εκφωνήσεις των εργαστηριακών ασκήσεων.

Πρόγραμμα Διδασκαλίας, Εξέτασης Προόδου:

- **Εβδομαδιαία:** Δευτέρες και Τετάρτες 11:15 - 13:00 στο Αμφιθέατρο Β. Ξανθόπουλου, και Παρασκευές 11:15 - 13:00 στο Αμφιθέατρο Γ. Μερικές από τις εβδομάδες του εξαμήνου θα περιλαμβάνουν τρία δώρα διαλέξεων (ΔεΤεΠα), ενώ άλλες θα περιλαμβάνουν μόνο δύο δώρα: στην τελευταία περίπτωση, συνήθως η διδασκαλία θα γίνεται Δευτέρες και Τετάρτες, όμως σε σπανιότερες περιπτώσεις θα υπάρξουν κι άλλοι συνδυασμοί, λόγω υποχρεώσεων επαγγελματικών (ερευνητικών) ταξιδιών του διδάσκοντα. Το ακριβές πρόγραμμα ημερών διαλέξεων θα ανακοινώνεται συνήθως 1-2 βδομάδες νωρίτερα.
- **Διαγωνισμός Προόδου:** Σάββατο 1 ή Σάββατο 8 Νοεμβρίου 2008 (βδομάδα 6 ή 7). Η συμμετοχή των φοιτητών είναι υποχρεωτική.

Βαθμολογία:

- **30 %** από τον (φετεινό) μέσο βαθμό **εργαστηρίου**, αρκεί αυτός να είναι τουλάχιστο τέσσερα (**4.0**) [κανείς βαθμός εργαστηρίου από προηγούμενα έτη δεν μεταφέρεται],
- **20 %** από τον βαθμό του διαγωνισμού **Προόδου**, και
- **50 %** από τον βαθμό **τελικής εξέτασης** (Α' ή Β' περιόδου), αρκεί αυτός να είναι τουλάχιστο τρισήμισυ (**3.5**).

Βαθμός εργαστηρίου κάτω του 4.0 ή βαθμός τελικής εξέτασης κάτω του 3.5 προκαλεί αποτυχία στο μάθημα. Οι εξετάσεις (προόδου & τελική) είναι με κλειστές σημειώσεις. Κάθε αντιγραφή τιμωρείται αυστηρά. Συνιστάται ένθερμα στους εγγεγραμμένους στο μάθημα 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 περνιούνται πολύ ευκολότερα τότε, όταν η ύλη είναι ακόμη φρέσκια στη μνήμη.

Διδάσκων, Βοηθοί:

- Μανόλης Γ.Η. Κατεβαίνης, Καθηγητής, Τμ. Επ. Υπολογιστών, Πανεπ. Κρήτης - ηλ-ταχ: kateveni
- Νικόλαος Κρασάς, μέλος Ε.Δ.Τ.Π., Τμ. Επ. Υπολογιστών, Πανεπ. Κρήτης: υπεύθυνος εξοπλισμού Εργαστηρίου - ηλ-ταχ: nkrassas
- Βοηθοί - Μεταπτυχιακοί Φοιτητές, Τμ. Επ. Υπολογιστών, Πανεπ. Κρήτης:
 - Μιχαήλ Αλβανός - alvanos
 - Κώστας Γαλανάκης -
 - Θάνος Μακατός - makatos
 - Ιωάννης Μακρυδάκης - makryd
 - Γεώργιος Πασσάς - passas
 - Γεώργιος Πλουμάκης -
 - Γεώργιος Σαλούστρος -
 - Ζωή Σεμπέπου - seberou
 - Γεώργιος Τζενάκης - tzenakis
 - Χριστίνα Φαρμάκη - xfarmakh
 - Μάρκος Φουντουλάκης - mfundul

Ηλεκτρονική Επικοινωνία:

- Ιστοσελίδα μαθήματος: <http://www.csd.uoc.gr/~hy120/>
- Κατάλογος ηλ-ταχ. βοηθών και διδάσκοντα: hy120.papaki.csd.uoc.gr
- Κατάλογος ηλ-ταχ. φοιτητών, βοηθών, και διδάσκοντα: hy120-list.papaki.csd.uoc.gr
Εγγραφείτε στέλνοντας e-mail στο majordomo.papaki.csd.uoc.gr που να περιέχει στο *σώμα* του μηνύματος (όχι στο θέμα) τη γραμμή "subscribe hy120-list". Ο κατάλογος αυτός θα χρησιμοποιηθεί κυρίως για τους φοιτητές μεγαλύτερων ετών του μαθήματος, για δε τους φοιτητές 1ου έτους κυρίως κατά το δεύτερο ήμισυ του εξαμήνου, αφού μάθουν τη χρήση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.