

## 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 (γ' 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 μαθήματα επιλογής:

- [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).
- **Προαπαιτούμενο:** 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, ασταθή και δισταθή 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-σκάβου.
- **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 ενδεικτικών 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 **20 εργαστηριακά τμήματα**. Στο εργαστήριο χωρούν έως δύο τμήματα ταυτόχρονα.
- Κάθε φοιτητής παραμένει **στο ίδιο** εργαστηριακό τμήμα (με τον ίδιο βοηθό) καθ' όλο το εξάμηνο (πλύν 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 και δεν βαθμολογείται. Απουσία από μιάν άσκηση βαθμολογείται με μηδέν. Λόγω του πλήθους των φοιτητών και των τμημάτων **δεν** υπάρχει δυνατότητα αναπλήρωσης χαμένης άσκησης σε άλλη μέρα και 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.
- Εγγραφές στο μάθημα για **αναβαθμολόγηση**, φέτος, **δεν** θα γίνουν δεκτές, λόγω υπερβολικά μεγάλου πλήθους πρωτοετών φοιτητών.
- Οι θέσεις για εγγραφές φοιτητών **άλλων Τμημάτων** είναι αυστηρά 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.



## Πρόγραμμα Διδασκαλίας, Εξέτασης Προόδου:

- **Εβδομαδιαία:** Δευτέρα και Τετάρτη 3:15 - 5:00 στο Αμφιθέατρο Β. Ξανθόπουλου, και Παρασκευή 3:15 - 5:00 στο Αμφιθέατρο Γ. Μερικές από τις εβδομάδες του εξαμήνου θα περιλαμβάνουν τρία δίωρα διαλέξεων (ΔεΤεΠα), ενώ άλλες θα περιλαμβάνουν μόνο δύο δίωρα· 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, 25 Νοεμβρίου 2006 (βδομάδα 7), κατά πάσα πιθανότητα. Η συμμετοχή των φοιτητών είναι υποχρεωτική.

## Βαθμολογία:

- **30 %** από τον (φετεινό) μέσο βάθμο **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:

- Μανώλης Γ.Η. Κατεβαίνης, Καθηγητής, Τμ. Επ. Υπολογιστών, Πανεπ. Κρήτης - ηλ-ταχ: katevenis
- Νικόλαος Κρασσάς, μέλος Ε.Δ.Τ.Π., Τμ. Επ. Υπολογιστών, Πανεπ. Κρήτης: υπεύθυνος εξοπλισμού Εργαστηρίου - ηλ-ταχ: nkrassas
- Βοηθοί - Μεταπτυχιακοί Φοιτητές, Τμ. Επ. Υπολογιστών, Πανεπ. Κρήτης:
  - Ιορδάνης Ασλανίδης - iordanis
  - Μανώλης Ζηδιανάκης - zidian
  - Σωκράτης Καρτάκης - sokart
  - Μαρία Κατσαμάνη - mkat
  - Ευρυκλής Κουναλάκης - euric
  - Ευάγγελος Μάγγας - emangas
  - Παύλος Ματθαϊάκης - pmat
  - Γεώργιος Νικηφόρος - nikiforg
  - Γιώργος Πασσάς - passas
  - Σταύρος Πασσάς - stabat

### Ηλεκτρονική Επικοινωνία:

- Ιστοσελίδα μαθήματος: <http://www.csd.uoc.gr/~hy120/>
- Κατάλογος βοηθών και διδασκοντα: [hy120.papaki.csd.uoc.gr](http://hy120.papaki.csd.uoc.gr)
- Κατάλογος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μαθήματος: [hy120-list.papaki.csd.uoc.gr](http://hy120-list.papaki.csd.uoc.gr)  
Εγγραφείτε στέλνοντας e-mail στο [majordomo.papaki.csd.uoc.gr](mailto: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.

### Βιβλίο:

Στους φοιτητές που εγγράφονται στο μάθημα για πρώτη φορά θα δοθεί το βιβλίο:

- John Wakerly: "Ψηφιακή Σχεδίαση: Αρχές και Πρακτικές", (Third Updated Edition, Prentice Hall, 2001), Ελληνική μετάφραση: εκδόσεις Κλειδάριθμος (2002), ISBN 960-209-728-0.

Το βιβλίο αυτό καλύπτει τα περισσότερα θέματα του μαθήματος, εκτός --κυρίως-- τους ηλεκτρονικούς, τα διφασικά ρολόγια, και αρκετά παραδείγματα που θα χρησιμοποιήσουμε --ιδιαίτερα το παράδειγμα απλού επεξεργαστή του μαθήματος. Από την άλλη, το μάθημα δεν θα καλύψει ορισμένα θέματα του βιβλίου. Επίσης, το μάθημα θα επιμείνει λιγότερο απ' όσο το βιβλίο 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 το βιβλίο στην κατανόηση των εννοιών και της χρήσης τους. Επίσης, βοήθημα θα αποτελέσουν και οι λεπτομερείς εκφωνήσεις των εργαστηριακών ασκήσεων. Ένα άλλο, αρκετά παρόμοιο βιβλίο, που χρησιμοποιείται διεθνώς σε αρκετά Πανεπιστήμια και που επίσης υπάρχει σε Ελληνική μετάφραση, είναι το: Stephen Brown, Zvonko Vranesic: "Fundamentals of Digital Logic with VHDL Design", (McGraw Hill, 2000, ISBN 0-07-012591-0), Ελληνική μετάφραση: Εκδόσεις Τζιόλα, 2001, ISBN 960-8050-50-2.

Μερικοί φοιτητές που είχαν ξανάγραφτεί στο μάθημα προηγούμενες χρονιές έχουν ήδη το βιβλίο: M. Morris Mano: "Ψηφιακή Σχεδίαση", δεύτερη έκδοση, Prentice Hall Int. (1991), Ελληνική μετάφραση: εκδόσεις Παπασωτηρίου (1992), ISBN 960-7182-01-4. Το βιβλίο αυτό επαρκεί για να τους καλύψει τις ανάγκες του μαθήματος.