

Ιόνιο Πανεπιστήμιο
Τμήμα Πληροφορικής

Ακαδημαϊκό Έτος 2007-2008

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ:

**Έκθεση Προόδου Υλοποίησης του Μαθήματος “Αρχιτεκτονική
Υπολογιστικών Συστημάτων”**

Διδάσκων:

Μ.Στεφανιδάκης

Περιεχόμενα

| | |
|------------------------------------|---|
| 1 Περιγραφή του μαθήματος. | 1 |
| 2 Υλοποίηση του μαθήματος. | 1 |
| 2.1 Διδασκαλία του μαθήματος. | 1 |
| 2.2 Εργαστήρια. | 3 |
| 2.3 Εκπαιδευτικό υλικό. | 3 |

1 Περιγραφή του μαθήματος.

Η “Αρχιτεκτονική Υπολογιστικών Συστημάτων” αποτελεί ένα μάθημα κορμού για τους φοιτητές Β’ έτους του Τμήματος Πληροφορικής. Κατά τη διδασκαλία του μαθήματος τίθενται οι βάσεις για την κατανόηση της Αρχιτεκτονικής των Υπολογιστών και καλύπτεται μια ευρεία περιοχή θεμάτων ψηφιακής τεχνολογίας, σχεδίασης και μέτρησης απόδοσης, καθώς και προηγμένων υπολογιστικών αρχιτεκτονικών.

2 Υλοποίηση του μαθήματος.

Στις επόμενες παραγράφους περιγράφονται τα στάδια υλοποίησης της διδασκαλίας του μαθήματος της “Αρχιτεκτονικής Υπολογιστικών Συστημάτων” κατά το ακαδημαϊκό έτος 2007-2008.

2.1 Διδασκαλία του μαθήματος.

Η διδασκαλία του μαθήματος “Αρχιτεκτονική Υπολογιστικών Συστημάτων” υλοποιείται με την προβολή διαφανειών σε μορφή PowerPoint. Κατά το 1^ο εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2007-08 πραγματοποιήθηκαν 13 διαλέξεις οι λεπτομέρειες των οποίων παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

| Αντικείμενο διάλεξης | Μαθησιακοί στόχοι | Θέματα που καλύπτονται |
|---|--|---|
| 1. Εισαγωγή στην Αρχιτεκτονική Η/Υ | Οι θεμελιώδεις αρχές λειτουργίας των υπολογιστών. Τύποι υπολογιστικών συστημάτων και στόχοι της αρχιτεκτονικής Η/Υ | Είδη υπολογιστικών συστημάτων. Σκοπός της αρχιτεκτονικής Η/Υ. Ιεραρχία επιπέδων. Συνεργασία υλικού-λογισμικού. Βασικές μονάδες ενός Η/Υ. Τρανζίστορ και ολοκληρωμένα κυκλώματα. |
| 2. Ψηφιακή Λογική | Εισαγωγή στις αρχές σχεδίασης συνδυαστικών κυκλωμάτων | Δυαδική λογική και άλγεβρα Boole. Απλές λογικές πύλες (NOT, NAND, NOR). |
| 3. Ψηφιακή λογική | Βασικά στοιχεία συνδυαστικής λογικής | Συνδυαστική λογική. Αποκωδικοποιητές, πολυπλέκτες και αθροιστές. |
| 4. Ψηφιακή λογική | Στοιχεία μνήμης και μέθοδοι χρονισμού | Ακολουθιακή Λογική και Χρονισμός κυκλωμάτων. Σήματα ρολογιού και διάδοση σημάτων. Ανάδραση και στοιχεία μνήμης. Latches και Flip-flops. Καταχωρητές και Register files. |
| 5. Αρχιτεκτονικές Συνόλου Εντολών | Τα βασικά χαρακτηριστικά σχεδίασης και λειτουργίας ενός συνόλου εντολών | Το μοντέλο von Neumann. Εκτέλεση εντολών. Αρχιτεκτονική Συνόλου Εντολών. Κατηγορίες και κωδικοποίηση εντολών. Προέλευση δεδομένων, προσπέλαση μνήμης. Αρχιτεκτονικές με |

| | | |
|--|---|--|
| | | καταχωρητές. |
| 6. Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας | Σχεδιασμός και λειτουργία μιας απλής ΚΜΕ | Αριθμητική-λογική μονάδα. Μονοπάτι δεδομένων. Μονάδα ελέγχου, μετρητής εντολών. Κύκλος μηχανής, εκτέλεση αριθμητικών λογικών εντολών, εντολών διακλάδωσης και προσπέλασης μνήμης. |
| 7. Απόδοση ΚΜΕ | Μέτρηση και τεχνικές βελτίωσης απόδοσης | Απόδοση ΚΜΕ και χρόνος εκτέλεσης προγράμματος. Κύκλος ρολογιού, κύκλοι ανά εντολή και αριθμός εντολών. Μετροπρογράμματα και σύγκριση απόδοσης. Ο νόμος του Amdahl. ΚΜΕ πολλαπλών κύκλων ανά εντολή. |
| 8. Παραλληλισμός σε επίπεδο εντολών | Pipelining και άλλες τεχνικές αύξησης απόδοσης | Η τεχνική pipelining: απόδοση και δυσκολίες εφαρμογής. Πολλαπλή εκτέλεση εντολών. Εικαζόμενη εκτέλεση. Επεξεργαστές superscalar και VLIW. |
| 9. Τεχνολογίες Κύριας Μνήμης | Παρουσίαση των τεχνολογιών συγκρότησης της κύριας μνήμης των υπολογιστών. | Μνήμη RAM: οργάνωση και διευθυνσιοδότηση. Στατική και δυναμική RAM. Το χάσμα απόδοσης μεταξύ επεξεργαστή και μνήμης. Η αρχή της τοπικότητας – Εισαγωγή στις ιεραρχίες μνήμης. |
| 10. Κρυφές Μνήμες. | Παρουσίαση της οργάνωσης, λειτουργίας και απόδοσης των κρυφών μνημών | Το μοντέλο της ιεραρχίας μνήμης. Οργάνωση και λειτουργία κρυφής μνήμης. Τοποθέτηση μπλοκ. Cache hit & miss. Τεχνικές μείωσης miss rate και miss penalty. |
| 11. Εικονική μνήμη. | Παρουσίαση των βασικών αρχών λειτουργίας της εικονικής μνήμης. | Ο σκοπός της εισαγωγής της εικονικής μνήμης. Χώρος διευθύνσεων προγραμμάτων και πολυπρογραμματισμός. Εικονικές Διευθύνσεις και Σελίδες. Σελιδοποίηση κατ' απαίτηση. Μετάφραση εικονικών διευθύνσεων και TLBs. Προστασία προσπέλασης μέσω εικονικής μνήμης. |
| 12. Διασύνδεση εισόδου-εξόδου | Συσκευές, δίαυλοι και μέθοδοι επικοινωνίας | Μεταφορά δεδομένων. Ιεραρχία διαύλων. Παράλληλοι και σειριακοί δίαυλοι. Χρονισμός, φάσεις και εντολές μεταφοράς Τοπολογία διαύλων. |
| 13. Διασύνδεση εισόδου-εξόδου | Συσκευές, δίαυλοι και μέθοδοι επικοινωνίας | Συσκευές και ελεγκτές E/E. Διασύνδεση συσκευών E/E – |

| | | |
|--|--|---|
| | | Διευθύνσεις E/E και το μοντέλο καταχωρητών. Ανίχνευση ολοκλήρωσης αίτησης E/E: polling και διακοπές. Μετακίνηση δεδομένων: η τεχνική DMA. Οργάνωση και λειτουργία περιφερειακών διαύλων. |
|--|--|---|

Οι διαλέξεις του μαθήματος υποστηρίζονται συμπληρωματικά από τις αντίστοιχες εργαστηριακές ασκήσεις, οι οποίες δίνουν την ευκαιρία πρακτικής άσκησης των φοιτητών στη θεωρία που διδάσκεται (για περισσότερες λεπτομέρειες σχετικές με το εργαστήριο βλ. επόμενη παράγραφο).

2.2 Εργαστήρια.

Στα πλαίσια της συμπληρωματικής διδασκαλίας του μαθήματος της “Αρχιτεκτονικής Υπολογιστικών Συστημάτων”, σχεδιάστηκαν και πραγματοποιήθηκαν 10 εργαστηριακές ασκήσεις. Οι ασκήσεις αυτές είχαν ως σκοπό την εξάσκηση των φοιτητών σε πρακτικές εφαρμογές σχεδίασης μιας ολοκληρωμένης ΚΜΕ με τη χρήση του λογισμικού ανοικτού κώδικα Electric.

Για τη διεξαγωγή των ασκήσεων οι φοιτητές εργάστηκαν ατομικά, με στόχο την αντιστοιχία ενός φοιτητή ανά υπολογιστή του Εργαστηρίου Πληροφορικής, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη εξάσκηση των φοιτητών.

Το αντικείμενο κάθε εργαστηριακής άσκησης έχει ως εξής:

1. **Εργαστηριακή Άσκηση #1 & 2:** Σχεδίαση αριθμητικής-λογικής μονάδας (ΑΛΜ) 4 πράξεων του ενός bit.
2. **Εργαστηριακή Άσκηση #3:** Σχεδίαση πρόσθετου κυκλώματος αφαίρεσης.
3. **Εργαστηριακή Άσκηση #4:** Υλοποίηση ΑΛΜ για πράξεις σε αριθμούς των 8 bit.
4. **Εργαστηριακή Άσκηση #5:** Προσθήκη σημάτων κατάστασης (flags) στην ΑΛΜ ανάλογα με το αποτέλεσμα της πράξης.
5. **Εργαστηριακή Άσκηση #6 & #7:** Υλοποίηση απλού μονοπατιού δεδομένων (datapath) με εκτέλεση εντολών σε 1 κύκλο ρολογιού.
6. **Εργαστηριακή Άσκηση #8:** Το πρώτο μέρος της μονάδας ελέγχου της ΚΜΕ - το κύκλωμα ελέγχου και ενημέρωσης του μετρητή εντολών (program counter).
7. **Εργαστηριακή Άσκηση #9:** Υλοποίηση τμήματος αποκωδικοποίησης εντολών και παραγωγής σημάτων ελέγχου λειτουργίας.

Για την άρτια διεξαγωγή των εργαστηριακών ασκήσεων σχεδιάστηκε υποστηρικτική ιστοσελίδα, μέσω της οποίας οι φοιτητές είχαν πρόσβαση κατά τη διάρκεια των ασκήσεων:

- Στην εκφώνηση της κάθε εργαστηριακής άσκησης.
- Στο πρόσθετο προετοιμασμένο υλικό, το οποίο ήταν απαραίτητο για κάθε άσκηση.

2.3 Εκπαιδευτικό υλικό.

Κατά τη διδασκαλία του μαθήματος της “Αρχιτεκτονικής Υπολογιστικών Συστημάτων”, οι φοιτητές είχαν στη διάθεσή τους το εξής εκπαιδευτικό υλικό:

- **Βιβλίο του μαθήματος.** Στους φοιτητές του Β’ έτους διανεμήθηκε βιβλίο του εμπορίου με τα εξής στοιχεία:

| | |
|--------------------|---------------------------------------|
| Τίτλος: | “ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ” |
| Συγγραφέας: | D. Patterson, J. Hennessy |
| Εκδόσεις: | Κλειδάριθμος |

Το βιβλίο αυτό καλύπτει πλήρως το γνωστικό αντικείμενο του μαθήματος. Οι θεματικές ενότητες των διαλέξεων ακολούθησαν την οργάνωση των κεφαλαίων του βιβλίου. Η αντιστοιχία διαλέξεων και κεφαλαίων του βιβλίου απεικονίζεται στον ακόλουθο πίνακα:

| Διάλεξη | Κεφάλαιο βιβλίου |
|-------------------------------------|------------------|
| 1. Εισαγωγή στην Αρχιτεκτονική Η/Υ | 1 |
| 2. Ψηφιακή Σχεδίαση (I) | App.B |
| 3. Ψηφιακή σχεδίαση (II) | App.B |
| 4. Ψηφιακή σχεδίαση (III) | App.B |
| 5. Αρχιτεκτονικές συνόλου εντολών | 2 |
| 6. Κεντρική μονάδα επεξεργασίας | 5 |
| 7. Απόδοση ΚΜΕ | 4 |
| 8. Παραλληλισμός σε επίπεδο εντολών | 6 |
| 9. Τεχνολογίες Κύριας Μνήμης | App.B |
| 10. Κρυφές Μνήμες | 7 |
| 11. Εικονική Μνήμη | 7 |
| 12. Διασύνδεση E/E | 8 |
| 13. Διασύνδεση E/E | 8 |

- **Υποστηρικτική ιστοσελίδα του μαθήματος.** Οι φοιτητές είχαν επίσης στη διάθεσή τους ιστοσελίδα με συνδέσμους στο εξής πρόσθετο υλικό:

1. Διαφάνειες των διαλέξεων του μαθήματος σε κανονική και συνοπτική μορφή (handouts), ανά διάλεξη.
2. Εκφωνήσεις και λοιπό υλικό (ψηφιακές βιβλιοθήκες σχεδίασης κυκλωμάτων) για τη διεξαγωγή των εργαστηριακών ασκήσεων του μαθήματος.

Η ιστοσελίδα, οι συνοπτικές διαφάνειες και το λοιπό υποστηρικτικό υλικό των εργαστηρίων επισυνάπτεται στο παραδοτέο υλοποίησης του μαθήματος.