



**dscal**  
DIGITAL SYSTEMS & COMPUTER ARCHITECTURE LABORATORY

# Εργαστήριο Λογικής Σχεδίασης

## Εισαγωγή

**Βασιλόπουλος Διονύσης**

**Ε.ΔΙ.Π Τμήματος Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών**

# Αντικείμενο Μαθήματος

Πραγματικές Ανάγκες

## Ψηφιακά Συστήματα



# Αντικείμενο Μαθήματος

- Πρακτικό μέρος του μαθήματος της Λογικής Σχεδίασης (ΛΣ)
- Συνοπτική επανάληψη θεωρίας ΛΣ
- Προγραμματισμός στη γλώσσα VHDL
- Περιγράφουμε (σε VHDL) ένα Σύστημα Λογικού Κυκλώματος/Ψηφιακό Κύκλωμα
- Με τι προγραμματίζουμε; Με το εργαλείο Vivado
- Τι προγραμματίζουμε; Hardware (κάρτες FPGA)
- Τι κάνει το Λογικό Κύκλωμα; Δίνει λύση σε μία πραγματική ανάγκη

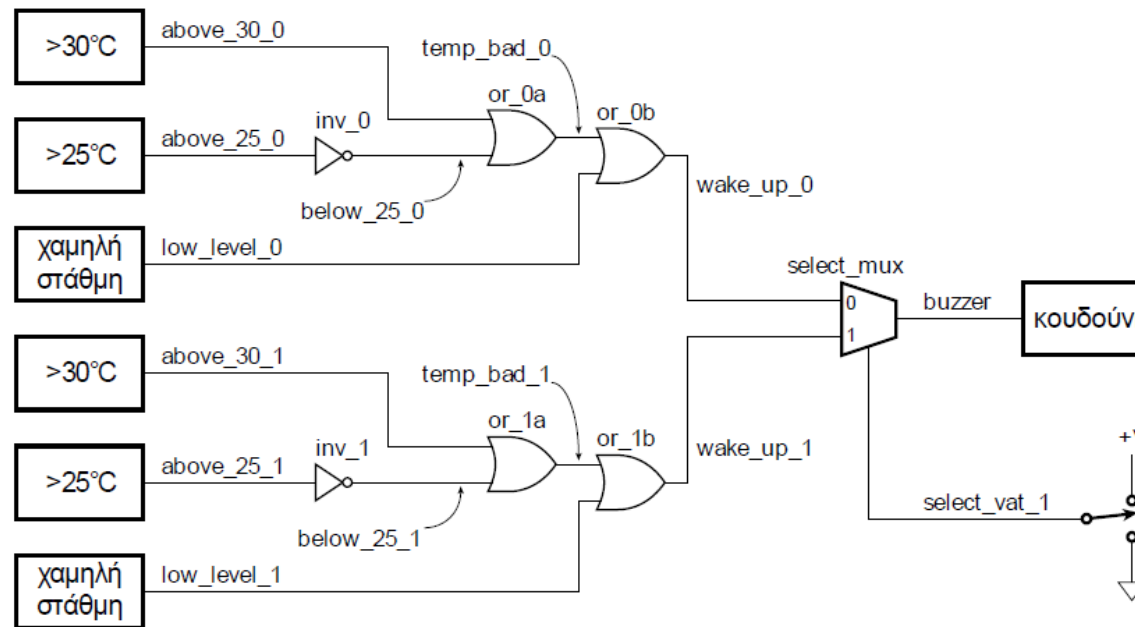
# Αντικείμενο Μαθήματος

## Εργαστήριο Λογικής Σχεδίασης – Περιεχόμενο μαθήματος

- Βασικές Αρχές της **Γλώσσας Προγραμματισμού VHDL**
- **Ανάπτυξη απλών εφαρμογών** για κατανόηση του μοντέλου της VHDL
- **Χρήση του εργαλείου VIVADO** για την ανάπτυξη εφαρμογών
- **Βασικά στοιχεία της θεωρίας Λογικής Σχεδίασης** (δυναμικό σύστημα αρίθμησης, λογικές πύλες, συνδυαστικά κυκλώματα, ακολουθιακά κυκλώματα)
  - ΔΕΝ θα γίνει ανάπτυξη στα θέματα της θεωρίας της Λογικής Σχεδίασης, παρά μόνο συνοπτικά και ΜΟΝΟ όσα χρειάζονται για την ανάπτυξη των εφαρμογών σε VHDL.
- **Προγραμματισμός κάρτας FPGA** (μέσω VHDL+VIVADO) σε πραγματικές συνθήκες (εργαστήριο)

# Αντικείμενο Μαθήματος

## Λογικά κυκλώματα



# Αντικείμενο Μαθήματος

## Προγραμματισμός Υλικού σε VHDL

Χρήση πρότυπης βιβλιοθήκης

```
library ieee; use ieee.std_logic_1164.all;
entity vat_buzzer is
  port ( above_25_0, above_30_0,
         low_level_0   : in std_logic;
         above_25_1, above_30_1,
         low_level_1   : in std_logic;
         select_vat_1  : in std_logic;
         buzzer        : out std_logic );
end entity vat_buzzer;
```

Entity name

Port list

Port type

Port mode

Port name

# Αντικείμενο Μαθήματος

## Εργαστήριο Λογικής Σχεδίασης – Οργάνωση μαθήματος 1/5

- Διδάσκων: Διονύσης Βασιλόπουλος ([denis@di.uoa.gr](mailto:denis@di.uoa.gr)) – Γραφείο: A33
- 3 διαλέξεις εισαγωγικές και 5 σετ Θεωρίας/εργαστηρίου (θεωρία/παράδοση-χρήση εργαλείου Vivado, επίλυση άσκησης-προγραμματισμός κάρτας).
- Σύνολο 8-9 διαλέξεις στο Αμφιθέατρο A2 και 4-5 μαθήματα στο Εργαστήριο Ψηφιακής Σχεδίασης & ΗΥ Υψηλών Επιδόσεων (Αναγνωστήριο)

# Αντικείμενο Μαθήματος

## Εργαστήριο Λογικής Σχεδίασης – Οργάνωση μαθήματος 2/5

### Τελικός βαθμός: Ασκήσεις Λογικής Σχεδίασης και VHDL

- **Εξάμηνα φοίτησης: 1, 2, 3, 4 (A)**
  - ✓ Τρεις (3) ασκήσεις: 20%, 30%, 40% (90% του τελικού βαθμού)
  - ✓ Παρουσίες (τουλάχιστον 4 διαλέξεις και 3 εργαστήρια) (10% του τελικού βαθμού)
- **Εξάμηνα φοίτησης: 5, 6, 7, 8 (B)**
  - ✓ Τρεις (3) ασκήσεις (ίδιες με A): 20%, 40%, 40%
  - ή
  - ✓ (A)
- **Εξάμηνα φοίτησης: Επί πτυχίω (εξάμηνο φοίτησης  $\geq 9$ ) (Γ)**
  - ✓ A ή B
  - ή
  - ✓ Δύο (2) πρώτες ασκήσεις του A και μία μικρή βιβλιογραφική εργασία

Τελικός βαθμός το μέγιστο εκ των 2

Τελικός βαθμός το μέγιστο εκ των 3

**Η βαθμολογία σας στην 3<sup>η</sup> άσκηση θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 30%**



# Αντικείμενο Μαθήματος

## Εργαστήριο Λογικής Σχεδίασης – Οργάνωση μαθήματος 3/5

### Βαθμολογία

- Η βιβλιογραφική εργασία για τους επί πτυχίω φοιτητές και η 3<sup>η</sup> εργασία για τις περιπτώσεις Α και Β μπορεί να δοθεί και στην επαναληπτική εξεταστική Σεπτεμβρίου.
- Οι επί πτυχίω φοιτητές θα πρέπει να δηλώσουν την πρόθεσή τους για βιβλιογραφική εργασία μέχρι τις 15/12/23.
- Θα υπάρξει υποχρεωτική online εξέταση VHDL διάρκειας 30-40 λεπτών πριν από τις διακοπές των Χριστουγέννων. Θα δώσει επιπλέον (bonus) μισή μονάδα στο τελικό βαθμό. **Πρέπει να βαθμολογηθείτε με τουλάχιστον 40% για να εξασφαλίσετε ποσοστό του bonus.** Την εξέταση μπορείτε να τη δώσετε και στην επαναληπτική εξεταστική Σεπτεμβρίου.
- Σε κάθε περίπτωση αν κριθεί απαραίτητο μπορεί να υπάρχουν μεμονωμένες προφορικές εξετάσεις για επιβεβαίωση, ή όχι, του τελικού βαθμού.

# Αντικείμενο Μαθήματος

## Εργαστήριο Λογικής Σχεδίασης – Οργάνωση μαθήματος 4/5

<https://eclass.uoa.gr/> (eclass)

- Ανέβασμα διαφανειών/υλικού και ασκήσεων
- Επικοινωνία μέσω eclass
- Παράδοση εργασιών
- Παρουσίες (**eclass: Ερωτηματολόγιο ή email προς denis@di.uoa.gr**)

Εργαλείο λογισμικού για το μάθημα: VIVADO

- Στο eclass θα ανέβει αρχείο που περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο θα εγκαταστήσουμε το εργαλείο στον υπολογιστή μας (απαραίτητο).
- Υπάρχει έκδοση για Windows και Linux (όχι για Mac)

<https://delos.uoa.gr/opendelos/>

- Καταγραφή μαθημάτων, διαθέσιμο υλικό και στο eclass το Σ/Κ.

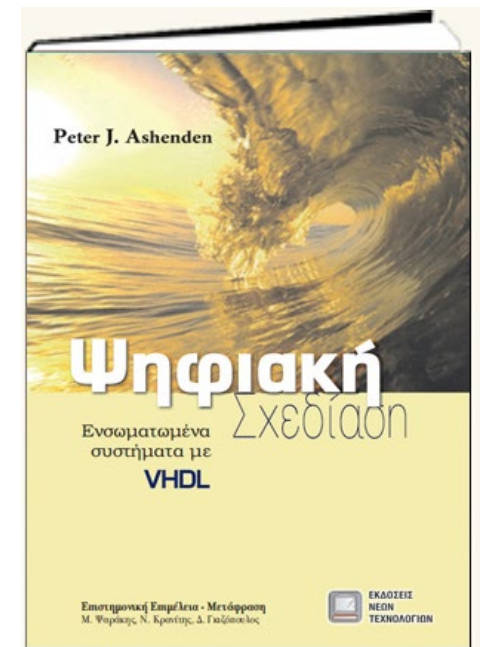


# Αντικείμενο Μαθήματος

## Εργαστήριο Λογικής Σχεδίασης – Οργάνωση μαθήματος 5/5

### Προτεινόμενη Βιβλιογραφία

1. **Ψηφιακή Σχεδίαση. Ενσωματωμένα Συστήματα με VHDL,** Peter J. Ashenden, Επιστημονική Επιμέλεια – Μετάφραση: Μ. Ψαράκης, Ν. Κρανίτης, Δ. Γκιζόπουλος, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 2010
2. Ψηφιακή Σχεδίαση και Αρχιτεκτονική Υπολογιστών, S.L.Harris, D.M.Harris, Εκδόσεις ARM®, 2019



# Ψηφιακά Συστήματα

## Ψηφιακή Σχεδίαση

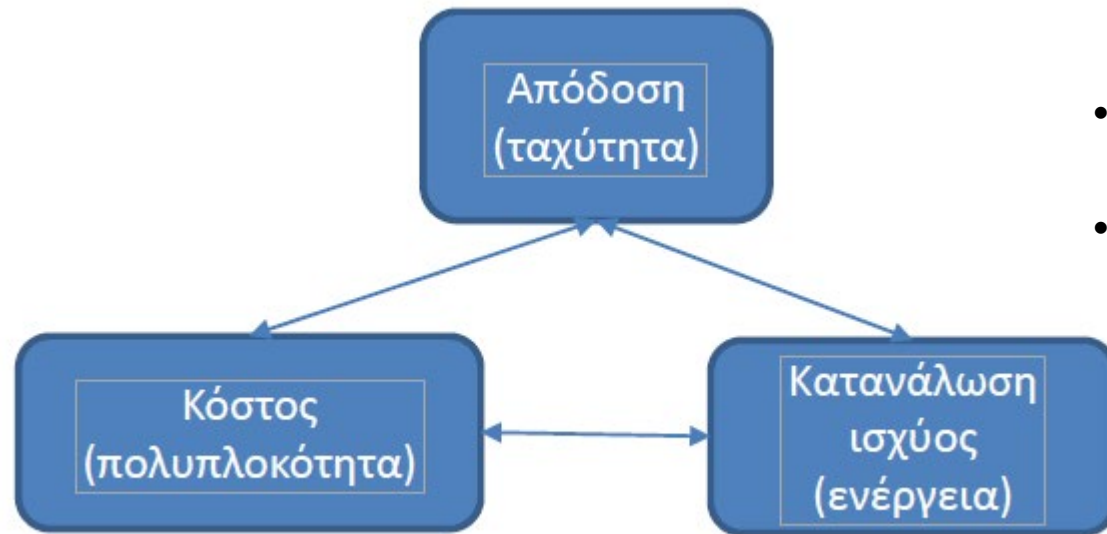
- **Ψηφιακή (*Digital*):** κυκλώματα που χρησιμοποιούν δύο επίπεδα τάσης (π.χ. 0V, +5V) για αναπαράσταση της πληροφορίας
  - Λογική (*Logic*): χρήση τιμών αληθείας (0/1, true/false) και κανόνων λογικής (άλγεβρα boole) για την ανάλυση των κυκλωμάτων
- **Σχεδίαση (*Design*):** ανταποκρίνονται σε λειτουργικές απαιτήσεις ενώ ταυτόχρονα ικανοποιούν περιορισμούς
  - Περιορισμοί: απόδοση, μέγεθος (κόστος), ισχύς, κλπ.

# Ψηφιακά Συστήματα

## Ψηφιακή Σχεδίαση

- **Δυαδικό Σύστημα Αρίθμησης (0,1)**
- **Λογικοί κανόνες.** Άλγεβρα Boole: ΝΑΙ/ΟΧΙ, ΙΣΧΥΕΙ/ΔΕΝ ΙΣΧΥΕΙ
- **Πύλες.** Στοιχειώδη κυκλώματα, υλοποιούν την άλγεβρα boole σε επίπεδο υλικού, κάνουμε στοιχειώδεις πράξεις στο δυαδικό σύστημα. Στη βάση τους υπάρχει το Περνάει Ρεύμα/Δεν περνάει ρεύμα ή Υπάρχει Τάση/Γείωση.
- **Συνδυαστικά κυκλώματα** (π.χ. ένα κύκλωμα που προσθέτει δύο δυαδικούς αριθμούς). Έχει εισόδους που παράγουν κάποιες τιμές εξόδων.
- **Ακολουθιακά κυκλώματα.** Η τιμή της εξόδου εξαρτάται από τις εισόδους αλλά και από την προηγούμενη τιμή της εξόδου. Συνήθως υπάρχει συγχρονισμός στο πότε αλλάζουν οι τιμές στην είσοδο και στο πότε ελέγχουμε την τιμή στην έξοδο μέσω ενός ρολογιού (Clock). Παράδειγμα είναι το χρονόμετρο.

## Ψηφιακή Σχεδίαση



### Συμβιβασμοί

- Μπορούμε να βελτιώσουμε το ένα εις βάρος ενός άλλου ή και των δύο άλλων
- Αυτοί οι συμβιβασμοί υπάρχουν σε κάθε επίπεδο στη σχεδίαση του συστήματος

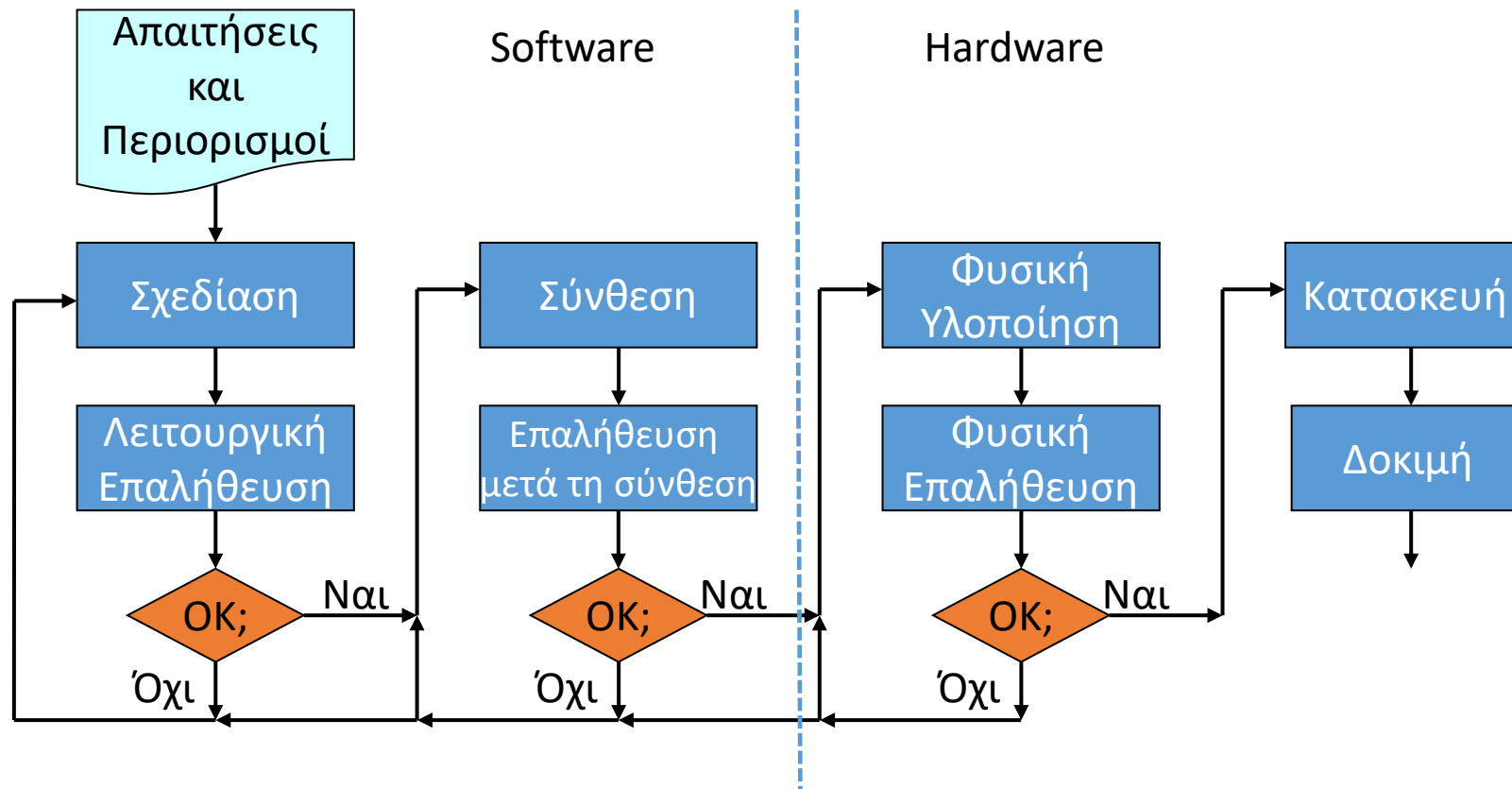
# Ψηφιακά Συστήματα

## Ψηφιακή Σχεδίαση – Μεθοδολογία Σχεδίασης

- Τα απλά συστήματα μπορούν να σχεδιαστούν από ένα άτομο χρησιμοποιώντας ειδικές μεθόδους
- Τα πραγματικά συστήματα σχεδιάζονται από ομάδες
  - Απαιτούν μια συστηματική μεθοδολογία σχεδίασης
- Καθορίζει
  - Τις εργασίες που αναλαμβάνουμε
  - Την πληροφορία που απαιτείται και παράγεται
  - Τις σχέσεις μεταξύ των εργασιών
    - εξαρτήσεις, καθορισμός των ακολουθιών
  - Τα εργαλεία EDA (Electronic design automation) που χρησιμοποιούνται (αλλιώς και eCAD – electronic Computer Aided Design)

# Ψηφιακά Συστήματα

## Ψηφιακή Σχεδίαση – Μια απλή μεθοδολογία ανάπτυξης





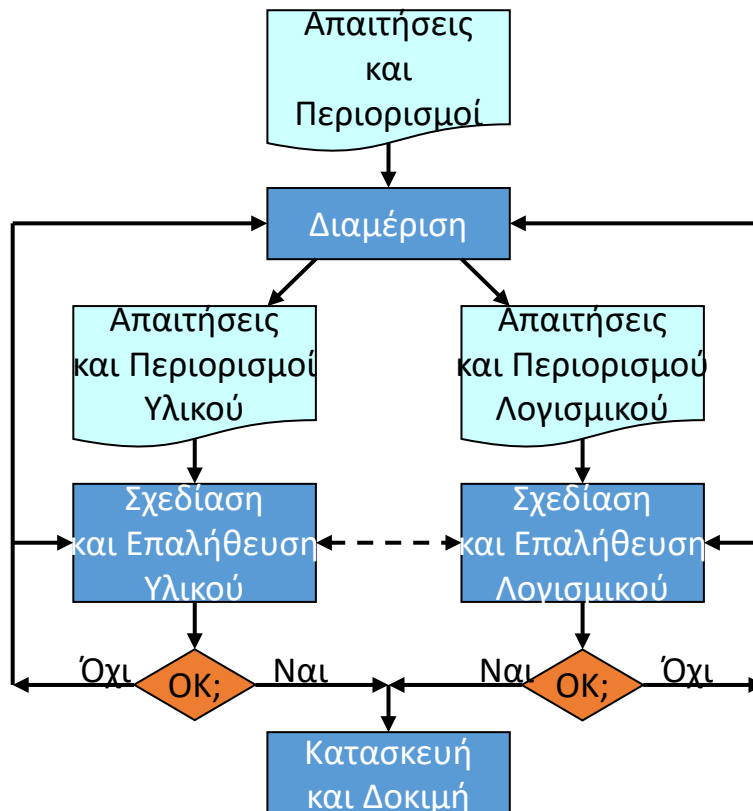
# Ψηφιακά Συστήματα

## Ψηφιακή Σχεδίαση – Ιεραρχική σχεδίαση

- Τα κυκλώματα είναι αρκετά πολύπλοκα για να σχεδιάσουμε όλες τις λεπτομέρειες με τη μία
- Σχεδιάζουμε υποσυστήματα για απλές λειτουργίες
- Συνθέτουμε το σύστημα από τα υποσυστήματα
  - Αντιμετωπίζουμε τα υποκυκλώματα ως «μαύρα κουτιά»
  - Επαληθεύουμε ανεξάρτητα, και έπειτα επαληθεύουμε τη σύνθεση
- Σχεδίαση top-down (από πάνω προς τα κάτω) ή bottom-up (από κάτω προς τα πάνω)

# Ψηφιακά Συστήματα

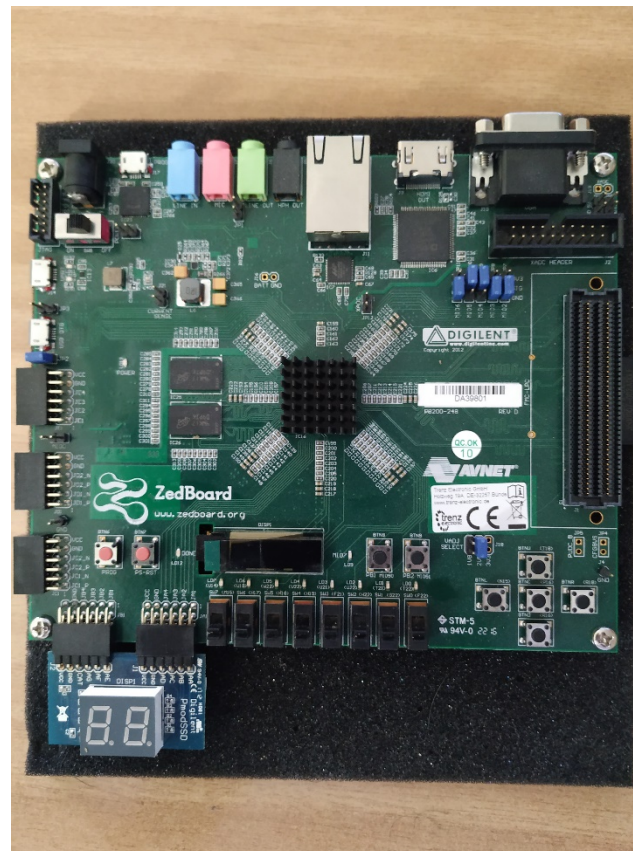
## Ψηφιακή Σχεδίαση – Μεθοδολογία Συσχεδίασης



Κάθε ομάδα υλοποιεί ένα ξεχωριστό Module του συστήματος

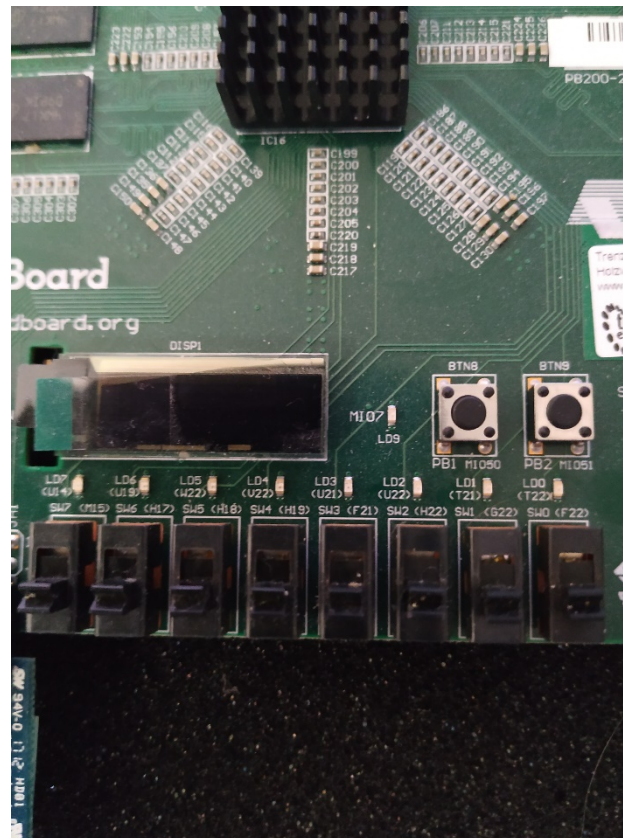
# VHDL - VIVADO

## Ψηφιακό κύκλωμα – Αναπαράσταση VHDL – FPGA



# VHDL - VIVADO

## Ψηφιακό κύκλωμα – Αναπαράσταση VHDL – FPGA



# Πρωτοετείς

- Εγγραφή στο [eclass.uoa.gr](http://eclass.uoa.gr)
- Χρήση του e-mail σας ([sdixx00xxx@di.uoa.gr](mailto:sdixx00xxx@di.uoa.gr))
- my-studies (δηλώσεις/βαθμοί)
- Κωδικοί πρόσβασης στα Εργαστήρια linux
- Στο εργαστήριο Windows ΔΕΝ χρειάζεστε ατομικούς κωδικούς

# Πρωτοετείς

- <https://delos365.grnet.gr/>
  - Microsoft office (Word, Excel, Powerpoint,...) σε online και σε desktop έκδοση. Έχετε χώρο και στο onedrive (1TB). Σύνδεση απλά με τα ακαδημαϊκά σας credentials.
- google.com (ΠΡΟΣΟΧΗ: σύνδεση ως sdixxxxxxx@uoa.gr και μετά θα σας ζητηθούν τα ακαδημαϊκά σας credentials)
  - Εφαρμογές google + 50GB (google drive)
- <https://azureforeducation.microsoft.com/devtools>
  - Windows 10, 11 και εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού της Microsoft (ΠΡΟΣΟΧΗ: σύνδεση ως [sdixxxxxxx@o365.uoa.gr](mailto:sdixxxxxxx@o365.uoa.gr) και μετά θα σας ζητηθούν τα ακαδημαϊκά σας credentials)

# Περίληψη

- Εισαγωγή στο μάθημα «Εργαστήριο Λογικής Σχεδίασης»
- Μεθοδολογία σχεδίασης
- Διαβάζετε το κεφάλαιο 1 (εκτός του 1.3) από το βιβλίο του Ashenden.
- Διαβάζετε τις παραγράφους 1.1, 1.2, 1.3, 1.4.1 – 1.4.5. από το βιβλίο των Harris.