

Από τη Σχεδίαση Απλών Υπολογιστών
στη Σχεδίαση των μελλοντικών
Ευρωπαϊκών Data Centers

Μανόλης Κατεβαίνης

Καθηγητής Επ. Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Επίσκεψη Μαθητών 3^{ης} Λυκείου – 3 Απριλίου 2015

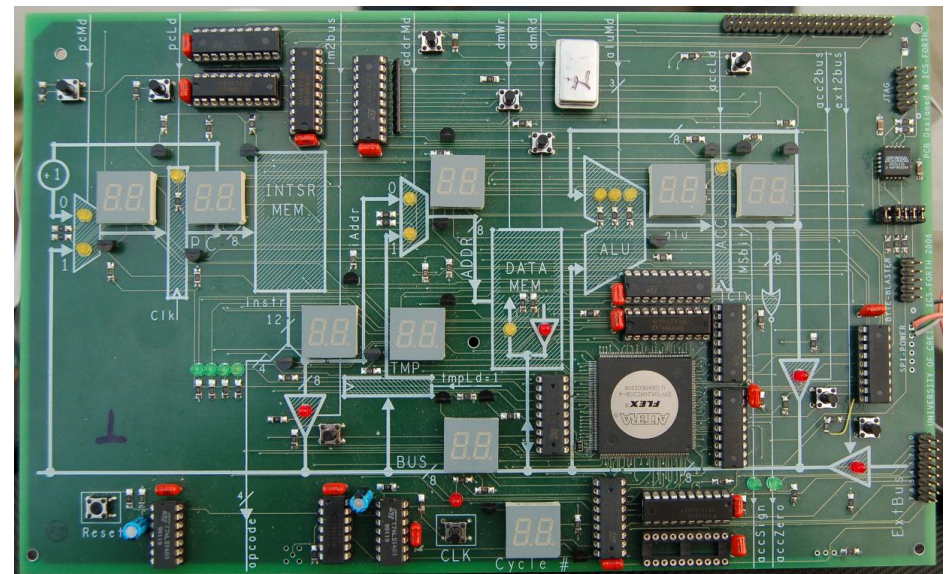
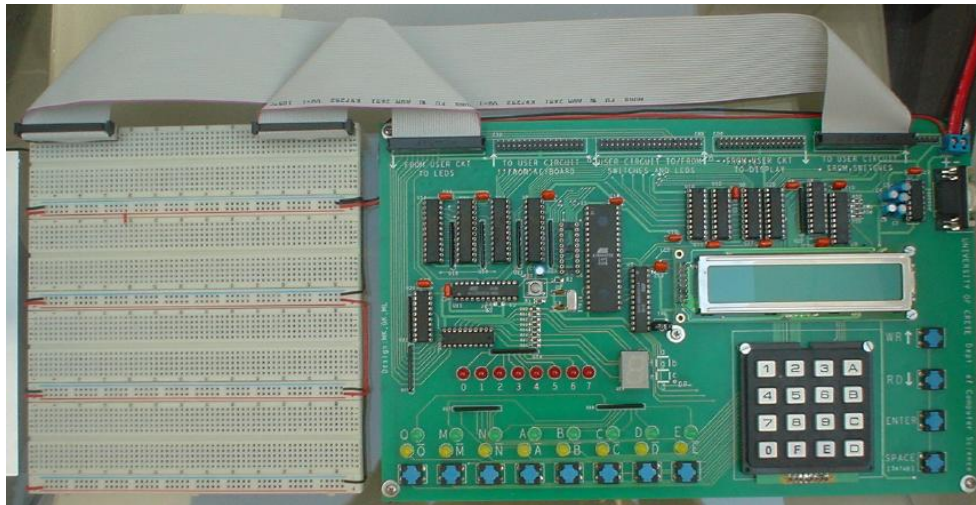


University of Crete

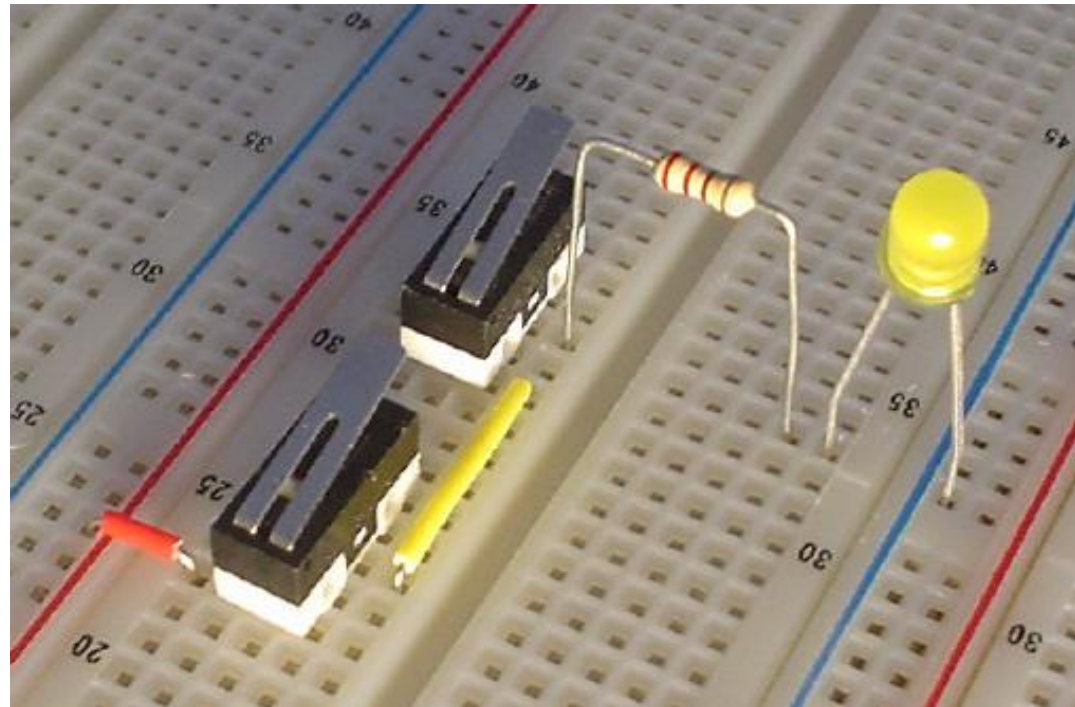
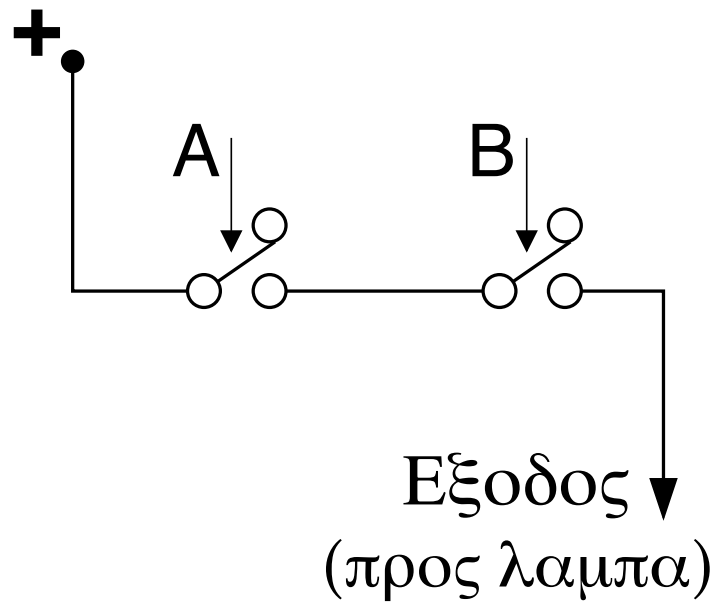
Το Ξεκίνημα: Πώς είναι Φτιαγμένοι οι Υπολογιστές;

- 1ο εξάμηνο των σπουδών στο Τμ. Επιστ. Υπολογιστών Π.Κ.
- Χωρίς προηγούμενες γνώσεις, με απλή στοιχειώδη κατανόηση ηλεκτρισμού και απλή λογική, με πολλές εργαστηριακές ασκήσεις, από σκέτους διακόπτες έως έναν πολύ απλό υπολογιστή:

<http://www.csd.uoc.gr/~hy120/>

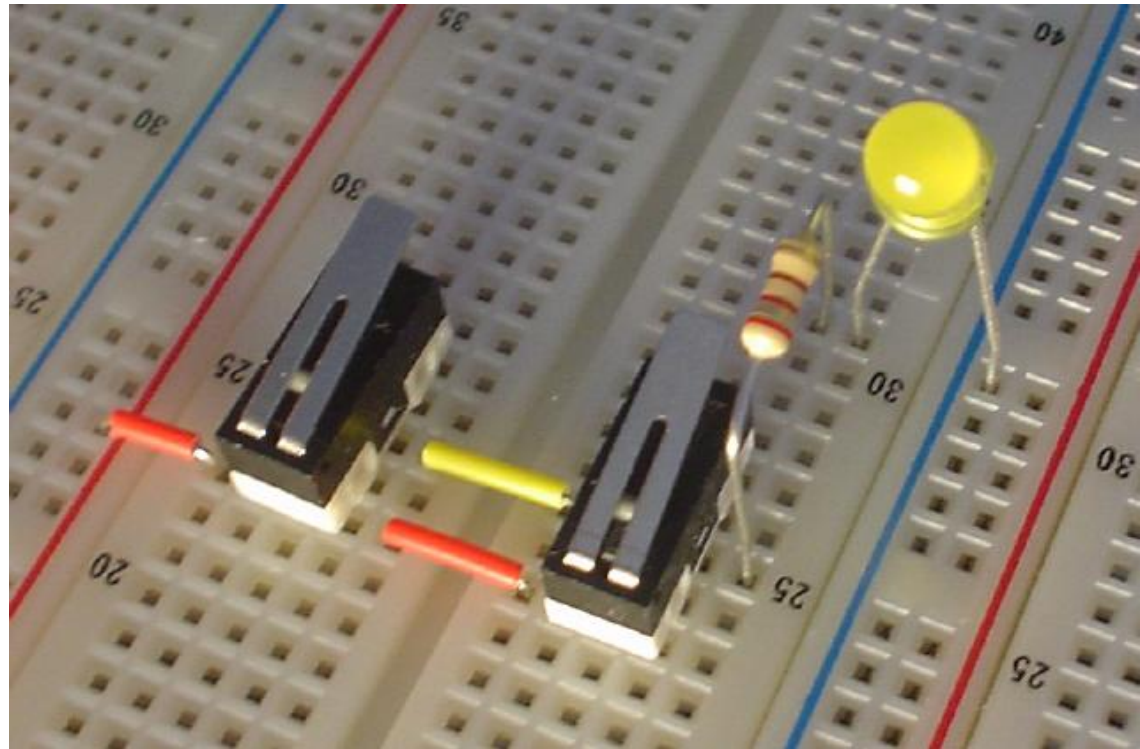
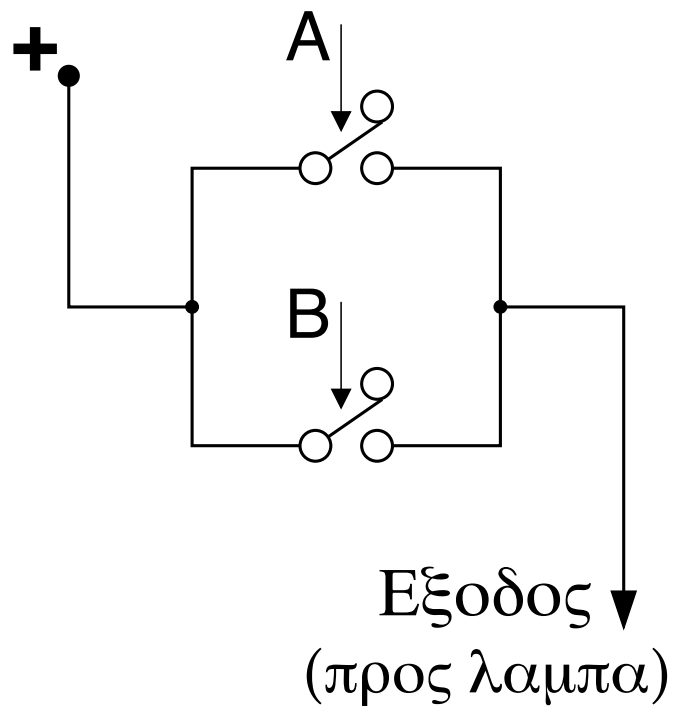


Διακόπτες εν Σειρά: το Λογικό ΚΑΙ



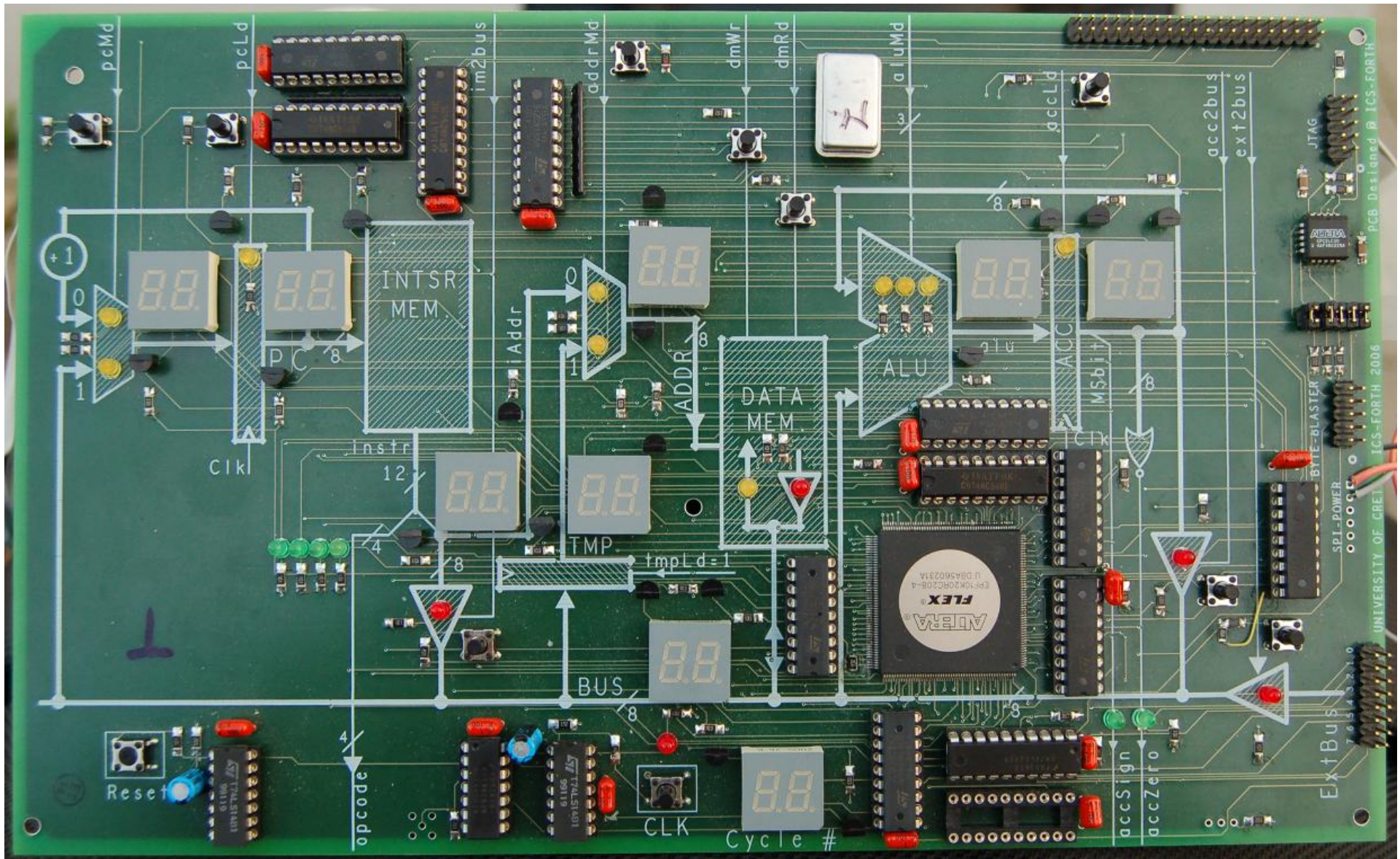
Ανάβει = (A πατημένος) ΚΑΙ (B πατημένος)

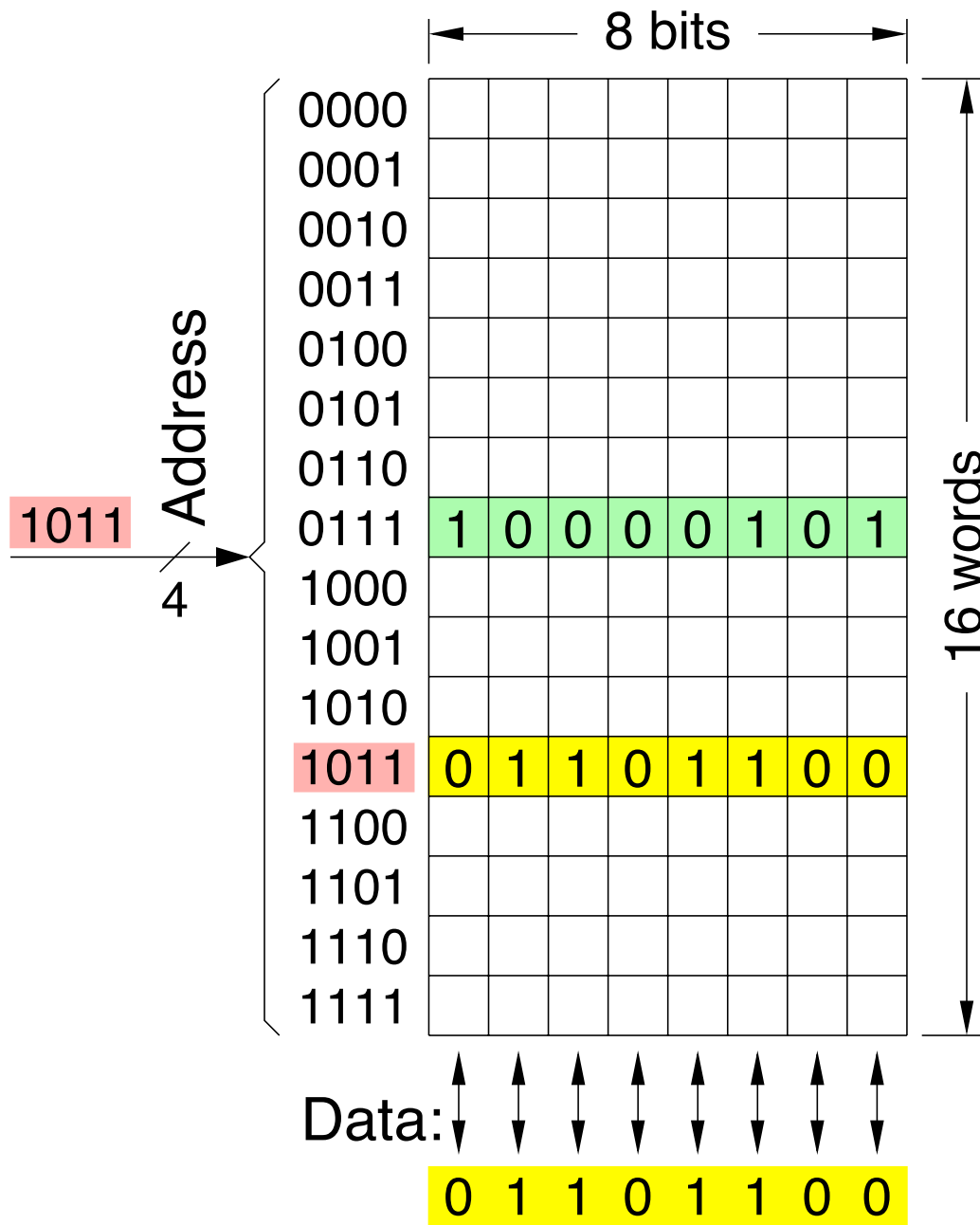
Διακόπτες εν Παραλλήλω: το Λογικό `Η



Ανάβει = (A πατημένος) `Η (B πατημένος)

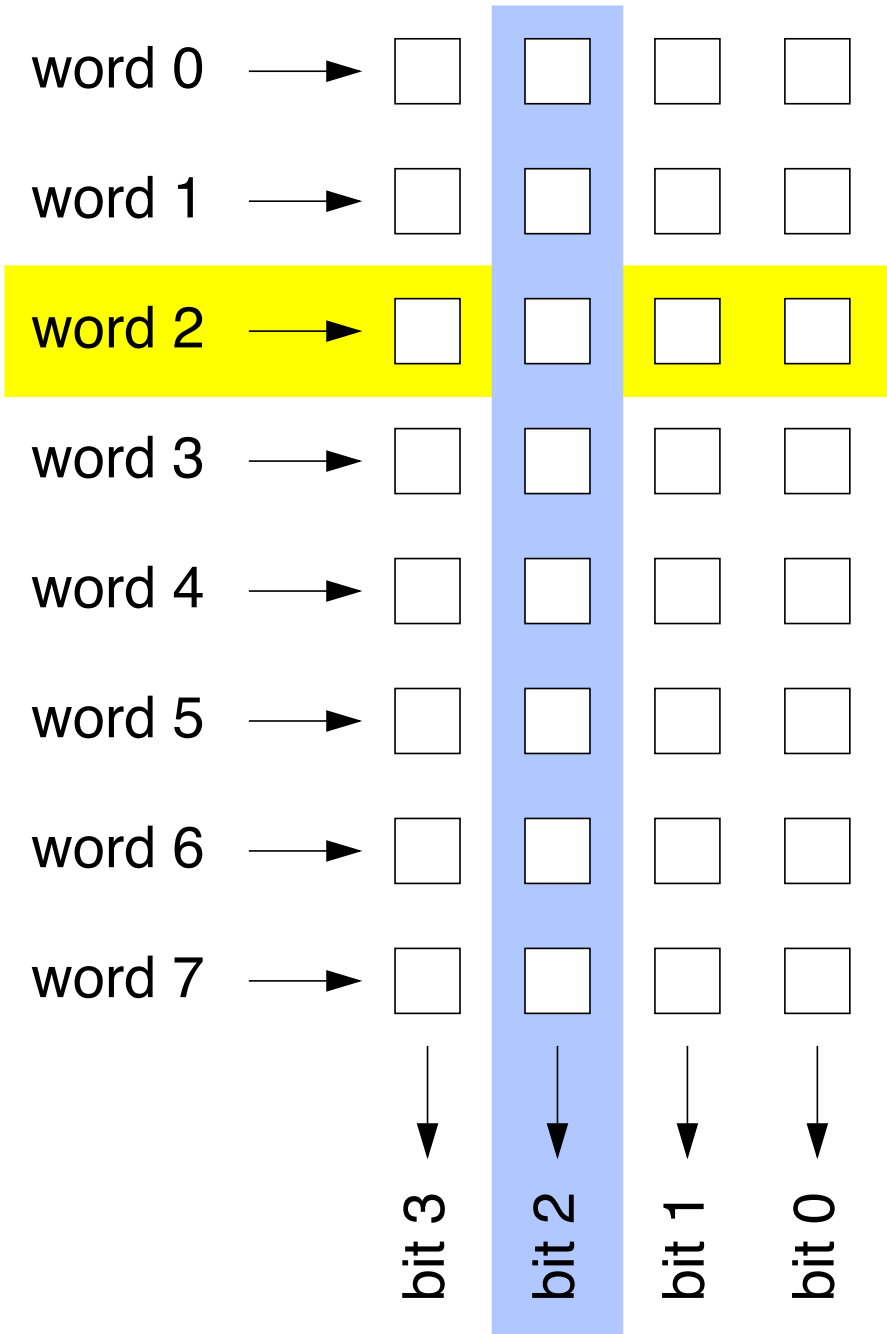
Στο τέλος του Εξαμήνου: ένας Απλός Υπολογιστής!





Μια γεύση από τα
ενδιάμεσα:
Μνήμη (RAM):
ένας πίνακας δεδομένων

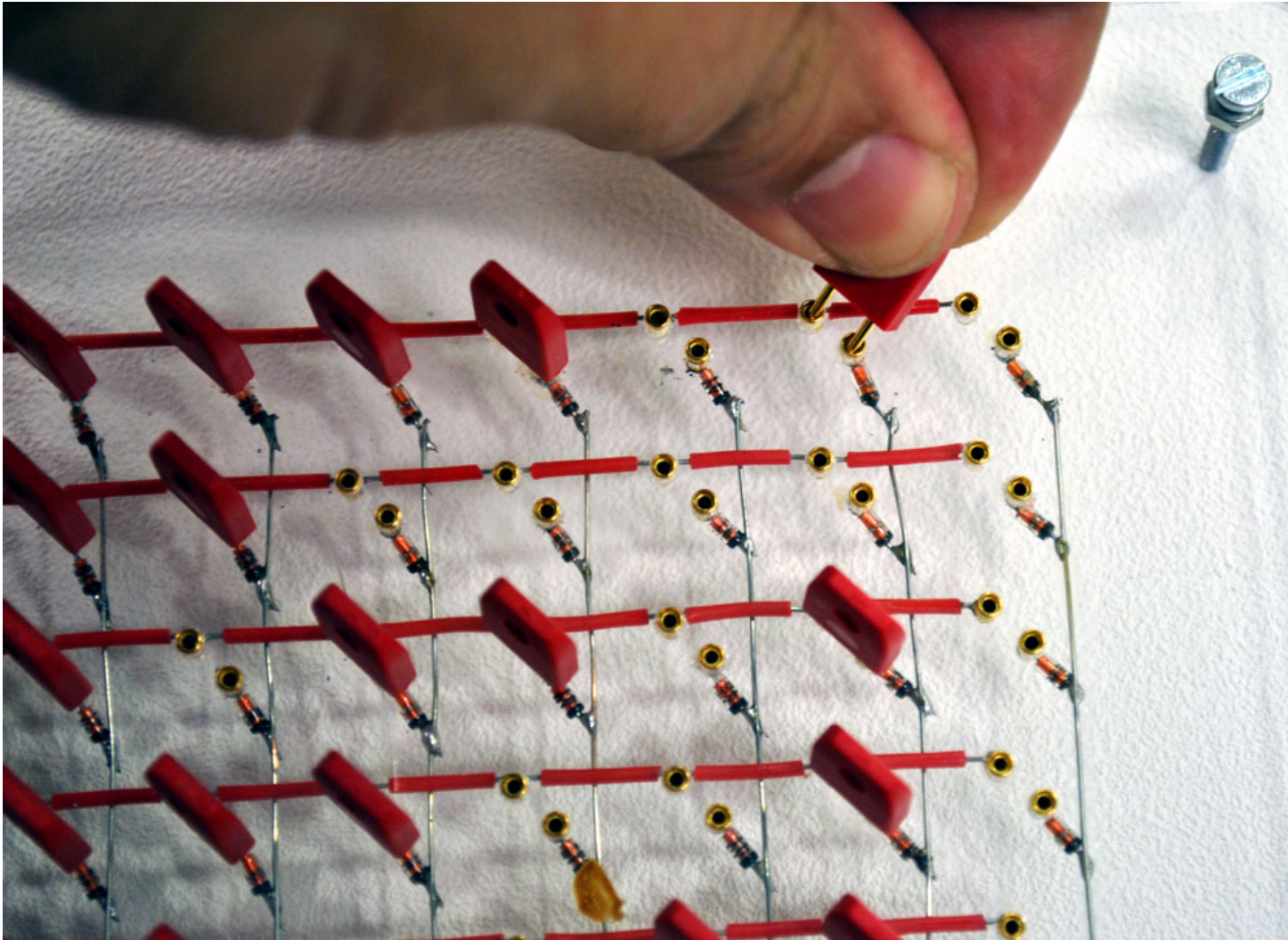
- Παράδειγμα: 16 λέξεις, των 8 bits καθεμία
- Διεύθυνση (address): επιλέγει μία από τις λέξεις
- Δεδομένα (data): διαβάζουμε ή γράφουμε το περιεχόμενο της επιλεγείσας λέξης
- Απαρίθμηση των τιμών μιας Συνάρτησης, θα έλεγαν οι Μαθηματικοί



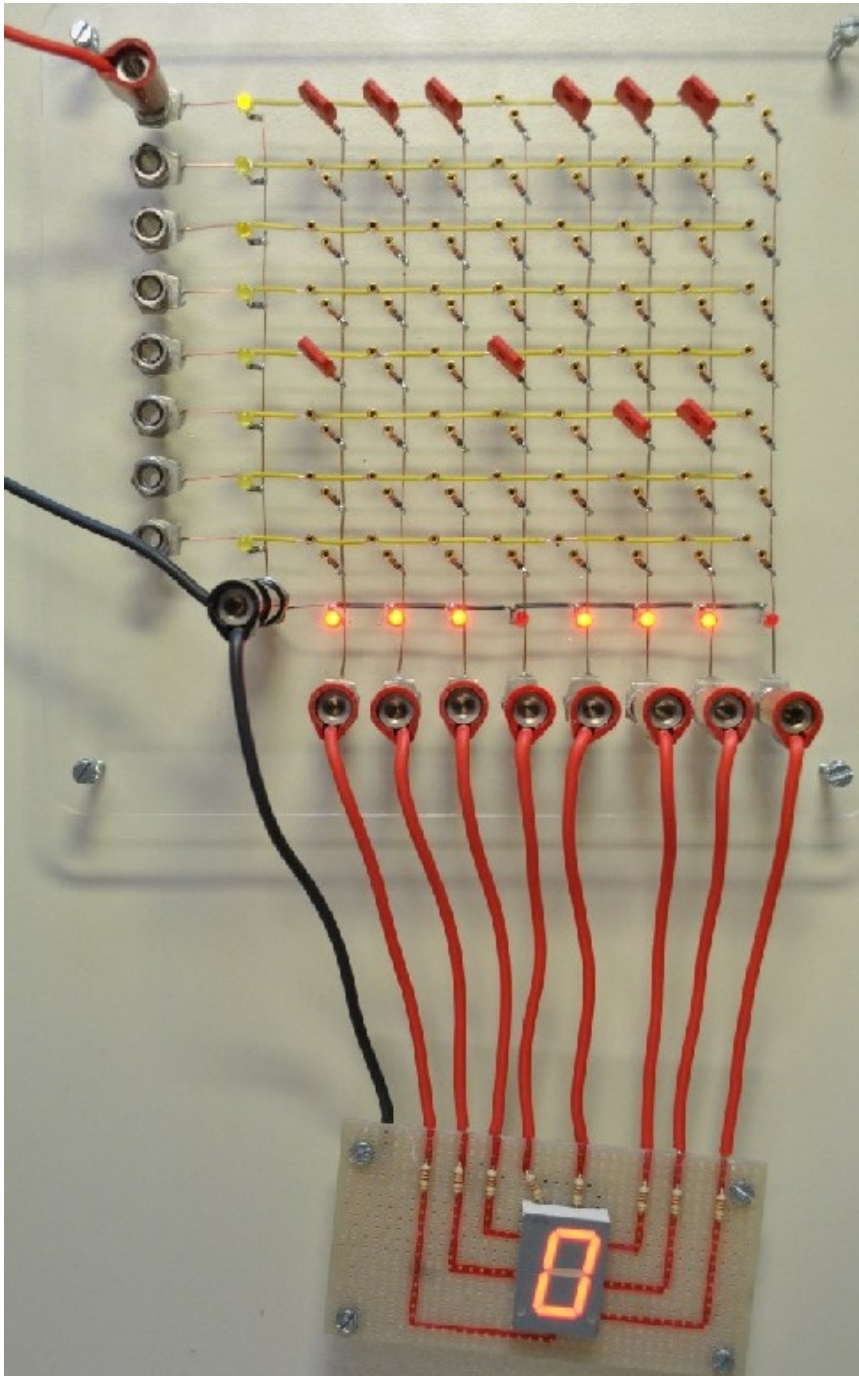
Πώς θα κατασκευάσουμε μια Μνήμη;

- Ας ξεκινήσουμε με ένα από τα bits –το γαλάζιο
- Πρέπει η έξοδος (κάτω) να ανάβει (=1) ή να σβήνει (=0), ανάλογα με το ποιά λέξη επιλέγουμε (κίτρινο) και τι τιμή έχει το bit που είναι αποθηκευμένο εκεί –το κουτάκι στη διασταύρωση
- “Πολυπλέκτης”: επιλέγει ένα από τα γαλάζια bits

Γραμμές (λέξεις), Στήλες (bits), και Επαφές (άσσοι)

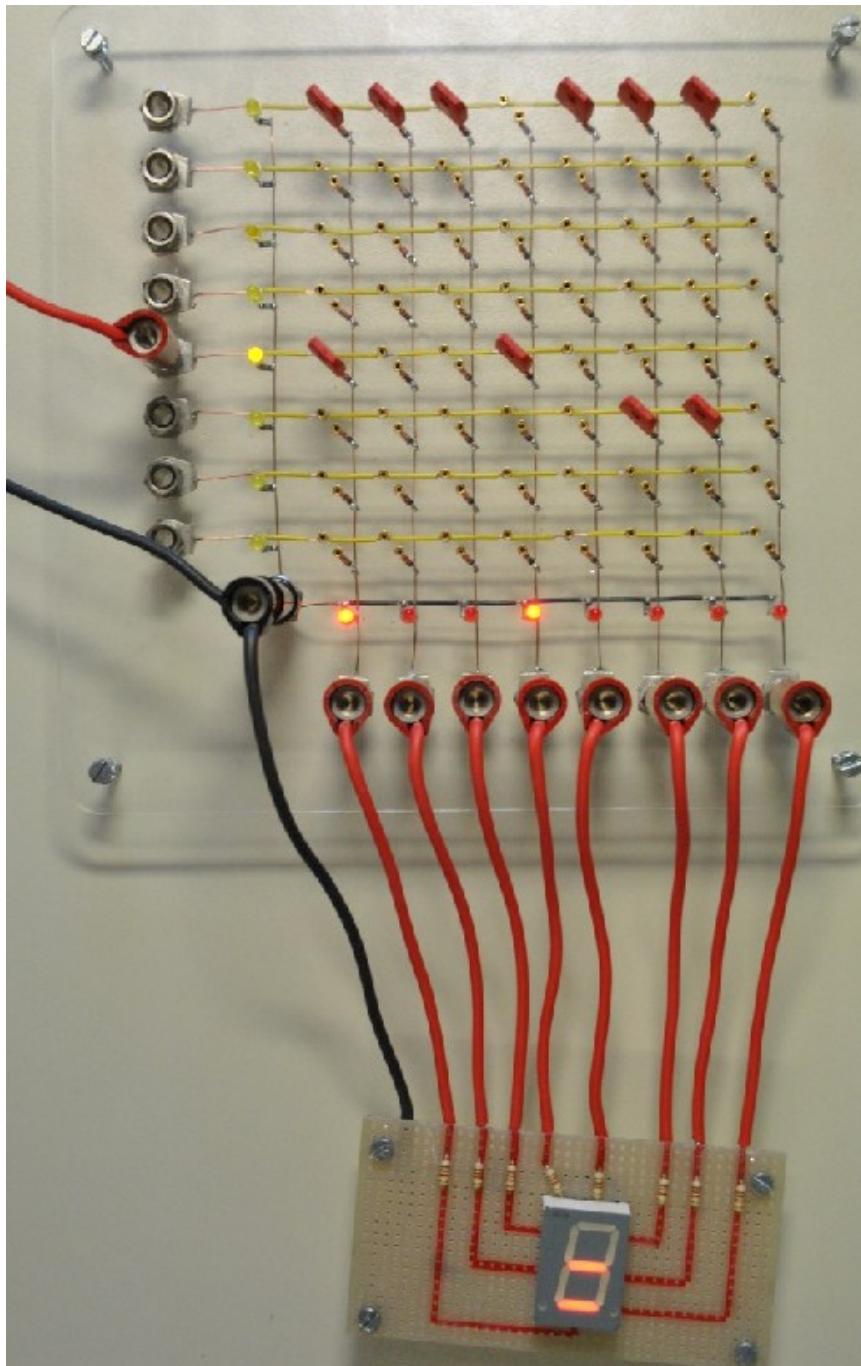


Κάθε κόκκινο πριζάκι ενώνει (κάνει επαφή) μια γραμμή με μια στήλη



Ανάγνωση της Λέξης 0:

- Το κόκκινο σύρμα τροφοδοσίας, επάνω αριστερά, επιλέγει την επάνω γραμμή, δηλ. τη “λέξη 0”
- Η λέξη 0 περιέχει 11101110 (τρία πριζάκια, ένα κενό, άλλα τρία πριζάκια, άλλο ένα κενό)
- Αυτά ανάβουν τρεις και τρεις στήλες, και σβήνουν μία και μία
- Τροφοδοτώντας τις 7+1 LED's κάτω, εμφανίζεται το σχήμα του “μηδέν” στο “seven segment display”

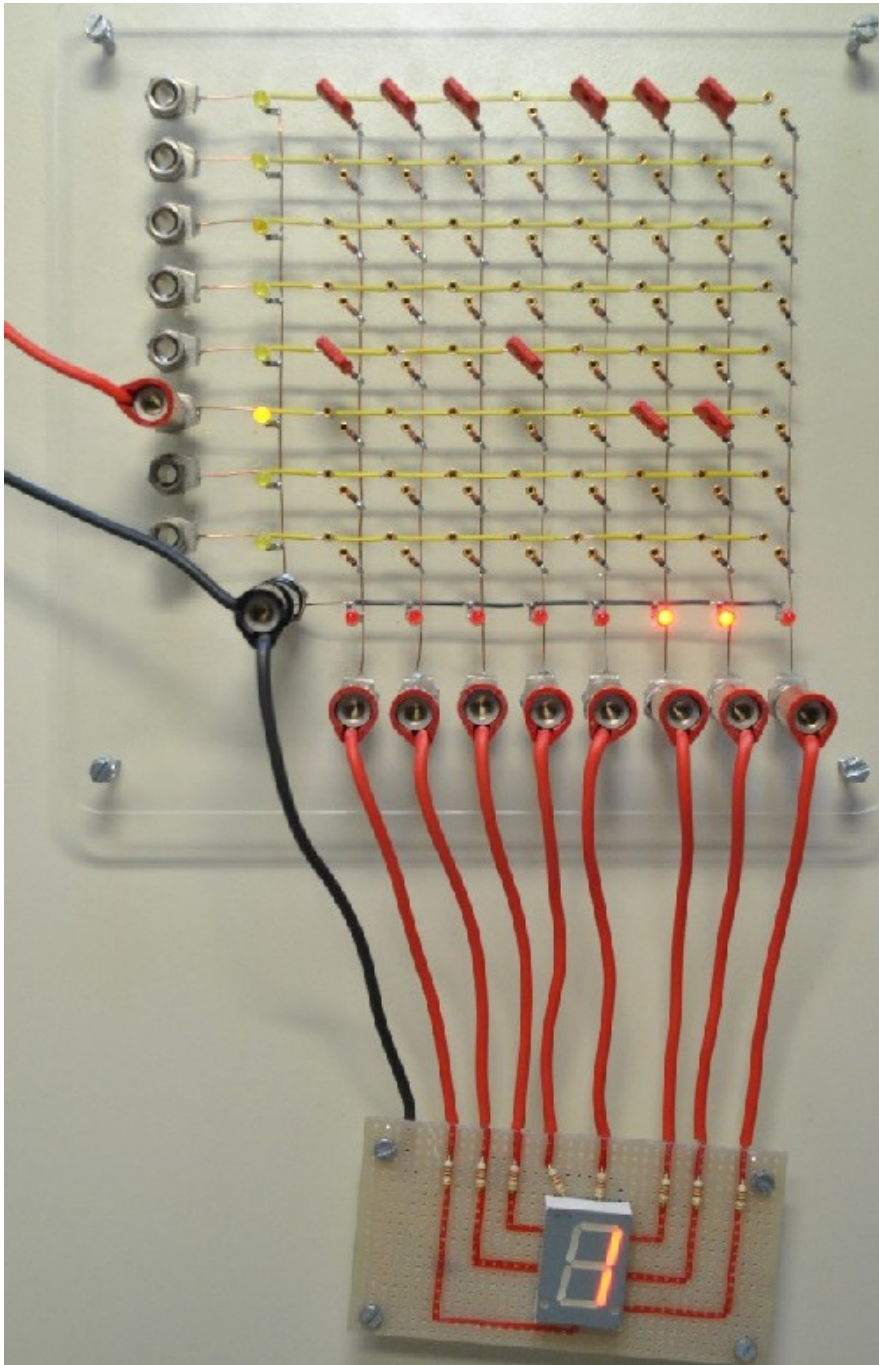


Ανάγνωση της Λέξης 4:

- Το κόκκινο σύρμα τροφοδοσίας (αριστερά) επιλέγει τη γραμμή 4
- Η γραμμή (λέξη) 4 περιέχει: 10010000 (ένα πριζάκι, δύο κενά, άλλο ένα πριζάκι, τέσσερα κενά)
- Αυτά ανάβουν μία και μία στήλες, και σβήνουν 2 και 4
- Τροφοδοτώντας τις 7+1 LED's κάτω, εμφανίζεται το σχήμα του "ίσον" στο seven-segment display

Ανάγνωση της Λέξης 5:

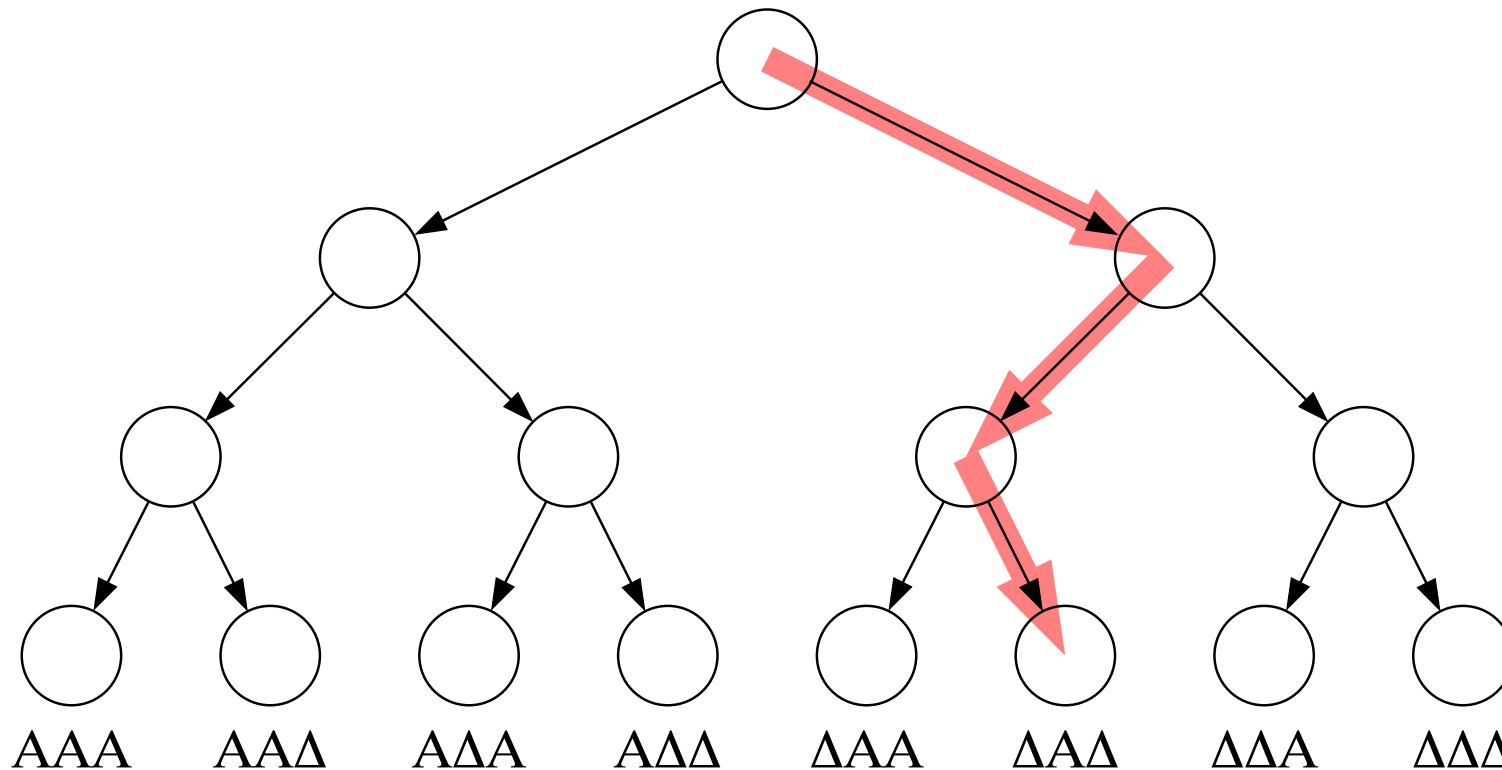
- Το κόκκινο σύρμα τροφοδοσίας, αριστερά, επιλέγει τη γραμμή 5
- Η γραμμή (λέξη) 5 περιέχει: 00000110 (πέντε κενά, δύο πριζάκια, ένα κενό)
- Αυτά ανάβουν δύο στήλες, και σβήνουν πέντε και μία στήλες
- Τροφοδοτώντας τις 7+1 LED's κάτω, εμφανίζεται το σχήμα του "ένα" στο seven-segment display



Πώς θα επιλέξουμε μία από τις εκατομμύρια Λέξεις;

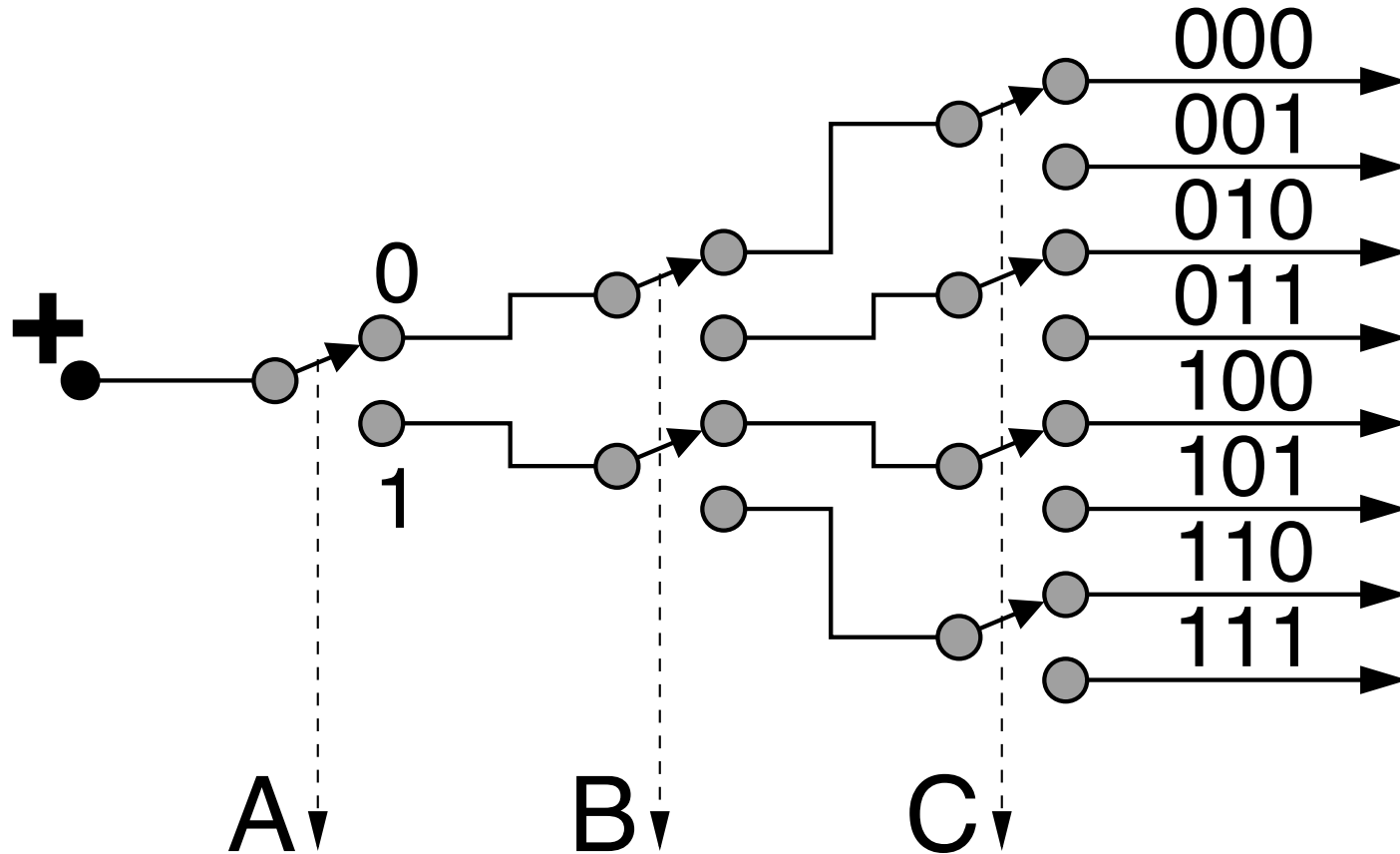
- Οι μνήμες των υπολογιστών έχουν εκατομμύρια γραμμές (Λέξεις)
- Για να διαβάσουμε μία από αυτές τις Λέξεις πρέπει να τροφοδοτήσουμε (ανάψουμε) την αντίστοιχη γραμμή
- Χρειαζόμαστε εκατομμύρια σύρματα (εισόδους) για να το κάνουμε αυτό;;;
- `Οχι: με πολύ λιγότερα σύρματα (bits) μπορούμε να δώσουμε έναν δυαδικό αριθμό (Διεύθυνση της επιθυμητής Λέξης), και αυτά να “αποκωδικοποιηθούν” στα εκατομμύρια σύρματα για τις Λέξεις

“Δεξιά-Αριστερά-Δεξιά”: Δένδρα Αποφάσεων



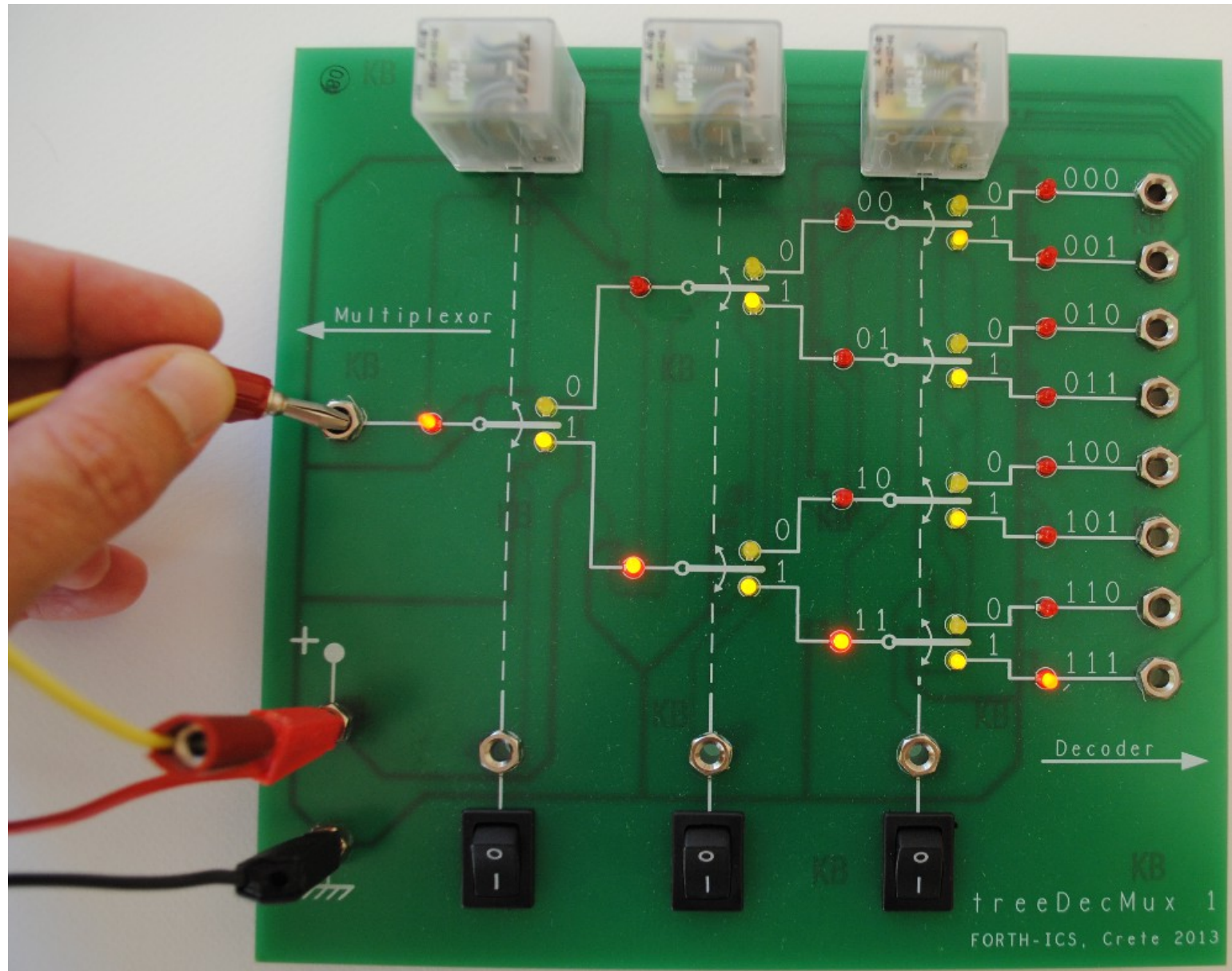
- Με τρεις “στροφές” φτάνουμε σε έναν από οκτώ (8) προορισμούς
- n “στροφές” σε ένα δυαδικό δένδρο οδηγούν σε 2^n συνδυασμούς
- 10 “στροφές” δίνουν $2^{10} = 1024 = 1 \text{ K}$ συνδυασμούς
- 20 στρ. $\Rightarrow 2^{20} = 1 \text{ M}$ (1 εκατομμύριο) συνδ., $2^{30} = 1 \text{ G}$ (1 δισ.), ...

Δένδρα Αποφάσεων, Δυαδική Αρίθμηση, Αποκωδικοποιητές

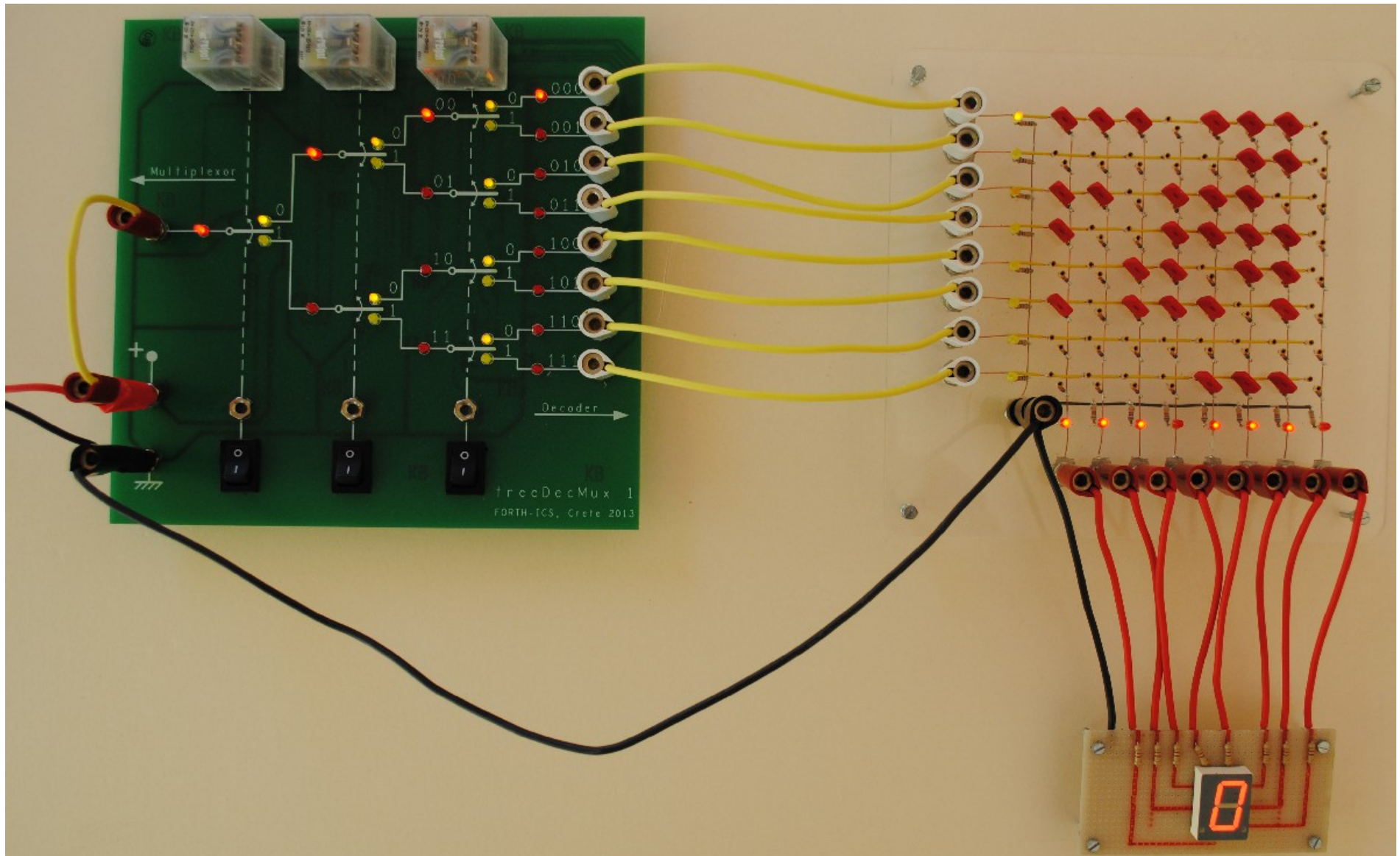


- Το Δένδρο στριμμένο με τη ρίζα αριστερά και τα φύλλα δεξιά...
- 0 = “στρίψε επάνω”, 1 = “στρίψε κάτω” –τρεις στροφές, A, B, C
- Η θετική τροφοδοσία “οδηγείται” σε μία και μόνο μία έξοδο δεξιά

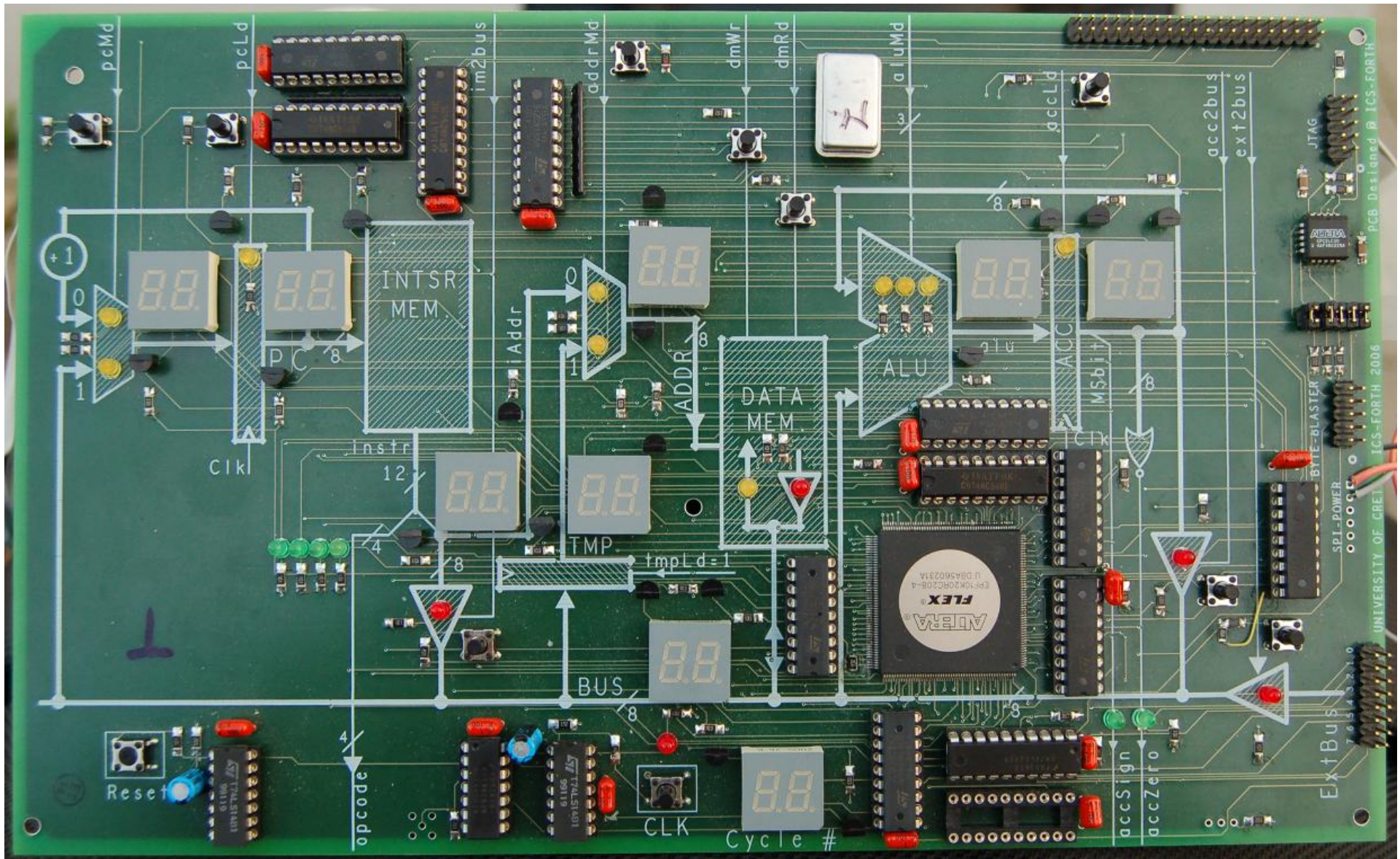
Ο Αποκωδικοποιητής Δένδρου στο Εργαστήριο



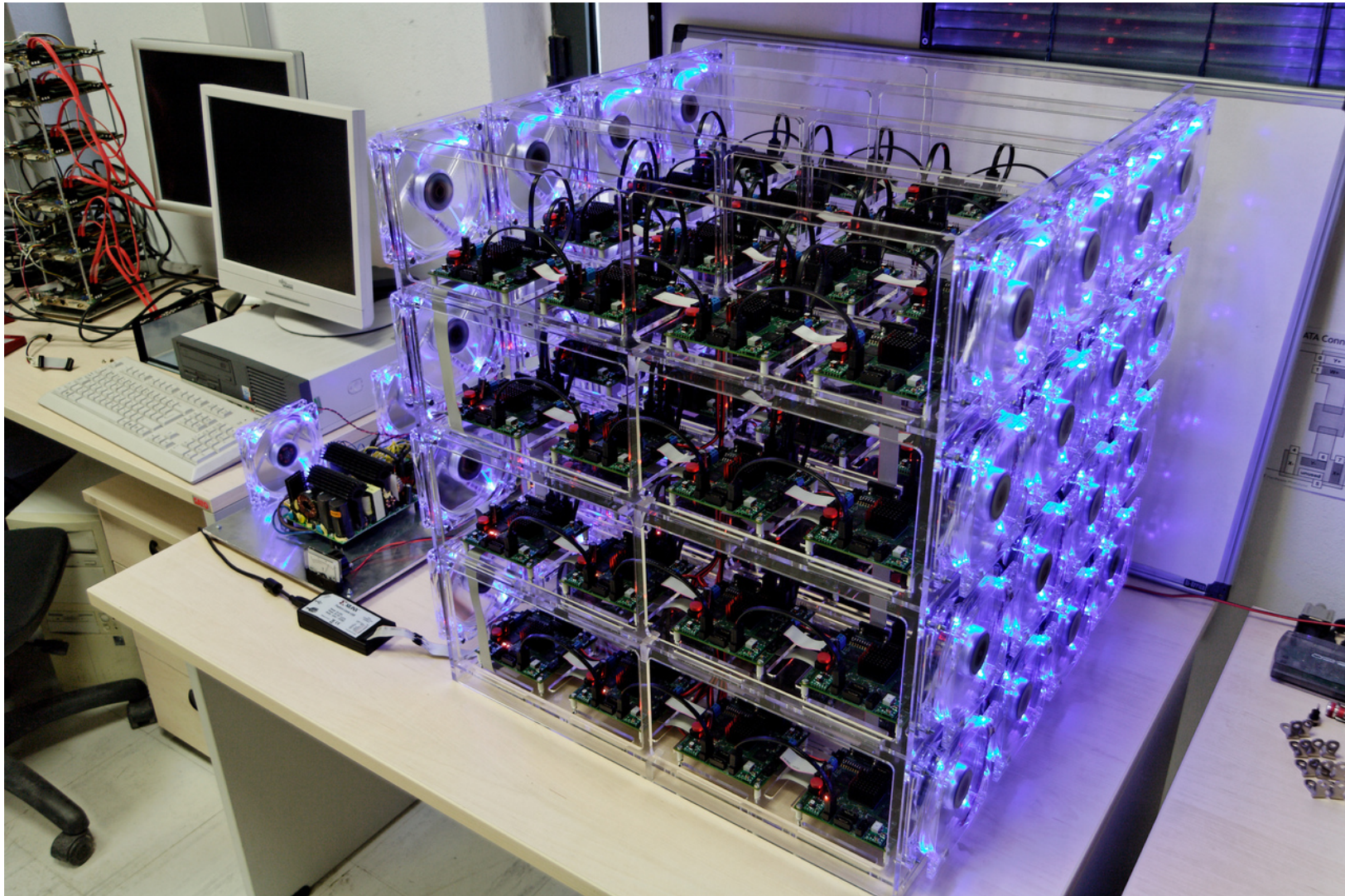
Αποκωδικοποιητής, Μνήμη, και φωτεινή ένδειξη Εξόδου



Στο τέλος του Εξαμήνου: ένας Απλός Υπολογιστής!



Και η συνέχεια: Έρευνα & Ανάπτυξη, με το ΙΤΕ - Ινστ. Πληροφ.

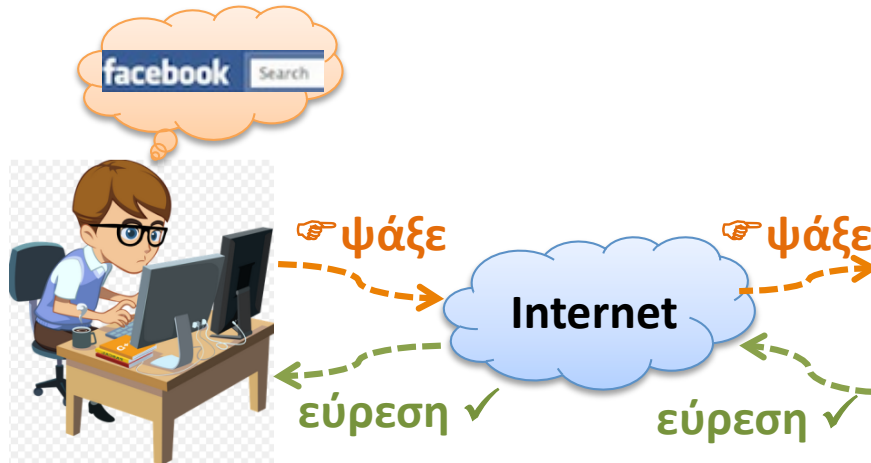


Formic: Μοντέλο μελλοντικού 512-πύρηνου επεξεργαστή (2010-2013)

Zoom-In στο “Formic Cube” – ΙΤΕ, Ινστ. Πληροφορικής



Datacenters και η χρήση τους



Δυνατότητες χιλιάδων υπολογιστών



Παραπάνω από 600.000 data centers στον κόσμο

Google@Oregon, 2 γήπεδα



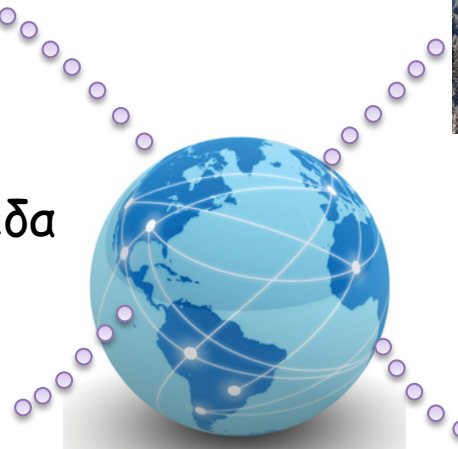
Facebook@Σουηδία, 2.5 γήπεδα



Microsoft@Quincy, 10 γήπεδα



Yahoo@N.Y., 5 γήπεδα



Εσωτερικό ενός Datacenter

Peer1@Freemont, 1.000 cabinets



Facebook@Prineville, 500 cabinets



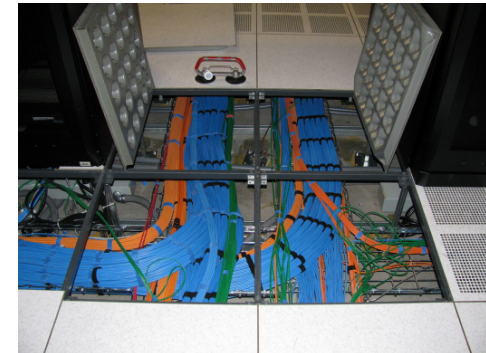
Πλήθος από
συνδεδεμένες
"ντουλάπες" (Racks
/Cabinets)

Modularity
(έυκολα
συναρμολογούμενα
και ελεγχόμενα)

Εύκολη πρόσβαση από τεχνικούς



Ενδοδαπέδια καλωδίωση



MS@Quincy, 40MW≈30K σπίτια



Μεγάλη
κατανάλωση
ενέργειας

Μπαταρίες



~30% ενέργειας για ψύξη



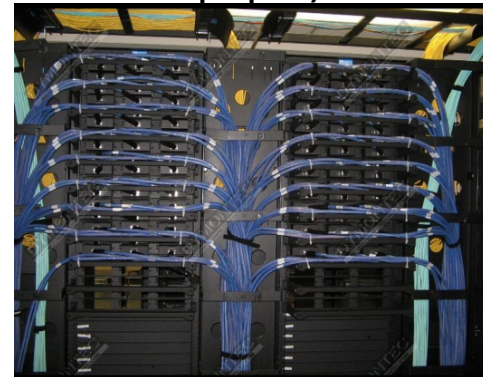
Εσωτερικό ενός Rack

Συνδεδεμένοι
επίπεδοι servers
(blades)

Δεκάδες blades



Πίσω μέρος rack



Πολύπλοκη
καλωδίωση

Υγρή ψύξη

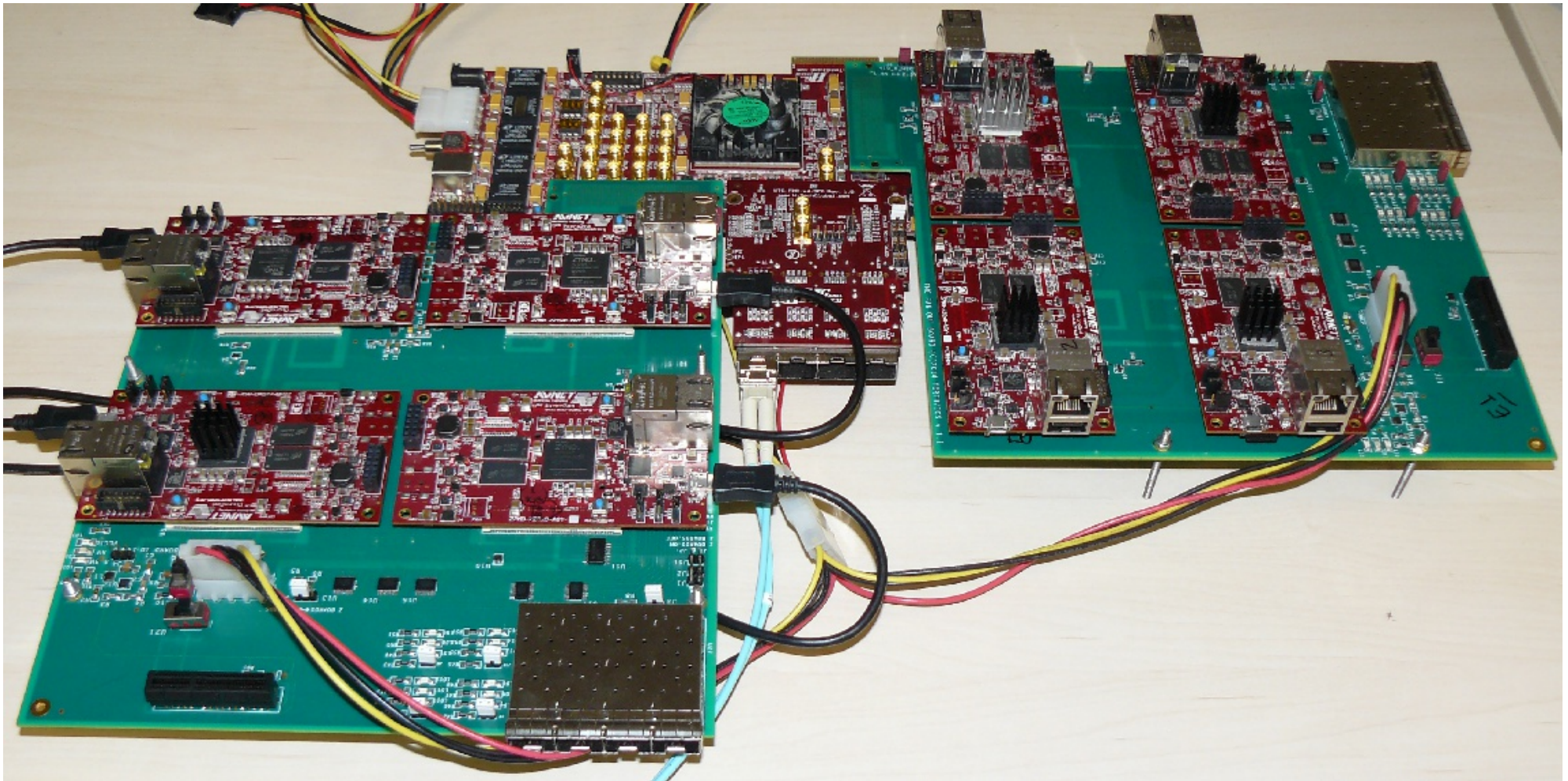
Επίπεδος
server:
επεξεργαστές,
μνήμες,
περιφεριακά



Προς Ευρωπαϊκά Data Centers Χαμηλής Ενεργ. Κατανάλωσης

- Σήμερα: επεξεργαστές κυρίως Intel/AMD – υψηλής κατανάλωσης
- Παγκόσμιος πρωταθλητής χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης: επεξεργαστές ARM (στα περισσότερα κινητά) – Ευρωπαϊκός!
- Μεγάλη Ευρωπαϊκή δράση: ARM: από κινητά → “micro”-servers
- Κεντρικό τρέχον Ευρωπαϊκό ερευνητικό έργο: *EuroServer*
- Το ΙΤΕ - Ινστ. Πληροφορικής είναι βασικός εταίρος του *EuroServer*
- Δύο σημαντικά διάδοχα έργα (2015-2018): *ExaNeSt*, *ExaNoDe*
 - το ΙΤΕ-ΙΠ ηγείται του *ExaNeSt* και συμμετέχει στο *ExaNoDe*
- Ευρωπαϊκή εταιρεία μServers με ARM για Data Centers:
 - μελέτη για το Τμήμα της Σχεδιασμού Υλικού (hardware) και Λογισμικού Συστημάτων εδώ, στο *Ηράκλειο...*

Το Ερευνητικό Πρωτότυπο του EuroServer, 2014, ΙΤΕ-ΙΠ



Πολλαπλοί micro-servers, συνδεδεμένοι μέσω Κοινού Χώρου Διευθύνσεων
σχεδιασμένου στο ΙΤΕ – Ινστιτούτο Πληροφορικής, 2013 – 2016

Σπουδάστε Υπολογιστές!

- Συναρπαστική Επιστήμη και Τεχνολογία
 - Δίνει φτερά στη Δημιουργικότητα: η ταχύτερη και ευκολότερη μετάβαση από ιδέα σε λειτουργικό πρωτότυπο ή και προϊόν μεταξύ όλων των Θετικών και Μηχανικών Επιστημών
 - Ακόμα βρίσκεται στην “παιδική” ηλικία της:
 - Τεράστιο πλήθος ανοικτών προβλημάτων / ευκαιριών, παγκοσμίως
- ⇒ Λαμπρές προοπτικές Επαγγελματικής Σταδιοδρομίας

Σπουδάστε στο Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Κρήτης, εδώ στο Ηράκλειο!

- Πανεπιστήμιο Κρήτης: Κορυφαίο Ελληνικό ΑΕΙ, διεθνούς κύρους και αναγνώρισης, σύμφωνα με πλήθος διεθνών αξιολογήσεων
- Στενή συνεργασία με το ΙΤΕ, *το καλύτερο* Ελληνικό Ερευνητικό Κέντρο, σύμφωνα με όλες τις μέχρι τώρα αξιολογήσεις της ΓΓΕΤ, στις πρώτες δύο δεκάδες των Ευρωπαϊκών κατά την ΕΕ
- Ινστιτούτο Πληροφορικής του ΙΤΕ: *το καλύτερο* στον τομέα του στην Ελλάδα, σύμφωνα με όλες τις μέχρι τώρα αξιολογήσεις της ΓΓΕΤ
- Οι άνω 30-40% των αποφοίτων μας γίνονται ανάρπαστοι μόλις αποφοιτήσουν, τώρα – το ΙΤΕ και οι εταιρείες υψηλής τεχνολογίας στο Ηράκλειο και στην Ελλάδα ψάχνουν να βρούν
- Οι άνω 60-70% των φοιτητών μας –δηλαδή αυτοί που δεν αδιαφορούν για τις σπουδές τους– βρίσκουν μιά-χαρα δουλειές

Σπουδάστε στο Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Κρήτης, στο Ηράκλειο



- Σας περιμένουμε για το πιο συναρπαστικό ταξίδι στη διεθνή πρωτοπορία της σύγχρονης υψηλής τεχνολογίας