

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

Μανόλης Κατεβαίνης

Καθηγητής Επ. Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Επίσκεψη Μαθητών 3^{ης} Λυκείου – 5 Φεβρουαρίου 2016

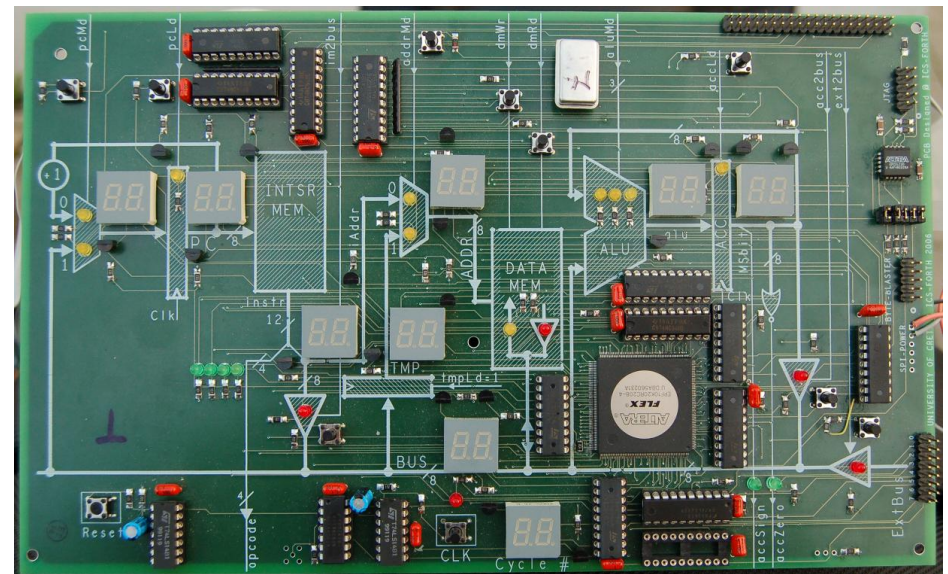
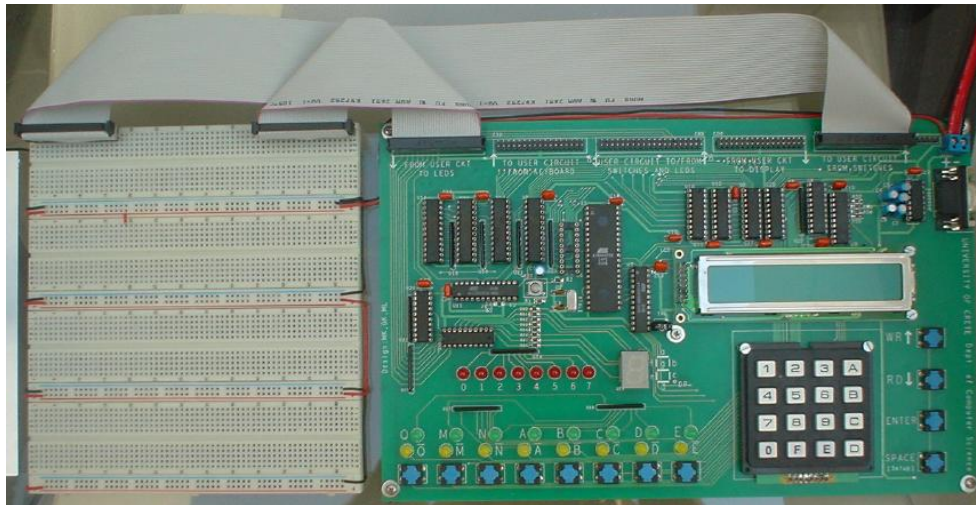


University of Crete

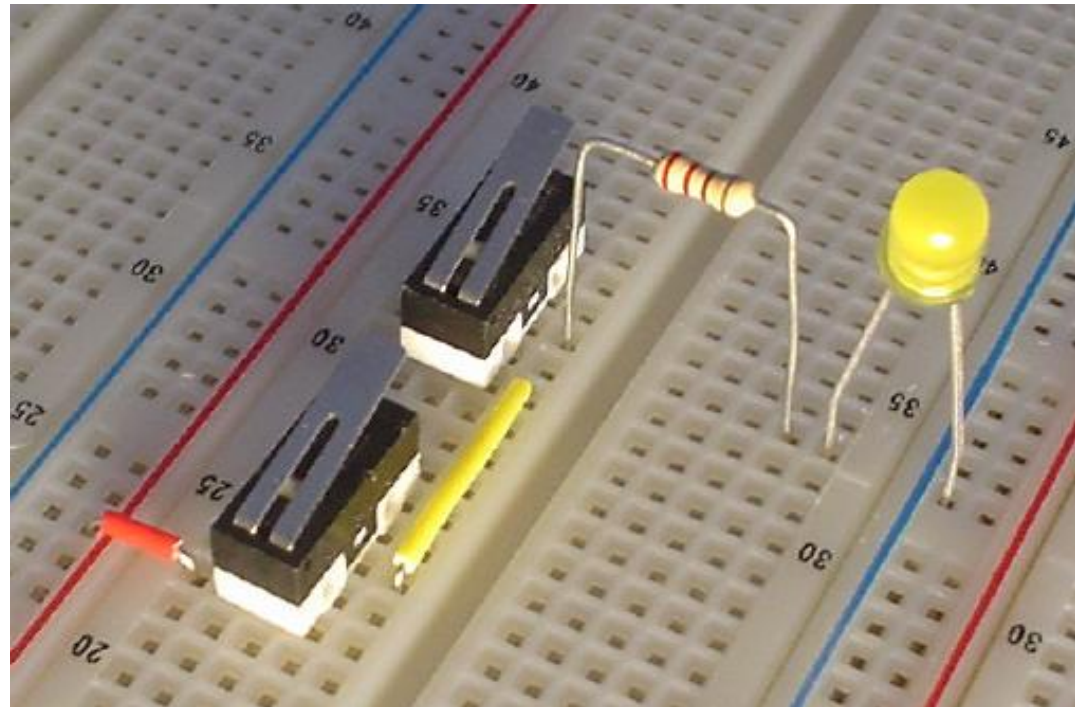
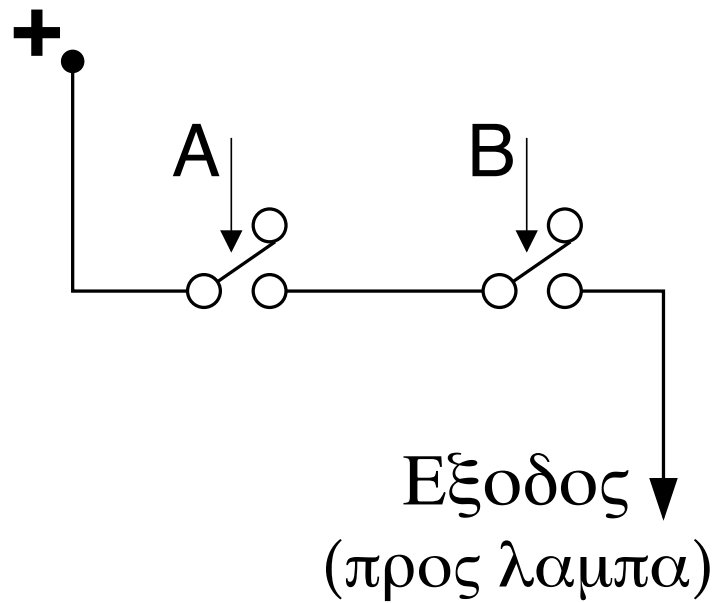
Το Ξεκίνημα: Πώς είναι Φτιαγμένοι οι Υπολογιστές;

- 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/>

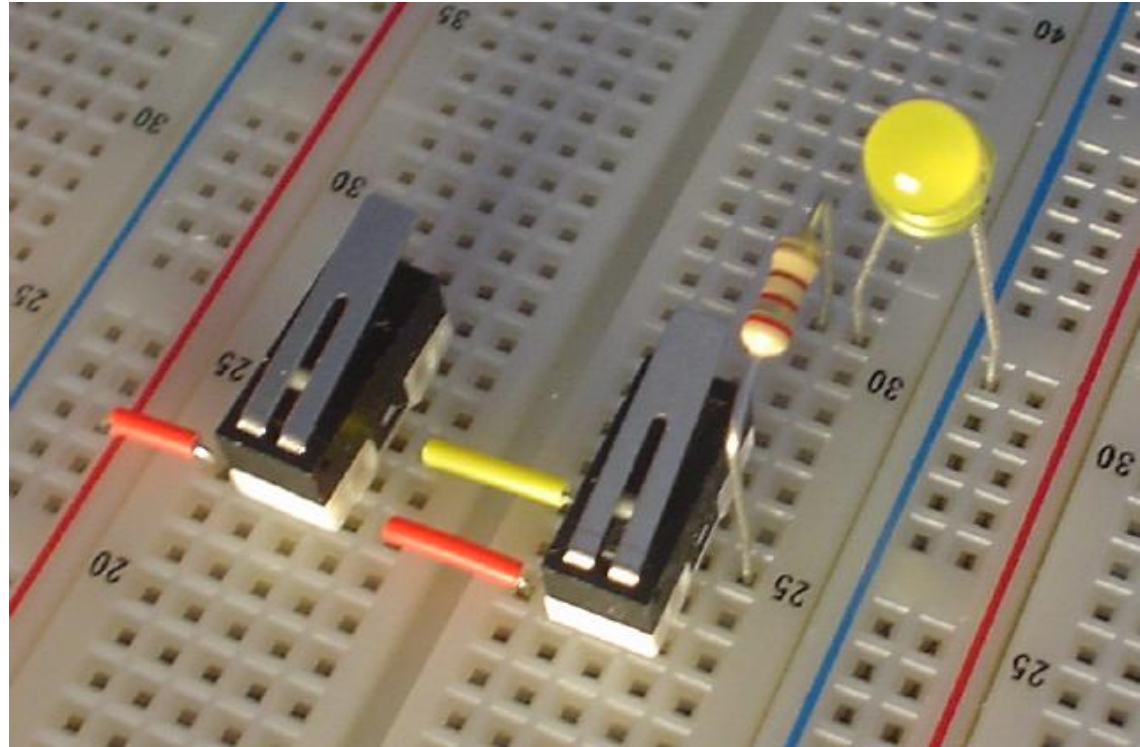
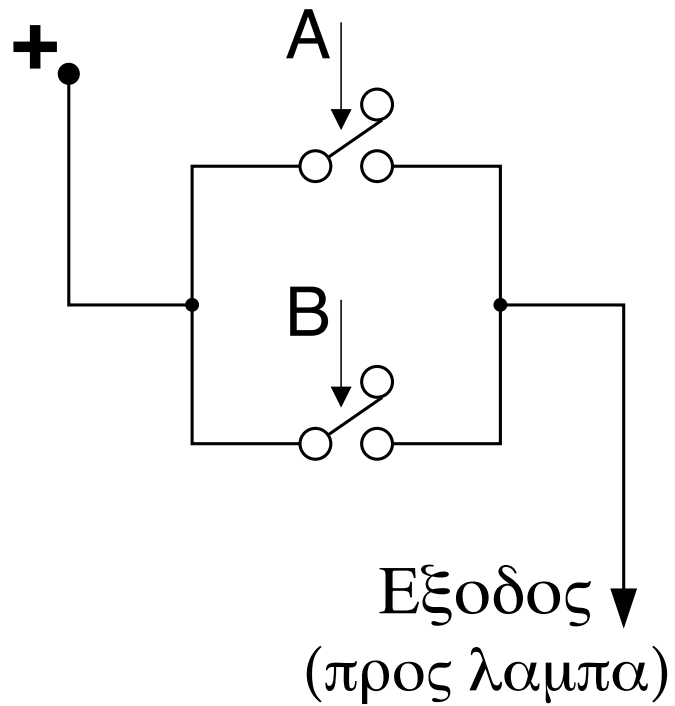


Διακόπτες εν Σειρά: το Λογικό ΚΑΙ



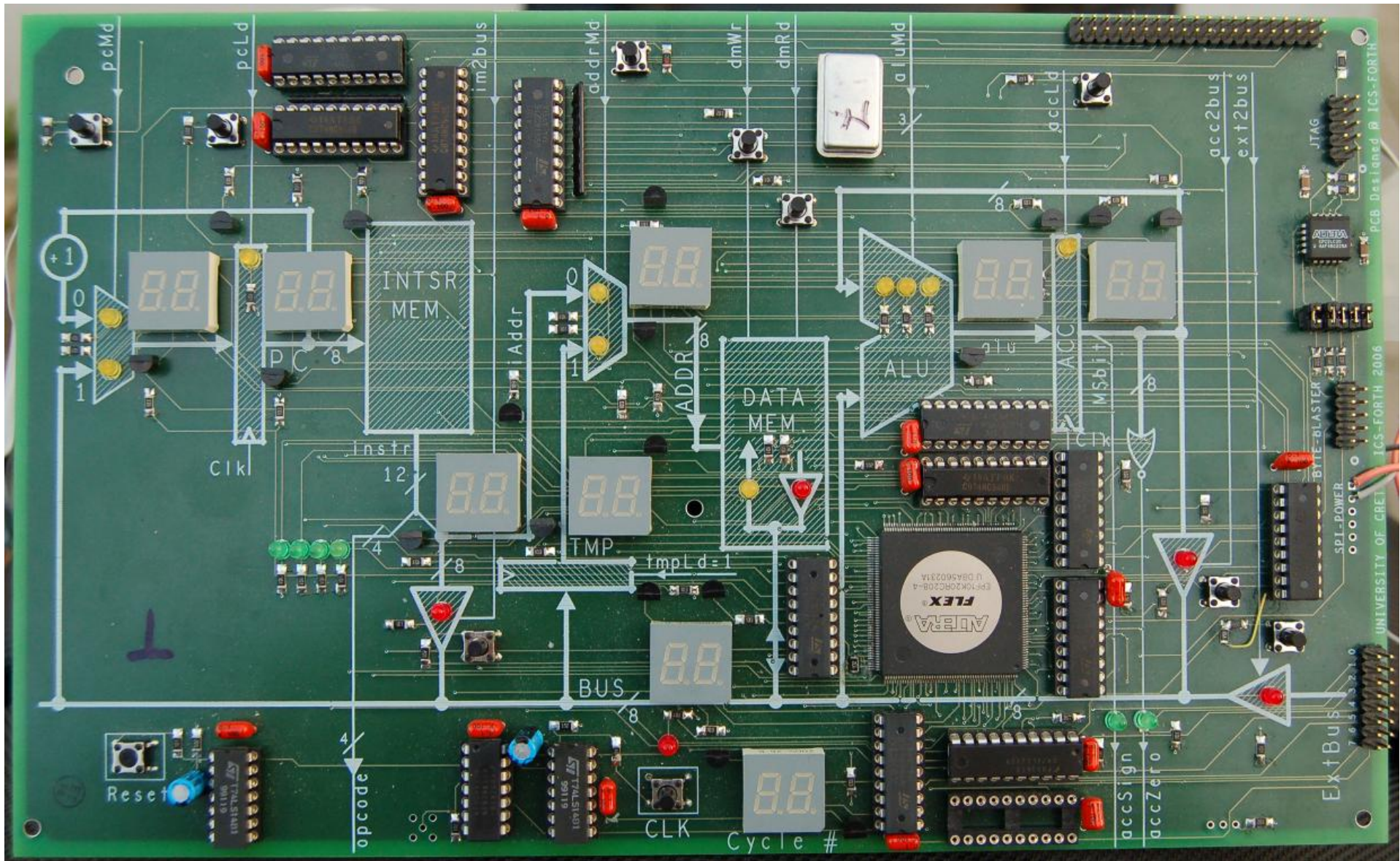
Ανάβει = (A πατημένος) ΚΑΙ (B πατημένος)

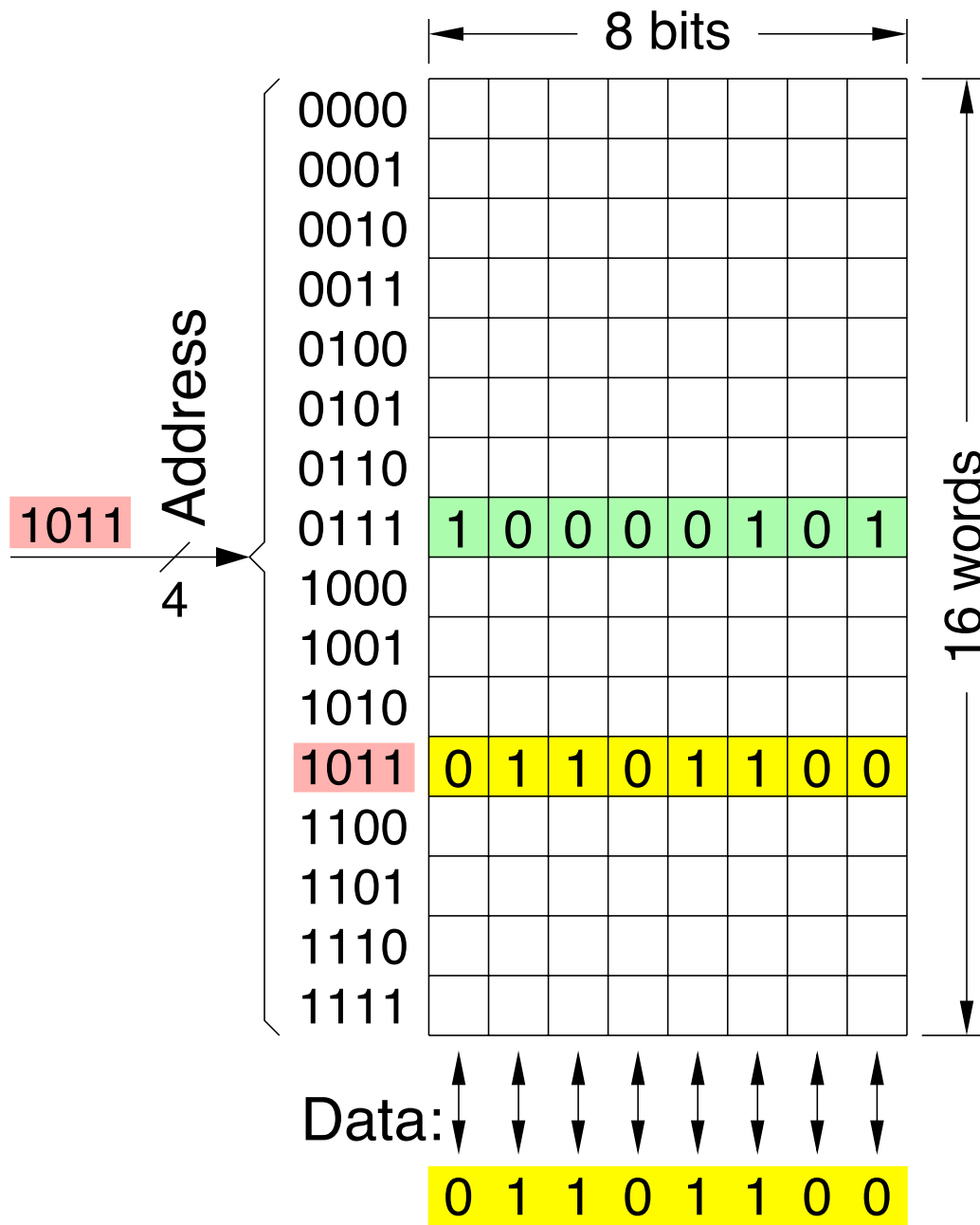
Διακόπτες εν Παραλλήλω: το Λογικό `Η



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

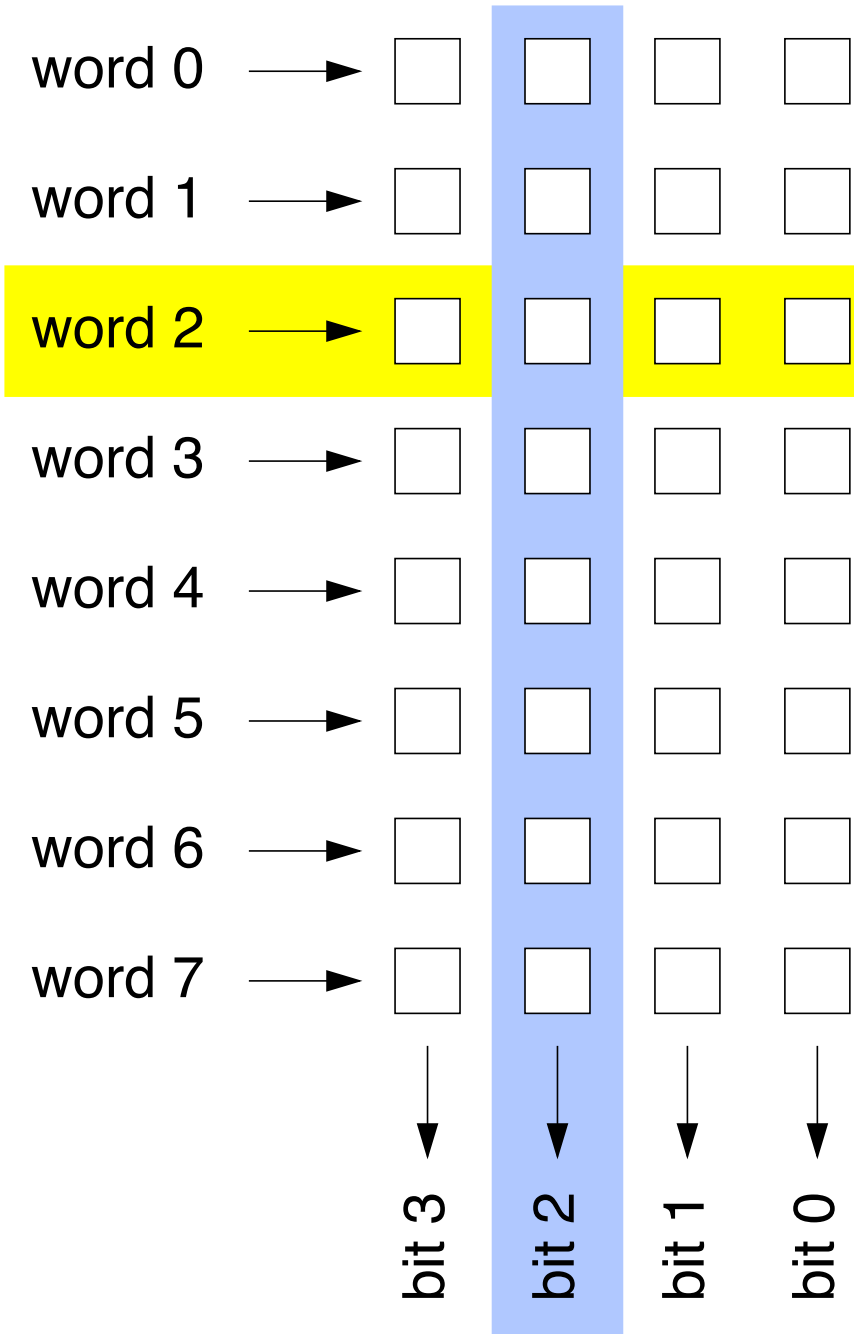
Στο τέλος του Εξαμήνου: ένας Απλός Υπολογιστής!





Μια γεύση από τα
ενδιάμεσα:
Μνήμη (RAM):
έναν πίνακα δεδομένων

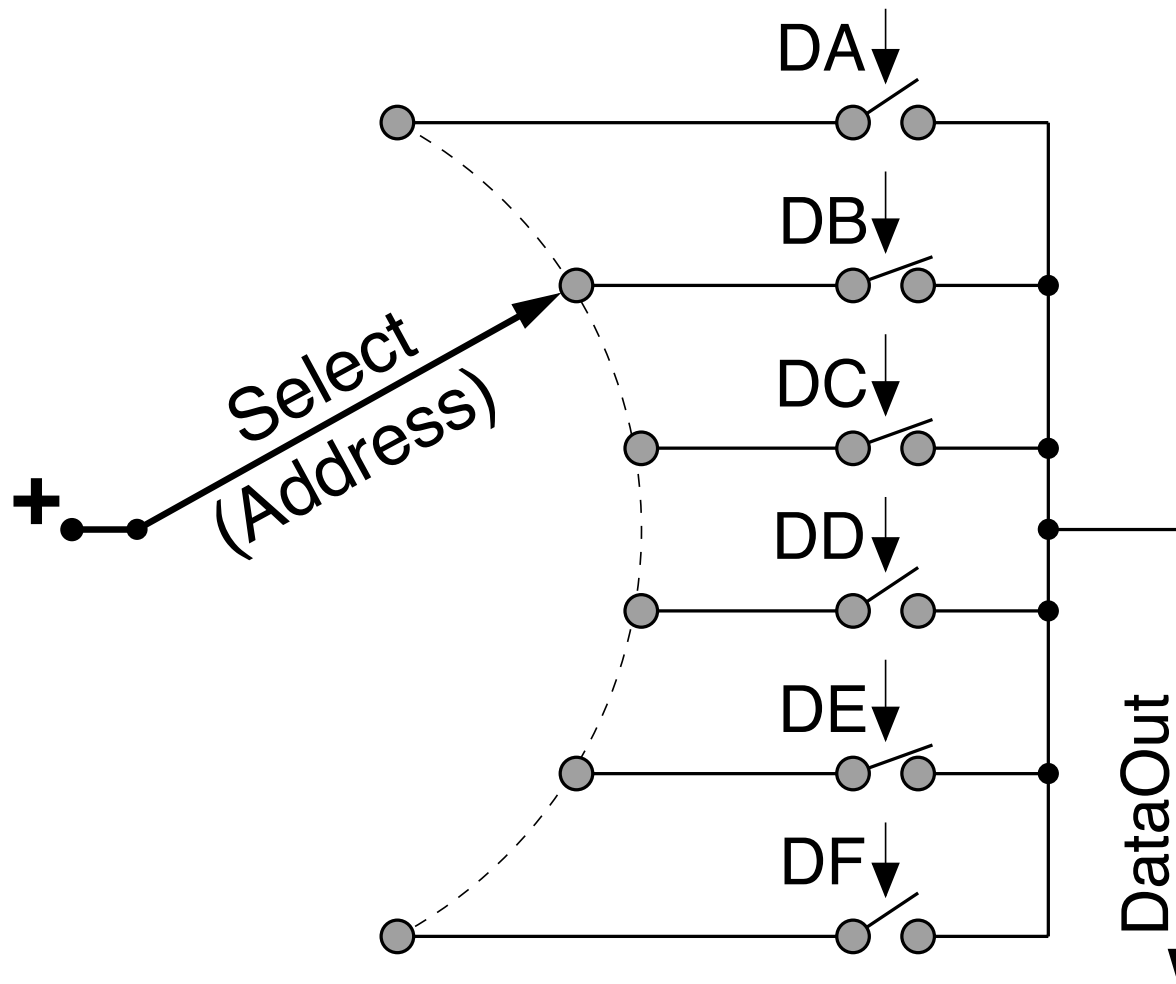
- Παράδειγμα: 16 λέξεις, των 8 bits καθεμία
- Διεύθυνση (address): επιλέγει μία από τις λέξεις
- Δεδομένα (data): διαβάζουμε ή γράφουμε το περιεχόμενο της επιλεγείσας λέξης
- Απαρίθμηση των τιμών μιας Συνάρτησης, θα έλεγαν οι Μαθηματικοί



Πώς θα κατασκευάσουμε μια Μνήμη;

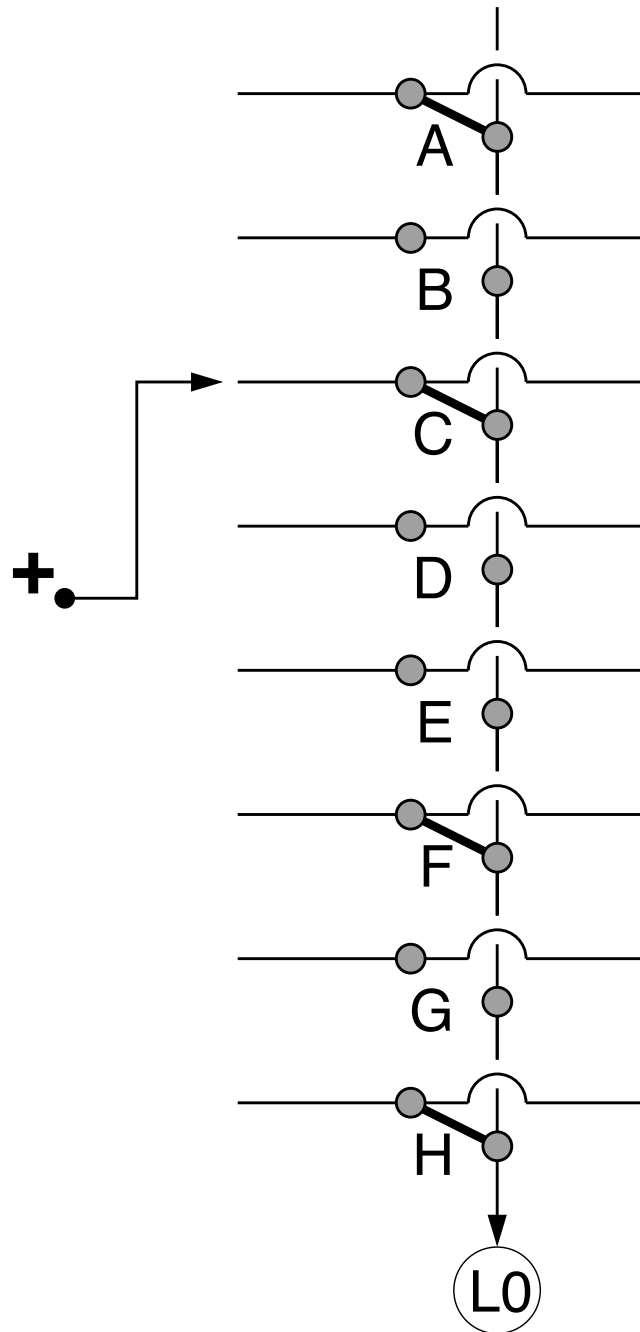
- Ας ξεκινήσουμε με ένα από τα bits –το γαλάζιο
- Πρέπει η έξοδος (κάτω) να ανάβει (=1) ή να σβήνει (=0), ανάλογα με το ποιιά λέξη επιλέγουμε (κίτρινο) και τι τιμή έχει το bit που είναι αποθηκευμένο εκεί –το κουτάκι στη διασταύρωση
- “Πολυπλέκτης”: επιλέγει ένα από τα γαλάζια bits

Ένα από τα bits της Μνήμης σαν Πολυπλέκτης:



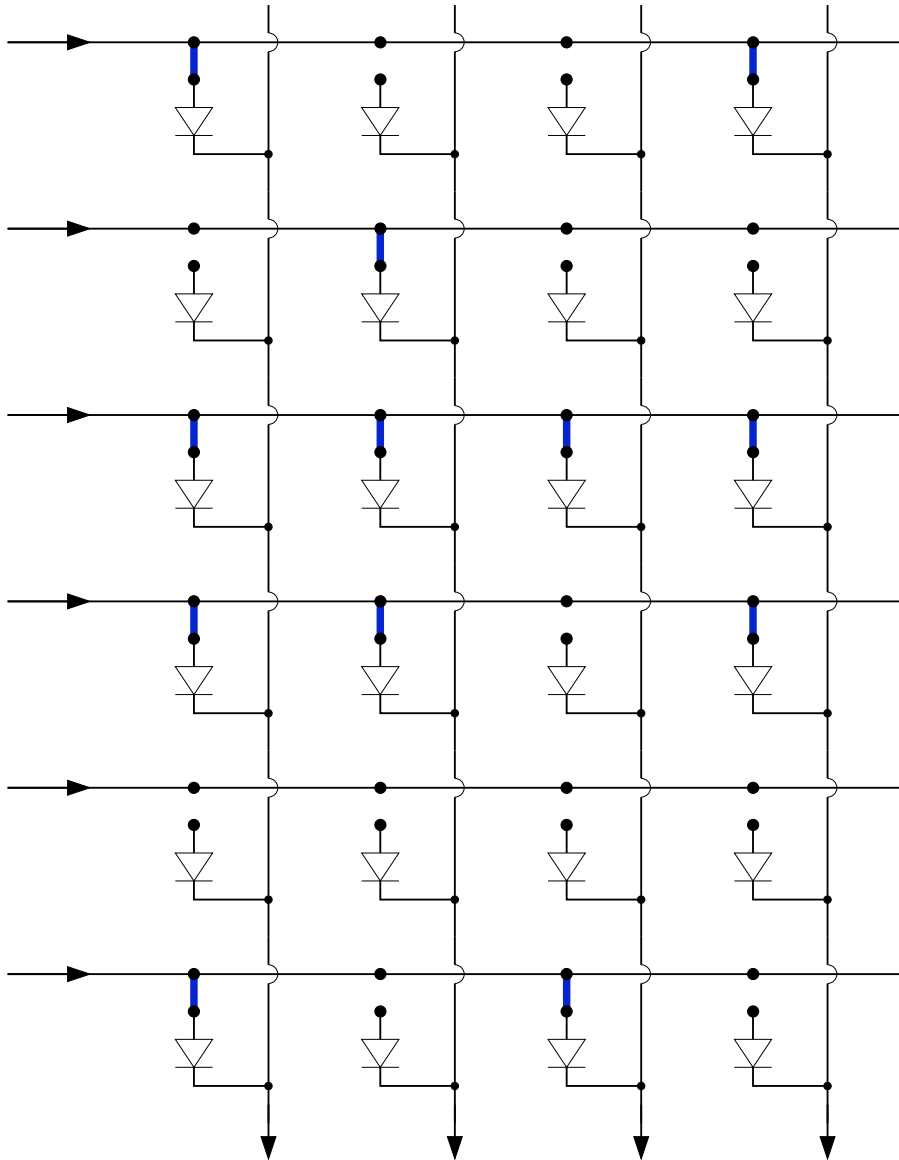
- Επιλέγουμε έναν από τους διακόπτες (bits) DA, ... DF
- Εάν ο διακόπτης που επιλέξαμε κάνει επαφή (bit = 1), τότε θετική τάση φτάνει στην έξοδο (ανάβει)
- Εάν ο διακόπτης που επιλέξαμε δεν κάνει επαφή (bit = 0), τότε δεν φτάνει τροφοδοσία στην έξοδο (άρα σβηστή)

Ένα από τα bits της Μνήμης σαν Πολυπλέκτης:



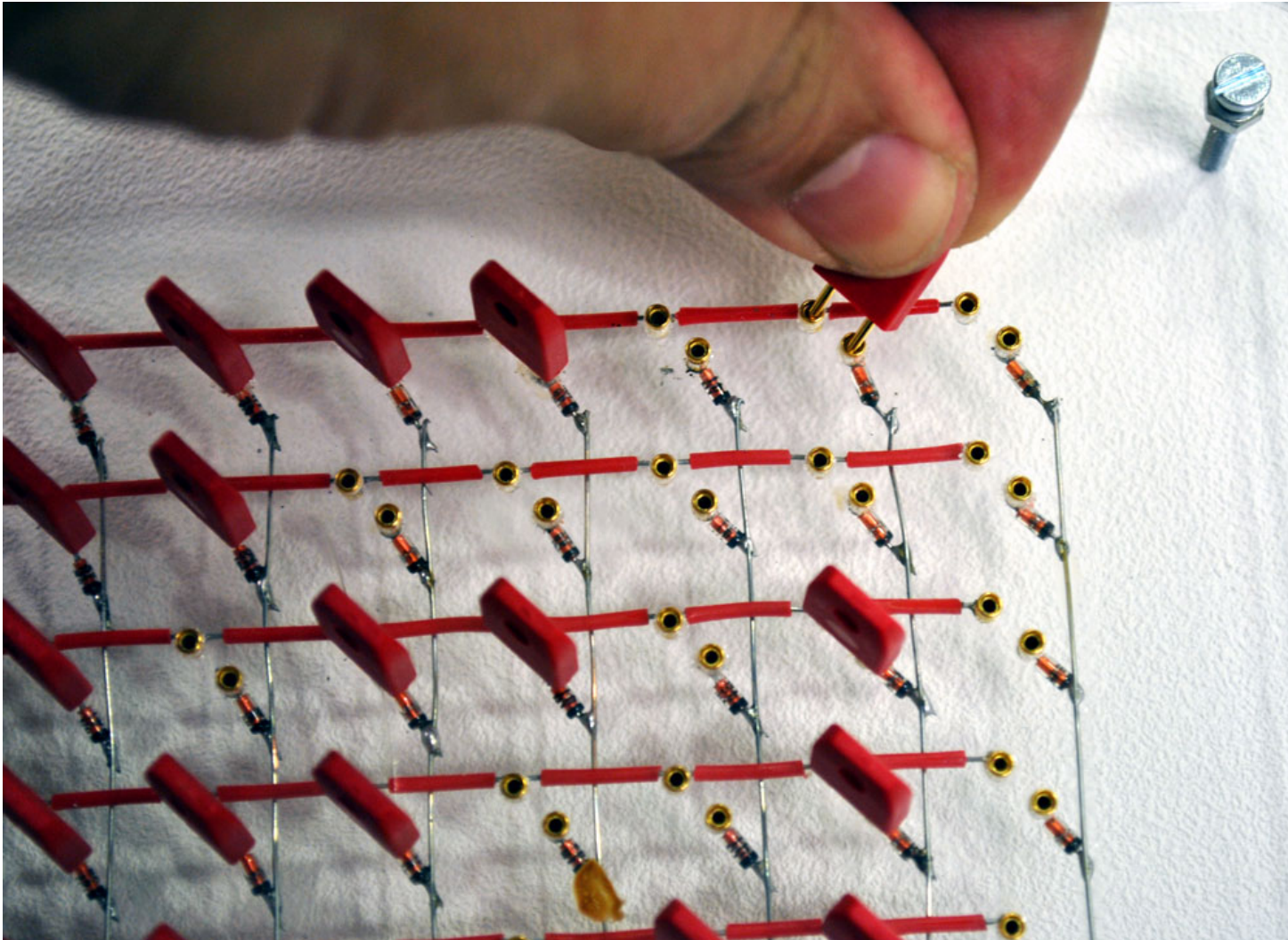
- Η ίδια εικόνα, σαν γραμμές και στήλες
- Επιλέγουμε μία από τις γραμμές
- Εάν υπάρχει επαφή (bit = 1) με τη στήλη, τότε θετική τάση φτάνει στην έξοδο LO κάτω, κι αυτή ανάβει
- Εάν δεν υπάρχει επαφή (bit = 0) με τη στήλη, τότε δεν φτάνει τροφοδοσία στην έξοδο LO κάτω, και μένει σβηστή

Η Μνήμη από απλά Σύρματα και Επαφές

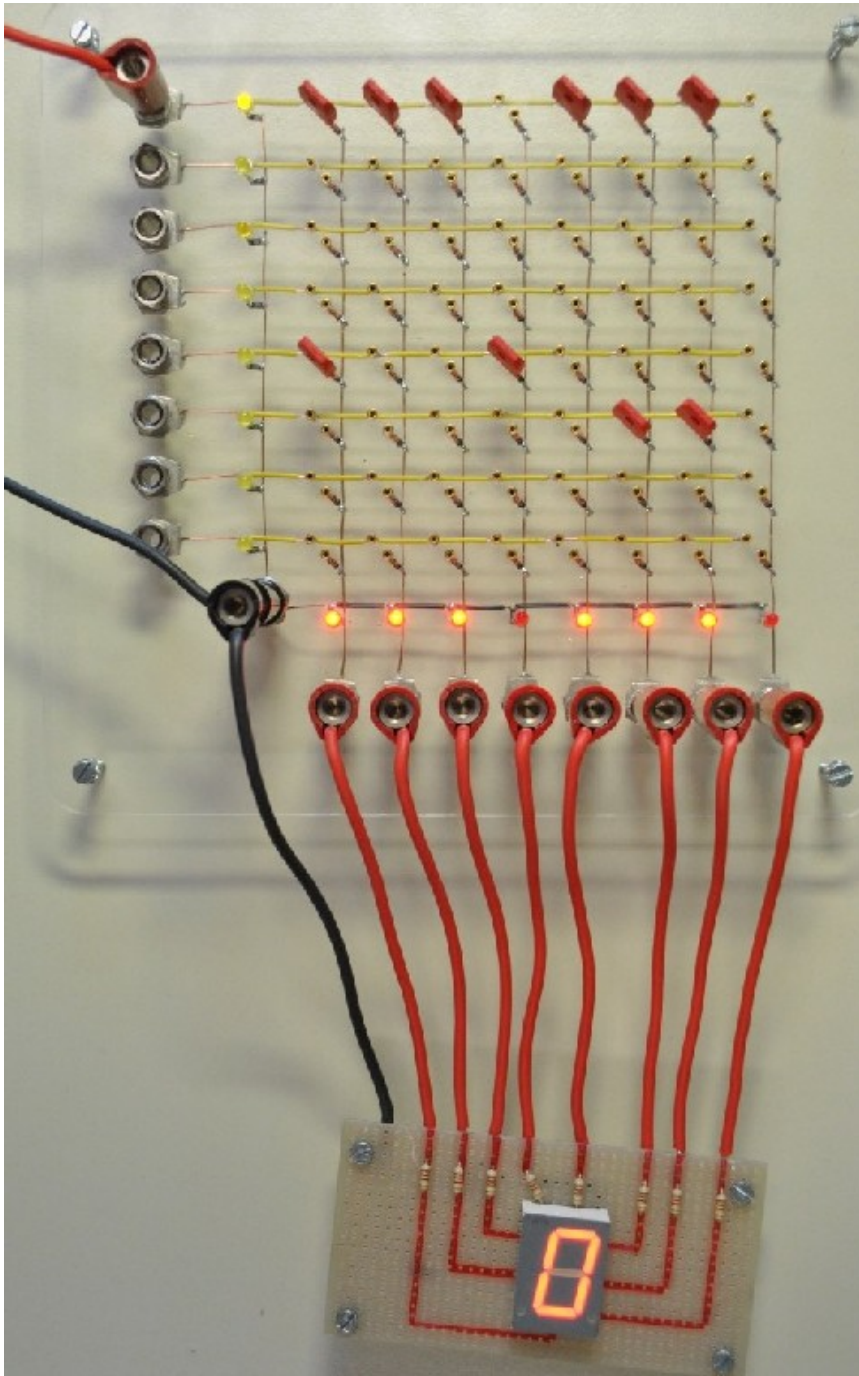


- Το κύκλωμα μιας στήλης επαναλαμβάνομενο τόσες φορές όσα και τα bits της κάθε λέξης
- Επιλέγοντας μια γραμμή (τροφοδοτώντας την με τάση), επιλέγουμε όλα τα bits της αντίστοιχης λέξης
- Κάθε bit της επιλεγμένης λέξης που έχει επαφή τροφοδοτεί και τη στήλη του
- (τις διόδους τις χρειαζόμαστε για να πηγαίνει το ρεύμα μόνο από γραμμές προς στήλες και όχι ανάποδα)

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

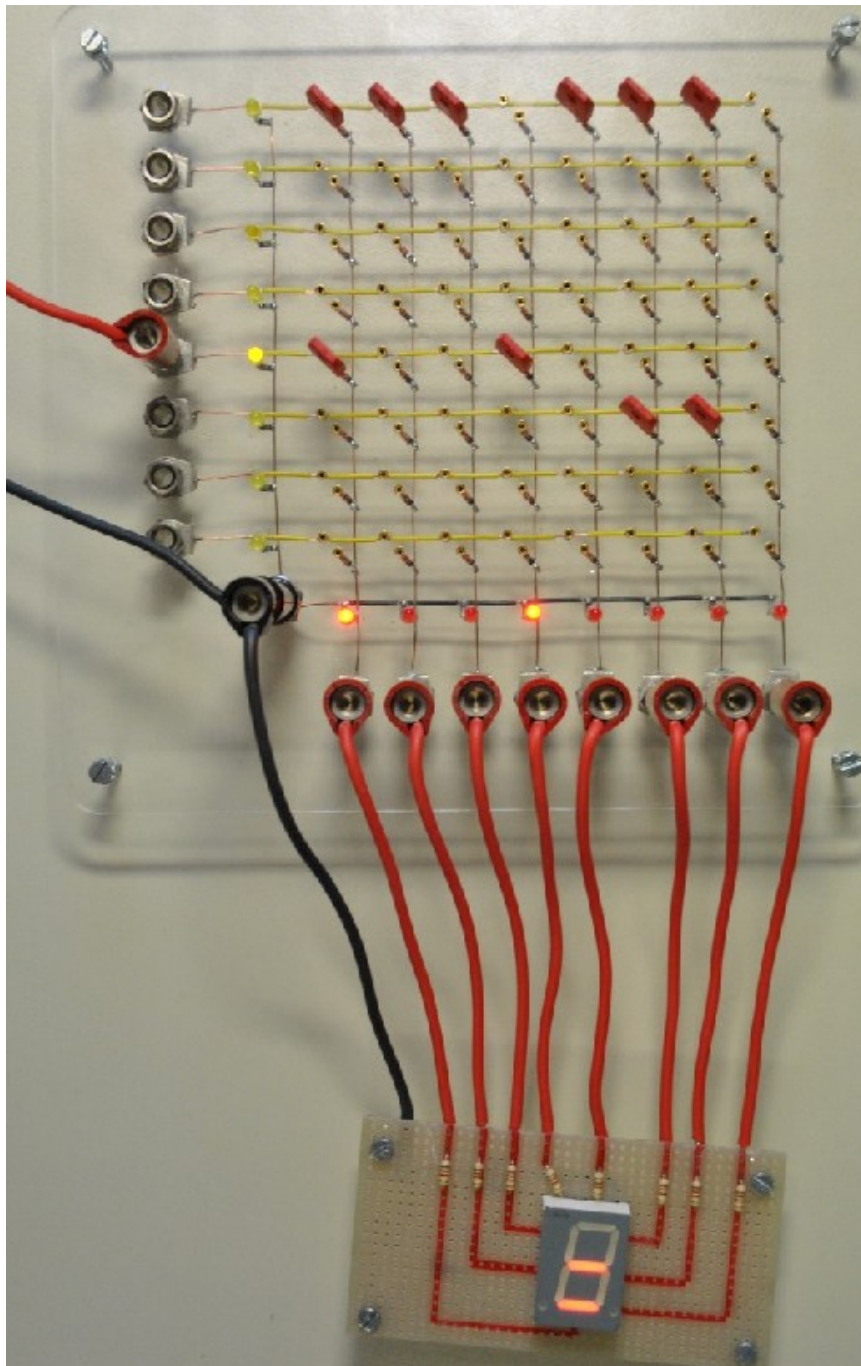


Κάθε κόκκινο πριζάκι ενώνει (κάνει επαφή) μια γραμμή με μια στήλη



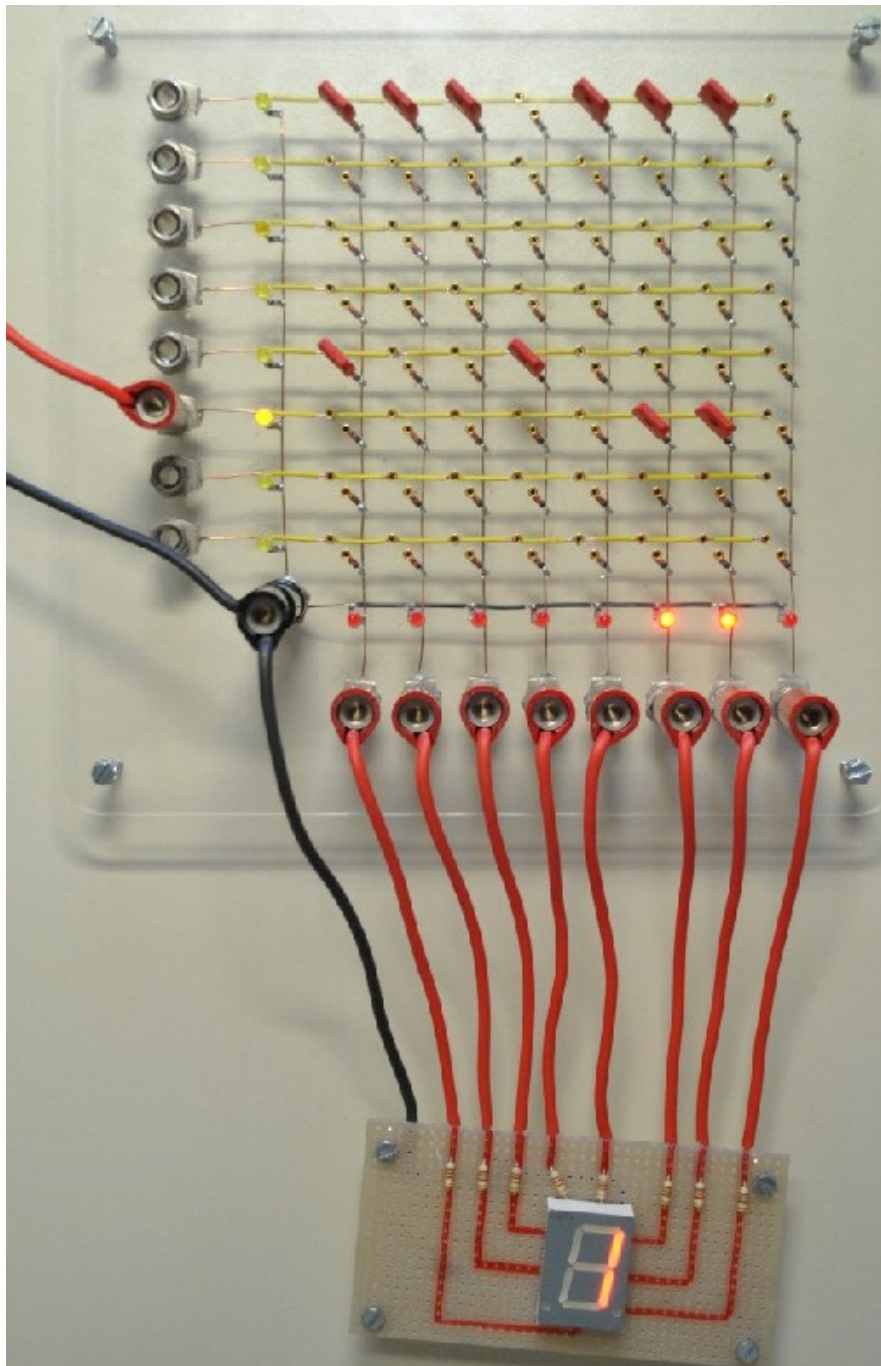
Ανάγνωση της Λέξης 0:

- 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



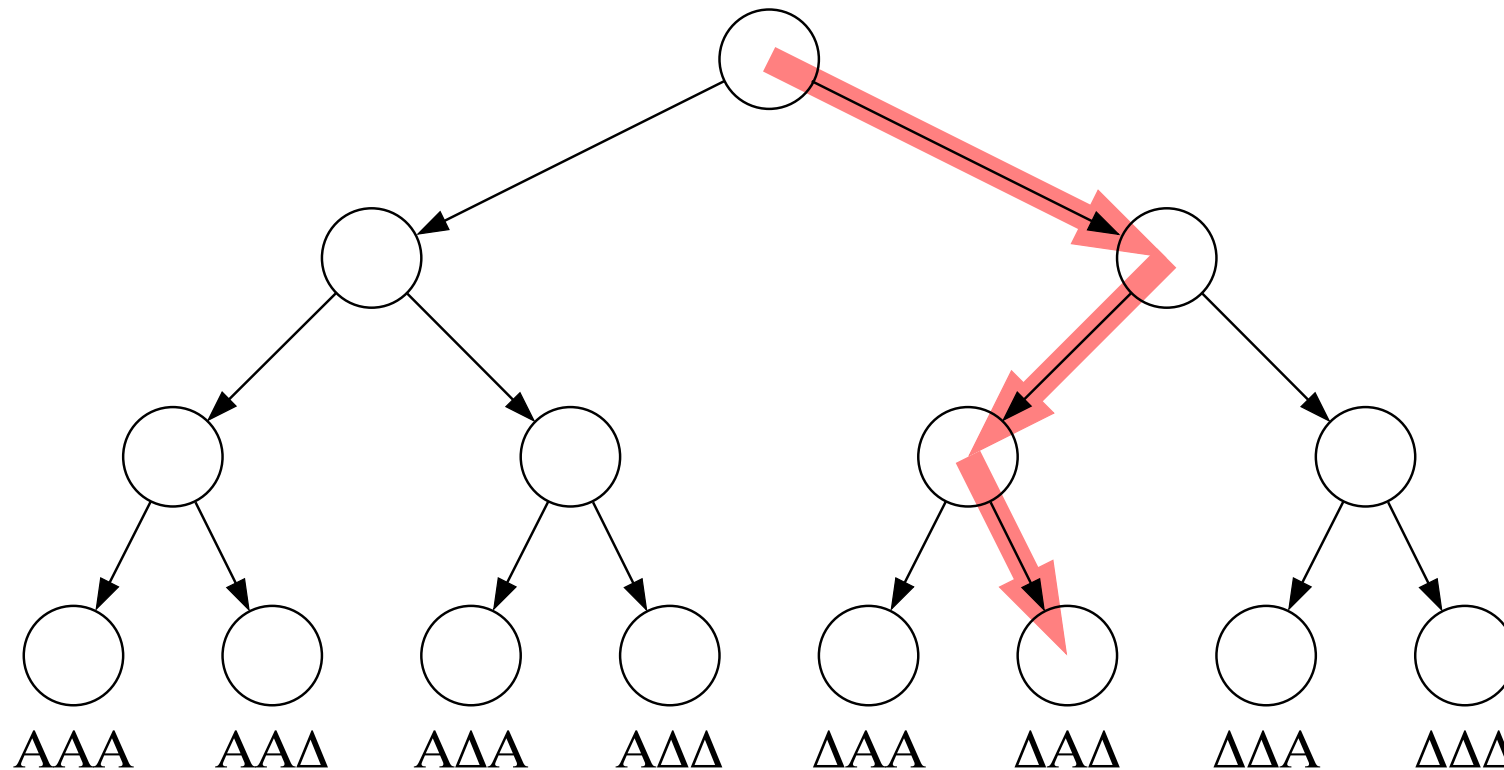
Ανάγνωση της Λέξης 5:

- 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;

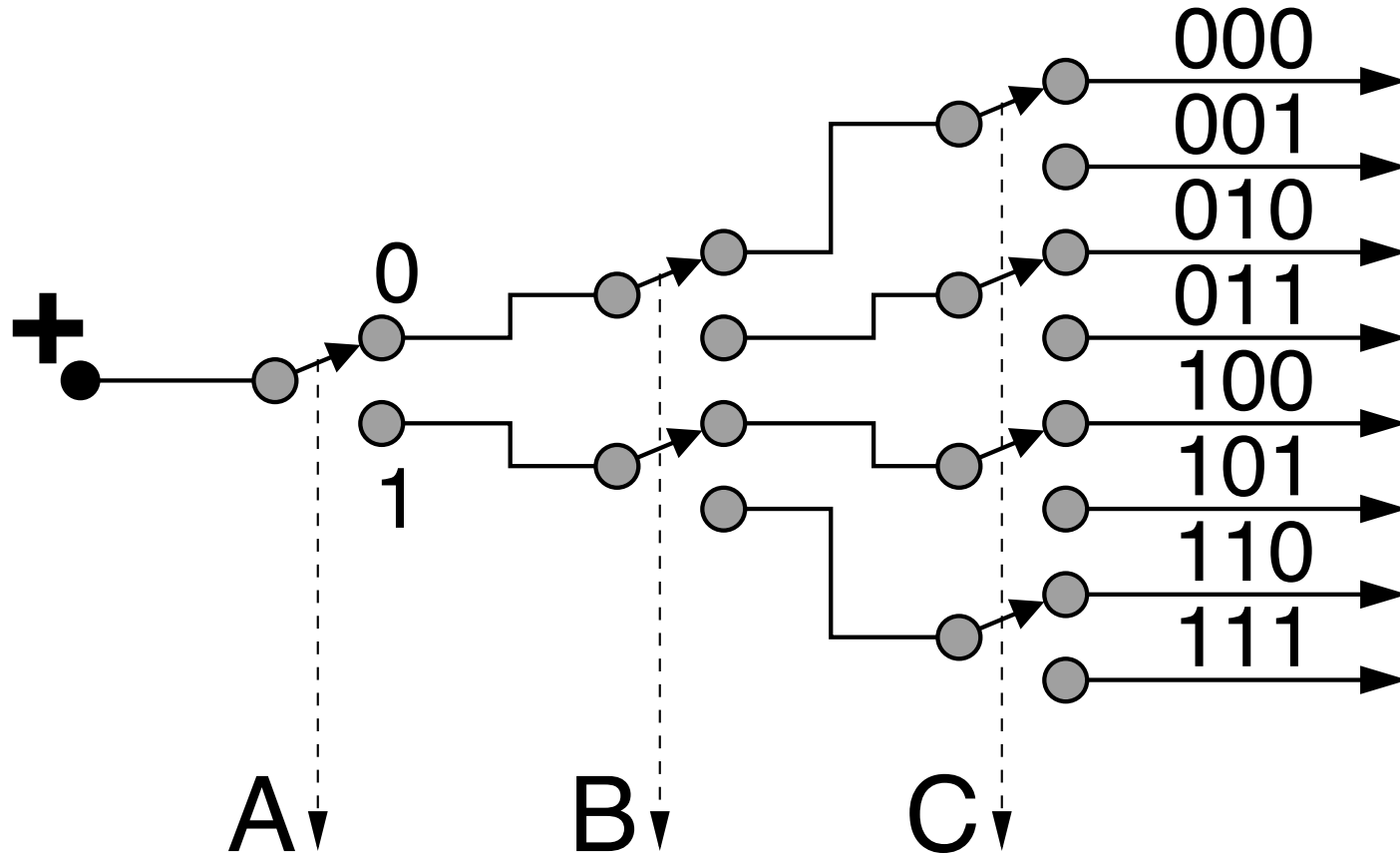
- Οι μνήμες των υπολογιστών έχουν εκατομμύρια γραμμές (Λέξεις)
- Για να διαβάσουμε μία από αυτές τις Λέξεις πρέπει να τροφοδοτήσουμε (ανάψουμε) την αντίστοιχη γραμμή
- Χρειαζόμαστε εκατομμύρια σύρματα (εισόδους) για να το κάνουμε αυτό;;;
- `Όχι: με πολύ λιγότερα σύρματα (bits) μπορούμε να δώσουμε έναν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

“Δεξιά-Αριστερά-Δεξιά”: Δένδρα Αποφάσεων



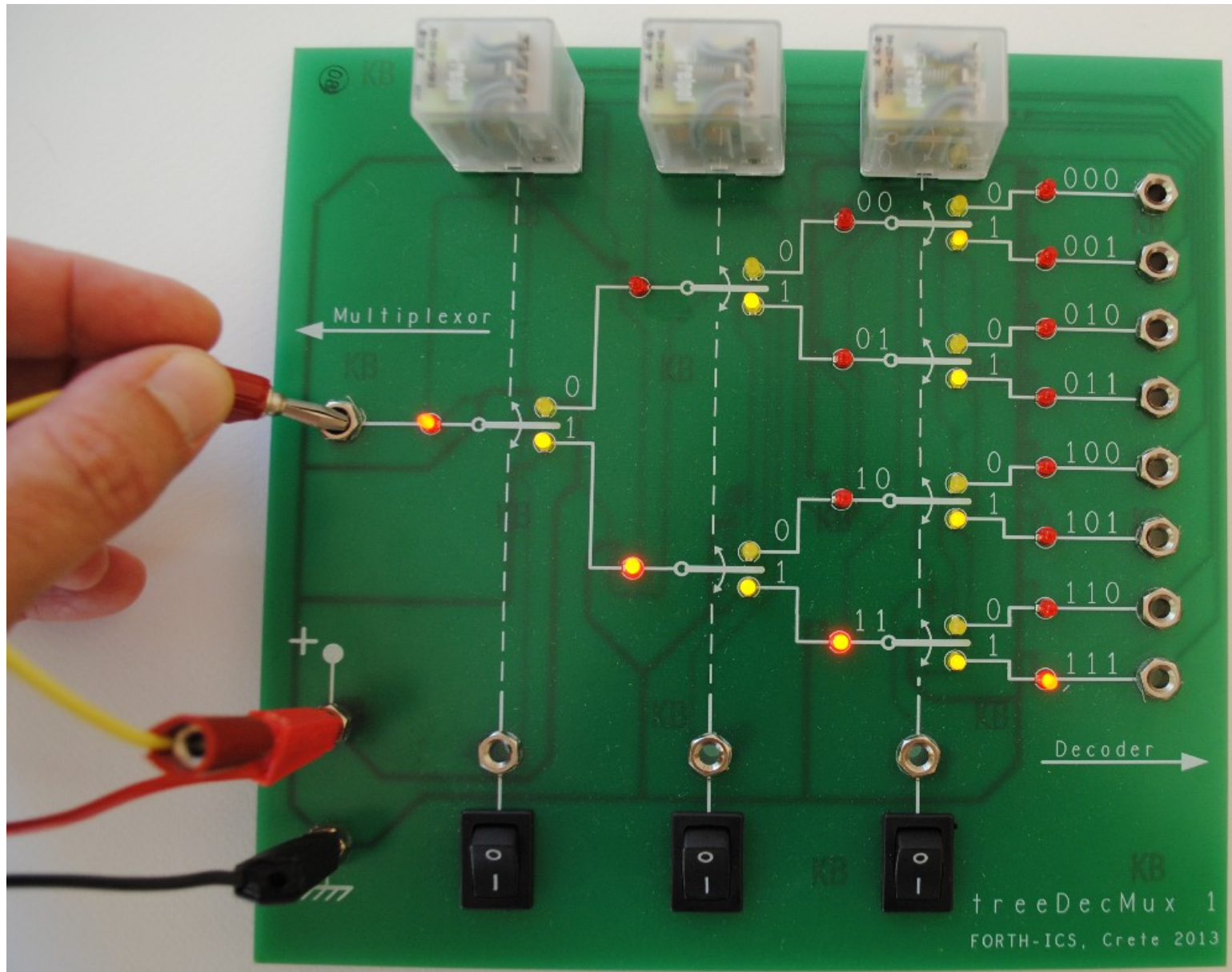
- Με τρεις “στροφές” φτάνουμε σε έναν από οκτώ (8) προορισμούς
- n “στροφές” σε ένα δυαδικό δένδρο οδηγούν σε 2^n συνδυασμούς
- 10 “στροφές” δίνουν $2^{10} = 1024 = 1 \text{ K}$ συνδυασμούς
- 20 στρ. $\Rightarrow 2^{20} = 1 \text{ M}$ (1 εκατομμύριο) συνδ., $2^{30} = 1 \text{ G}$ (1 δισ.), ...

Δένδρα Αποφάσεων, Δυαδική Αρίθμηση, Αποκωδικοποιητές

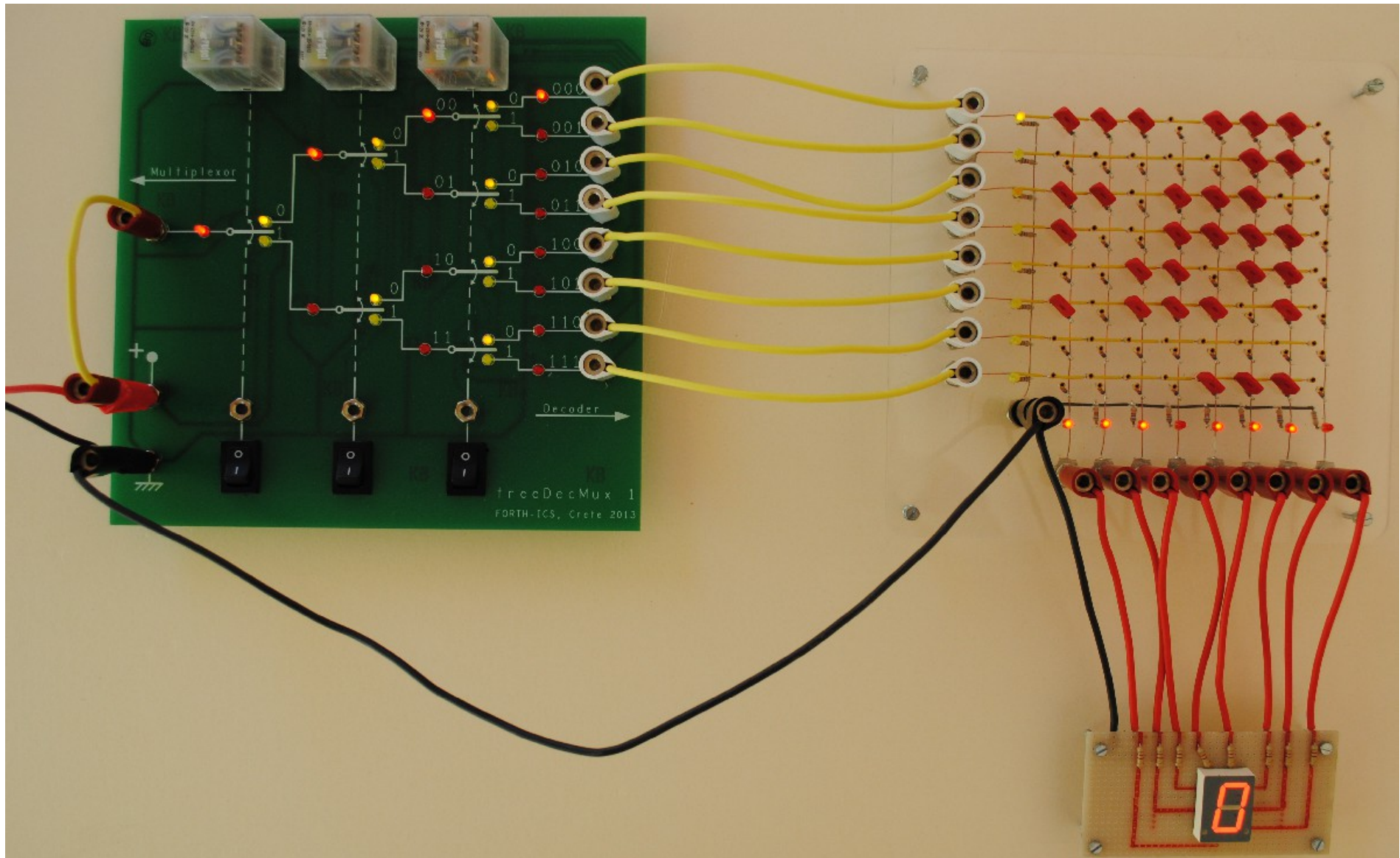


- Το Δένδρο στριμμένο με τη ρίζα αριστερά και τα φύλλα δεξιά...
- 0 = “στρίψε επάνω”, 1 = “στρίψε κάτω” –τρεις στροφές, A, B, C
- Η θετική τροφοδοσία “οδηγείται” σε μία και μόνο μία έξοδο δεξιά

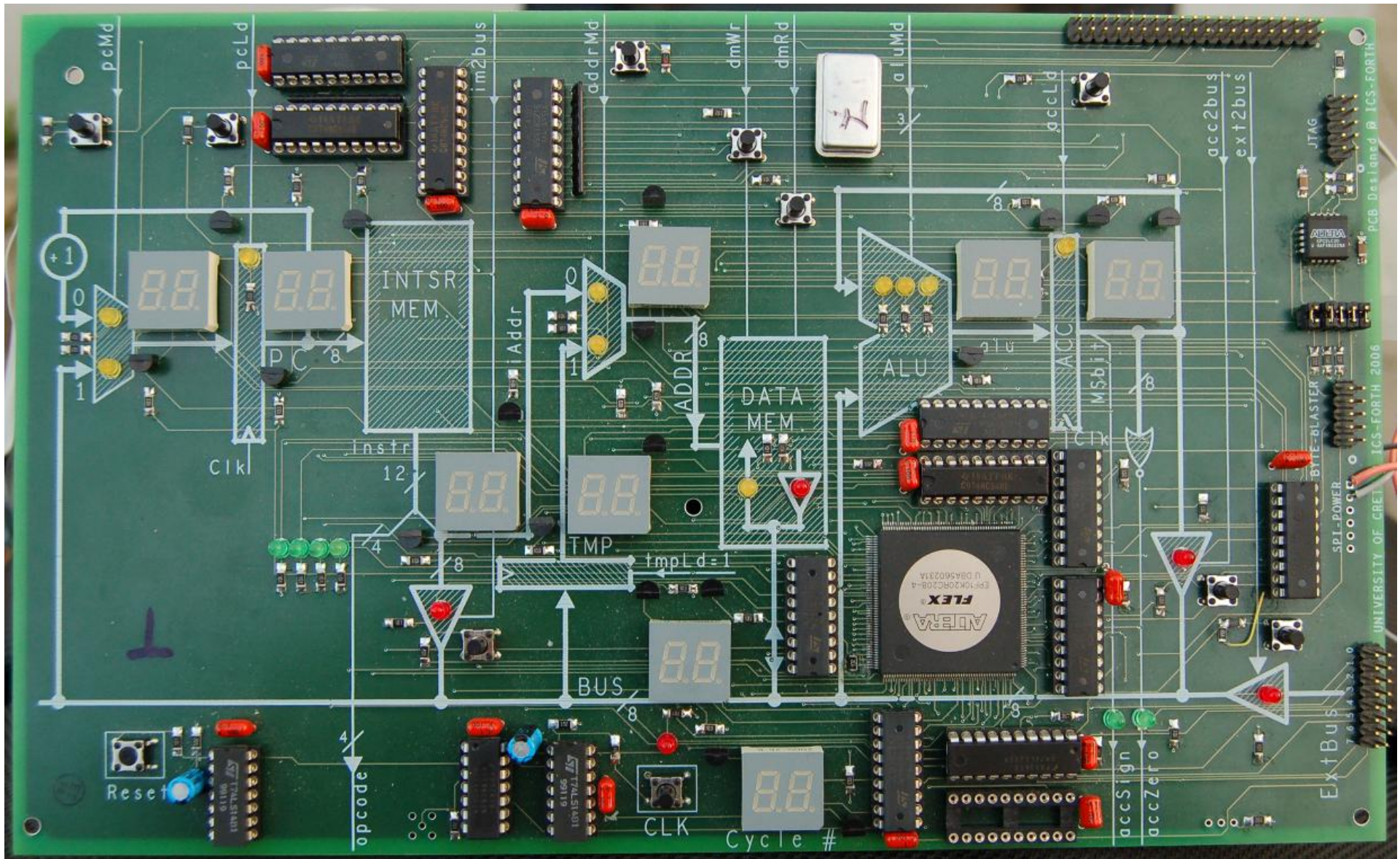
Ο Αποκωδικοποιητής Δένδρου στο Εργαστήριο



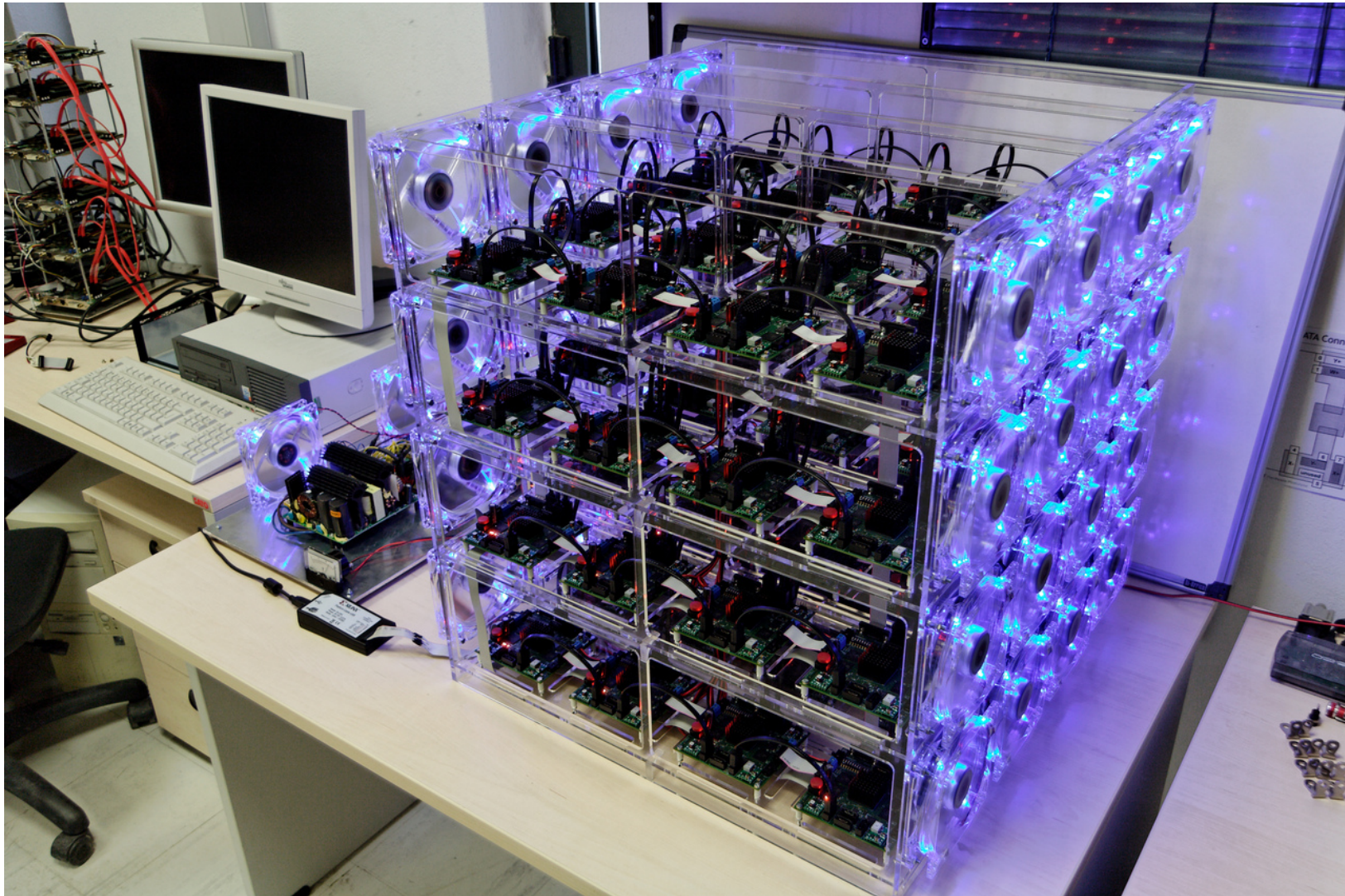
Αποκωδικοποιητής, Μνήμη, και φωτεινή ένδειξη Εξόδου



Στο τέλος του Εξαμήνου: ένας Απλός Υπολογιστής!



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

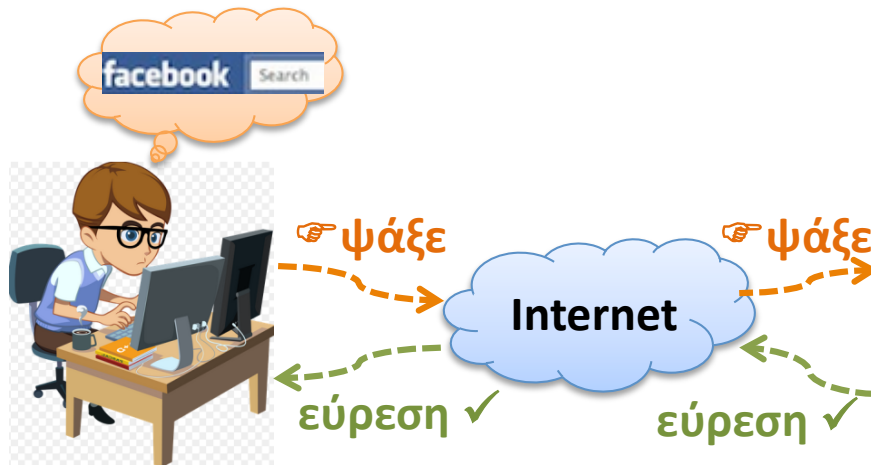


Formic: Μοντέλο μελλοντικού 512-πύρηνου επεξεργαστή (2010-2013)

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



Datacenters και η χρήση τους – “Cloud Computing”



Δυνατότητες χιλιάδων υπολογιστών



Παραπάνω από 600.000 data centers στον κόσμο

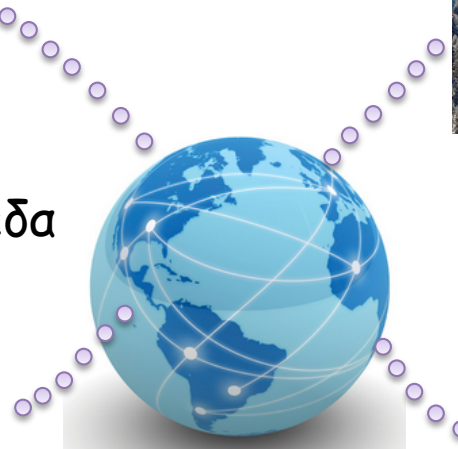
Google@Oregon, 2 γήπεδα



Facebook@Σουηδία, 2.5 γήπεδα



Microsoft@Quincy, 10 γήπεδα



Yahoo@N.Y., 5 γήπεδα



Εσωτερικό ενός Datacenter

Πλήθος από συνδεδεμένες "ντουλάπες" (Racks/Cabinets)



Peer1@Freemont, 1.000 cabinets



Facebook@Prineville, 500 cabinets

MS@Quincy, 40MW \approx 30K σπίτια Μεγάλη κατανάλωση ενέργειας



Μπαταρίες



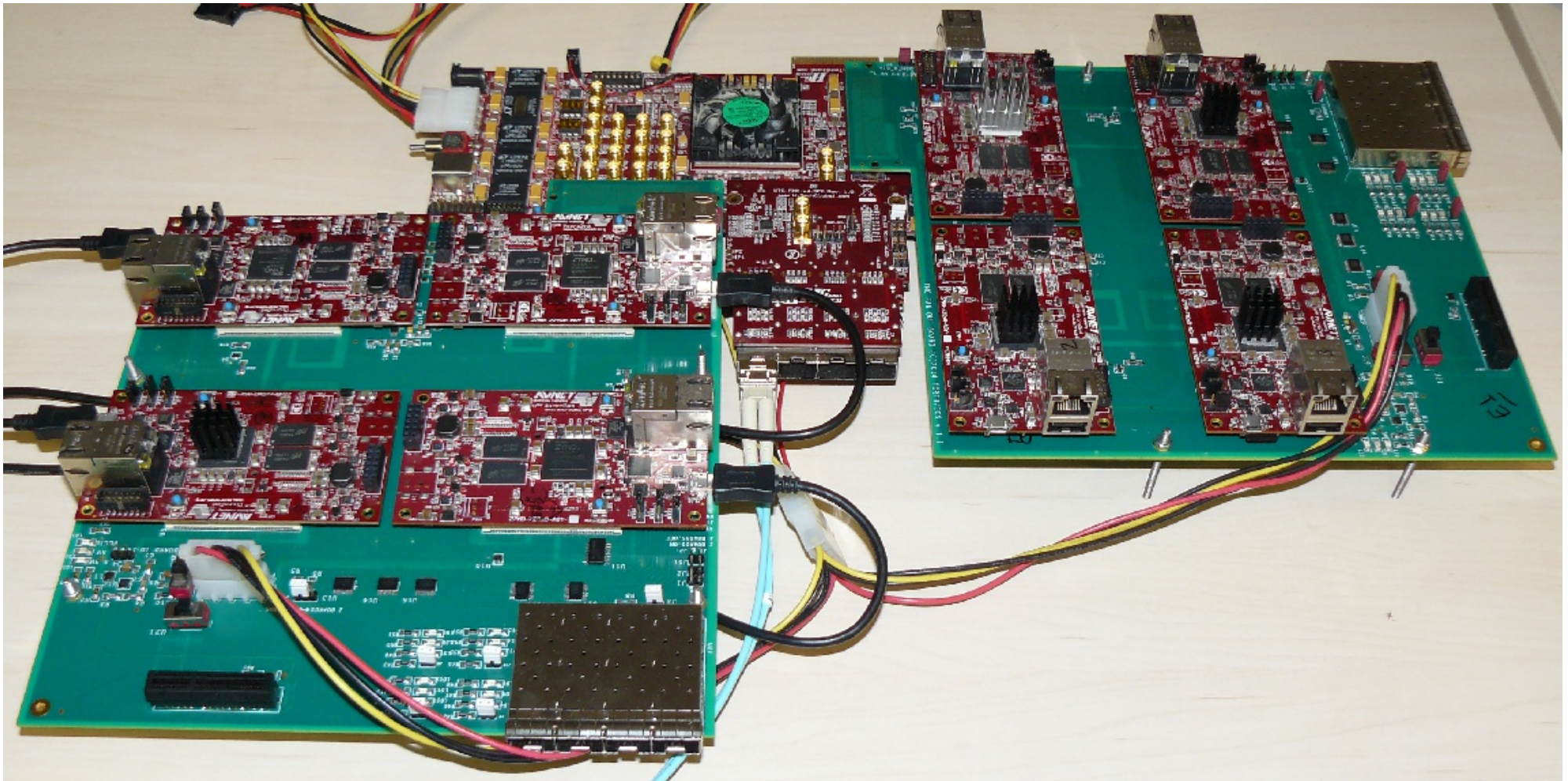
\sim 30% ενέργειας για ψύξη



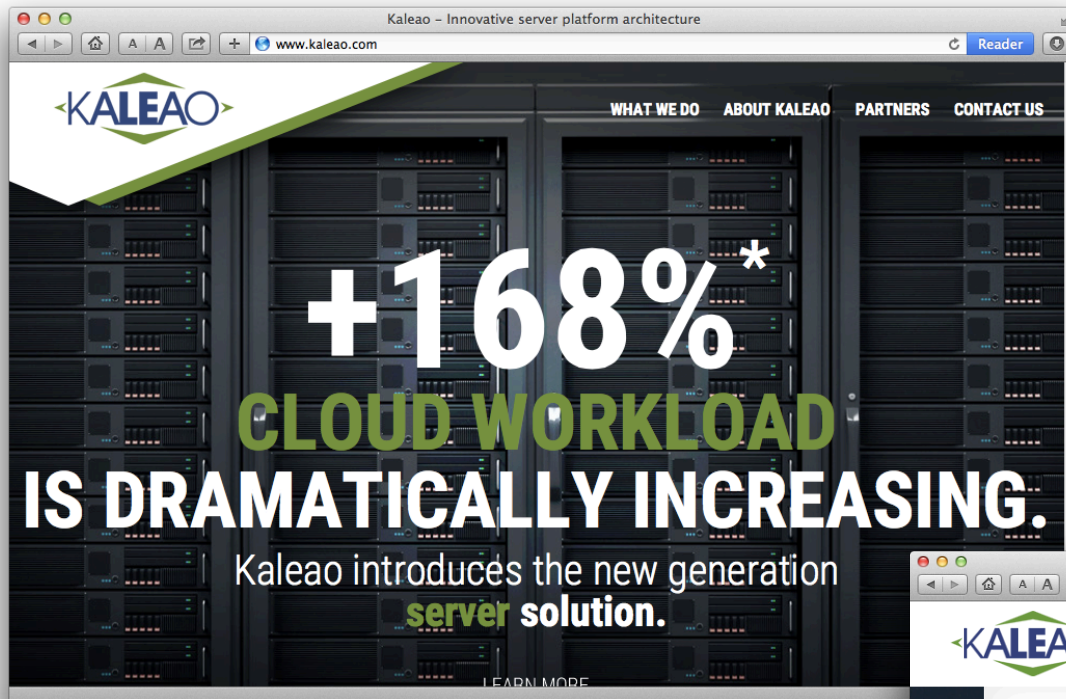
Προς Ευρωπαϊκά Data Centers Χαμηλής Ενεργ. Κατανάλωσης

- 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*
- KALEAO Ltd. (Cambridge, UK): Ευρωπαϊκή high-tech start-up για μServers με ARM για Data Centers:
 - το μεγαλύτερο από τα δύο τμήματά της R&D εδώ, στο *Ηράκλειο*.

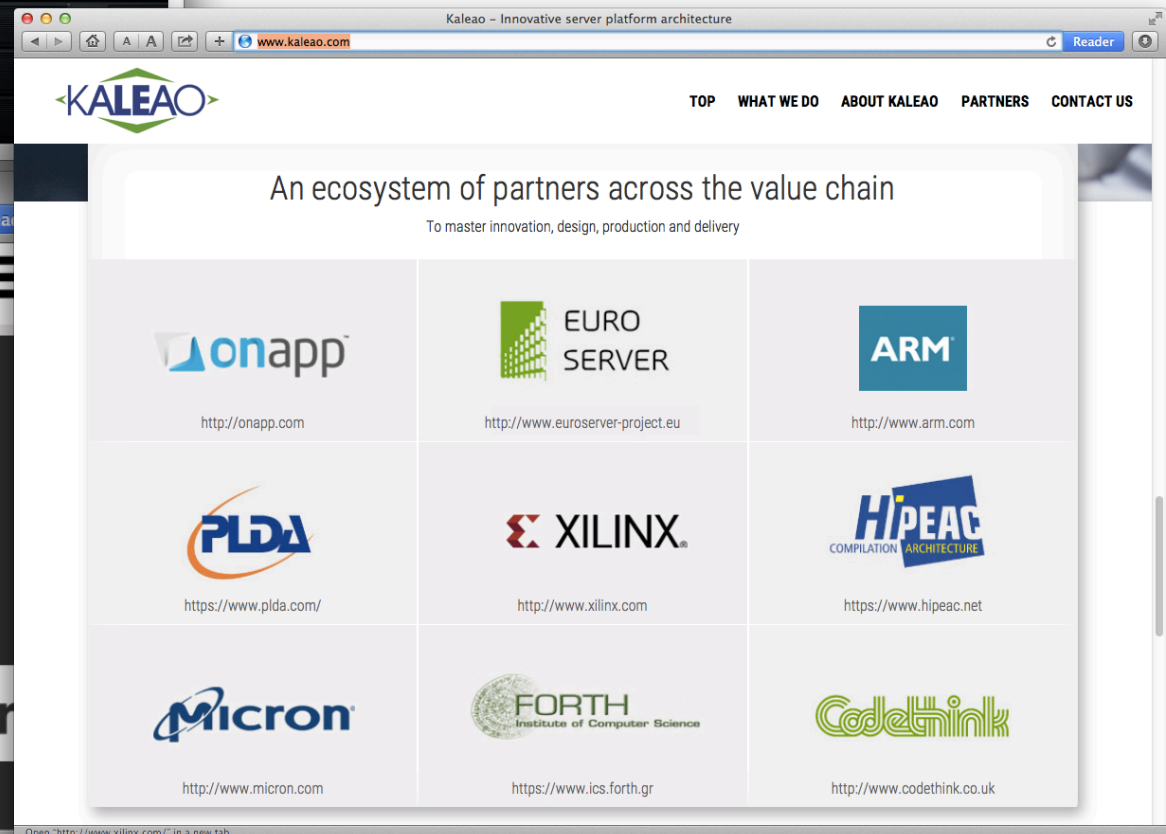
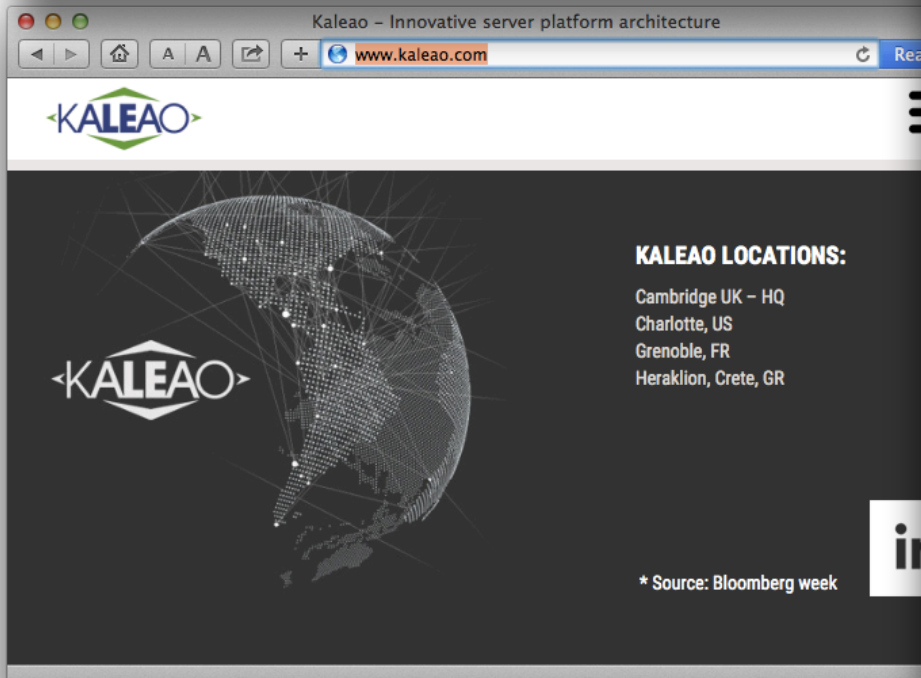
Το Ερευνητικό Πρωτότυπο του EuroServer, 2014, ΙΤΕ-ΙΠ



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



www.kaleao.com



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 40-60% των αποφοίτων μας γίνονται *ανάρπαστοι* μόλις αποφοιτήσουν, τώρα – το ΙΤΕ και οι εταιρείες υψηλής τεχνολογίας στο Ηράκλειο και στην Ελλάδα ψάχνουν να βρούν τέτοιους αποφ.
- Οι άνω 60-80% 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