

**Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**  
**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΗΥ231 – Εισαγωγή στην Ηλεκτρονική**

**Διδάσκων: Νέστωρ Ευμορφόπουλος**

# Περιγραφή μαθήματος

---

- **Περιεχόμενα:**

- Βασικά στοιχεία ημιαγωγών
- Δίοδος και transistor MOS
- Λειτουργία transistor ως διακόπτης
- Αντιστροφέας και βασικές λογικές (ψηφιακές) πύλες
- Στατική ανάλυση αντιστροφέα και λογικών πυλών
- Ταχύτητα (καθυστέρηση) και κατανάλωση ισχύος λογικών πυλών και κυκλωμάτων
- Ενισχυτές: τύποι, χαρακτηριστικά και κυκλωματικά μοντέλα
- Κέρδος και εύρος ζώνης ενισχυτών
- Λειτουργία transistor ως ενισχυτής
- Βασικά κυκλώματα ενισχυτών με transistor

# Περιγραφή μαθήματος

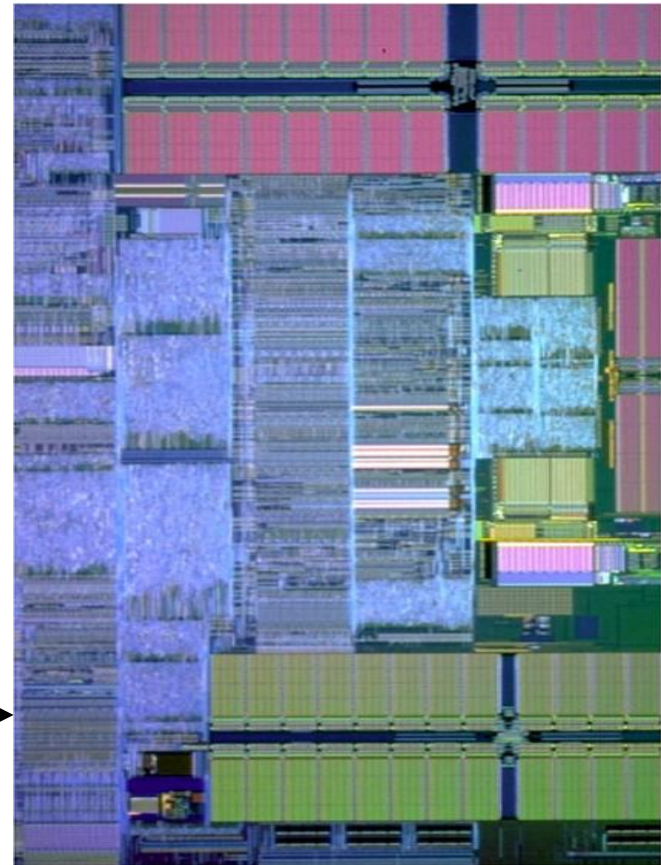
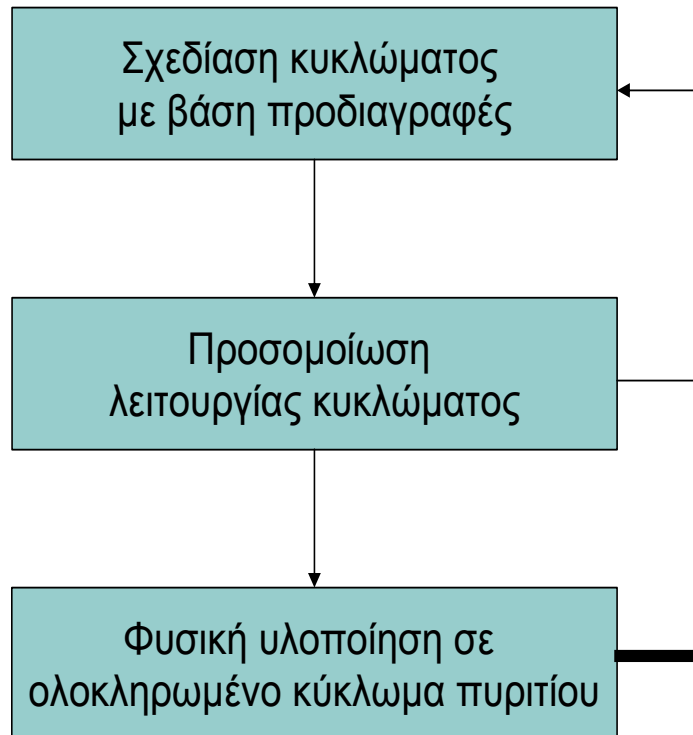
---

- **Εργαστήριο: Προσομοίωση ψηφιακών και αναλογικών κυκλωμάτων με το πρόγραμμα SPICE**
- **Βαθμολόγηση:**
  - Εργαστηριακές ασκήσεις: 50%
  - Τελική εξέταση: 50%
- **Σύγγραμμα:**

**A. Sedra and K. Smith, *Μικροηλεκτρονικά Κυκλώματα* (7<sup>η</sup> έκδοση), Παπασωτηρίου, 2015**

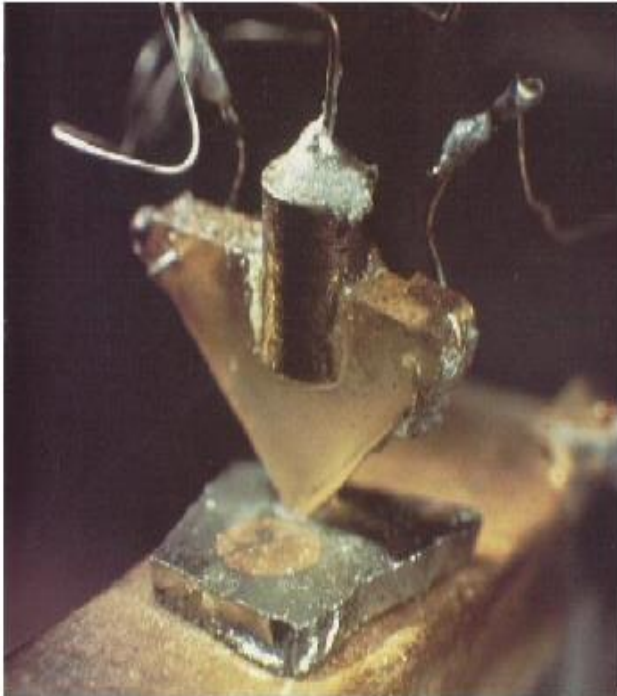
**Ύλη : Κεφ. 1, Κεφ. 3 (μόνο 3.1, 3.2), Κεφ. 4 (μόνο 4.1.1), Κεφ. 5, Κεφ. 7 (μόνο MOS), Κεφ. 8 (8.1 έως 8.3, μόνο MOS), Κεφ. 10 (10.1 έως 10.3, μόνο MOS), Κεφ. 14, Κεφ. 15 (μόνο 15.1, 15.2)**

# Η διαδικασία σχεδίασης ολοκληρωμένων κυκλωμάτων



# Ιστορική αναδρομή

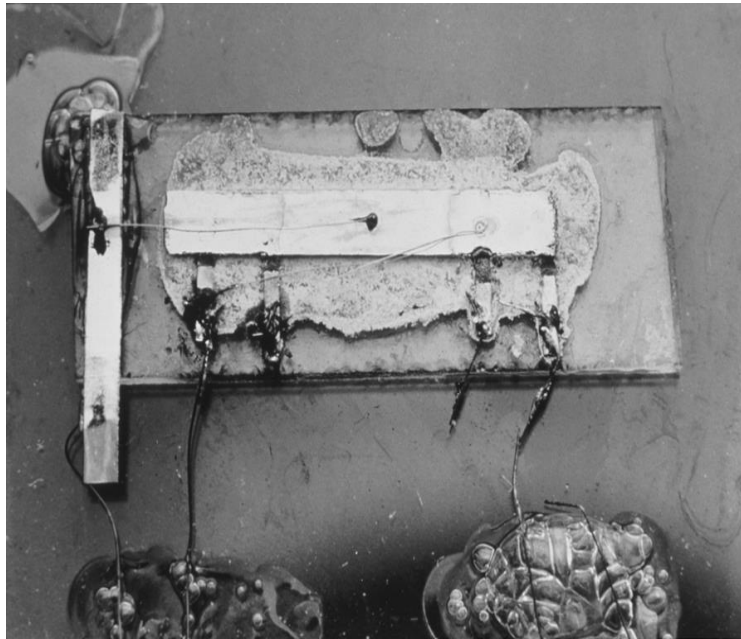
---



- **1947: Εφεύρεση transistor**
- **Bell Labs**
- **J.Bardeen, W.Brattain, W.Shockley  
(Nobel Prize 1956)**

# Ιστορική αναδρομή

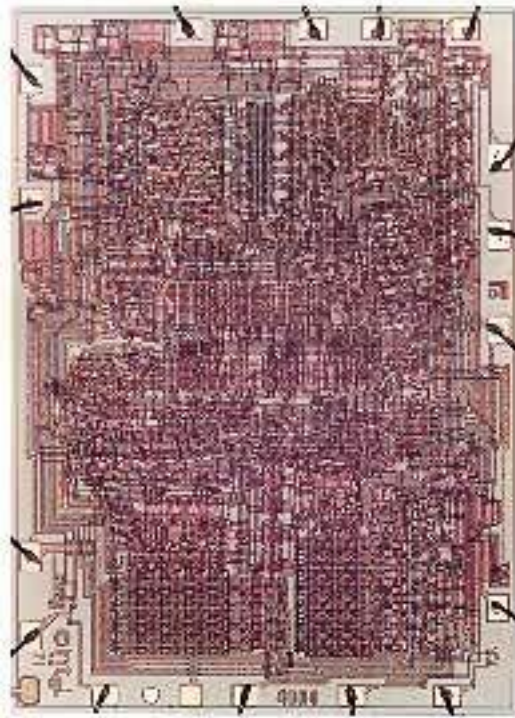
---



- **1958: Εφεύρεση ολοκληρωμένου κυκλώματος**
- **Texas Instruments**
- **Jack Kilby**  
**(Nobel Prize 2000)**

# Ιστορική αναδρομή

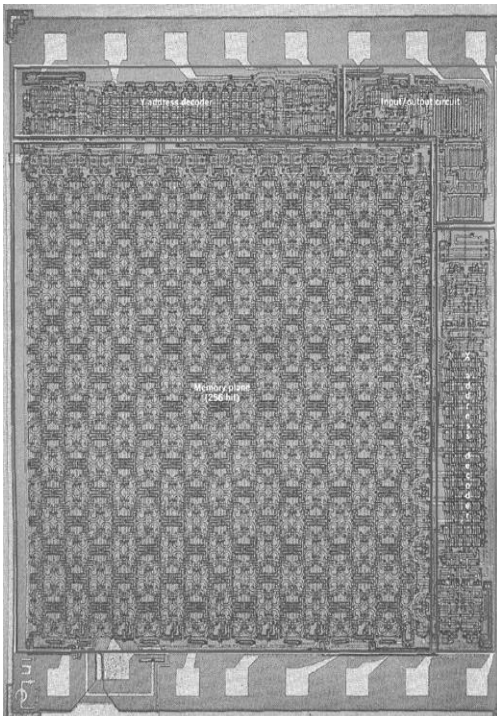
---



- 1971: Πρώτος επεξεργαστής (Intel 4004)
- 4-bit εύρος λέξης
- 2300 transistor
- 10 $\mu$ m τεχνολογία (ελάχιστο χαρακτηριστικό μέγεθος)
- 400KHz συχνότητα λειτουργίας

# Ιστορική αναδρομή

---

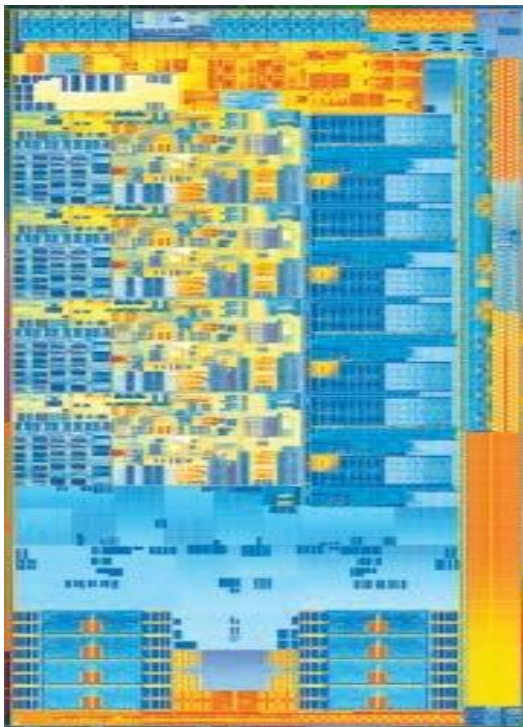


- **1971: Πρώτο ολοκληρωμένο κύκλωμα μνήμης (Intel 1101)**
- **256-bit μέγεθος**



# Ιστορική αναδρομή

---

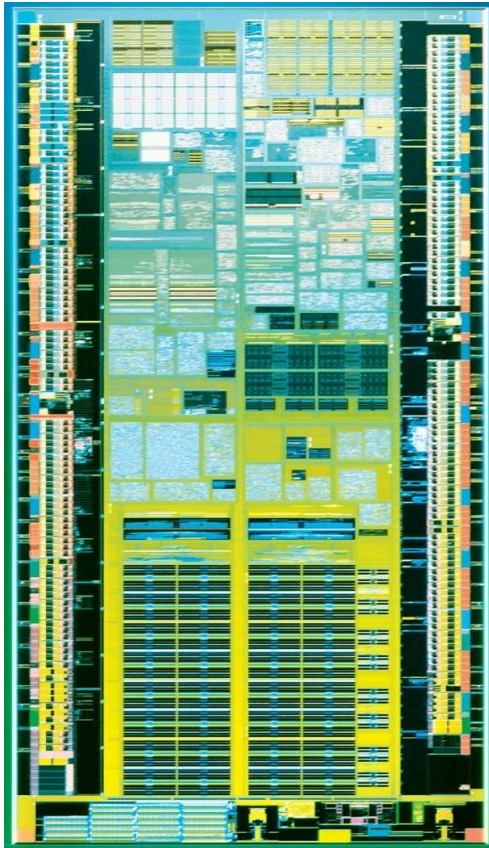


- Σήμερα: Intel Core-i7
- 64-bit εύρος λέξης
- 4 πυρήνες
- 8MB L-3 cache
- 2,300,000,000 transistor
- 22nm τεχνολογία
- 3.33GHz συχνότητα
- 130W ισχύς

(...και έπεται συνέχεια)

# Ιστορική αναδρομή

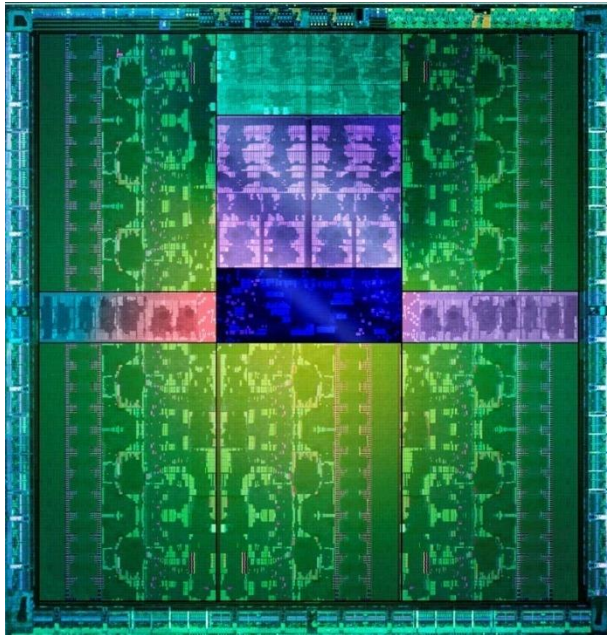
---



- Σήμερα: Intel Atom
- 64-bit εύρος λέξης
- 512KB L-2 cache
- 47,000,000 transistor
- 32nm τεχνολογία
- 0.8-1.8GHz συχνότητα
- 1.4-13W ισχύς

# Ιστορική αναδρομή

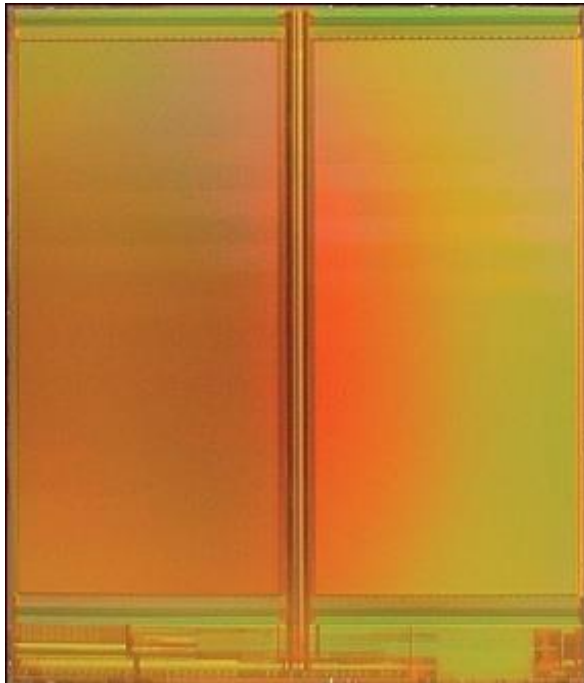
---



- Σήμερα: nVidia Kepler GPU
- 192 πυρήνες
- 7,100,000,000 transistor
- 28nm τεχνολογία

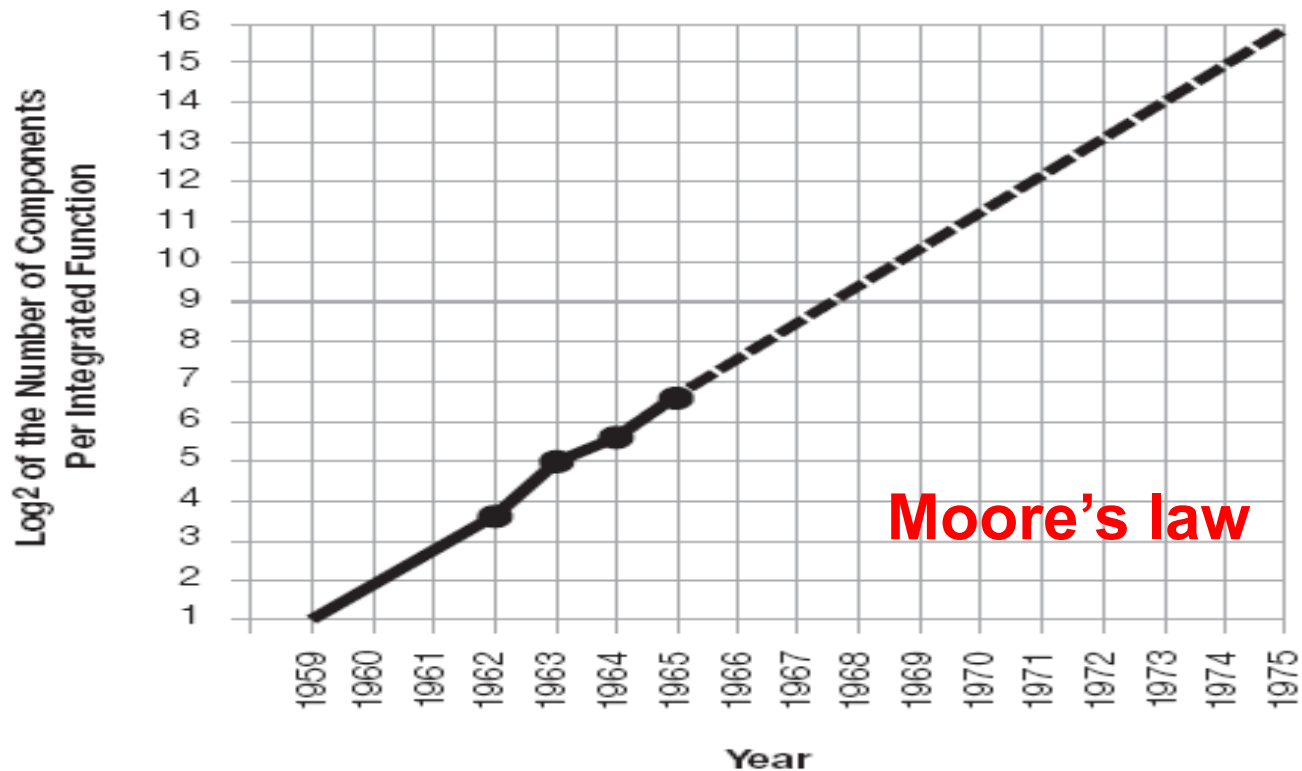
# Ιστορική αναδρομή

---



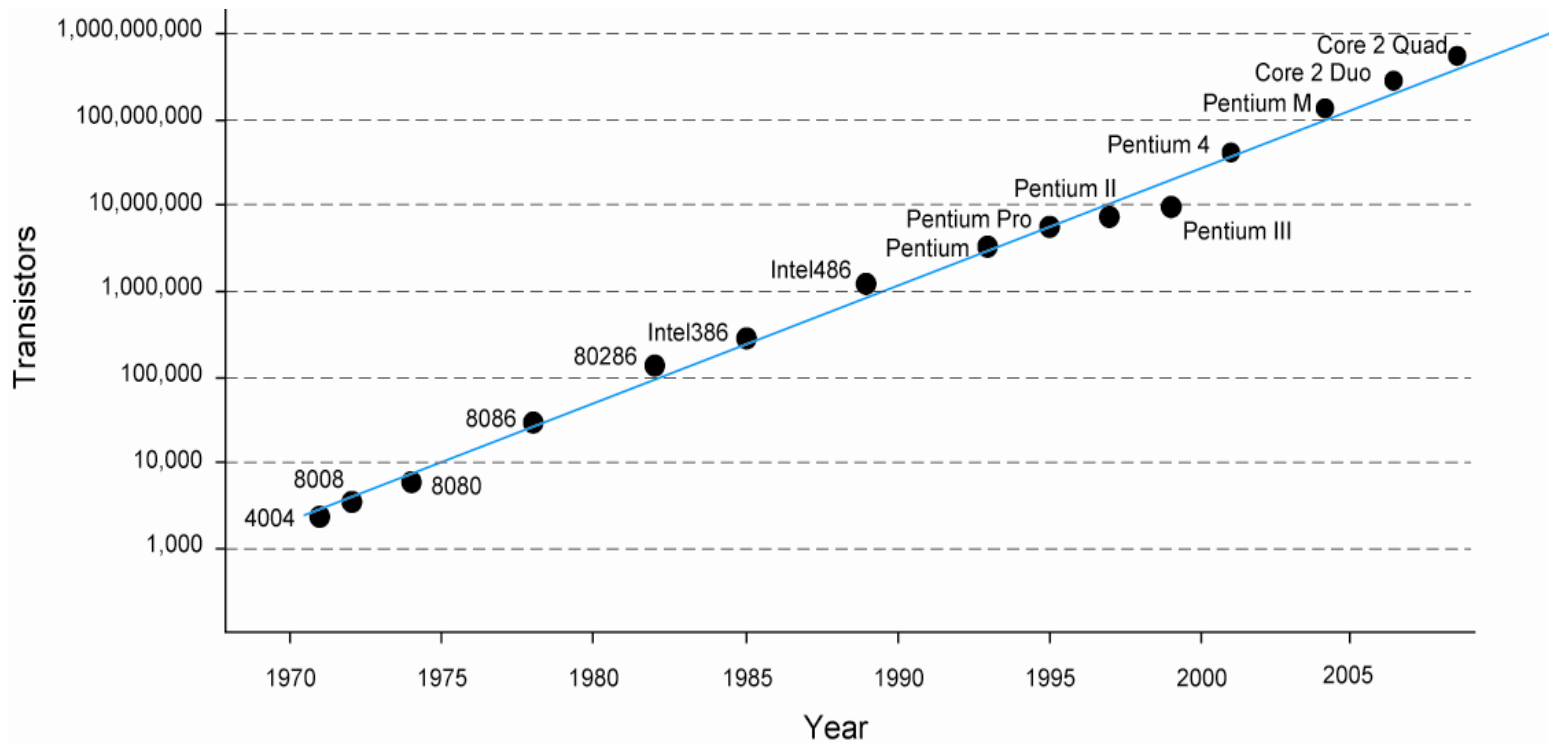
- Σήμερα: 64-Gbit μνήμη flash
- >16,000,000,000 transistor

# Τεχνολογική πρόοδος



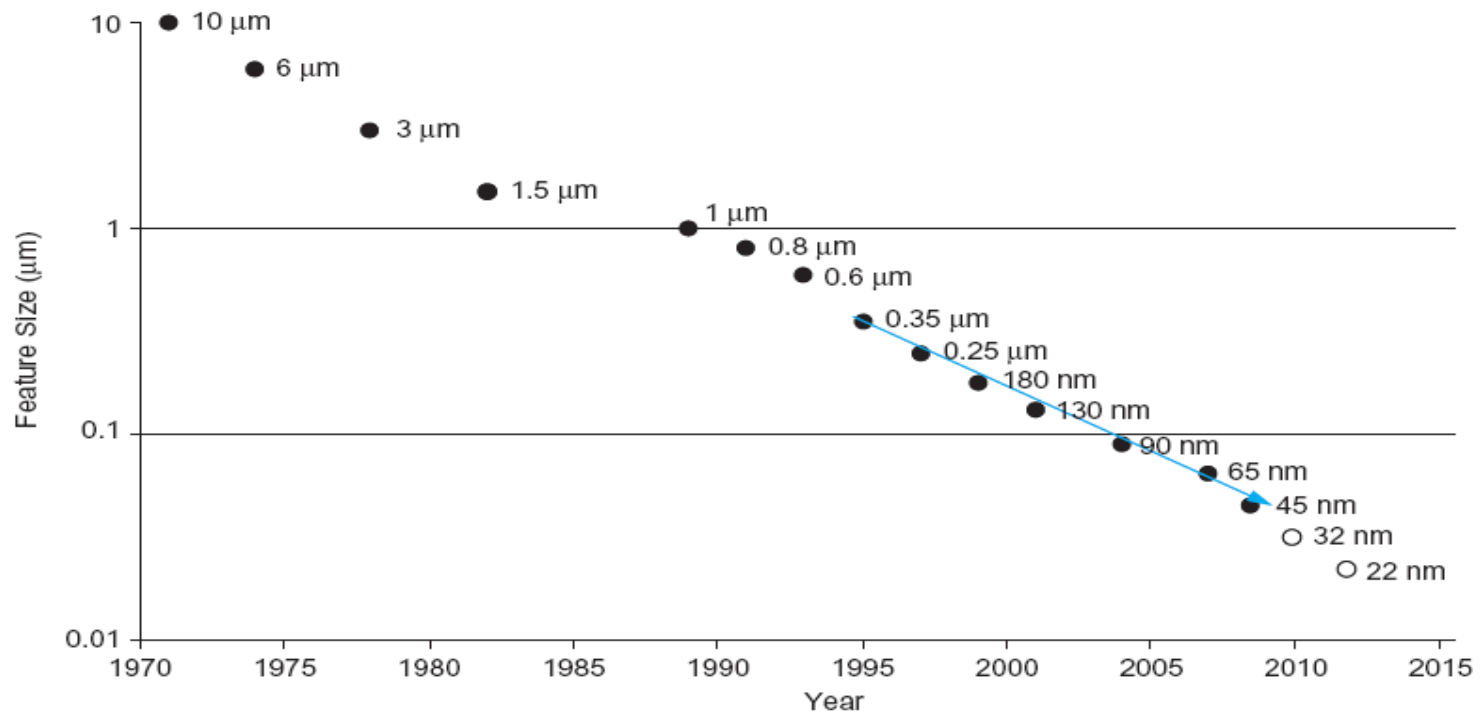
2X transistor κάθε 2-3 έτη

# Τεχνολογική πρόοδος



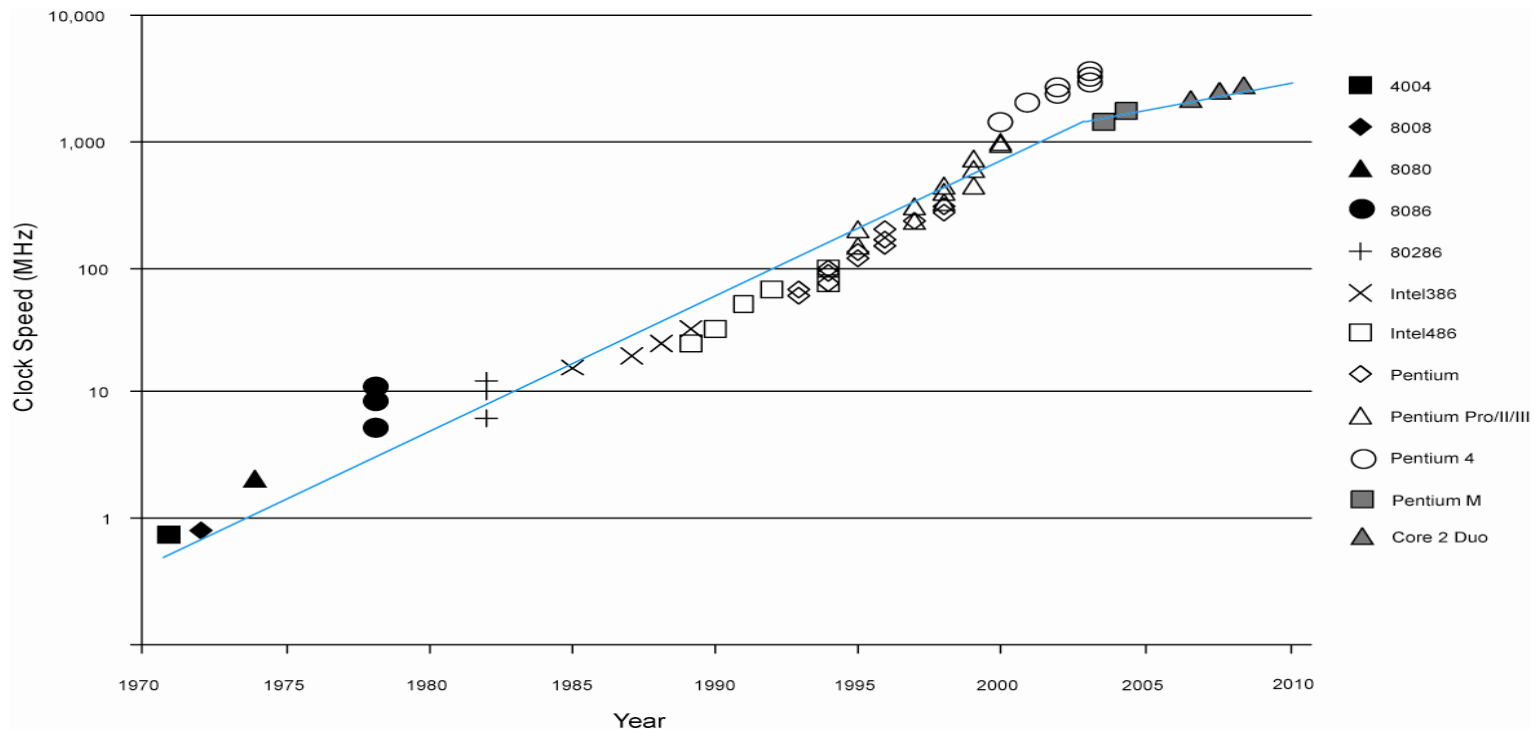
**2X transistor κάθε 2-3 έτη**

# Τεχνολογική πρόοδος



**$\sim 0.7X (=X/\sqrt{2})$  σμίκρυνση χαρακτ. μεγέθους κάθε 2-3 έτη**

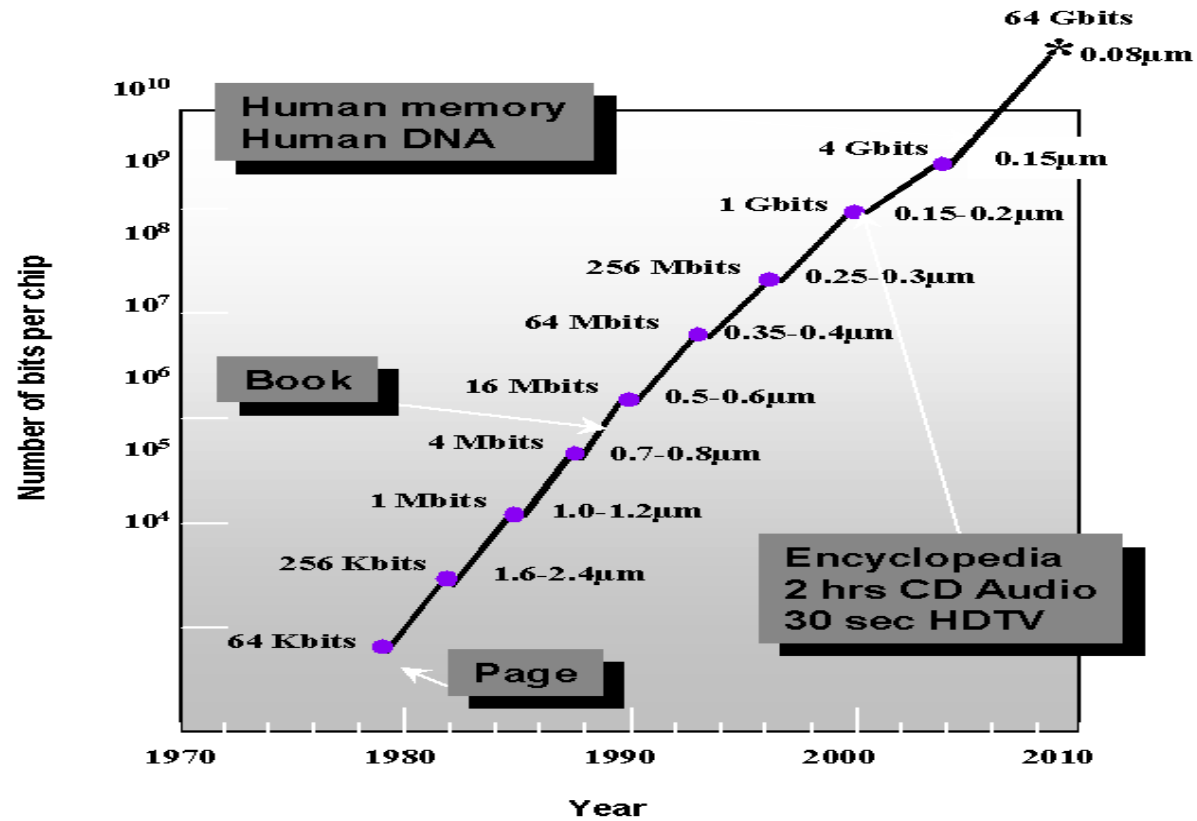
# Τεχνολογική πρόοδος



**2X συχνότητα κάθε 2-3 έτη (μέχρι το 2004)**



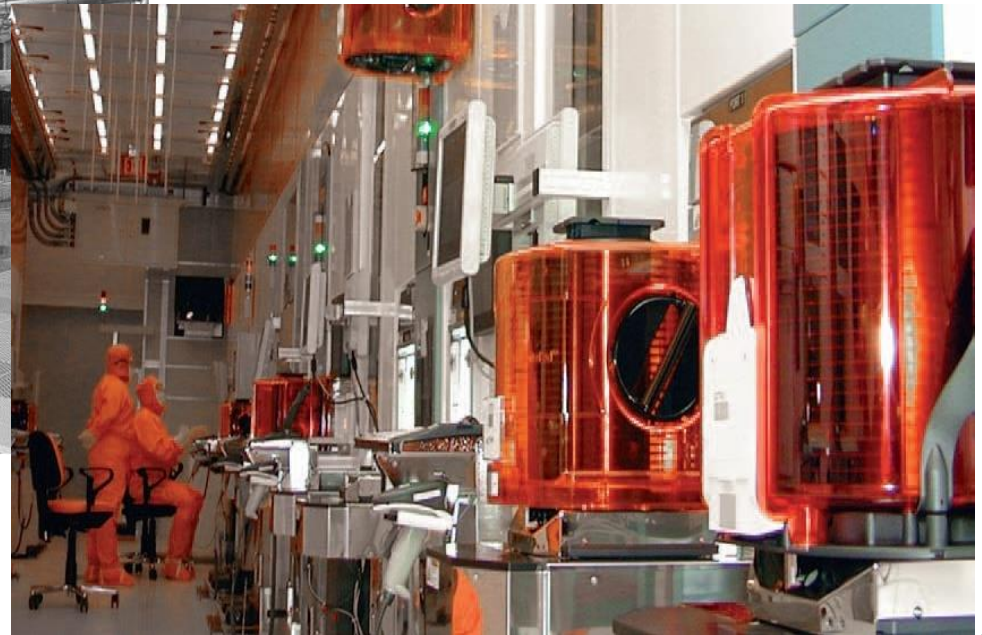
# Τεχνολογική πρόοδος



2X χωρητικότητα μνήμης κάθε 2-3 έτη

# Κατασκευή των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (ICs)

---



# Κατασκευή των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (ICs)

---

- **Κυριότερα εργοστάσια κατασκευής (foundries):**
  - **Intel**  
(κατασκευάζει μόνο δικά της ICs)
  - **IBM**  
(κατασκευάζει δικά της ICs, αλλά και για λογαριασμό τρίτων)
  - **Samsung**  
(κατασκευάζει δικά της ICs, αλλά και για λογαριασμό τρίτων)
  - **TSMC** (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company)  
(κατασκευάζει μόνο για λογαριασμό τρίτων, με κυριότερες τις Apple, nVidia, Qualcomm, Broadcom)
  - **Global Foundries**  
(κατασκευάζει μόνο για λογαριασμό τρίτων, κυρίως για την AMD/ATi)

# Κατασκευή των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (ICs)

---

<http://newsroom.intel.com/docs/DOC-2476>