



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχ. & Μηχ. Υπολογιστών

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ

Ομάδα Σχεδίασης Μικροηλεκτρονικών Κυκλωμάτων



Σχεδίαση Αναλογικών
και Μικτών Αναλογικών-Ψηφιακών
Μικροηλεκτρονικών Κυκλωμάτων

Ι. Παπανάνος

Καθ. ΕΜΠ, Δ/ντης Εργ. Ηλεκτρονικής

<http://www.elab.ntua.gr>



Τομείς Έρευνας

- Σχεδίαση αναλογικών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων για
 - ◆ Τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές (RF) : κυκλώματα πομποδοκτών για εφαρμογές όπως WLAN, UWB, TETRA κλπ
 - ◆ Αναλογική επεξεργασία σήματος : φίλτρα, ενισχυτικές βαθμίδες κλπ
- Μοντελοποίηση συμπεριφοράς μικροηλεκτρονικών στοιχείων
 - ◆ Ολοκληρωμένα παθητικά στοιχεία με έμφαση στα ολοκληρωμένα πηνία και τη μελέτη της μαγνητικής αλληλεπίδρασης σε υπόστρωμα πυριτίου
 - ◆ Μοντελοποίηση του MOS τρανζίστορ με έμφαση τη συμπεριφορά του στοιχείου σε πολύ υψηλές συχνότητες και πολύ μικρές γεωμετρίες (65 nm και 45 nm)
 - ◆ Μοντελοποίηση συμπεριφοράς μικροκυματικών στοιχείων για εφαρμογές > 10 GHz σε υπόστρωμα πυριτίου



Υποδομή Εργαστηρίου

- Το Εργαστήριο Ηλεκτρονικής ΕΜΠ υποστηρίζει πλήρως την ανάπτυξη, σχεδίαση, υλοποίηση και πειραματική επιβεβαίωση της συμπεριφοράς ολοκληρωμένων κυκλωμάτων:
 - ♦ Διαθέτει το απαραίτητο λογισμικό EDA για τη σχεδίαση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων. Το λογισμικό χρησιμοποιείται τόσο για εκπαιδευτικούς σκοπούς (μαθήματα, εκπόνηση διπλωματικών εργασιών) όσο και για ερευνητικούς σκοπούς (εκπόνηση διδακτορικών διατριβών, εκτέλεση ερευνητικών και αναπτυξιακών προγραμμάτων)
 - ♦ Διαθέτει πρόσβαση σε μια σειρά τεχνολογίες για την κατασκευή των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων είτε μέσω φορέων όπως το Europractice και το CMP στην Ευρώπη και το MOSIS στις ΗΠΑ είτε μέσω άμεσης συνεργασίας με silicon foundries (π.χ. IBM Microelectronics) με πρόσβαση στις πλέον σύγχρονες CMOS τεχνολογίες (65 nm και μικρότερες)
 - ♦ Διαθέτει την απαραίτητη εργαστηριακή υποδομή για την πειραματική αξιολόγηση των κατασκευασμένων μικροηλεκτρονικών κυκλωμάτων και διατάξεων. Η υποδομή του Εργαστηρίου Ηλεκτρονικής επιτρέπει τον πλήρη χαρακτηρισμό κυκλωμάτων και διατάξεων μέχρι τη συχνότητα των 25 GHz.



Εξοπλισμός

- **Λογισμικό EDA**
 - ♦ **Εργαλεία σχεδίασης ολοκληρωμένων κυκλωμάτων:**
 - Cadence Design Framework**
 - Mentor Graphics**
 - ♦ **Εργαλεία EM προσομοίωσης**
 - Ansoft HFSS**
 - Agilent Momentum**
 - ♦ **Εργαλεία μοντελοποίησης και μετρήσεων ημιαγώγιμων στοιχείων**
 - Agilent ICCAP**
- **Όργανα Μετρήσεων - από DC έως μικροκύματα**
 - ♦ **probe station DC έως 40 GHz (Karl Suss)**
 - ♦ **θάλαμος ελεγχόμενου κλίματος (Thermotron)**
 - ♦ **semiconductor component test system (HP 4061A, Agilent 4155B)**
 - ♦ **αναλυτές δικτύων (HP 8753D, Agilent E5071B), αναλυτές φάσματος**
 - ♦ **μετρητής δείκτη θορύβου**
 - ♦ **παλμογράφοι, γεννήτριες σήματος, λογικός αναλυτής**
 - ♦ **Αναλυτής διαμόρφωσης ψηφιακών σημάτων**
 - ♦ **Γεννήτριες σύνθετων σημάτων**



Οδικός Χάρτης Τεχνολογίας

- Διαρκής στοχευμένη δράση στην ανάπτυξη εφαρμογών με κριτήρια την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης και τον περιορισμό του εμβαδού των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων. Ενδεικτικά:
- **2003 – 2006** : Ανάπτυξη Ο.Κ. τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών μέχρι τα 5 GHz σε τεχνολογίες **0.12 – 0.13 μm CMOS** και τάση τροφοδοσίας 1.2 V
- **2007** : Ανάπτυξη Ο.Κ. τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών μέχρι τα 5 GHz σε τεχνολογίες **90 nm CMOS** και τάση τροφοδοσίας < 1 V
- **2008** : Ανάπτυξη Ο.Κ. ευρυζωνικών τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών > 10 GHz σε τεχνολογίες **65 nm CMOS** και τάση τροφοδοσίας < 1 V
- **2009** : Ανάπτυξη ολοκληρωμένων κυκλωμάτων με χρήση μικροκυματικών διατάξεων σε υπόστρωμα πυριτίου για εφαρμογές μέχρι τα 77 GHz και σε τεχνολογία **45 nm CMOS**



Ερευνητικά Προγράμματα / Συνεργασίες

- Πολυετής εμπειρία στην εκτέλεση ερευνητικών και αναπτυξιακών προγραμμάτων χρηματοδοτούμενων από δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς:
 - ◆ Ευρωπαϊκή Ένωση
 - ◆ ΓΓΕΤ, ΥΠΕΠΘ
 - ◆ Εταιρείες από Ευρώπη, ΗΠΑ και Ιαπωνία (π.χ. ST Microelectronics, Toshiba, Mietec Alcatel, SRT, CML, AMS κλπ)
- Αξιοποίηση αποτελεσμάτων έρευνας μέσω
 - ◆ Διάθεσης προϊόντων λογισμικού EDA που αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο
 - ◆ Αξιοποίησης IP με την προσέλκυση νέων ερευνητικών και αναπτυξιακών έργων