



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών

# Σχεδίαση Μεικτών VLSI Κυκλωμάτων

Ενότητα 1: Εισαγωγή στην Αναλογική Σχεδίαση

Αγγελική Αραπογιάννη

Σχολή Θετικών Επιστημών

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

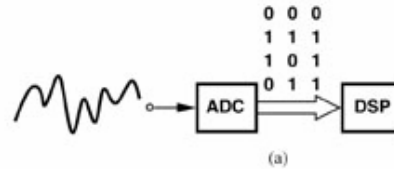
# Προτεινόμενα βιβλία

| Τίτλος  | Συγγραφέας                            | Εκδότης                 |
|---|---------------------------------------|-------------------------|
| Design of Analog CMOS Integrated Circuits                                 | Behzad Razavi                         | McGraw Hill             |
| CMOS Analog Circuit Design 2 <sup>nd</sup> edition                        | P.E. Allen, D.R. Holberg              | Oxford University Press |
| Analysis and Design of Analog Integrated Circuits 4 <sup>th</sup> edition | P.Gray, R. Hurst, St. Lewis, R. Mayer | Wiley and Sons Inc.     |
| CMOS Circuit Design, Layout and Simulation                                | R. Baker, H. Li, D. Boyce             | IEEE Press              |

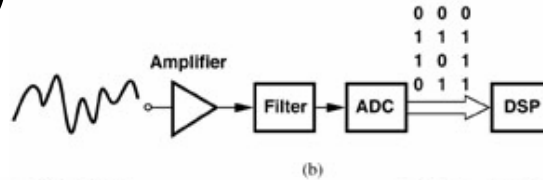


# Εισαγωγή στην αναλογική σχεδίαση

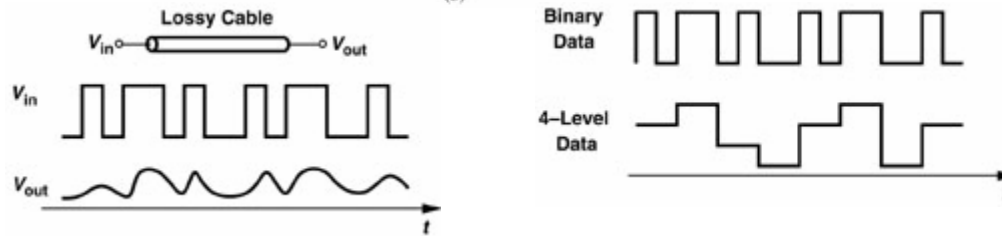
Γιατί Αναλογικά;



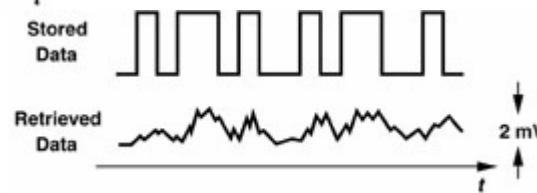
Επεξεργασία Φυσικών σημάτων.



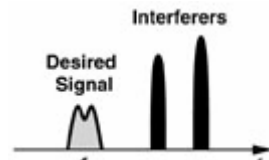
Ψηφιακές επικοινωνίες.



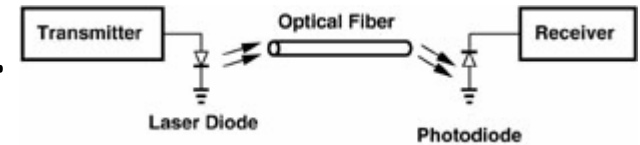
Ηλεκτρονικά Οδήγησης Δίσκων



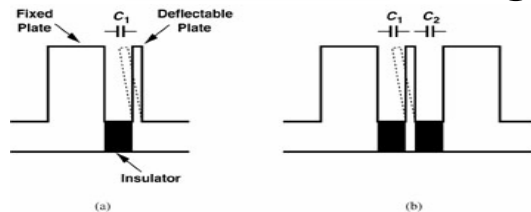
Ασύρματοι Δέκτες.



Οπτικοί Δέκτες.



Αισθητήρες.



Μικροεπεξεργαστές και Μνήμες.



# What is analog IC Design?

Analog IC design is the successful implementation of analog circuits and systems using integrated circuit technology.

## Unique Features of Analog IC Design

- Geometry is an important part of the design. Electrical Design -> Physical Design -> Test Design
- Usually implemented in a mixed analog-digital circuit
- Analog is 20% and digital 80% of the chip area
- Analog requires 80% of the design time
- Analog is designed at the circuit level
- Passes for success: 2-3 for analog, 1 for digital

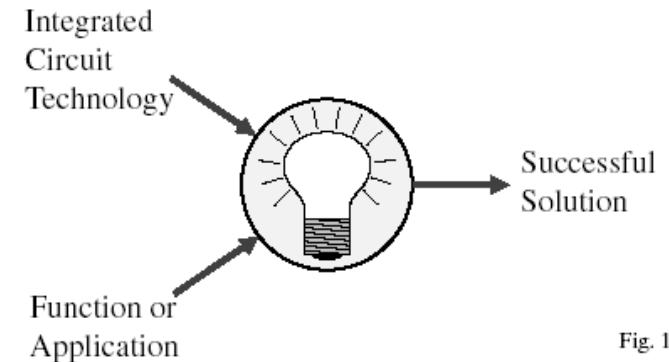
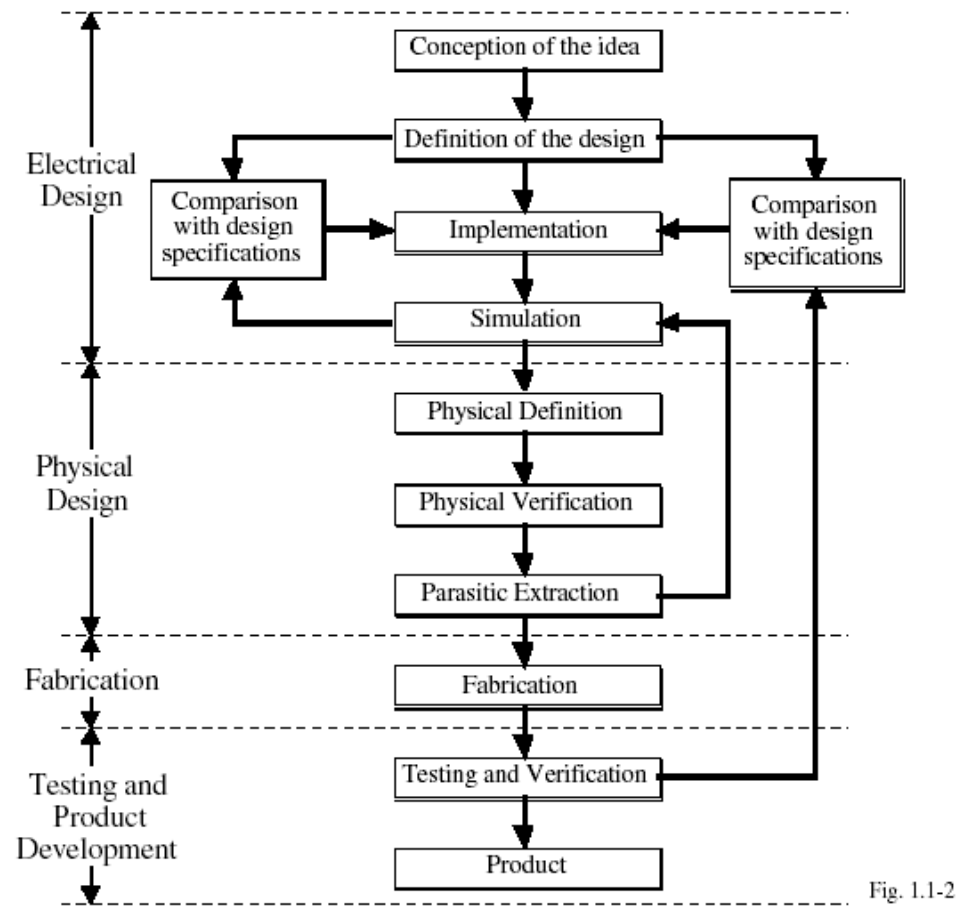


Fig. 1-1

# The analog IC Design Flow



# Comparison of analog digital circuits

| <b>Analog Circuits</b>  | <b>Digital Circuits</b>   |
|---|---|
| Signals are continuous in amplitude and can be continuous or discrete in time | Signal are discontinuous in amplitude and time – binary signals have two amplitude states |
| Designed at the circuit level   | Designed at the systems level   |
| Components must have a continuum of values                                    | Component have fixed values   |
| Customized  | Standard  |
| CAD tools are difficult to apply  | CAD tools have been extremely successful  |
| Requires precision modeling   | Timing models only  |
| Performance optimized   | Programmable by software  |
| Irregular block   | Regular blocks  |
| Difficult to route automatically  | Easy to route automatically   |
| Dynamic range limited by power supplies and noise (and linearity)             | Dynamic range unlimited   |



# Skills Required for Analog IC Design

- In general, analog circuits are more complex than digital
- Requires an ability to grasp multiple concepts simultaneously
- Must be able to make appropriate simplifications and assumptions
- Requires a good grasp of both modeling and technology
- Have a wide range of skills-breadth (along only is rare)
- Be able to learn from failure
- Be able to use simulation correctly

Simulation “truths”:

- (Usage of a simulator) x (Common sense) = Constant
- Simulators are only as good as the models and the knowledge of those models by the designer
- Simulators are only good if you already know the answer



# Trends in CMOS Technology (1 από 2)

- Moore's law: The minimum feature size tends to decrease by a factor of  $1/\sqrt{2}$  every three years
- Semiconductor Industry Association roadmap for CMOS

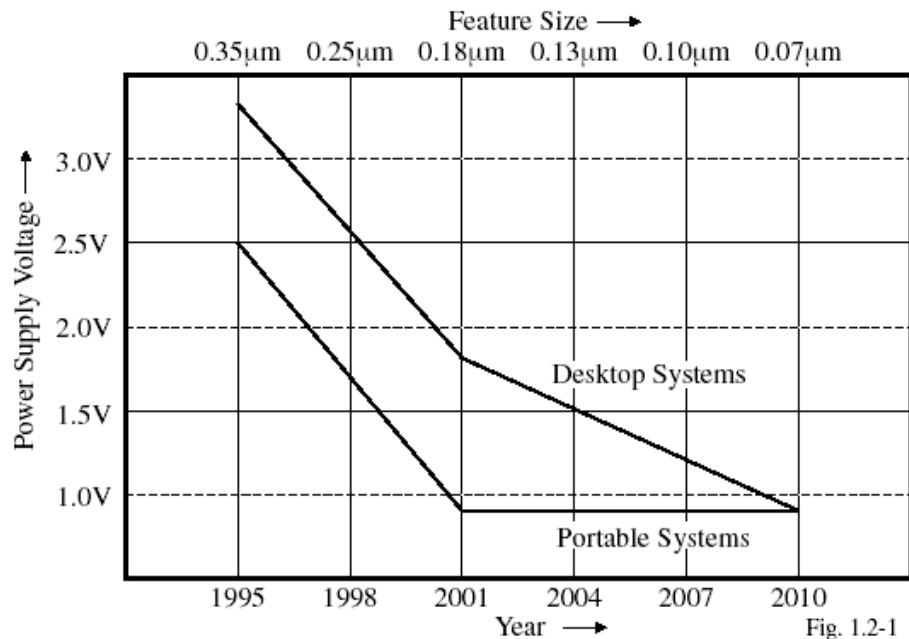


Fig. 1.2-1



# Trends in CMOS Technology (2 από 2)

## Trends in CMOS Technology - Continued

Threshold voltages and power supply:

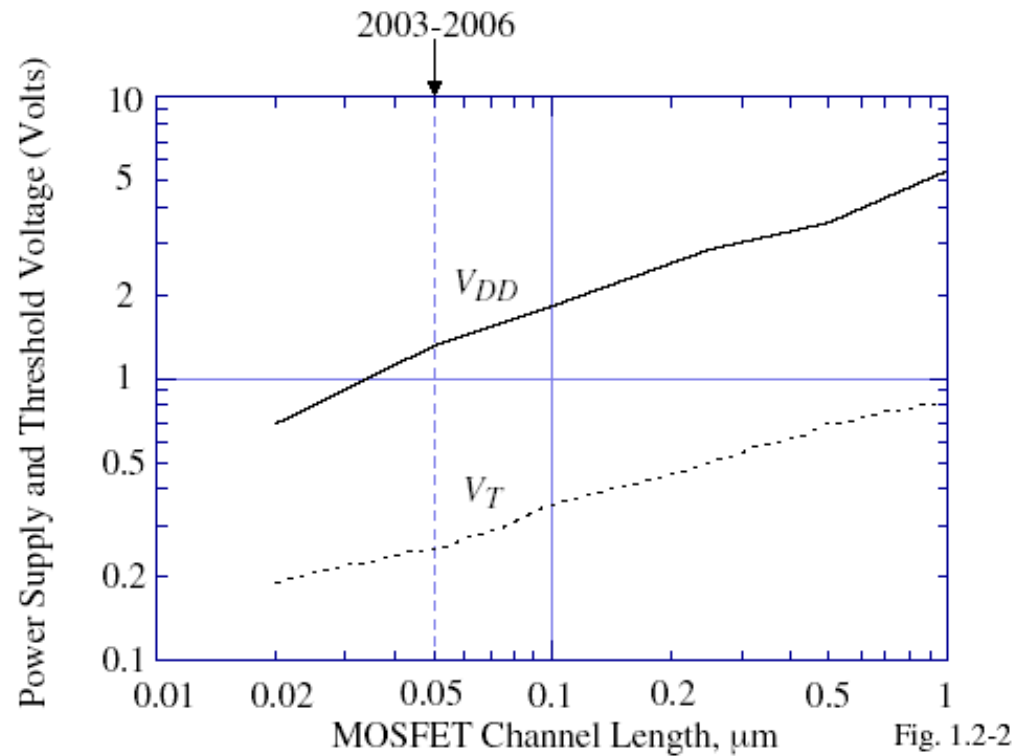


Fig. 1.2-2

# Trends in IC Technology

## Trends in IC Technology

Technology Speed Figure of Merit vs. Time:

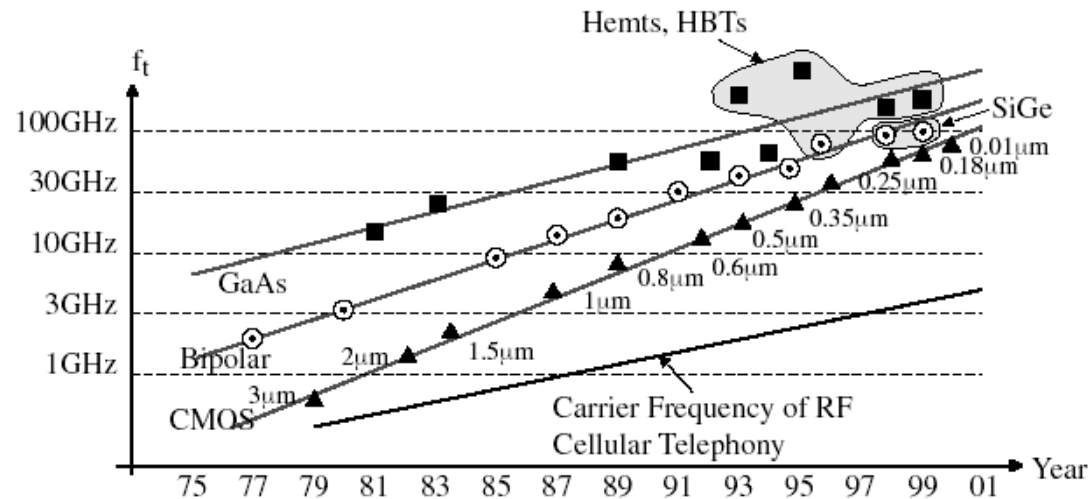


Fig. 1.2-3A

Estimated Frequency Performance based on Scaling:

| Technology  | $f_t$ | $f_{max}$  |
|-------------|-------|------------|
| 0.35 micron | 25GHz | 40GHz      |
| 0.25 micron | 40GHz | ≈60-70GHz  |
| 0.18 micron | 60GHz | ≈90-100GHz |



# Analog IC Design has reached Maturity

There are established fields of application:

- Digital-analog and analog-digital conversion
- Disk drive controllers
- Modems – filters
- Bandgap reference
- DC-DC conversion
- Buffers
- Codecs

Existing philosophy regarding analog circuits: “If it can be done economically by digital, don’t use analog.”

Consequently: Analog finds applications where speed, area, or power have advantages over a digital approach.



# Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Αραπογιάννη Αγγελική 2015. «Σχεδίαση Μεικτών VLSI Κυκλωμάτων. Εισαγωγή στην αναλογική σχεδίαση.». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/DI101/>.





# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Οι εικόνες που χρησιμοποιούνται καθώς και το κείμενο των διαφανειών 4-11 είναι από το βιβλίο:

Behzad Razavi. 2000. *Design of Analog CMOS Integrated Circuits* (1 ed.). McGraw-Hill, Inc., New York, NY, USA ©2000 .

