



Ελληνική Δημοκρατία  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό  
Ίδρυμα Ηπείρου

# Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος

Ενότητα 1 : Εισαγωγή

Κωνσταντίνος Αγγέλης



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



## Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε. Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος Ενότητα 1: Εισαγωγή

Κωνσταντίνος Αγγέλης  
Καθηγητής  
Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





# Σκοποί ενότητας

- Εισαγωγή στην έννοια της ψηφιακής επεξεργασίας σημάτων.
- Περιγραφή των συστημάτων που χρησιμοποιούν ψηφιακή επεξεργασία σήματος.

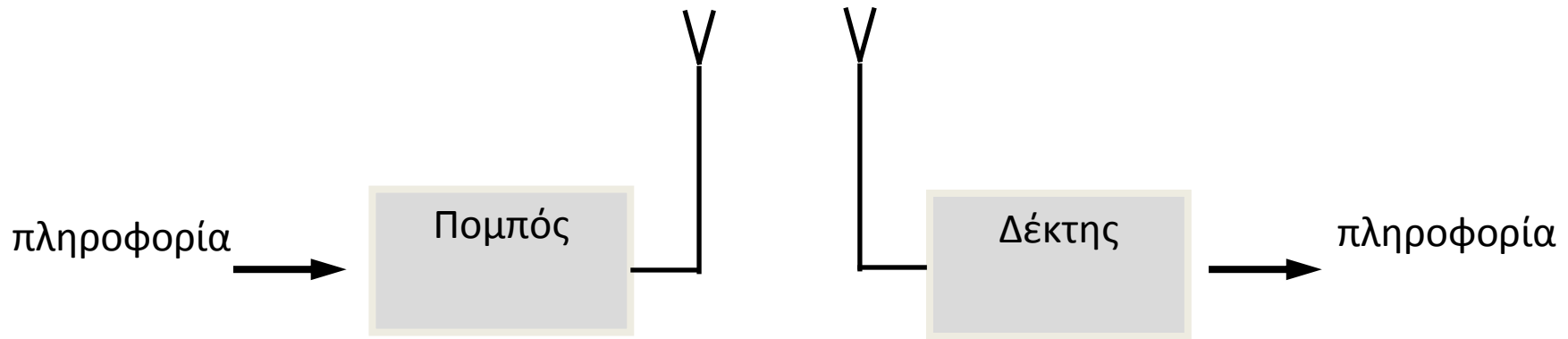


# Περιεχόμενα ενότητας

- Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα
- Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος
- Τυπικό Σύστημα DSP
- Multiply, Add and Accumulate (MAC) Instruction
- Αρχιτεκτονικές H/Y
- Ανάπτυξη Εφαρμογών σε DSP
- Πλεονεκτήματα των DSP



# Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα

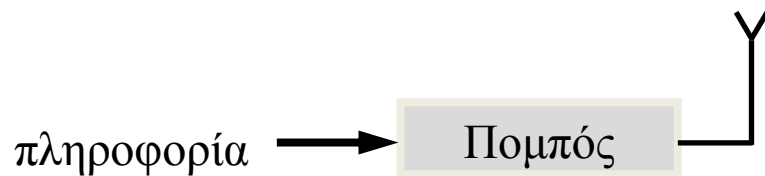


1. Μετάδοση – Λήψη Πληροφορίας (Φυσικό Επίπεδο)
2. Επεξεργασία Πληροφορίας – Σήματος



# Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα

- Μετάδοση Πληροφορίας (Πομπός)

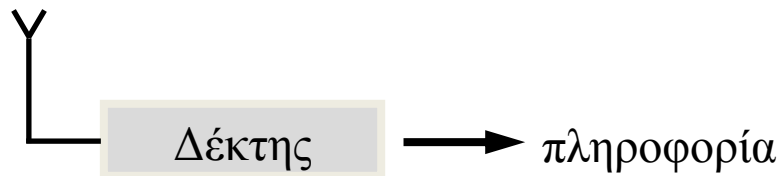


Διαμόρφωση,  
Φιλτράρισμα για  
αποφυγή ISI, κ.λ.π.



# Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα

## 2. Λήψη Πληροφορίας (Δέκτης)



Φιλτράρισμα,  
Διαχωρισμός  
πληροφορίας από  
θόρυβο,  
Τυχόν ενίσχυση,  
Διαχωρισμός τρόπων  
μετάδοσης,  
Αποδιαμόρφωση,  
κ.λ.π.





# Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος

- Η Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος (DSP) προτείνει τρόπους επεξεργασίας των σημάτων, οι οποίοι, όταν εφαρμοστούν στα διαθέσιμα σήματα, είναι σε θέση να απομονώσουν την επιθυμητή πληροφορία και να την παρουσιάσουν σε μορφή άμεσα αναγνωρίσιμη και χρησιμοποιήσιμη από τον τελικό αποδέκτη.



# Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος

Το DSP είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα που έχει σχεδιαστεί για υψηλής ταχύτητας επεξεργασία δεδομένων.

Χρησιμοποιείται σε:

- Τηλεπικοινωνίες
- SDR

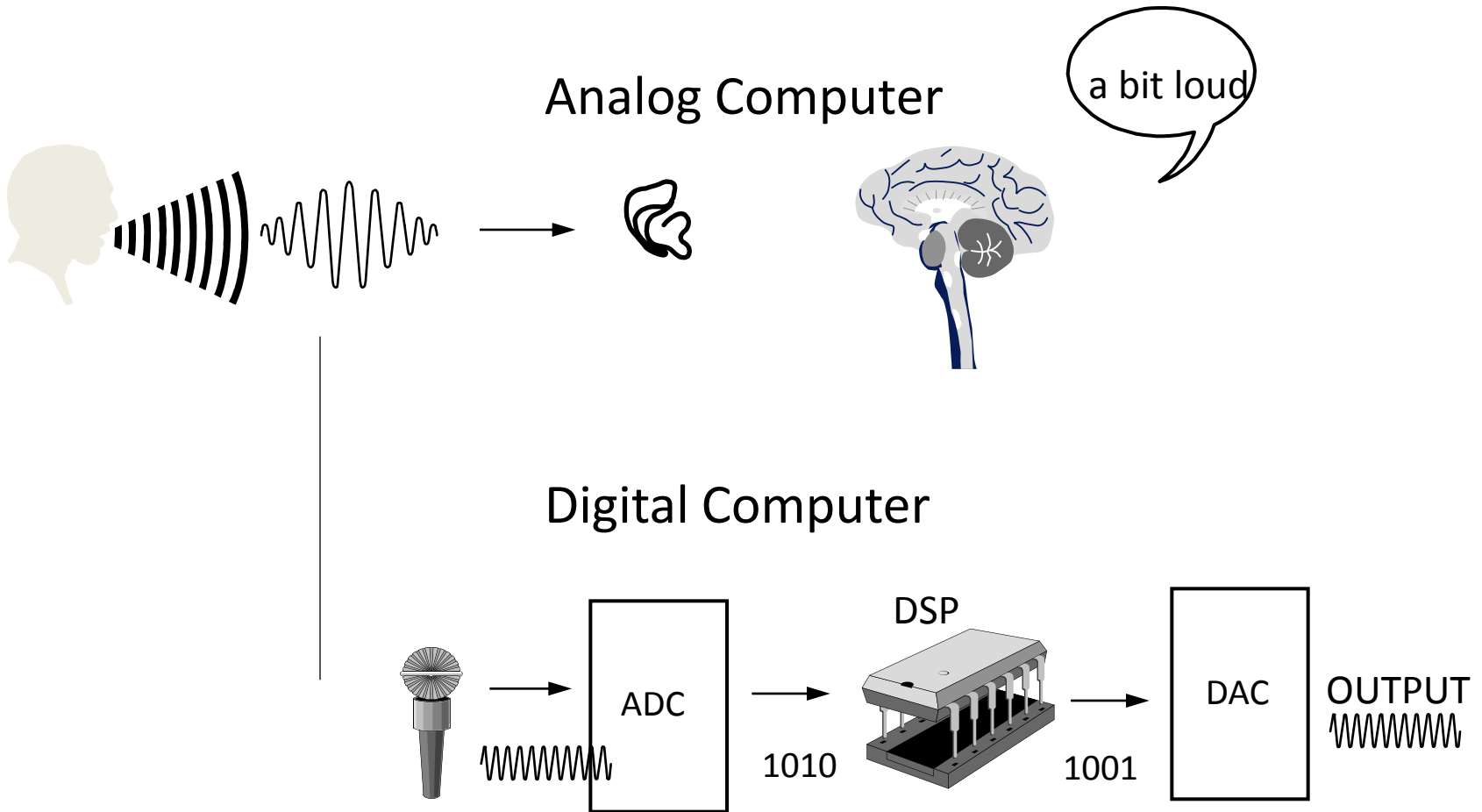


# Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος

- Smart Antenna Systems
- Επεξεργασία Ήχου, Εικόνας, Real Time Video
- Επεξεργασία ιατρικών δεδομένων
- Επεξεργασία δεδομένων επιστημονικών ή στρατιωτικών ραντάρ
- Εφαρμογές data-acquisition και data-control

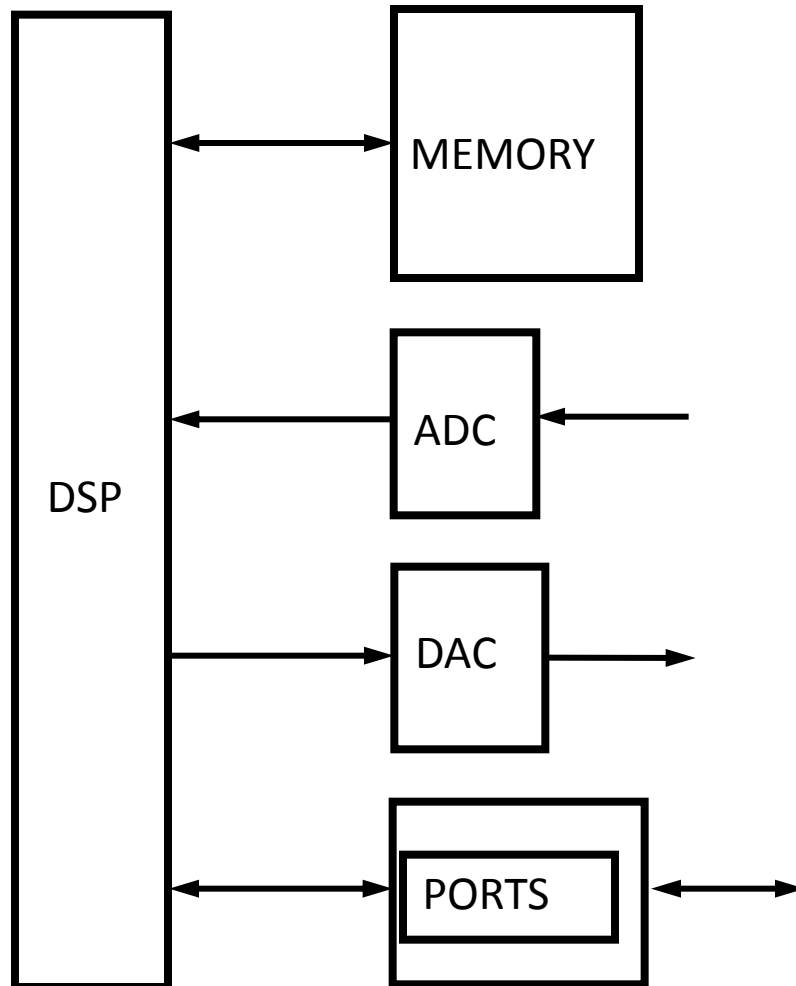


# Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος





# Τυπικό Σύστημα DSP



- **DSP Chip**
- **Memory**
- **Converters (Optional)**
  - **Analog to Digital (ADC)**
  - **Digital to Analog (DAC)**
- **Communication Ports**
  - **Serial**
  - **Parallel**



# Multiply, Add and Accumulate (MAC) Instruction

Add

$$1+2 = 3$$

$$\begin{array}{r} 0001 \\ + 0010 \\ \hline 0011 \end{array}$$





# Multiply, Add and Accumulate (MAC) Instruction

- Η Συχνότερη Λειτουργία σε DSP

$$A=B*C+D$$

$$E=F*G+A$$

⋮

Multiply, Add, and Accumulate. MAC  
Instruction

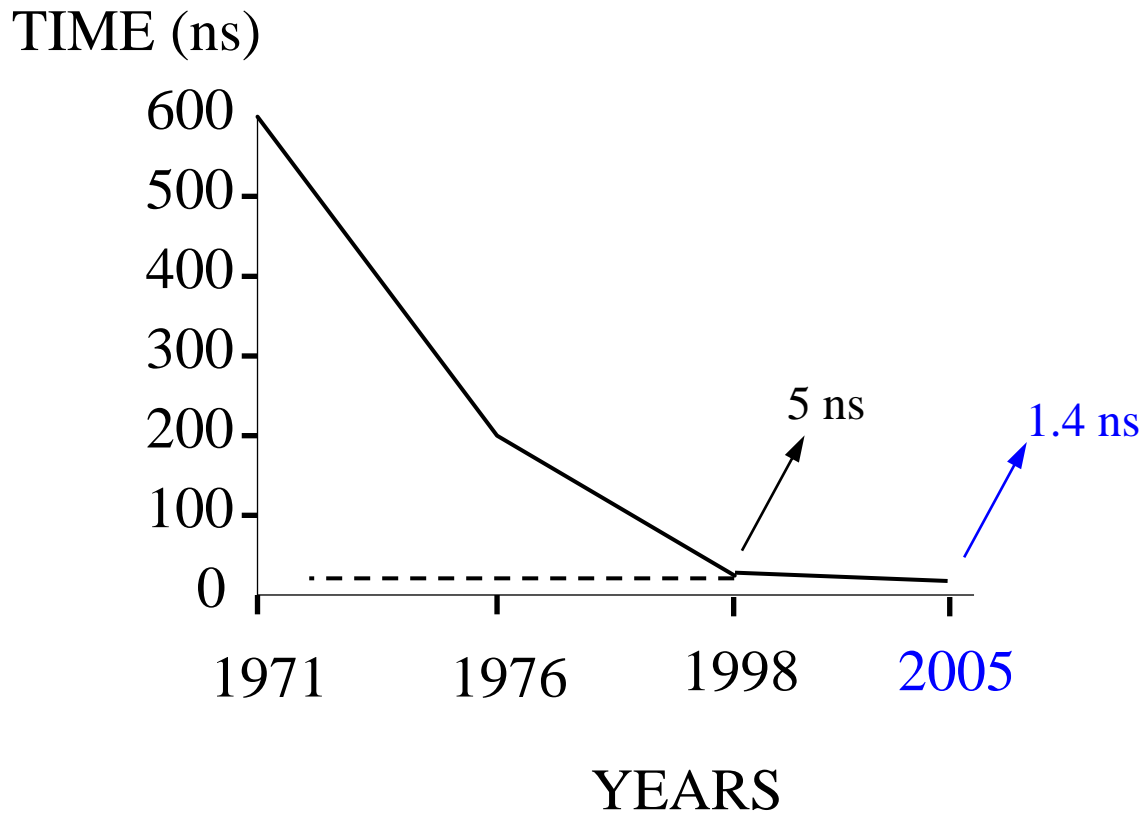
MAC Operation

- Typically 70 Clock Cycles With Ordinary Processors
- Typically 1 Clock Cycle With Digital Signal Processors





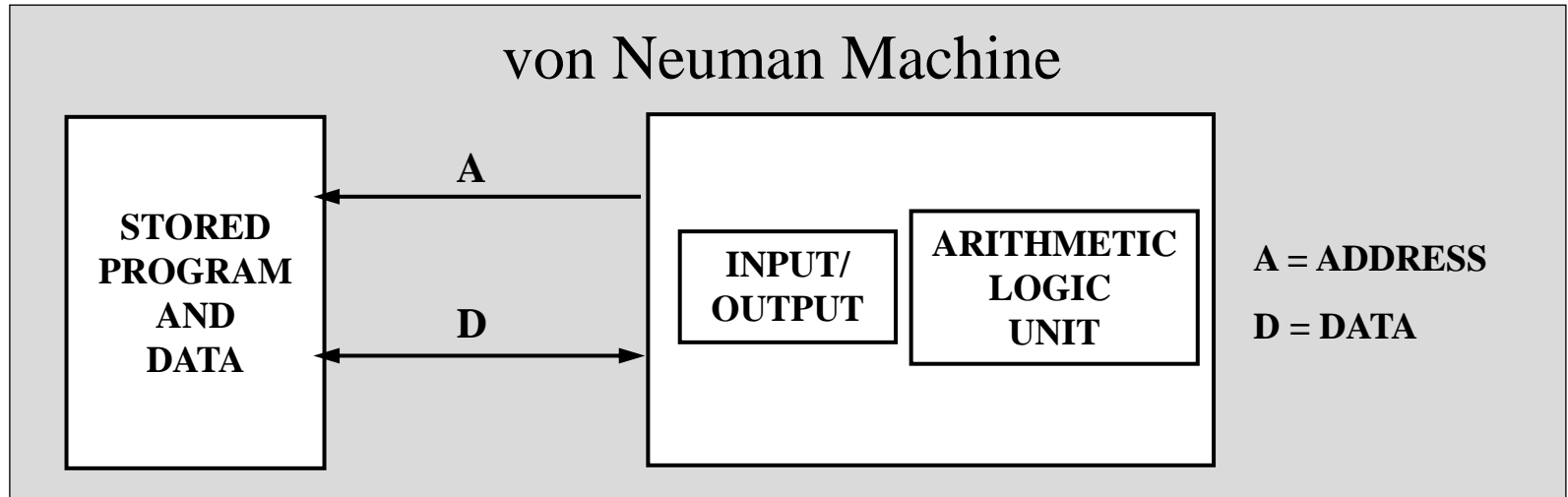
# Multiply, Add and Accumulate (MAC) Instruction



Απαιτούμενοι  
χρόνοι για την  
MAC

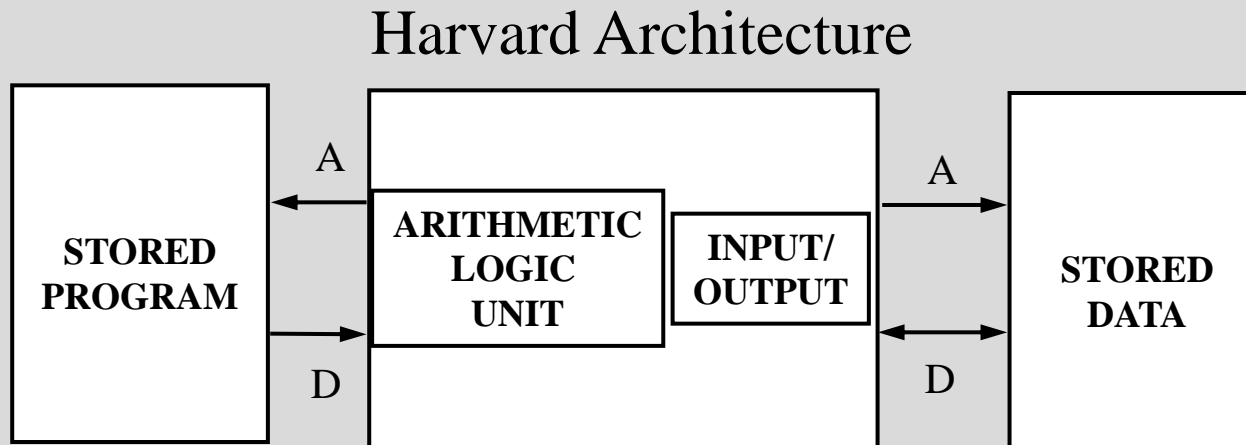


# Αρχιτεκτονικές Η/Υ





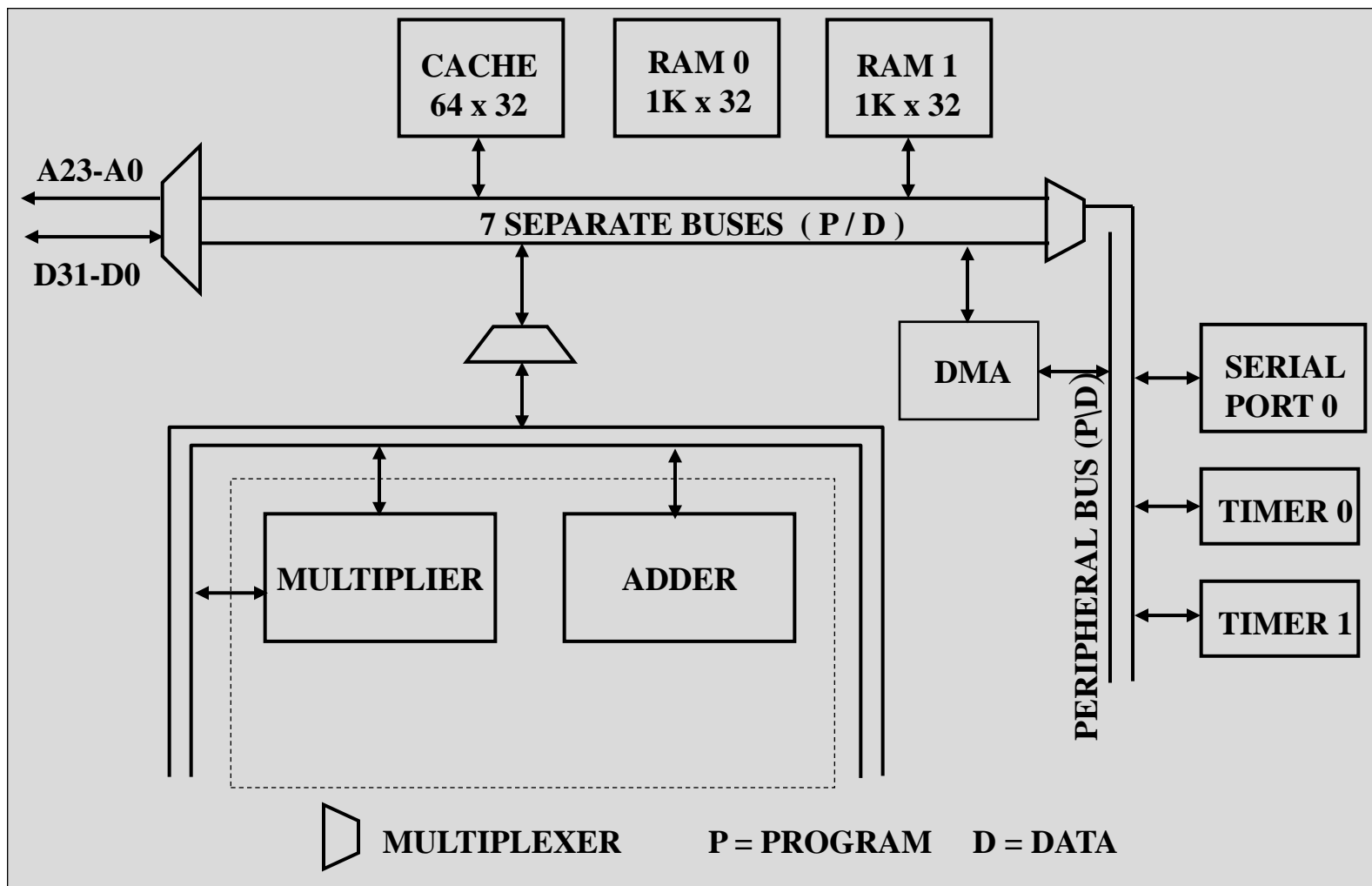
# Αρχιτεκτονικές Η/Υ



- DSPs typically use Harvard architecture

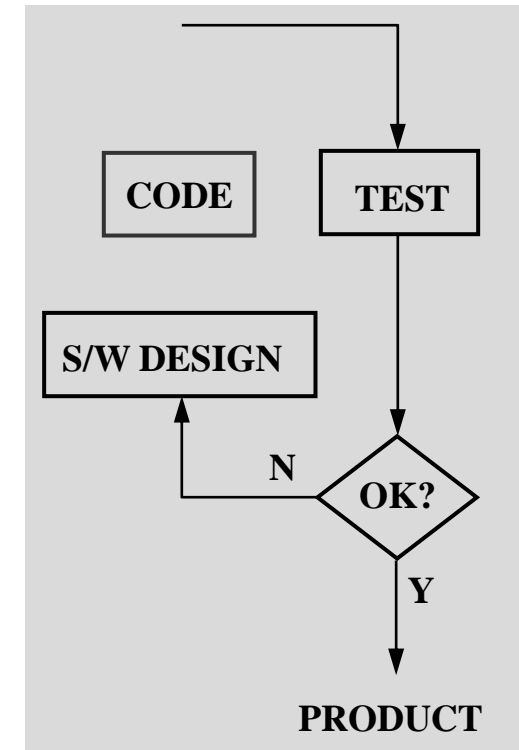
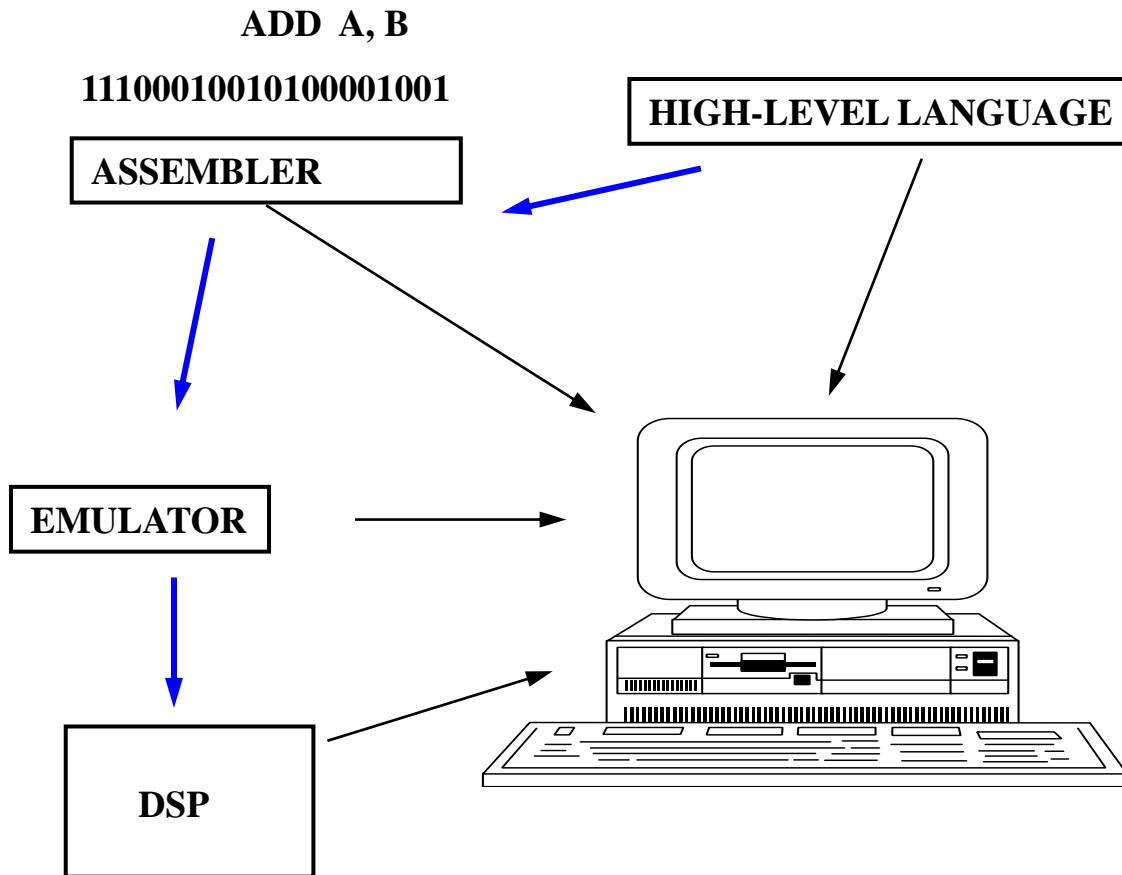


# Αρχιτεκτονικές Η/Υ



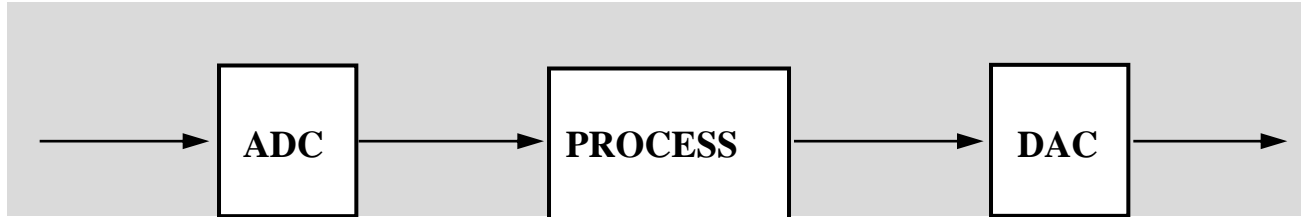


# Ανάπτυξη Εφαρμογών σε DSP





# Πλεονεκτήματα των DSP



- Δυνατότητα Προγραμματισμού (Programmability)
- Σταθερότητα (Stability)
- Επαναληψιμότητα (Repeatability)
- Απόδοση (Performance)
- Ειδικές Εφαρμογές (Special Applications)



# Πλεονεκτήματα των DSP

- Δυνατότητα Προγραμματισμού (Programmability)
  - Ένα Hardware = Πολλές Λειτουργίες



- Δυνατότητα Αναβάθμισης και Ευελιξία
  - Develop New Code → Upgrade
  - Analog → Solder New Component



# Πλεονεκτήματα των DSP

- Σταθερότητα (Stability)
  - Τα αναλογικά κυκλώματα επηρεάζονται από:
    - Θερμοκρασία
    - Ηλεκτρική Καταπόνηση (Aging)
  - Διακυμάνσεις Εξαρτημάτων
    - Δύο αναλογικά κυκλώματα που χρησιμοποιούν το ίδιο σχέδιο και εξαρτήματα μπορεί να διαφέρουν σε απόδοση.

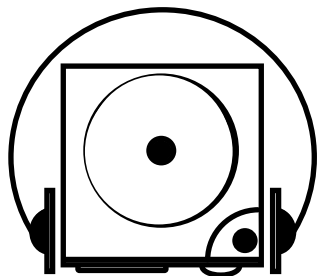
$$\left. \begin{array}{c} | \\ \text{---} \\ | \end{array} \right\rangle 1\text{k}\Omega + \text{'10 χρόνια'} = \left. \begin{array}{c} | \\ \text{---} \\ | \end{array} \right\rangle 1.1\text{k}\Omega$$





# Πλεονεκτήματα των DSP

- Επαναληψιμότητα (Digital Repeatability)
  - Σχεδόν ιδανική απόδοση από μονάδα σε μονάδα
  - Απόδοση που δεν επηρεάζεται από διακυμάνσεις
  - Σταθερή απόδοση σε διαφορετικά περιβάλλοντα (αλλαγές θερμοκρασίας, ηλεκτρική καταπόνηση)
  - Εξασφαλισμένη ακρίβεια



Ένα CD player παράγει την ίδια ποιότητα ήχου

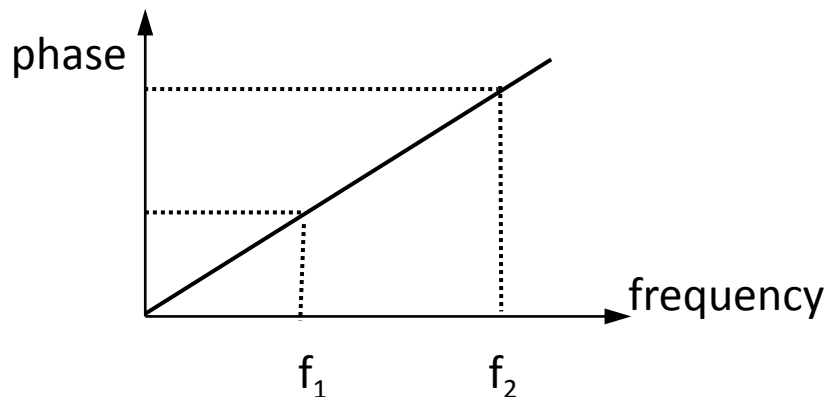
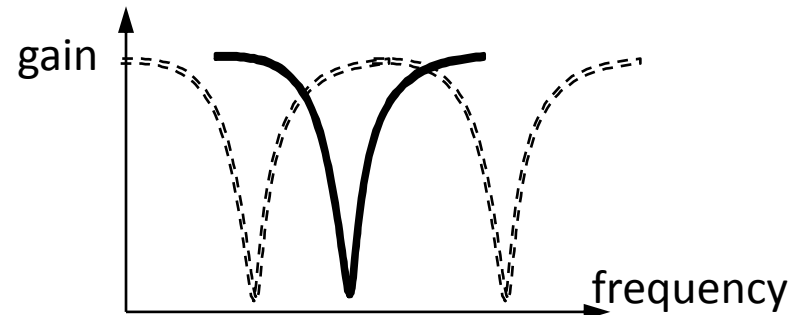


# Πλεονεκτήματα των DSP

Απόδοση (Performance)

Μερικές ειδικές συναρτήσεις – λειτουργίες αναπτύσσονται ιδανικά σε DSP:

- Lossless Compression
- Adaptive Filters
- Adaptive Filters





# Πρακτικά Συστήματα DSP

- Digital Cellular Phones
- Wireless Base Stations
- Smart Antenna Systems
- Voice Recognition
- Modems
- Phone Systems
- Videophones
- Image Processing



# Πρακτικά Συστήματα DSP

- Video Processing
  - Video Conferencing
  - Radar
  - 3D Graphics
  - Hi-Fi Equipment
- κ.λ.π. ...



# Βιβλιογραφία

Βασικές Τεχνικές Ψηφιακής Επεξεργασίας Σημάτων, Γεώργιος Β. Μουστακίδης, 2004, Εκδόσεις Τζιόλα

Digital Signal Processing, Electrical Engineering EE-880 , Kunio Takaya, College of Engineering University of Saskatchewan.

Introduction to Signal Processing, Sophocles J. Orfanidis, Rutgers University



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου. Κωνσταντίνος Αγγέλης.

Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος.

Έκδοση: 1.0 Άρτα, 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<http://eclass.teiep.gr/courses/COMP102/>





# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. 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».



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

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



# Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Κολοβού Ξανθή  
Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ







# 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.



# Τέλος Ενότητας

## Εισαγωγή



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

