



Συστήματα Πολυμέσων

Ενότητα 11: Χαρακτηριστικά Ψηφιακού Ήχου

Θρασύβουλος Γ. Τσιάτσος
Τμήμα Πληροφορικής



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.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη 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.



Περιεχόμενα ενότητας

1. Η Φυσική Του Ήχου
2. Ψηφιοποίηση Ήχου
3. Μέθοδοι Κωδικοποίησης Ήχου

Σκοποί ενότητας

- Περιγραφή βασικών εννοιών για τον ήχο και την ψηφιοποίησή του.

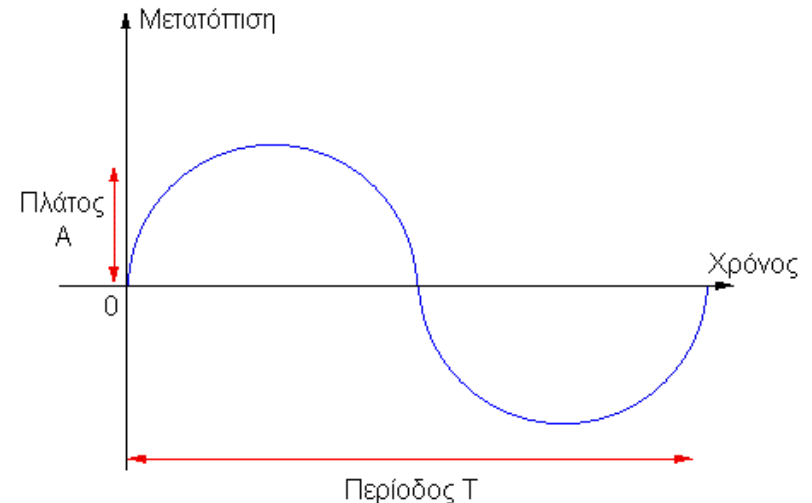


**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

Η φυσική του ήχου

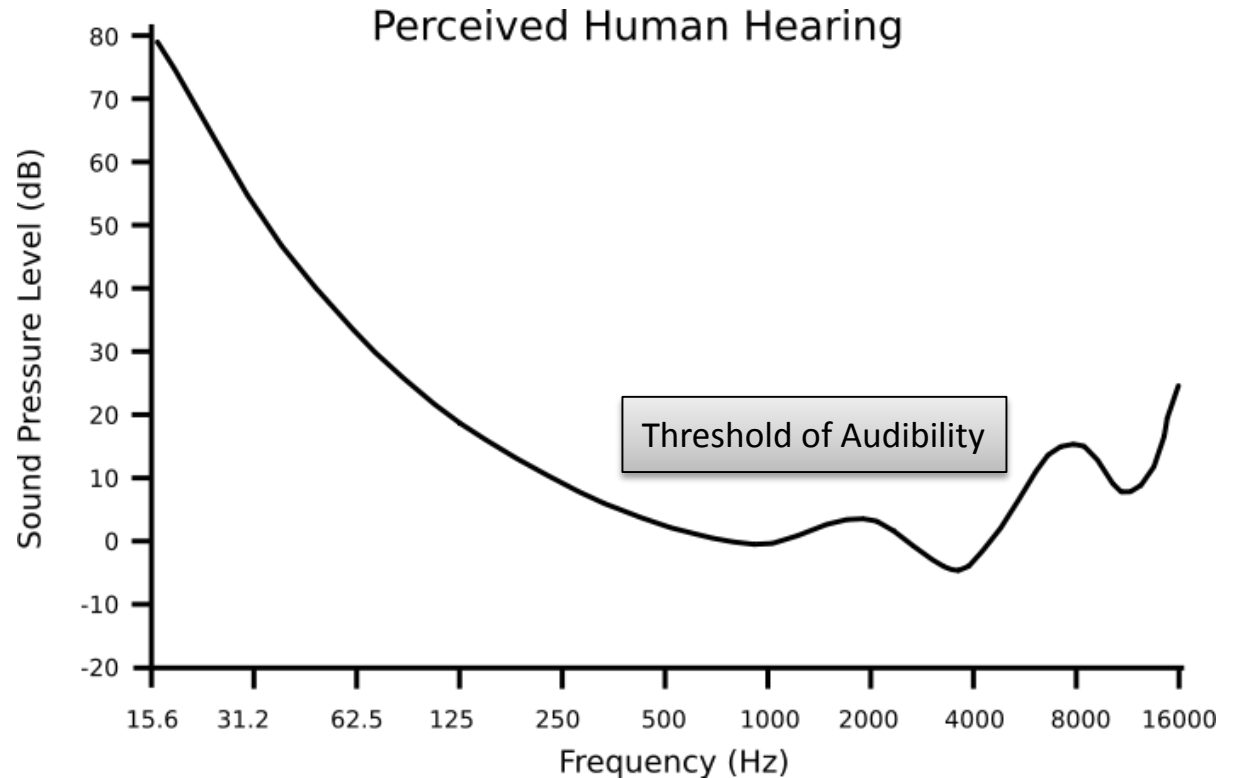
Η Φυσική Του Ήχου

- Ήχος
 - Δόνηση των μορίων ενός μέσου
 - Διάδοση ακουστικού κύματος στο μέσο όπου συμβαίνει η δόνηση.
 - Μεταβολές πίεσης (πυκνώματα και αραιώματα) που μεταδίδονται με μια ορισμένη ταχύτητα
- Συχνότητα (pitch)
 - Δονήσεις (κύκλοι)/sec [Hz]
 - Ανθρώπινη ακοή 20 – 20000 Hz
- Ένταση
 - Ισχύς της δόνησης
 - Καθορίζεται από το πλάτος της δόνησης



Η Φυσική Του Ήχου

- Ακουστ(ικ)ότητα
 - Audibility
- Μεγαλύτερη ευαισθησία στην περιοχή 1-4 kHz



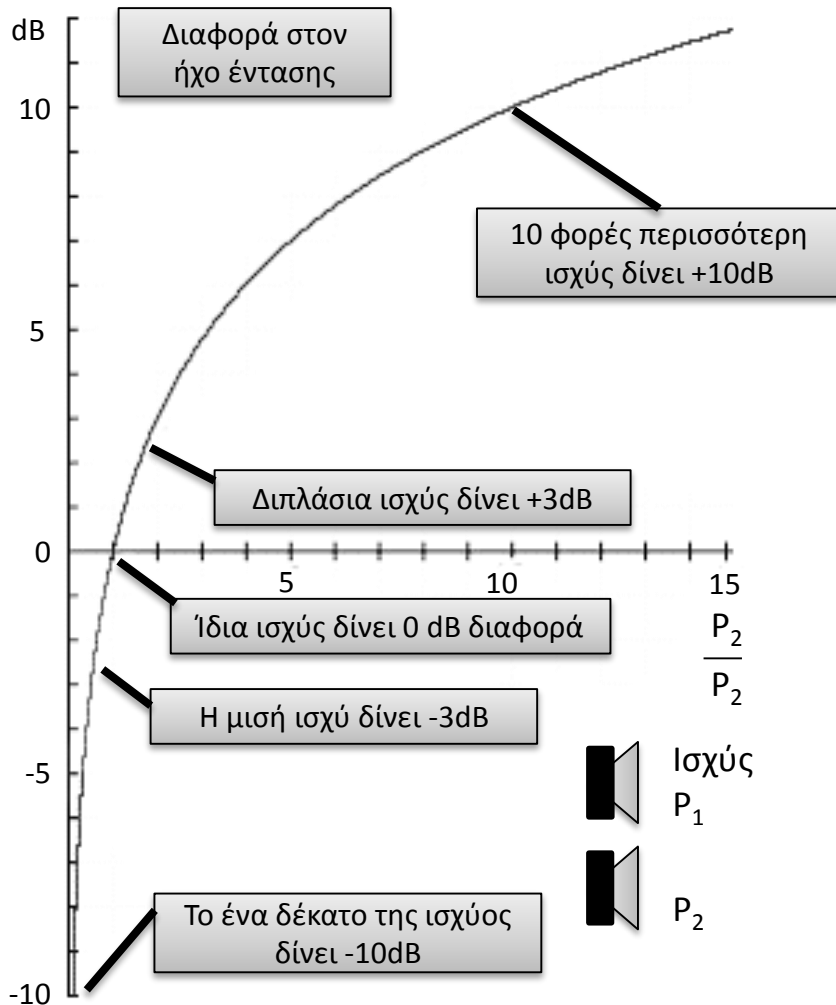
«Λογαριθμική» Ακοή

- Η ανθρώπινη ακοή είναι «**λογαριθμική**» & όχι γραμμική
- Η υποκειμενική αίσθηση μεταξύ των εντάσεων δύο ήχων δεν εξαρτάται από την απόλυτη τιμή της διαφοράς τους αλλά από το **λόγο** τους
- Πχ. αύξηση της έντασης από $2 \rightarrow 4 \mu\text{Watt/m}^2$ είναι το ίδιο με την αύξηση από $5 \rightarrow 10 \mu\text{Watt/m}^2$

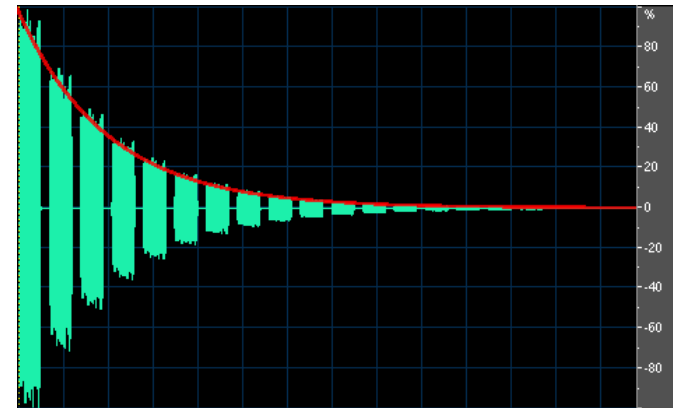
Μονάδα decibel (db) (1/2)

- Το decibel είναι «σχετική» μονάδα καθώς συγκρίνει το μετρούμενο μέγεθος (P) με μία **στάθμη αναφοράς** (P_0)
- Ορίζεται ως **$10 \log (P/ P_0)$ σε db**
 - P η στάθμη της έντασης του ηχητικού σήματος που μετράμε
 - P_0 τιμή αναφοράς, που για ακουστικά σήματα θεωρείται η ένταση ήχου που μπορεί να ακουστεί οριακά από τον άνθρωπο ($\approx 10^{-16}$ Watt/m²)
- Αν $P < P_0$ τότε προκύπτει αρνητική κλίμακα decibel
- Αν $P = P_0$ τότε προκύπτουν **db**
- Διπλασιασμός της ισχύος $P = 2 P_0$ σημαίνει αύξηση κατά **3 db**

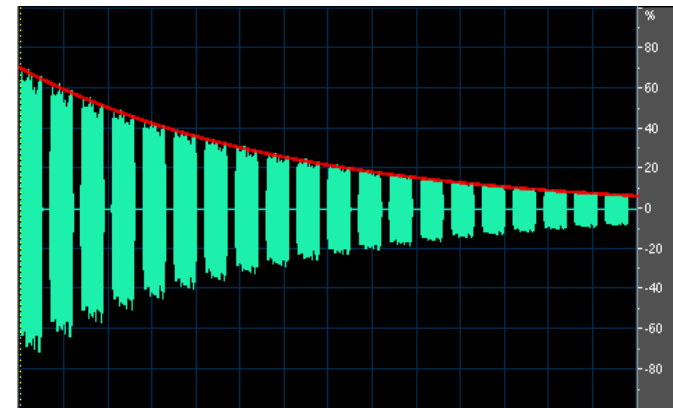
Μονάδα decibel (db) (2/2)



Διαφορά κατά 3 db



Διαφορά κατά 1 db



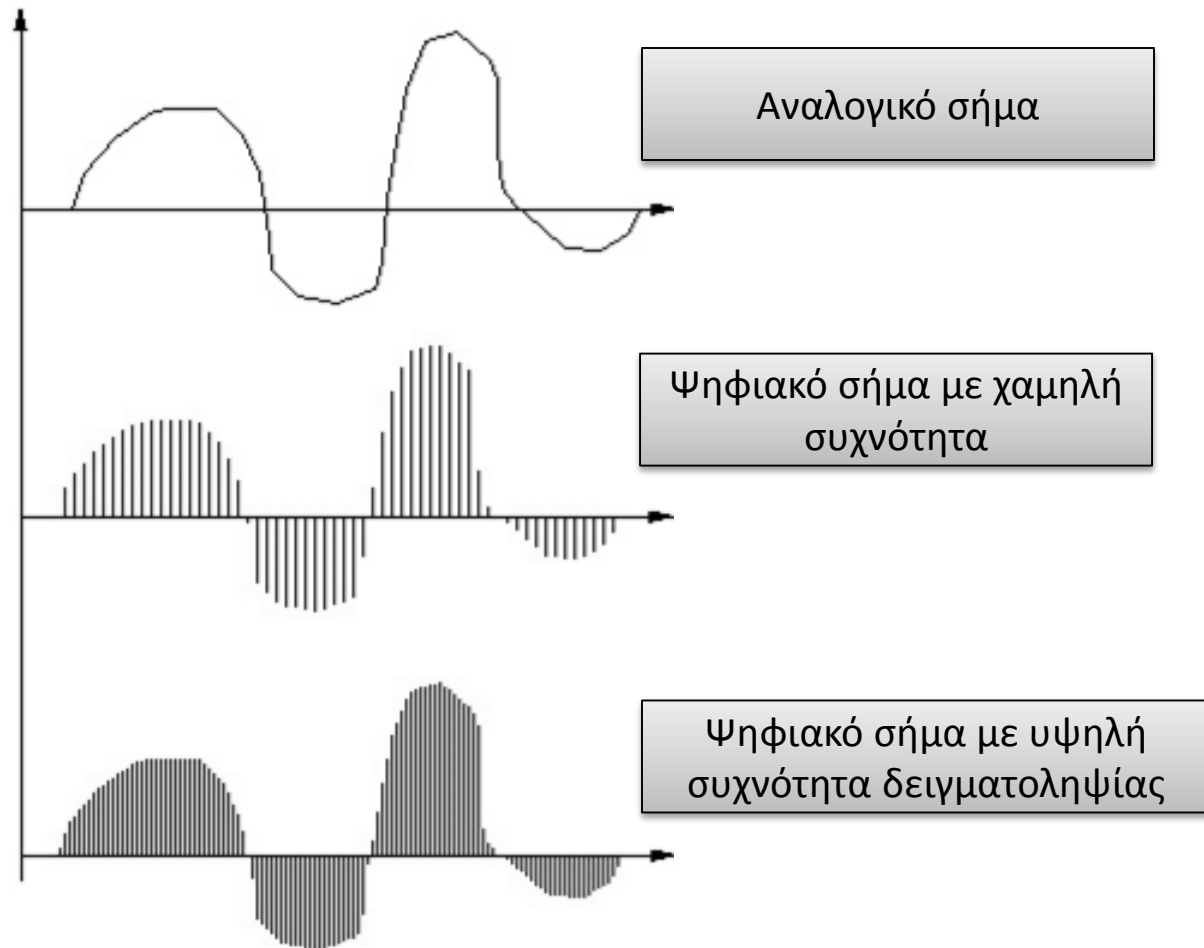


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

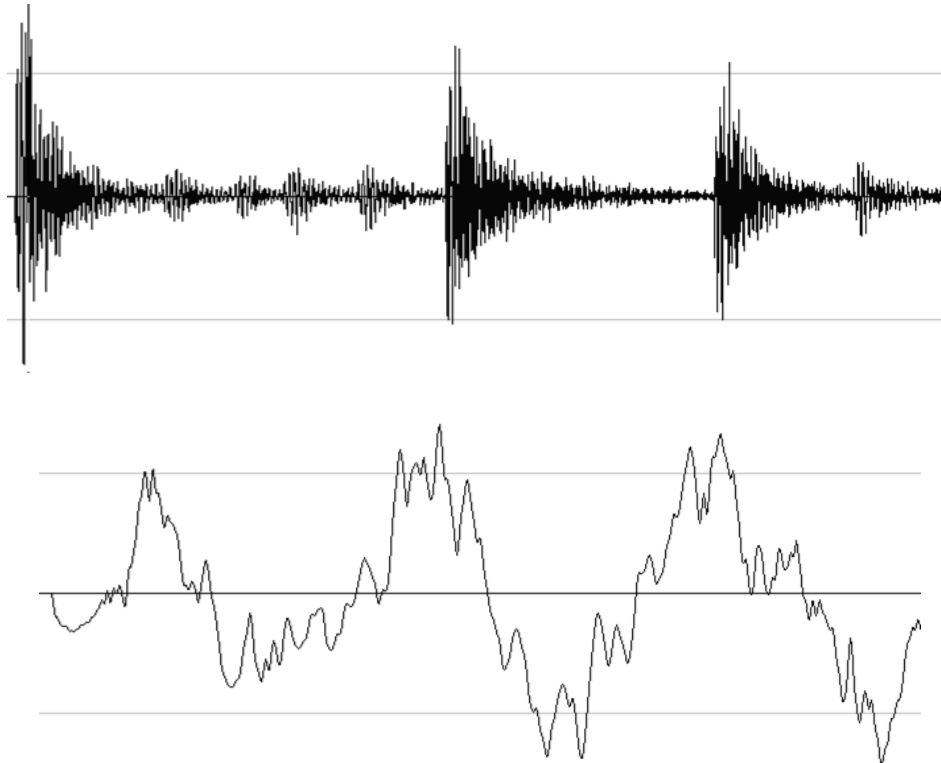
Ψηφιοποίηση Ήχου

Ψηφιοποίηση Του Ήχου (1/2)

- Δειγματοληψία
- Κβαντοποίηση
- Κωδικοποίηση



Ψηφιοποίηση Του Ήχου (2/2)



Μέγεθος αρχείου

- Μέγεθος Αρχείου (bits)=
 - Συχνότητα Δειγματοληψίας (Hz) x Μέγεθος δείγματος (bits) x Διάρκεια (sec)
 - **Μέγεθος Αρχείου** = $[44.100 \text{ (Hz)} \times 16 \text{ (bits)} \times 1 \text{ (sec)}] = 88.200 \text{ byte}$ για μονοφωνικό
 - Ή το διπλάσιο 176.4KB για στερεοφωνικό



PCM

μ-Law & A-Law PCM

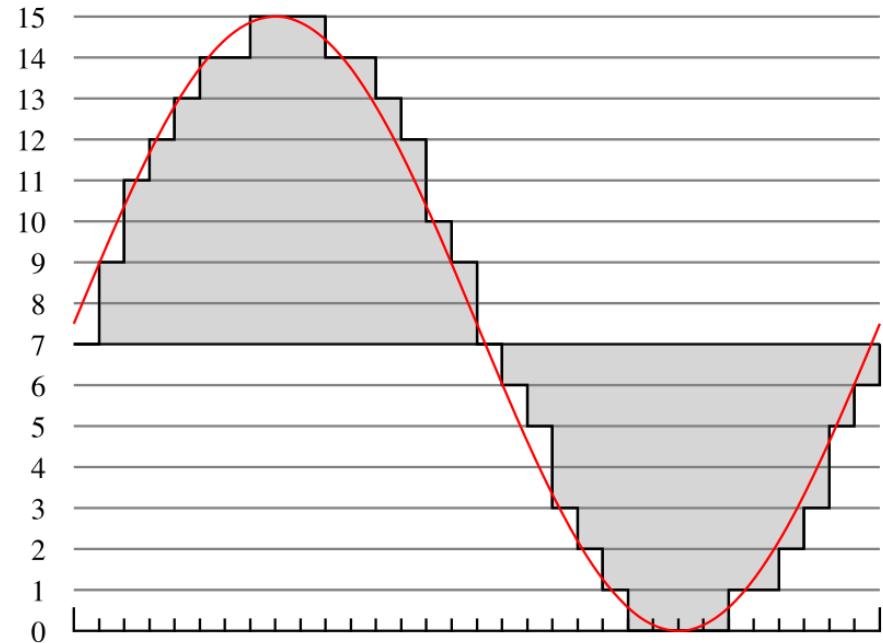
DPCM

ADPCM

Μέθοδοι Κωδικοποίησης Ήχου

PCM (Pulse Code Modulation - παλμοκωδική διαμόρφωση)

- Αποθηκεύει ένα προς ένα τα δείγματα σε ψηφιακή μορφή
- **Γραμμική** (ομοιόμορφη) κωδικοποίηση
 - το πλήθος των σταθμών κβάντωσης κατανέμεται εξίσου σε όλο το εύρος του πεδίου τιμών του σήματος
 - Δεν περιλαμβάνει συμπίεση



*4-bit κωδικοποίηση
ημιτονοειδούς σήματος [3]*

DPCM (Differential Pulse Code Modulation – διαφορική παλμοκωδική κωδικοποίηση)

- Κωδικοποιεί τη **διαφορά** μεταξύ της πραγματικής τιμής του δείγματος και της προβλεπόμενης τιμής του δείγματος (predicted value)
 - Η πρόβλεψη βασίζεται στις τιμές των προηγούμενων δειγμάτων
- Η βασική ιδέα της DPCM (κωδικοποίηση της διαφοράς) είναι εφαρμόσιμη γιατί τα περισσότερα ηχητικά σήματα παρουσιάζουν σημαντικό **βαθμό συσχέτισης** (correlation) μεταξύ διαδοχικών δειγμάτων
 - Η DPCM εκμεταλλεύεται τον πλεονασμό στις τιμές των δειγμάτων και κωδικοποιεί με μικρότερο bit rate (4 bit / sample).

μυ-Law PCM και A-Law PCM

- **Λογαριθμική** αντιστοίχιση
- Αντιστοιχεί **περισσότερες** στάθμες κβάντωσης στις χαμηλές συχνότητες και **λιγότερες** στις υψηλές.
 - Στις χαμηλές συχνότητες περιέχεται το μεγαλύτερο ποσοστό της πληροφορίας που γίνεται **αντιληπτή** από το ανθρώπινο αυτί.
- Με λογαριθμική κωδικοποίηση μυ-Law 8-bit κωδικοποιείται το ίδιο δυναμικό εύρος ήχου όπως με 14-bit γραμμική PCM

Αναφορές

- [1] Havaladar, P., & Medioni, G. G. (2009). Multimedia Systems: Algorithms, Standards, and Industry Practices. CengageBrain. com.
- [2] Δημητριάδης, Σ., Τριανταφύλλου, Ε., & Πομπόρτσης, Α. (2003). Τεχνολογία Πολυμέσων: Θεωρία και Πράξη. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.
- [3] Wikipedia contributors. Pulse-code modulation. [Online]. Available (2013, August 29): <http://en.wikipedia.org/wiki/PCM>



Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

