

# Ήχος

**Πηγή: Φώτης Λαζαρίνης, 2015,  
Πολυμέσα.**

<https://repository.kallipos.gr/handle/11419/2045> (κεφάλαιο- Ήχος)

# Τι είναι ο ήχος

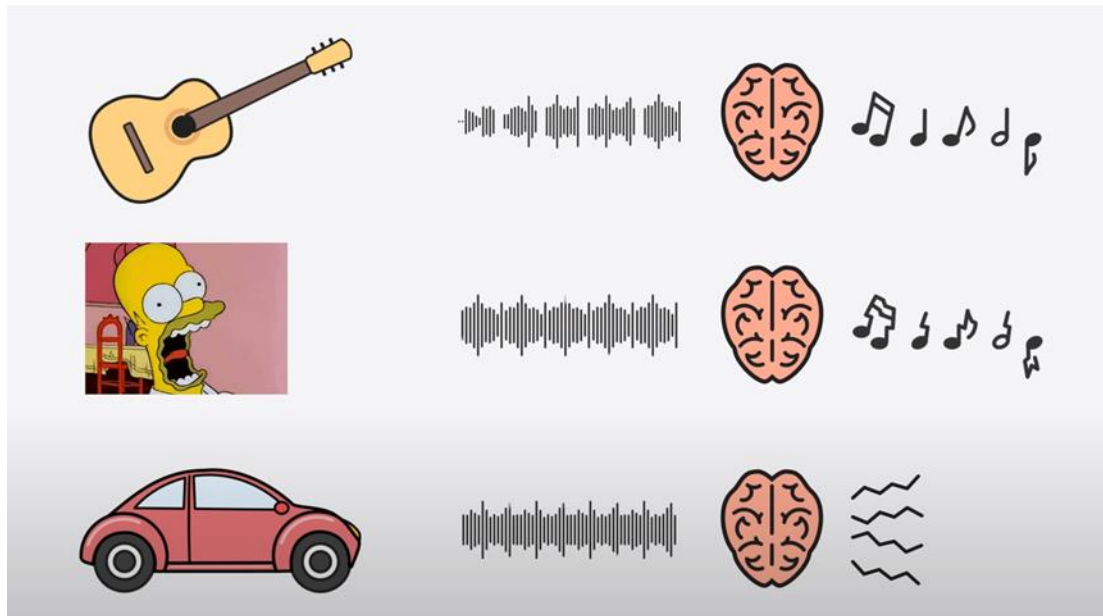
- Καθημερινή φυσική
- <https://www.youtube.com/watch?v=QmL6KsR8yIQ>

# Τι είναι ο ήχος

- Ήχος είναι ο τρόπος που μεταφράζει το μυαλό μας τα ηχητικά κύματα

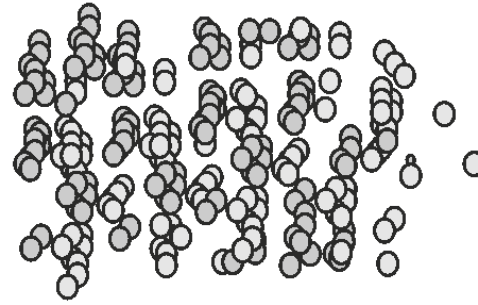


- Ο οποίος προέρχεται από διάφορα αντικείμενα που δονούνται



# Ο Ήχος στην φύση

- Ο ήχος είναι ένα κύμα και μεταδίδεται σε κάποιο μέσο, όπως ο αέρας, το νερό κ.λπ. Δημιουργείται από δονούμενα αντικείμενα, όπως για παράδειγμα οι φωνητικές χορδές των ανθρώπων ή από κάποιο μουσικό όργανο.
- Ο ήχος παράγεται από μια ταχεία μεταβολή στη μέση πυκνότητα ή την πίεση των μορίων του αέρα πάνω και κάτω από την τρέχουσα ατμοσφαιρική πίεση.
- Οι μικρές αλλαγές στην ατμοσφαιρική πίεση αναφέρονται ως πίεση ήχου (sound pressure) και οι διακυμάνσεις της πίεσης ως ηχητικά κύματα (sound waves).



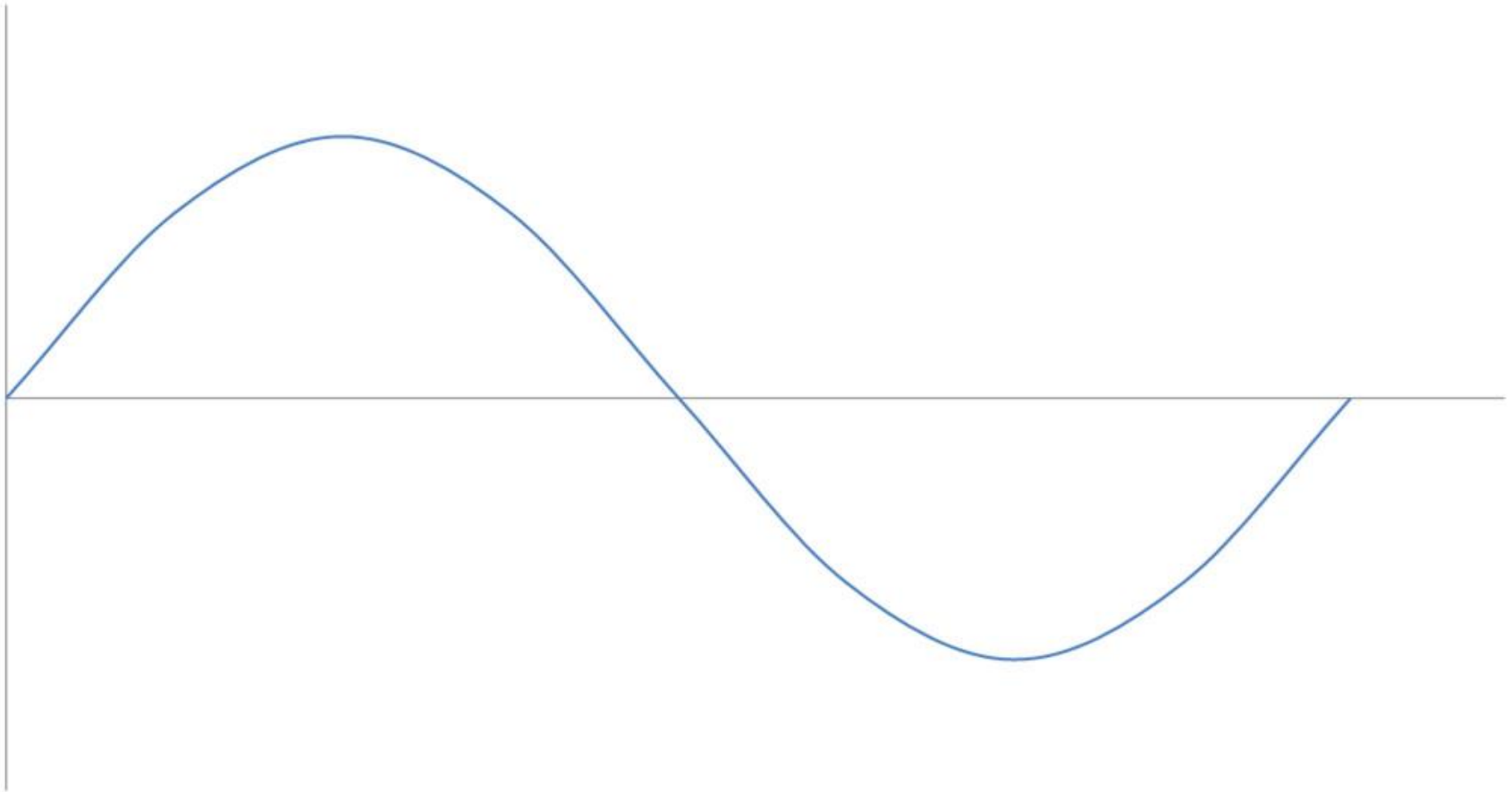
- Όταν η πίεση των μορίων του αέρα φτάσει στο τύμπανο του αυτιού (ή σε κάποια συσκευή, όπως το μικρόφωνο), τότε το τύμπανο πάλλεται μετατρέποντας την μηχανική ενέργεια της κίνησης σε ηλεκτρική ενέργεια που μεταδίδεται στον εγκέφαλο για περαιτέρω επεξεργασία

# Ηχητικό σήμα

- Το ηχητικό σήμα, δηλαδή η ταλάντωση των μορίων του αέρα, αναπαρίσταται γραφικά ως μια αρμονική ημιτονοειδής καμπύλη και ονομάζεται κυματομορφή (waveform).
- Η κυματομορφή παριστάνει τη μετατόπιση των μορίων του αέρα, που δημιουργείται λόγω της πίεσης, σε συνάρτηση με το χρόνο



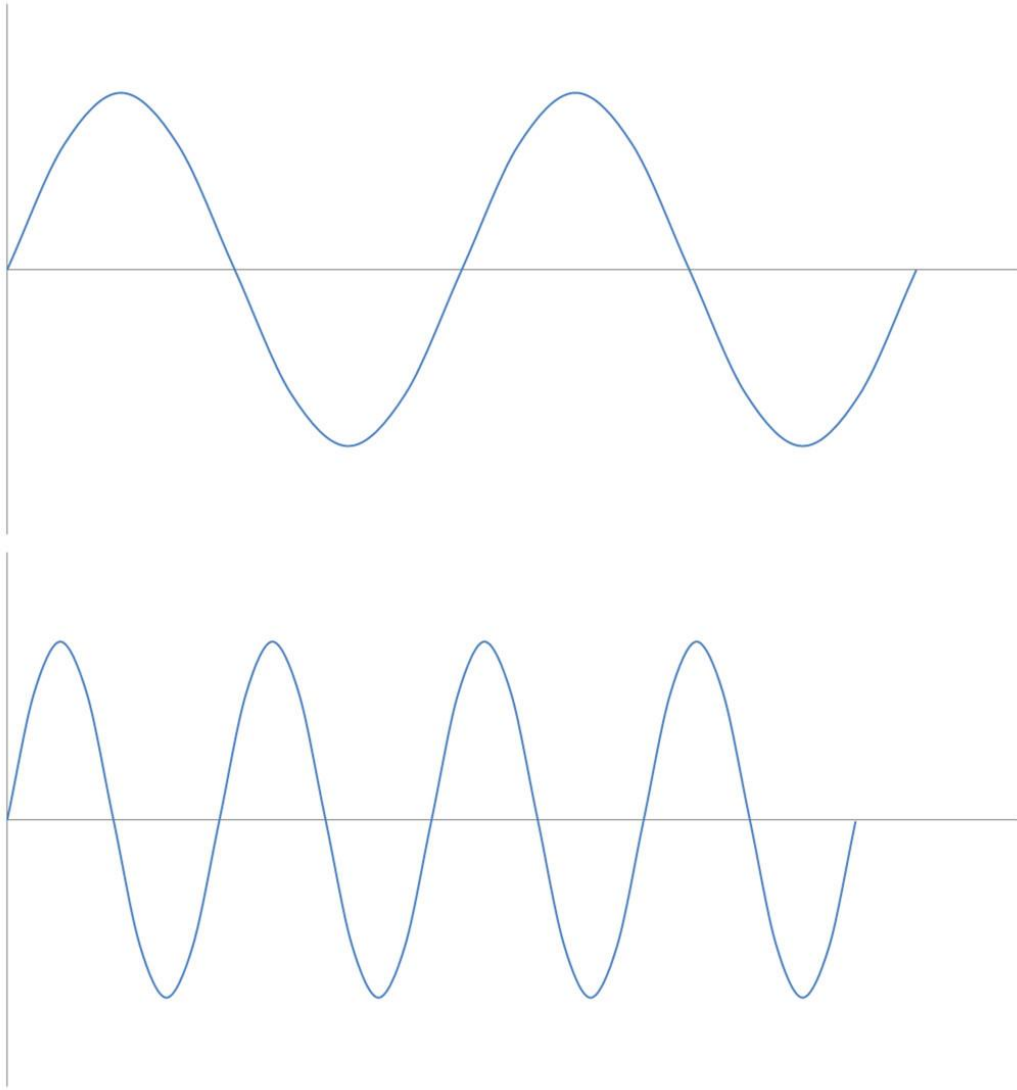
# Γραφική παράσταση ήχου



# Χαρακτηριστικά του ήχου

# Συχνότητα

- Η συχνότητα (frequency), με βάση την επιστήμη της Φυσικής, είναι ο αριθμός των κυμάτων που δημιουργούνται από το σώμα που δονείται ανά δευτερόλεπτο (η πόσο γρήγορα δονείται το αντικείμενο).
- Ορίζεται σε Hertz (Hz), δηλαδή κύκλους σήματος ανά δευτερόλεπτο.
- Στην πράξη, 100Hz σημαίνει ότι το αυτί μας δέχεται 100 κύματα (συνεχόμενες πιέσεις των μορίων του αέρα) ανά δευτερόλεπτο.
- Μεγαλύτερη συχνότητα σημαίνει περισσότεροι κύκλοι ανά δευτερόλεπτο.



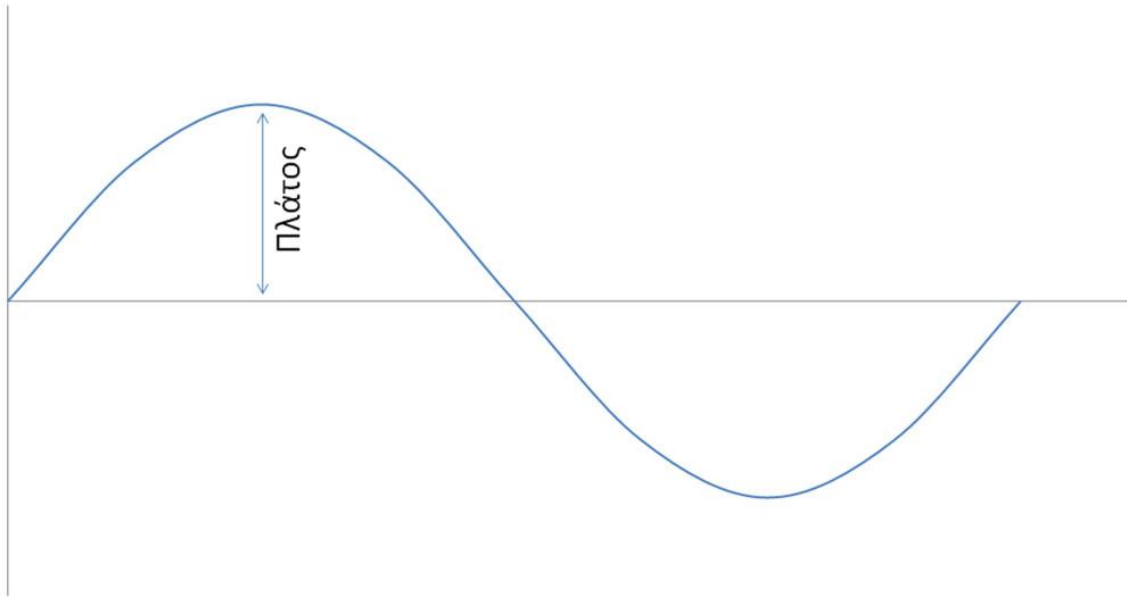
# Ήχοι και ανθρώπινη αντίληψη

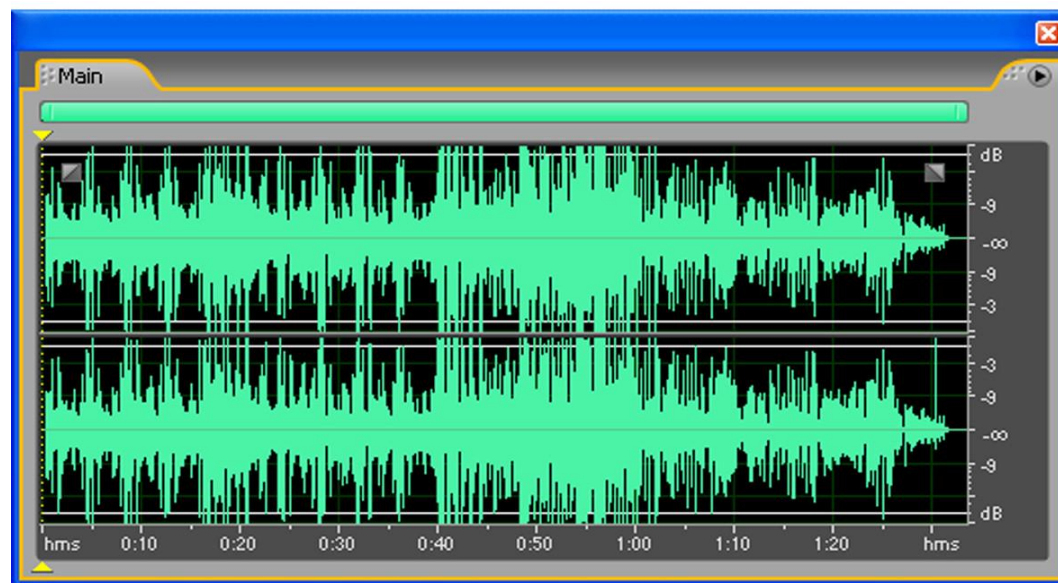
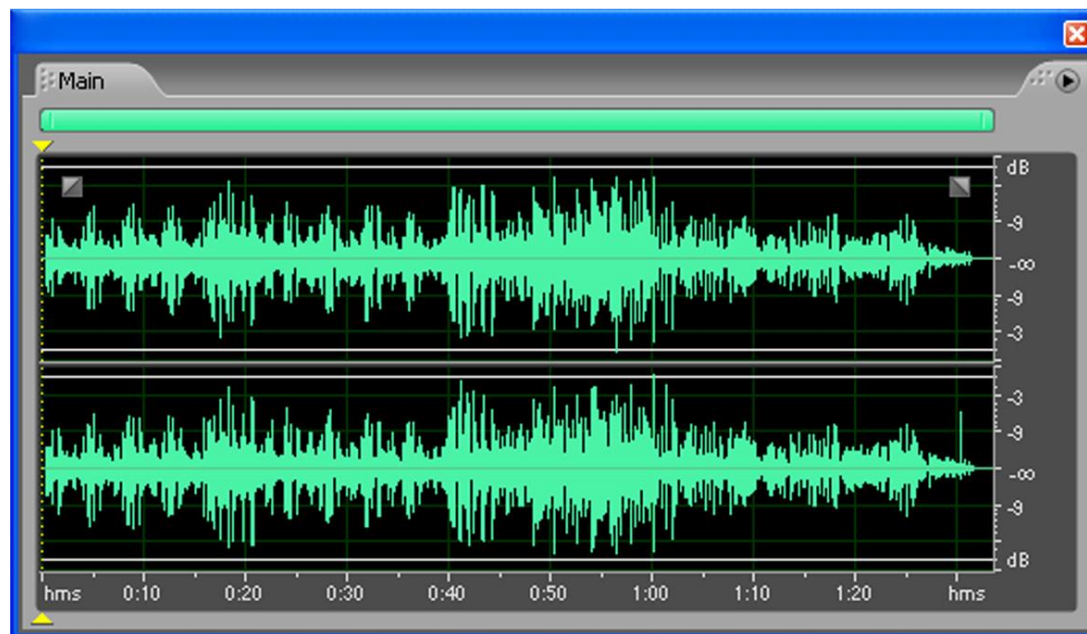
- Το ανθρώπινο αυτί μπορεί να αντιληφθεί ήχους από 20Hz ως περίπου 20KHz.
- Οι ήχοι με συχνότητα μικρότερη των 15Hz ονομάζονται υπόηχοι (infrasounds), ενώ ήχοι άνω των 20KHz καλούνται υπέρηχοι (ultrasounds).
- Κάποια ζώα είναι ικανά να ακούσουν ένα φάσμα υποήχων και υπέρηχων (σκύλοι 45kHz, γάτες 64kHz),
- ενώ οι υπέρηχοι μπορούν να ληφθούν και με ειδικά μηχανήματα και έχουν εφαρμογή στην ιατρική, αλλά και άλλες επιστήμες

# Ένταση

- Η ένταση (amplitude) καθορίζει πόσο δυνατά ακούγεται ένας ήχος. Η απόσταση του μέγιστου σημείου μιας κυματομορφής ήχου από τη μέση τιμή του, ονομάζεται πλάτος.
- Μεγαλύτερο πλάτος σημαίνει μεγαλύτερη ένταση ήχου.

# Ένταση







# Ένταση

- Ως φυσικό μέγεθος, η ένταση αφορά τη δύναμη του ηχητικού κύματος και εκφράζεται σε  $\text{Watt/m}^2$ .
- Για λόγους απλότητας και συσχέτισης με την ανθρώπινη αντίληψη χρησιμοποιείται η μονάδα decibel (db).

# Υποκειμενικά χαρακτηριστικά

- Ακουστικότητα
- Ύψος

# Ακουστικότητα

- Η ακουστικότητα ή ακουστότητα (loudness) είναι η υποκειμενική ένταση του ήχου, που εξαρτάται από την ακουστική ικανότητα του ακροατή, τη διάρκεια του ήχου και τη συχνότητα.
- Για παράδειγμα, ήχος 60 db δεν γίνεται αντιληπτός με την ίδια ένταση από διαφορετικούς ανθρώπους.
- Επίσης, δύο ήχοι 60 db δεν θεωρούνται, τελικά, ίδιας έντασης ακόμη και από τον ίδιο ακροατή
- Ένας ήχος 1 KHz, 70 dB θεωρείται πιο ισχυρός από ότι ένας ήχος 200Hz, 70 dB.

# Ύψοε

- Το ύψος (pitch) είναι ένα υποκειμενικό χαρακτηριστικό που μας επιτρέπει να διακρίνουμε τους ήχους σε οξείς (μεγάλης συχνότητας), μέσους (μεσαίας συχνότητας) και σε βαρείς (μικρής συχνότητας).

# Ύψος

- Αφορά τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τη συχνότητα. Οι βαρείς ή βαθείς ήχοι είναι τα μπάσα (bass) και παράγονται από όργανα όπως το τύμπανο, ενώ οι οξείς ήχοι είναι τα πρίμα (treble) και παράγονται από το φλάουτο και το βιολί.
- Με διαφορετικά λόγια, αν και δύο όργανα ή υλικά μπορούν να παράγουν ήχους παρόμοιας συχνότητας, ακούγονται διαφορετικά, δηλαδή έχουν διαφορετικό ύψος.

# Ψηφιακός Ήχος

- Το ηχητικό σήμα είναι αναλογικό, δηλαδή σε κάθε χρονική στιγμή υπάρχει διαφορετική ένταση.
- Για να αναπαρασταθεί στους υπολογιστές πρέπει να περάσει από τη φάση της ψηφιοποίησης, όπου το αναλογικό σήμα μετατρέπεται σε ψηφιακό

# Ψηφιοποίηση

- Η ψηφιοποίηση (digitization) είναι η διαδικασία μετατροπής του αναλογικού σήματος σε ψηφιακή μορφή και περιλαμβάνει τη φάση της
- δειγματοληψίας (sampling)  
και τη φάση της
- κβάντισης (quantization).

# Ψηφιοποίηση Ήχου

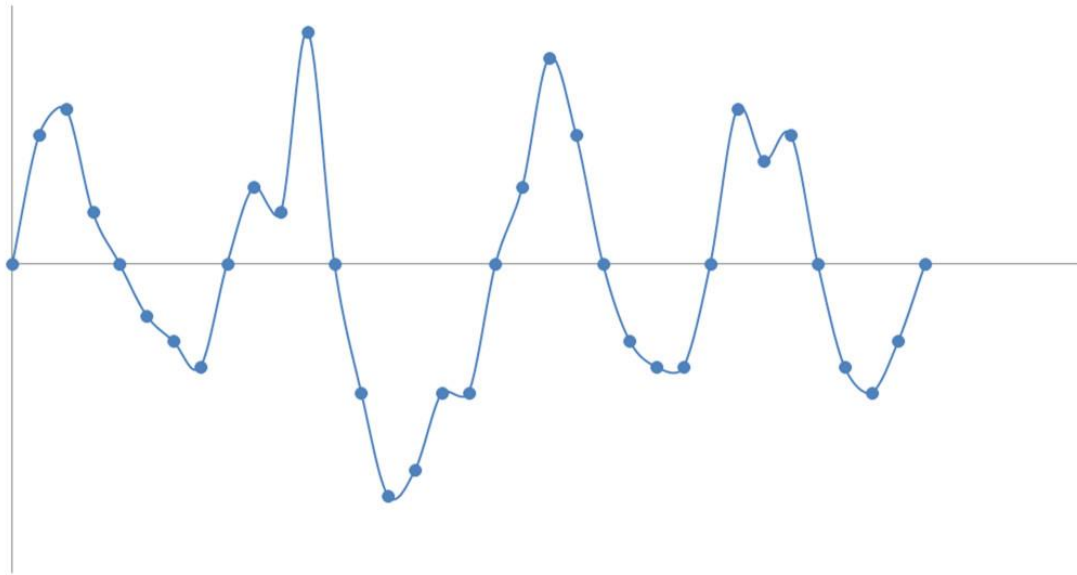
- Η διαδικασία της ψηφιοποίησης και κβάντισης απαιτεί την ύπαρξη ενός τουλάχιστον μικροφώνου και μίας κάρτας ήχου



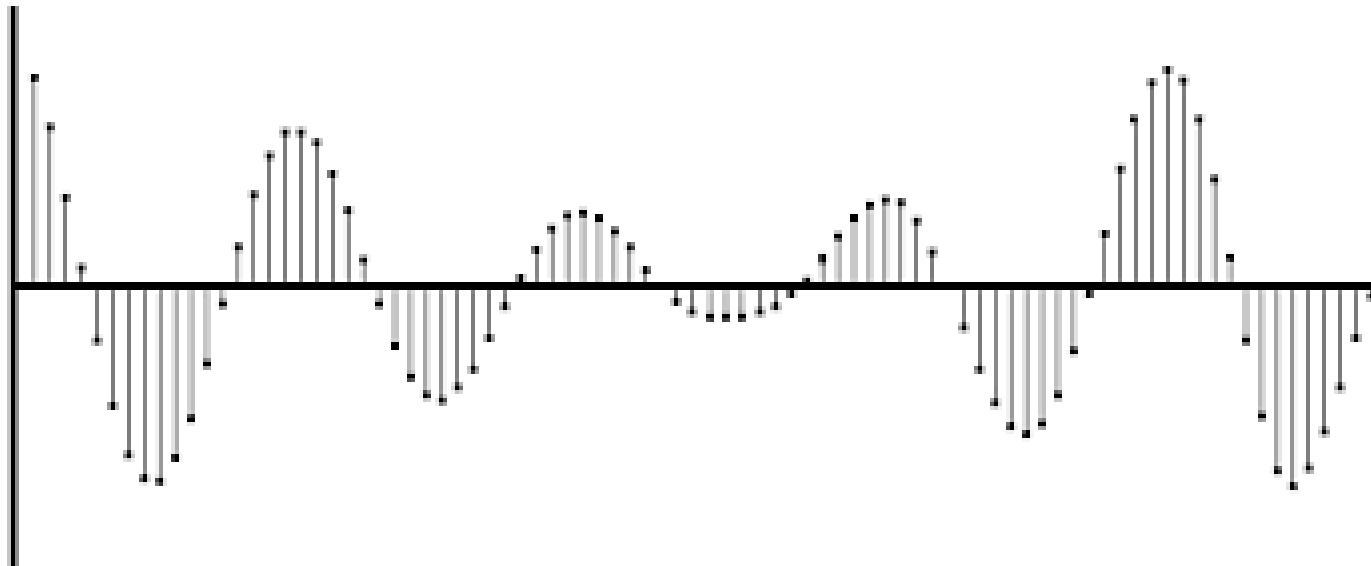
# Δειγματοληψία

- Κατά τη δειγματοληψία λαμβάνονται δείγματα (samples) από το αναλογικό σήμα, τα οποία θα αναπαρασταθούν τελικά με ψηφιακές τιμές.
- Ο αριθμός λήψης δειγμάτων ανά δευτερόλεπτο ονομάζεται ρυθμός ή συχνότητα δειγματοληψίας (sampling rate).
- Μετριέται σε HZ (δείγματα το δευτερόλεπτο)

# Δειγματοληψία



# Δειγματοληψία

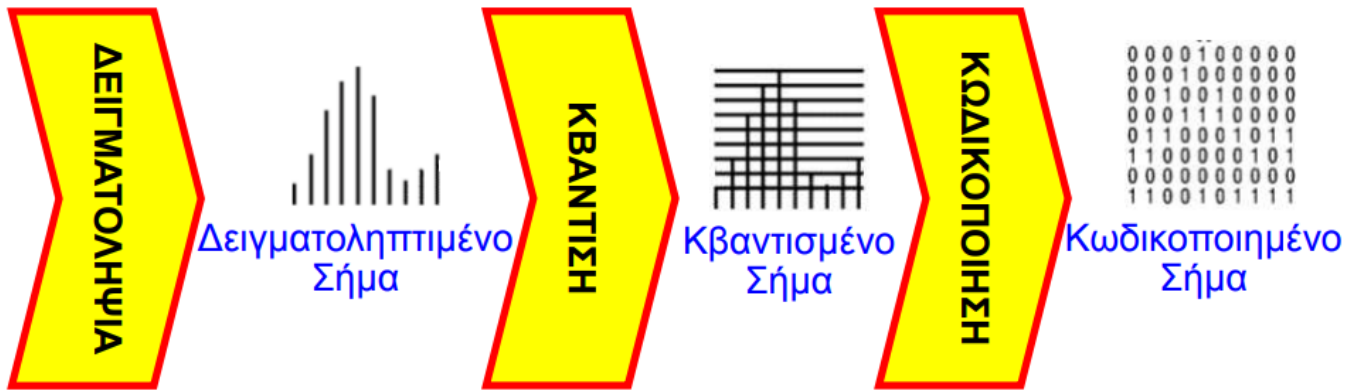
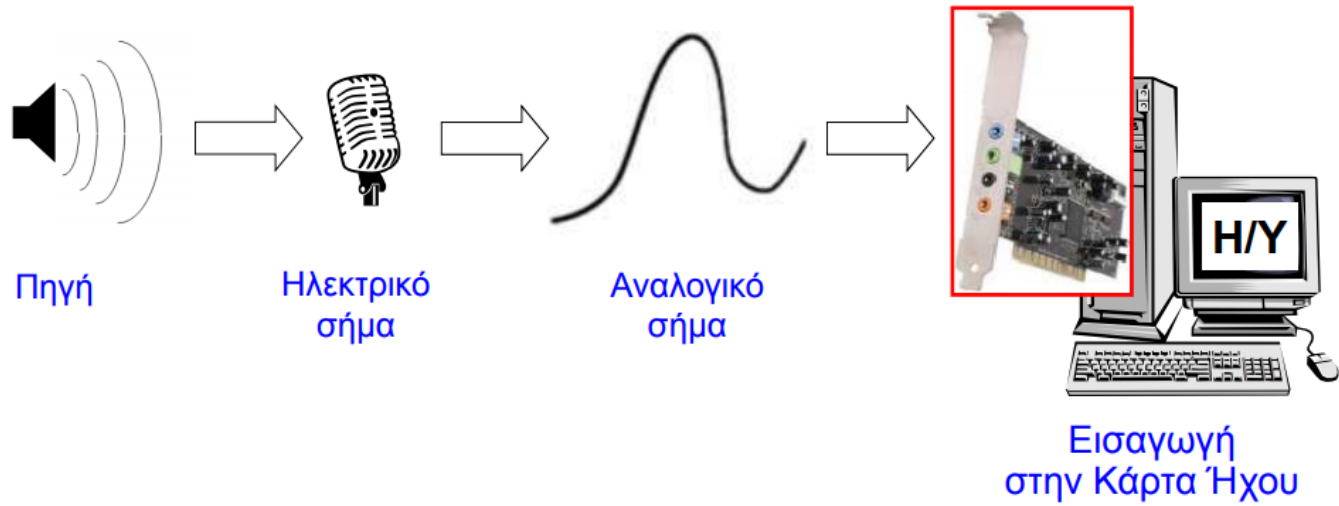


# Θεώρημα Nyquist

- Η μέγιστη συχνότητα δειγματοληψίας πρέπει να είναι τουλάχιστον διπλάσια από τη μέγιστη συχνότητα του αναλογικού σήματος στο οποίο γίνεται δειγματοληψία
- Για παράδειγμα, αν η μέγιστη συχνότητα του αναλογικού συστήματος είναι 10 KHz, η συχνότητα δειγματοληψίας πρέπει να είναι τουλάχιστον 20 KHz.

# Κβάντιση

- Όπως και στην περίπτωση της εικόνας, κάθε δείγμα του ήχου θα αναπαρασταθεί τελικά ως ένας δυαδικός αριθμός.
- Στη διαδικασία της κβάντισης, τα δείγματα μεταβάλλονται, ώστε να λαμβάνουν τιμές από ένα προκαθορισμένο σύνολο διακριτών τιμών. Για παράδειγμα, αν επιβάλλεται να χρησιμοποιήσουμε μόνο 4 δυαδικούς αριθμούς, τότε όλα τα δείγματα θα αναπαρασταθούν με χρήση δεκαέξι σταθμών έντασης.



# Μέγεθος αρχείου

- Το μέγεθος ενός ασυμπίεστου ψηφιακού αρχείου ήχου κυματομορφών εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τον αριθμό των δειγμάτων στη μονάδα του χρόνου και τον αριθμό των δυαδικών ψηφίων που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση των δειγμάτων.
- Με άλλα λόγια, εξαρτάται κυρίως από τον ρυθμό δειγματοληψίας και το μέγεθος (ανάλυση) δείγματος.
- Ο αριθμός καναλιών και η χρονική διάρκεια είναι, επίσης, παράγοντες που καθορίζουν το τελικό μέγεθος του ασυμπίεστου ήχου.

# Μέγεθος

- αριθμός καναλιών  $\chi$  ρυθμός δειγματοληψίας (Hz)  $\chi$  μέγεθος δείγματος (bits)  $\chi$  διάρκεια (sec)

η

- (#κανάλια)  $\times$  (συχνότητα δειγματοληψίας)  $\times$  (# sec)  $\times$  (#bits /δείγμα)
- Για στερεοφωνικό αρχείο ήχου (2 κανάλια), διάρκειας 1 λεπτού (60 sec), με ρυθμό δειγματοληψίας 22050 Hz και μέγεθος δείγματος 16 bit ο τύπος γίνεται:
- $2 \chi 22050 \chi 16 \chi 60 = 42.336.000$  bit



# Μέγεθος αρχείου

- Διαιρώντας το αποτέλεσμα διά 8, έχουμε μέγεθος ήχου 5.292.000 bytes.
- Περαιτέρω διαίρεση δια 1.024, μετατρέπει το μέγεθος σε περίπου 5.168 KB.
- Με διαίρεση του 5.168 με το 1.024, μετατρέπεται το μέγεθος σε MB και ισούται με περίπου 5 MB
- Με διπλάσιο ρυθμό δειγματοληψίας, ο ήχος του 1 λεπτού θα έχει μέγεθος περίπου 10 MB.

# Ρυθμός μετάδοσης

- Ο ρυθμός μετάδοσης ή μεταφοράς (bit rate) είναι ο ρυθμός επεξεργασίας ή μεταφοράς πληροφορίας από ένα μέσο.
- Εκφράζεται σε bits/sec και συντομογραφικά αναφέρεται ως bps.
- Ο αριθμός αυτός είναι σημαντικός, ιδιαίτερα στον ήχο, αλλά και στο βίντεο, όπου έχουμε συνεχή και δυναμική ροής πληροφορίας, διότι, αν ο ρυθμός μεταφοράς είναι μικρός, δεν μπορεί να γίνει σωστή αναπαραγωγή της πληροφορίας.

# Ρυθμός Μετάδοσης

- Ηχος διάρκειας 1 λεπτού έχει μέγεθος 42.336.000 bit.
- Για να μπορέσει να αναπαραχθεί σωστά ο ήχος, π.χ. μέσω διαδικτύου, απαιτείται ρυθμός μεταφοράς ίσος με  $42.336.000 \text{ bit}/60 \text{ sec} = 705.600 \text{ bps} = 705,6 \text{ Kbps} \approx 0,7 \text{ Mbps}$ .

# Συμπίεση

- Οι κωδικοποιητές συμπιέζουν τελικά τα δεδομένα ήχου και η συμπίεση αυτή μπορεί να είναι απωλεστική (lossy) ή μη απωλεστική (lossless).
- Οι πιο δημοφιλείς κωδικοποιητές, όπως ο MP3 και ο WMA(Windows Media Audio) είναι απωλεστικοί.
- Γνωστοί κωδικοποιητές ήχου χωρίς απώλεια πληροφοριών είναι οι FLAC (Free Lossless Audio Codec), ALAC (Apple Lossless Audio Codec) και MPEG-4 ALS (MPEG-4 Audio Lossless Coding) και Windows Media Audio Lossless (WMA Lossless).

# Συμπίεση

- Η συμπίεση του ήχου κυματομορφών που επιτυγχάνεται μέσω των κωδικοποιητών, βασίζεται σε διάφορους παράγοντες που σχετίζονται με τις συχνότητες που μπορεί να αντιληφθούν οι ακροατές.
- υπάρχουν τεχνικές που βασίζονται στις ακουστικές μας δυνατότητες.
- Οι άνθρωποι μπορούν να αντιληφθούν ήχους από 20 Hz ως 20KHz, αλλά η ακοή μας είναι πιο ευαίσθητη στο εύρος συχνοτήτων 500Hz ως 4KHz.
- Έτσι, για παράδειγμα, μπορεί να γίνει αφαίρεση κάποιων δεδομένων με βάση τη συχνότητά τους.

# Συμπίεση

- Υπάρχουν, επίσης, περιπτώσεις, όπου η μετάβαση από ήχο μιας έντασης σε ήχο άλλης έντασης μειώνει τη δυνατότητά μας να ακούσουμε σωστά και τους δύο ήχους.
- Αυτά τα παραδείγματα και άλλα πιο πολύπλοκα ζητήματα που σχετίζονται με την αντίληψη του ήχου, αφορούν την Ψυχοακουστική (Psychoacoustics).
- Η Ψυχοακουστική ασχολείται με την φυσιολογία και την ψυχολογία του ήχου
- και codecs, όπως ο MP3, βασίζονται στα συμπεράσματα της έρευνας σε αυτούς τους τομείς και μειώνουν αποτελεσματικά το μέγεθος του αρχείου ήχου, χωρίς σημαντική απώλεια ποιότητας.

# Άλλοι τρόποι να λάβουμε πιο μικρά αρχεία

- Αλλαγή ρυθμού δειγματοληψίας και μεγέθους δείγματος
- Για παράδειγμα, ο ρυθμός δειγματοληψίας μπορεί να μετατραπεί από 96 KHz σε 48 KHz.
- Και το μέγεθος δείγματος από 24 bit στα 16 bit

# Μεταφορά ήχου στο διαδίκτυο

## Προβλήματα

- Μέγεθος αρχείου
- Πνευματικά δικαιώματα
- Ραδιοφωνικές εκπομπές



# Συνεχής ροή δεδομένων ήχου (streaming)

- Η συνεχής ροή δεδομένων ήχου (streaming audio) αφορά την τμηματική μετάδοση πληροφοριών ήχου σε πραγματικό χρόνο
- Με αυτόν τον τρόπο μετάδοσης, τα δεδομένα μεταφέρονται μέσω διαδικτύου με τη μορφή μιας συνεχούς ροής πακέτων.
- Δηλαδή ο ήχος μεταφέρεται τμηματικά και όταν μεταφερθεί ένα τμήμα του γίνεται αναπαραγωγή

# Μορφές αποθήκευσης αρχείων ήχου

## Wav

- Τα αρχεία WAV (Waveform Audio) κωδικοποιούν τον ήχο κυρίως στην ασυμπίεστη μορφή
- Τα αρχεία έχουν προέκταση .wav
- Ρυθμοί δειγματοληψίας 11025Hz και φθάνουν μέχρι και 48000Hz
- μέγεθος δείγματος 16 bit
- Στερεοφωνικό η μονοφωνικό

## AIFF (apple)

- Κατάληξη .aiff
- Δεγματοληψία μέχρι 44,1 KHz
- μέγεθος δείγματος μέχρι 16bit

# FLAC

- Κατάληξη .flac
- Η μορφή FLAC (Free Lossless Audio Codec) είναι κωδικοποιητής με μη απωλεστική συμπίεση.
- Επιτυγχάνει συμπίεση κατά 50% ως 60% σε σχέση με το αρχικό μέγεθος.

# Windows Media Audio

- Κατάληξη .wma
- Η τελευταία έκδοση του WMA lossless επιτυγχάνει συμπίεση μέχρι και 60%, χωρίς απώλεια πληροφορίας

# MPEG

- Η ομάδα MPEG (Moving Picture Experts Group) αποτελεί ομάδα εργασίας που ασχολείται με τη δημιουργία προτύπων κωδικοποίησης για δεδομένα ήχου, βίντεο και τρισδιάστατων γραφικών.
- Όσον αφορά τον ήχο, έχει δημιουργήσει διάφορα πρότυπα συμπίεσης. Το πιο γνωστό εξ αυτών είναι ο κωδικοποιητής MP3.

# MP3

- Το MP3 είναι το πιο γνωστό πρότυπο απωλεστικής συμπίεσης ηχητικών δεδομένων. Τα αρχεία MP3 έχουν
- προέκταση *.mp3* και αποθηκεύουν τα δεδομένα κωδικοποιημένα χρησιμοποιώντας τον MP3 codec.
- εξαιρετικά δημοφιλές πρότυπο και υποστηρίζεται σε εφαρμογές λογισμικού, αλλά και απευθείας στο υλικό π.χ. mp3 players
- Η συμπίεση στο MP3 βασίζεται στο ψυχοακουστικό μοντέλο

# Mp3

- Το MP3 υποστηρίζει μέγιστο ρυθμό μεταφοράς 320 Kbps και μέγιστο ρυθμό δειγματοληψίας 48 KHz.



# MP3

- Πετυχαίνει συμπίεση 12:1 διατηρώντας την αρχική ποιότητα ήχου 3. Δηλαδή ένα αρχείο 10 MB μπορεί να το συμπιέσει σε λιγότερο από 1 MB

# Τύποι αρχείων

<b>.rif</b>	<b>RIFF</b>	Microsoft υποστηρίζει αρχεία ψηφιακού ήχου WAV, MIDI
<b>.wav</b>	<b>Wave</b>	<b>Αποτελεί πρότυπο αποθήκευσης ψηφιακού ήχου και είναι υποσύνολο του προτύπου RIFF</b>
<b>.mid</b>	<b>MIDI</b>	<b>Διεθνές πρότυπο για την αποθήκευση μουσικών αρχείων MIDI. Υπόκρουση στο διαδίκτυο (κινητά τηλέφωνα)</b>
<b>.aif</b>	<b>AIFF</b>	Από την Apple αλλά υποστηρίζεται και από άλλες πλατφόρμες, υποστηρίζει δειγματοληψία 32 bit. Υπόκρουση στο διαδίκτυο
<b>.rmi</b>	<b>RMI</b>	Από την Microsoft για την υποστήριξη αρχείων MIDI
<b>.mp3</b> <b>.m3u</b>	<b>MPEG1- layer III</b>	<b>Πρότυπο συμπίεσης αρχείων ήχου με χρήση κυρίως: (.mp3) για την διακίνηση αρχείων μουσικής στο Διαδίκτυο (.m3u) για εφαρμογές συνεχούς ροής δεδομένων</b>
<b>.wma</b>	<b>WMA</b>	<b>Windows Media Audio από την Microsoft με στόχο την υποστήριξη απωλεστικής συμπίεσης</b>
<b>.ra</b>	<b>Real Audio</b>	<b>Προορίζεται για την άμεση αναπαραγωγή ήχων μέσω του Διαδικτύου</b>

# Αρχεία MIDI

- Τα MIDI αρχεία ονομάζονται και συνθέσεις ή ακολουθίες MIDI.
- MIDI (Musical Instrument Digital Interface): Μεταφορά μουσικής μεταξύ Η/Υ. Πρωτόκολλο μεταφοράς λεπτομερούς περιγραφής ενός μουσικού κομματιού.
- Αντί για ήχους αποθηκεύει: **4άδες αριθμών**:
  - 1.ποια νότα είναι
  - 2.ποιο όργανο
  - 3.πόσο δυνατά παίζει το όργανο
  - 4.για πόσο χρόνο παίζει
- **Χαρακτηριστικά:**
- (+) Πιο συμπαγή.
- Ανεξάρτητα ποιότητας ήχου 200 – 1000 μικρότερα ψηφιοποιημένου ήχου (+)  
Μικρό μέγεθος, χρήση στις Ιστοσελίδες
- (+) Επεξεργάσιμα σε επίπεδο νότας (-) Όχι για κωδικοποίηση φωνής
- (-) Διαφορετικός ήχος σε διαφορετικά όργανα

# MIDI

- Τα αρχεία MIDI μπορούν να συνδέσουν τους ήχους πολλών διαφορετικών οργάνων στα κανάλια που διαθέτουν.
- Ο όρος κανάλια αναφέρεται στον αριθμό των διαφορετικών μουσικών οργάνων που μπορούν να υπάρχουν σε μια σύνθεση MIDI.
- Για παράδειγμα, μια συσκευή MIDI με πολυφωνία 64 σημαίνει ότι μπορεί να αναπαράγει τους ήχους 64 μουσικών οργάνων ταυτόχρονα.

# Λογισμικά

- Αναπαραγωγής
- Επεξεργασίας
- Μετατροπής

# Αναπαραγωγής

- Windows Media Player της Microsoft και ο
- RealPlayer της RealNetworks
- VLC
- KMPlayer

# Προγράμματα επεξεργασίας ήχου

## Εμπορικά και ανοιχτού λογισμικού

- Audacity (ανοιχτού λογισμικού)
- Adobe Audition
- Sony Sound Forge

## Βασικές δυνατότητες

- Εισαγωγή ήχου από εξωτερικές πηγές
- Αντιγραφή, αποκοπή και επικόλληση ηχητικών τμημάτων
- Αλλαγή ιδιοτήτων του ήχου (ένταση, συχνότητα, τόνος, ρυθμός)
- Μείωση θορύβου
- Μίξη ήχων

# Λογισμικά μετατροπής

- Με μια απλή αναζήτηση στο διαδίκτυο μπορούν να βρεθούν πολλοί μετατροπείς, κάποιοι εκ των οποίων είναι δωρεάν
- Μια συνήθης διαδικασία είναι η μετατροπή αρχείων CD στη μορφή MP3 ή σε κάποια άλλη συμπιεσμένη μορφή. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή ως ripping (απόσπαση αρχείων).



# Streaming Audio

- Για τη μετάδοση ήχου μέσω διαδικτύου απαιτείται η ύπαρξη λογισμικού για ήχο ροής δεδομένων στον υπολογιστή εξυπηρετητή (streaming audio server).
- Στον υπολογιστή πελάτη απαιτείται λογισμικό αναπαραγωγής streaming audio, π.χ. Windows Media Player ή RealPlayer.
- Το διαδικτυακό πρόγραμμα μουσικής μπορεί να προέρχεται από ένα πραγματικό ραδιοφωνικό σταθμό ή να αφορά τη μετάδοση μουσικής που έχουμε στον υπολογιστή μας.
- Σε οποιαδήποτε περίπτωση ο streaming audio server (π.χ. Windows Media Server) είναι υπεύθυνος για τη μετάδοση της ροής δεδομένων ήχου.
- Ο streaming audio server λαμβάνει το ραδιοφωνικό σήμα, το οποίο έχει κωδικοποιηθεί σε κάποια μορφή ροής δεδομένων ήχου, όπως WMA, MP3, RealAudio ή Ogg Vorbis και το μεταδίδει.

# Κάρτες Ήχου

- Πλάτος των ADC/DAC
- Σχετίζεται άμεσα με το μέγεθος δείγματος ψηφιοποίησης –
- Κάρτες των 8bit ικανοποιούν τις απαιτήσεις για απλό ήχο ή φωνή –
- Κάρτες ήχου των 16bit ικανοποιούν τις απαιτήσεις για ενσωμάτωση μουσικής όπως αυτή που αποθηκεύεται στα μουσικά CD

## Ρυθμός δειγματοληψίας

- Αναφέρεται στον αριθμό δειγμάτων αναλογικού ήχου ανά sec που δέχονται οι μετατροπείς ADC/DAC.
- Μεγαλύτερος ρυθμός δειγματοληψίας εξασφαλίζει καλύτερη ποιότητα

# Κάρτες Ήχου

Επεξεργαστής ψηφιακού σήματος (DSP)

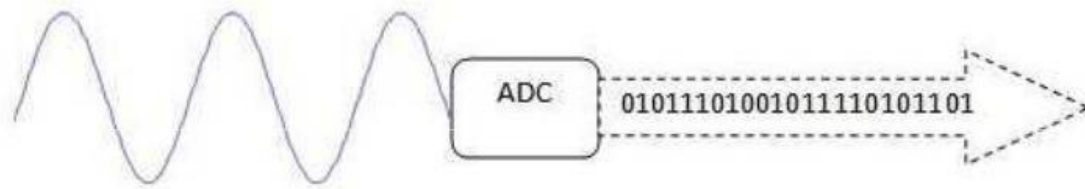
Αναλαμβάνει την καταγραφή, επεξεργασία και αναπαραγωγή του ψηφιακού ήχου, αποδεσμεύοντας την ΚΜΕ του υπολογιστή και αυξάνοντας την ταχύτητα της ψηφιακής ηχογράφησης και αναπαραγωγής

# ADC (Analog to Digital Converter)

Κύκλωμα στην κάρτα ήχου

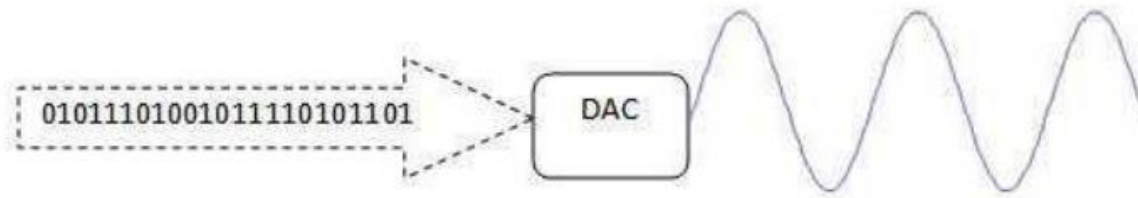
- Παίρνει δείγματα του αναλογικού σήματος με κάποιο ρυθμό
- Περισσότερα δείγματα = καλύτερη ποιότητα
- Για κάθε δείγμα υπολογίζει το πλάτος του σήματος. Γίνεται στρογγυλοποίηση προς την πλησιέστερη ακέραια τιμή

# ADC



# DAC (Digital to Analog Converter)

- Κύκλωμα που βρίσκεται στην κάρτα ήχου
- Μετατρέπει τα ψηφιακά δεδομένα σε αναλογικό σήμα



# Συμπίεση ήχου

- [https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5009/1/02 chapter 4.pdf](https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5009/1/02%20chapter%204.pdf)



# Συμπίεση ήχου

- Η συμπίεση, αντίστοιχα με τη λογική που ακολουθήθηκε στην περίπτωση του βίντεο, στηρίζεται στην αφαίρεση
- (α) της πλεονάζουσας πληροφορίας και
- (β) της πληροφορίας η οποία δεν είναι μεν πλεονάζουσα αλλά η απώλειά της δεν γίνεται εύκολα αντιληπτή από τον χρήστη (δεν είναι, δηλαδή, τόσο σημαντική στην αντιλαμβανόμενη ποιότητα του ήχου).

- Οι μέθοδοι συμπίεσης στηρίζονται στο ψυχοακουστικό μοντέλο, το οποίο αξιοποιεί κάποια βασικά χαρακτηριστικά του ανθρώπινου αυτιού, αναφορικά με την ακοή. Το πιο σημαντικό ίσως από αυτά είναι η κάλυψη (masking) η οποία συμβαίνει στο πεδίο του χρόνου αλλά και στο πεδίο της συχνότητας.

# Κάλυψη στο πεδίο του χρόνου

- Κάλυψη στο πεδίο του χρόνου έχουμε όταν ένας ήχος είναι πολύ κοντινός χρονικά σε κάποιον άλλο (δηλαδή το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ αυτών είναι πολύ περιορισμένο).
- Σε αυτήν την περίπτωση ο μεταγενέστερος ήχος, υπό ορισμένες συνθήκες, δεν θα γίνει αντιληπτός, θα επικαλυφθεί δηλαδή από αυτόν που προηγήθηκε χρονικά
- Συγκεκριμένα ένας έντονος (μεγάλης έντασης) ήχος επικαλύπτει (δεν επιτρέπει να γίνουν αντιληπτοί) ήχοι πριν και μετά από αυτόν εφόσον η ένταση αυτών των ήχων δεν ξεπερνάει κάποιο κατώφλι.

# Κάλυψη στο πεδίο της συχνότητας

- Κάλυψη στο πεδίο της συχνότητας έχουμε στην περίπτωση που δύο ήχοι γειτνιάζουν στο πεδίο της συχνότητας (τα φάσματά τους, δηλαδή, έχουν πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους).
- Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ο ένας (αυτός που έχει την υψηλότερη ένταση) να επισκιάζει τον άλλο.
- Εάν, για παράδειγμα, ακούγεται ένας ήχος σε συχνότητα π.χ.  $f_0$  kHz με σταθερό πλάτος, τότε μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι άλλοι ήχοι στις συχνότητες γύρω από την  $f_0$  για να γίνουν αντιληπτοί πρέπει να υπερβούν κάποιο συγκεκριμένο πλάτος (διαφορετικά επικαλύπτονται).

- Οι άνθρωποι ακούν ήχους στο φάσμα 20 Hz, 20 KHz
- Προκύπτει λοιπόν ότι κάποιοι ήχοι δεν γίνονται αντιληπτοί από τον άνθρωπο και αυτό συνεπάγεται ότι δεν χρειάζεται να κωδικοποιούνται.
- Αυτό σημαίνει ότι οι ήχοι αυτοί μπορούν, δηλαδή, να αγνοηθούν κατά τη διαδικασία της συμπίεσης.