

ψηφιακά Μέσα

10110011011000
10010011100011
1111000100110

03

Ψηφιακή Αναπαράσταση Δεδομένων

2ο Μέρος

**Από τον Αναλογικό
στον Ψηφιακό Κόσμο**

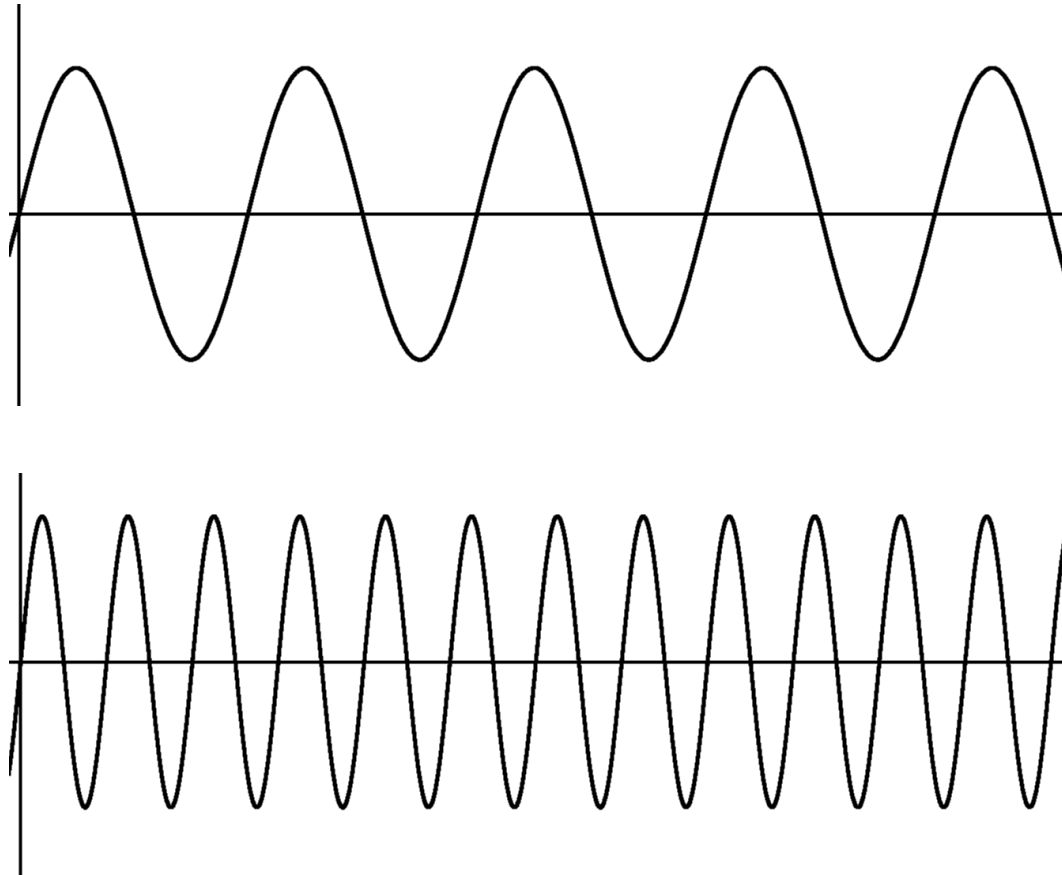
Πρόβλημα

- Πρόβλημα
 - Ο κόσμος που μας περιβάλλει είναι αναλογικός
 - Τα δεδομένα αποθηκεύονται στον ΗΥ σε ψηφιακή μορφή (bit), δηλ σε πεπερασμένες και διακριτές τιμές
- Λύση
 - **Ψηφιοποίηση**: μετατροπή σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό

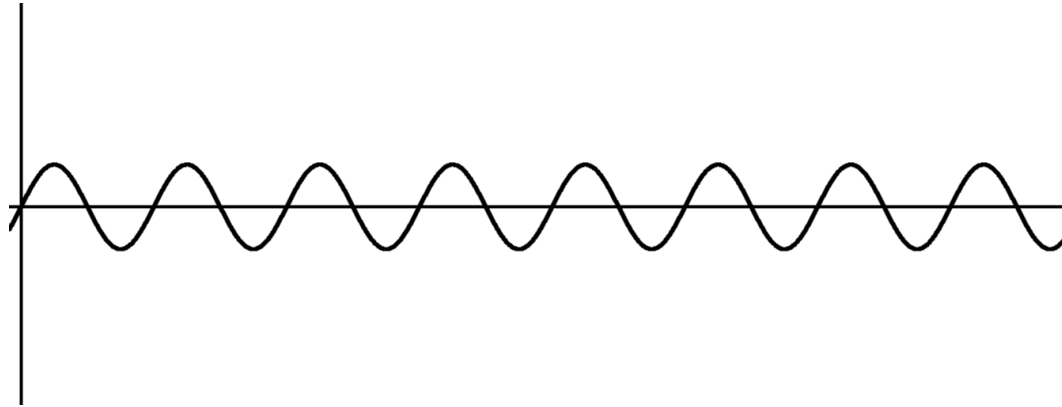
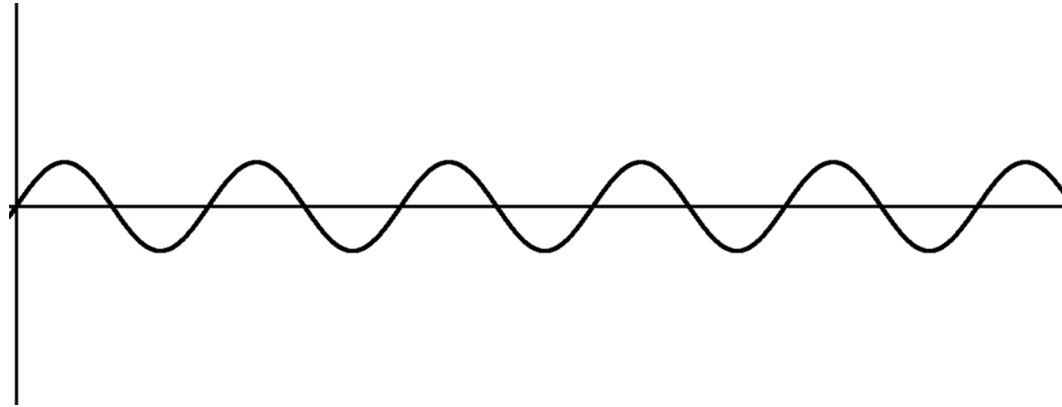
Σήμα

- συνάρτηση που περιγράφει τη μεταβολή ενός φαινομένου στον χώρο και/ή στον χρόνο
- χαρακτηριστικά:
 - **συχνότητα** (κύκλοι/δευτερόλεπτο)
 - **πλάτος** (ύψος απόκλισης)

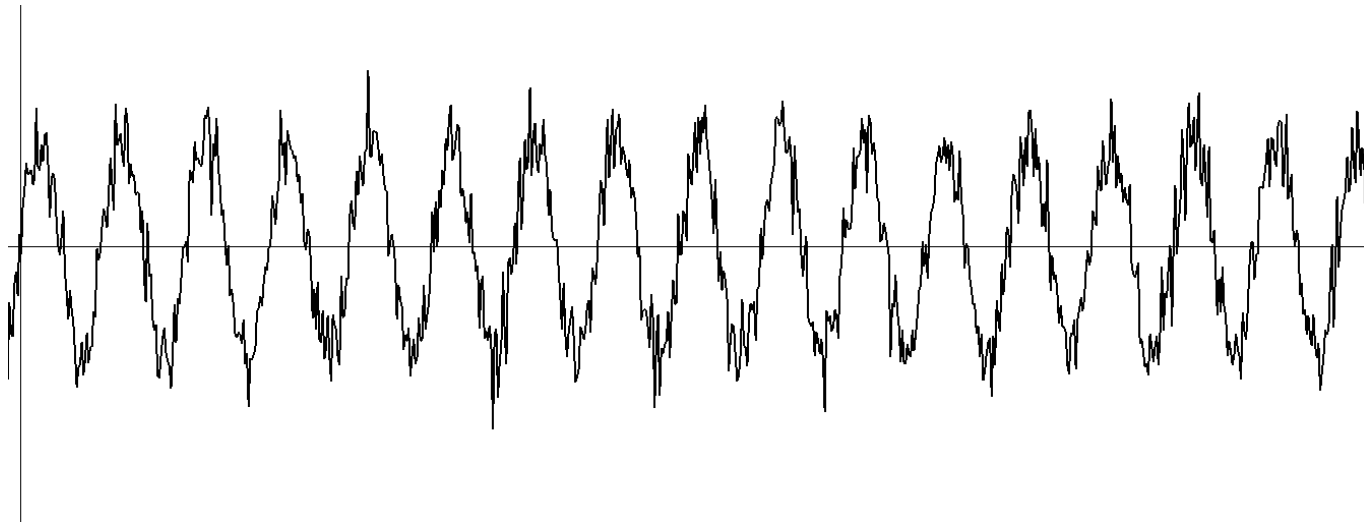
Σήμα



Σήμα



Σήμα



Σήμα

- Κατηγορίες
 - 1Δ: ήχος
 - 2Δ: εικόνα
 - 3Δ: βίντεο
 - n -διαστάσεων

1Δ σήμα

- Ήχος
 - 1Δ κύμα πίεσης
 - οι μεταβλητές (χρόνος, πλάτος) μπορούν να πάρουν οποιαδήποτε τιμή της κλίμακας μέτρησης (συνεχής)
 - οι μεταβολές του σήματος είναι **ανάλογες** με τον τρόπο που μεταβάλλεται ο ήχος



1Δ σήμα

- Δείγματα ημιτονοειδούς κύματος

- 300 Hz



- 600 Hz



- 1200 Hz



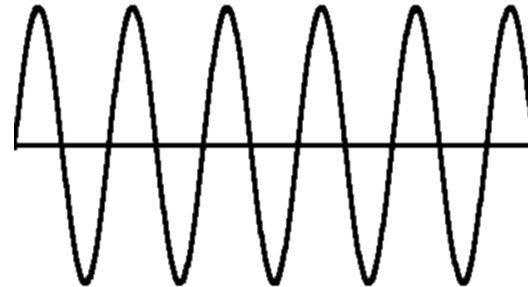
- 2400 Hz



- 4800 Hz



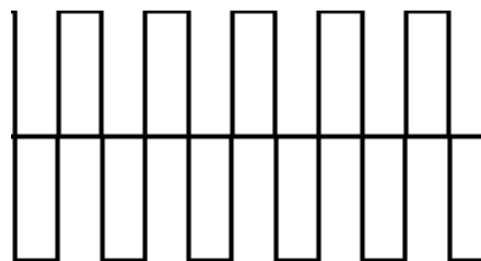
- 12000 Hz



1Δ σήμα

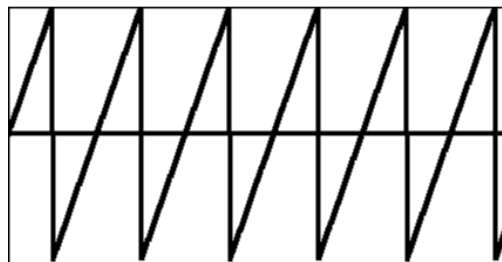
- Δείγματα τετραγωνικού κύματος

- 300 Hz 
- 600 Hz 
- 1200 Hz 



- Δείγματα πριονωτού κύματος

- 300 Hz 
- 600 Hz 
- 1200 Hz 



2Δ σήμα

- παράδειγμα 2Δ σήματος είναι η εικόνα
 - άξονας X
 - άξονας Y



3Δ σήμα

- Χαρακτηριστικό παράδειγμα 3Δ σήματος είναι το βίντεο
 - άξονας X
 - άξονας Y
 - χρόνος

Ψηφιοποίηση

- Η μετάβαση από τον αναλογικό στον ψηφιακό κόσμο επιτυγχάνεται με την **ψηφιοποίηση** (digitization)
- Το αναλογικό σήμα μετατρέπεται σε ψηφιακό (συνεχές σε σειρά διακριτών τιμών)

Ψηφιοποίηση

- Παράδειγμα ήχου

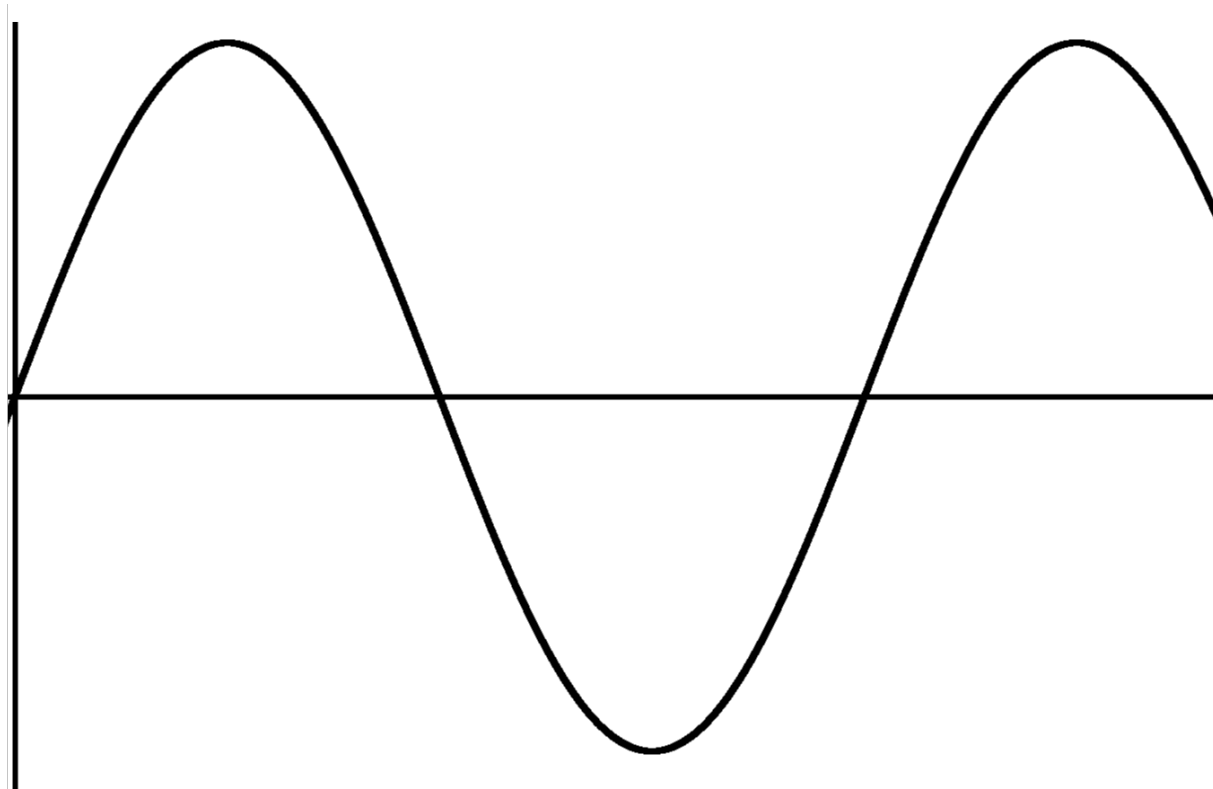


Ψηφιοποίηση

- Στάδια ψηφιοποίησης
 - δειγματοληψία
 - κβαντοποίηση
 - κωδικοποίηση

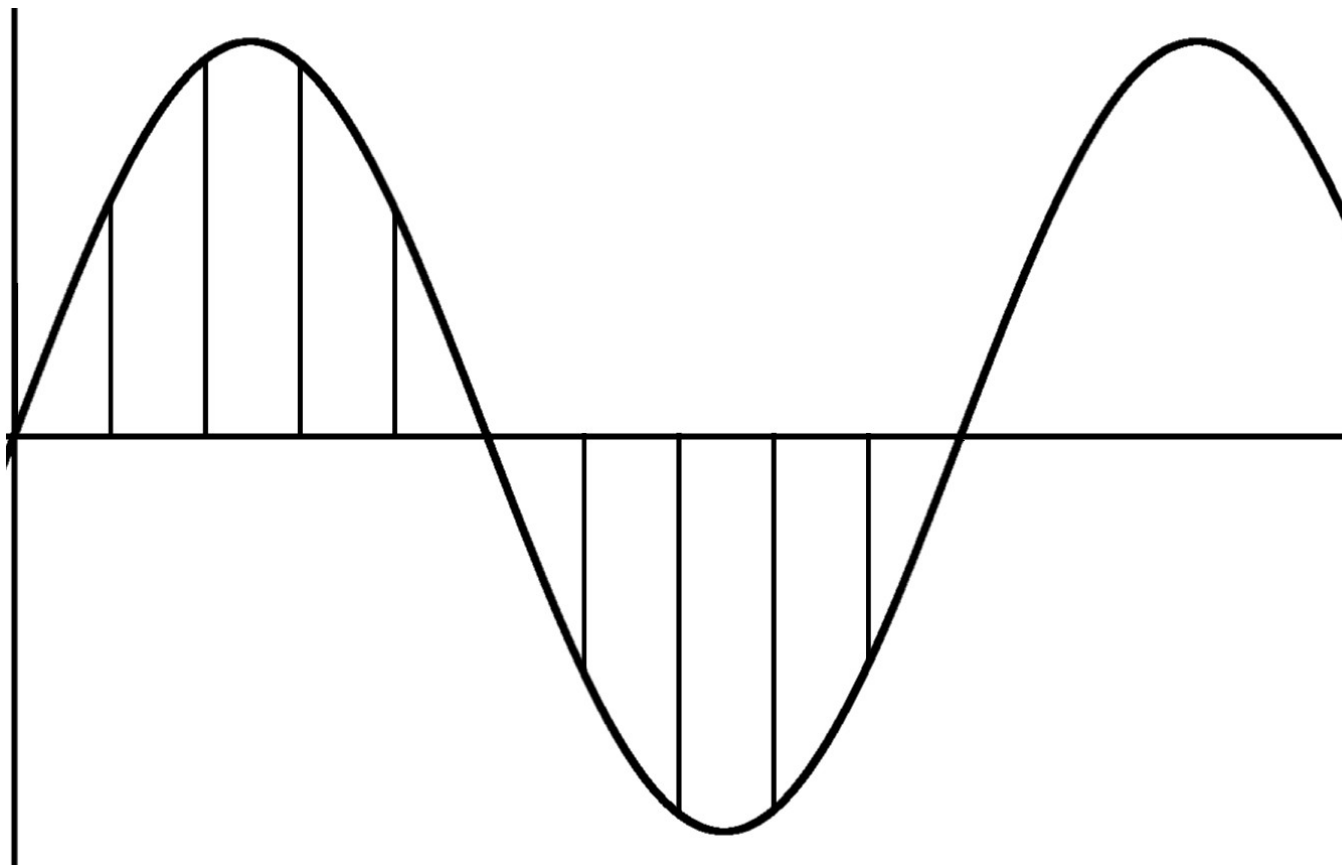
Δειγματοληψία

- Αναπαράσταση συνεχών τιμών χρόνου με διακριτές



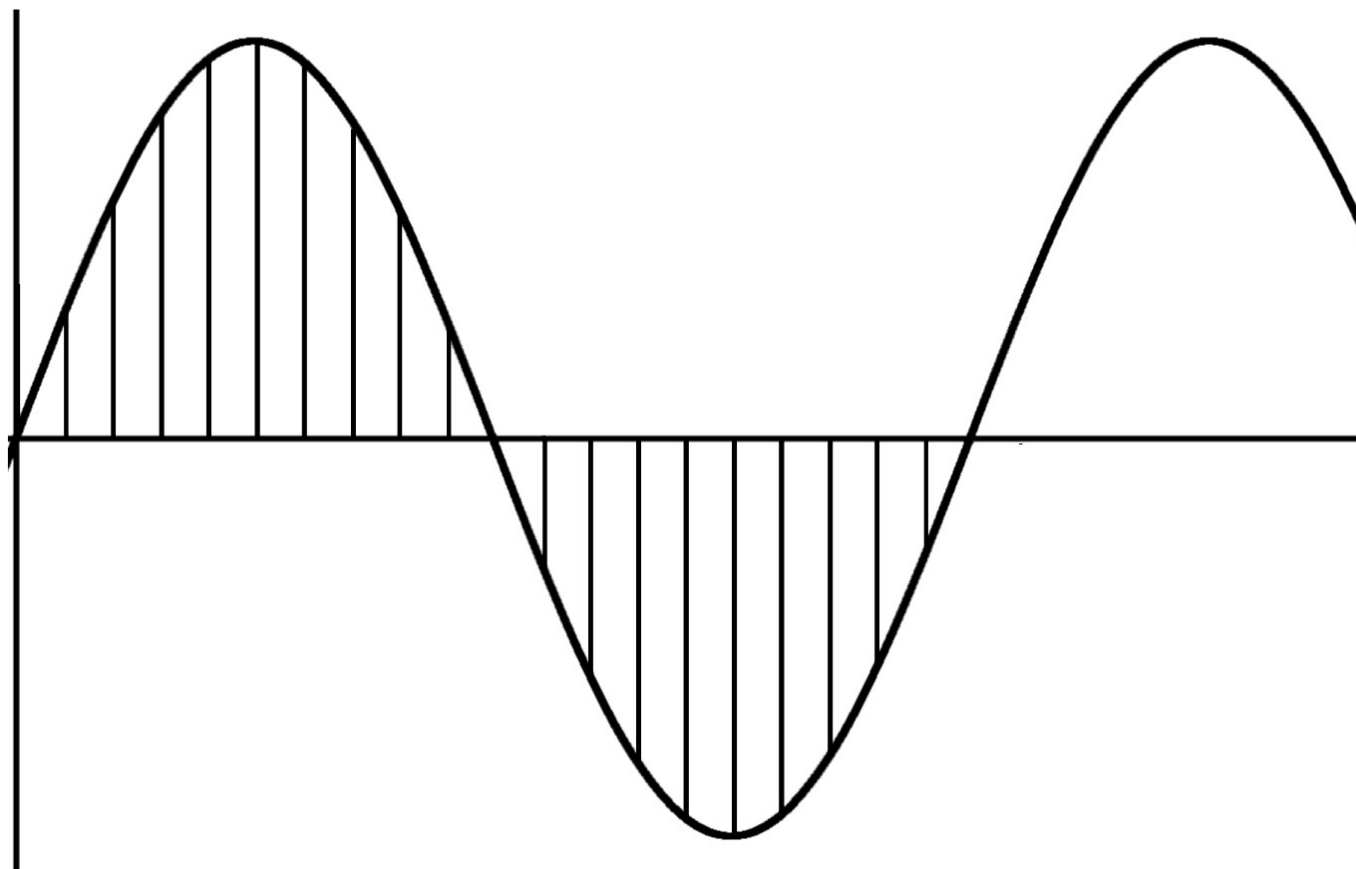
Δειγματοληψία

- 10 δείγματα



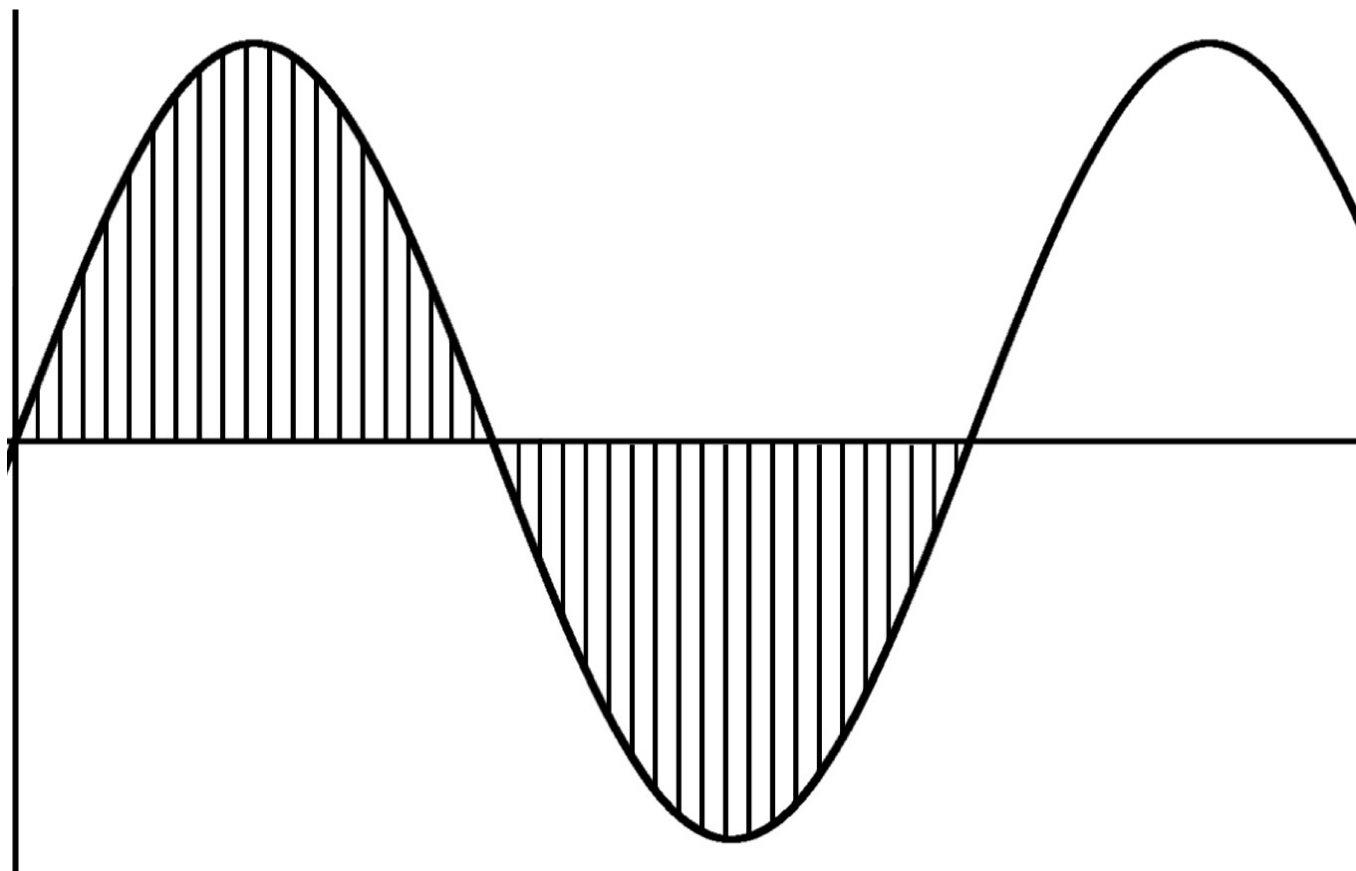
Δειγματοληψία

- 20 δείγματα



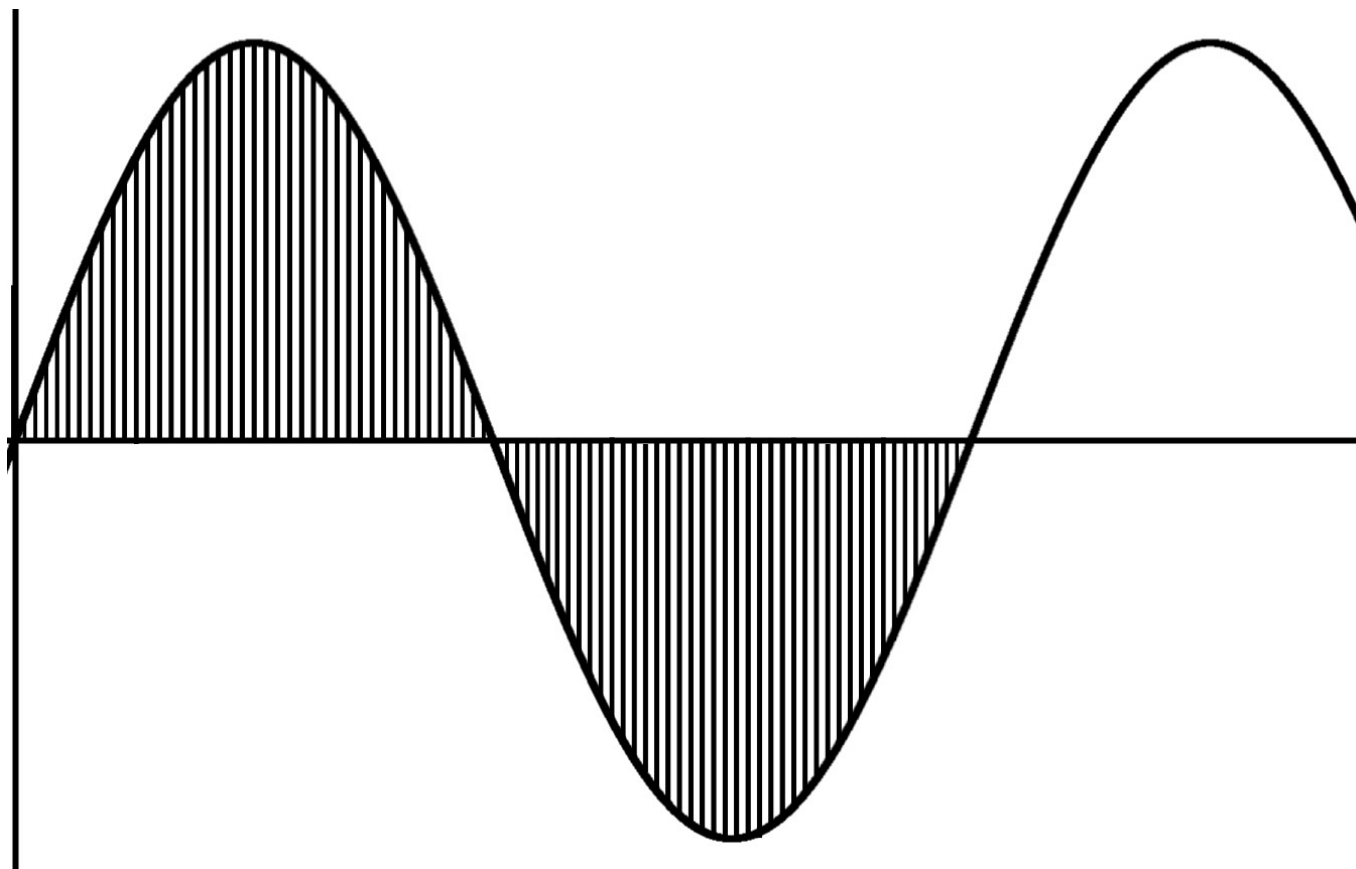
Δειγματοληψία

- 40 δείγματα



Δειγματοληψία

- 80 δείγματα



Δειγματοληψία

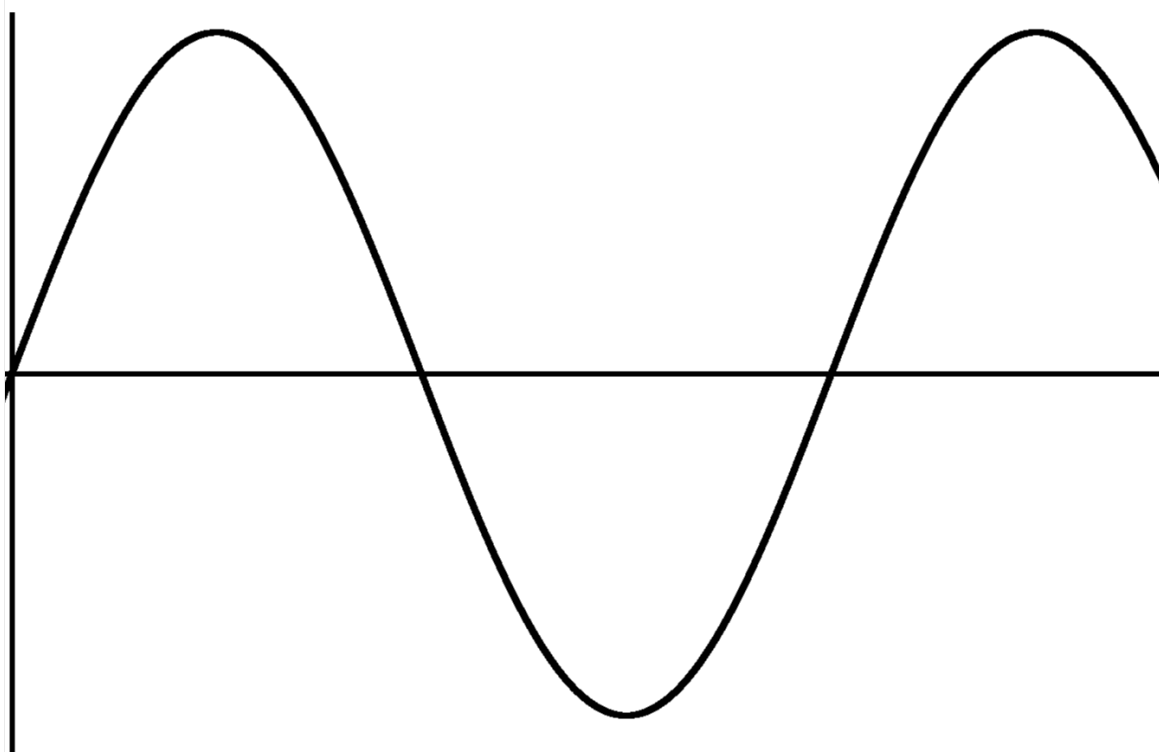
- **ρυθμός δειγματοληψίας (sampling rate)**
- **θεώρημα του Nyquist:** ο ρυθμός δειγματοληψίας θα πρέπει να είναι τουλάχιστον διπλάσιος της μέγιστης συχνότητας
 - τηλεφωνία: συχνότητα 4KHz, δειγματοληψία 8 KHz
 - CDDA: συχνότητα 22050 Hz, δειγματοληψία 44100 Hz

Δειγματοληψία

- Παραδείγματα
 - 44,1 KHz
 - 22,05 KHz
 - 16 KHz
 - 8 KHz
 - 4 KHz
 - 2 KHz
 - 500 Hz

Κβάντοποίηση

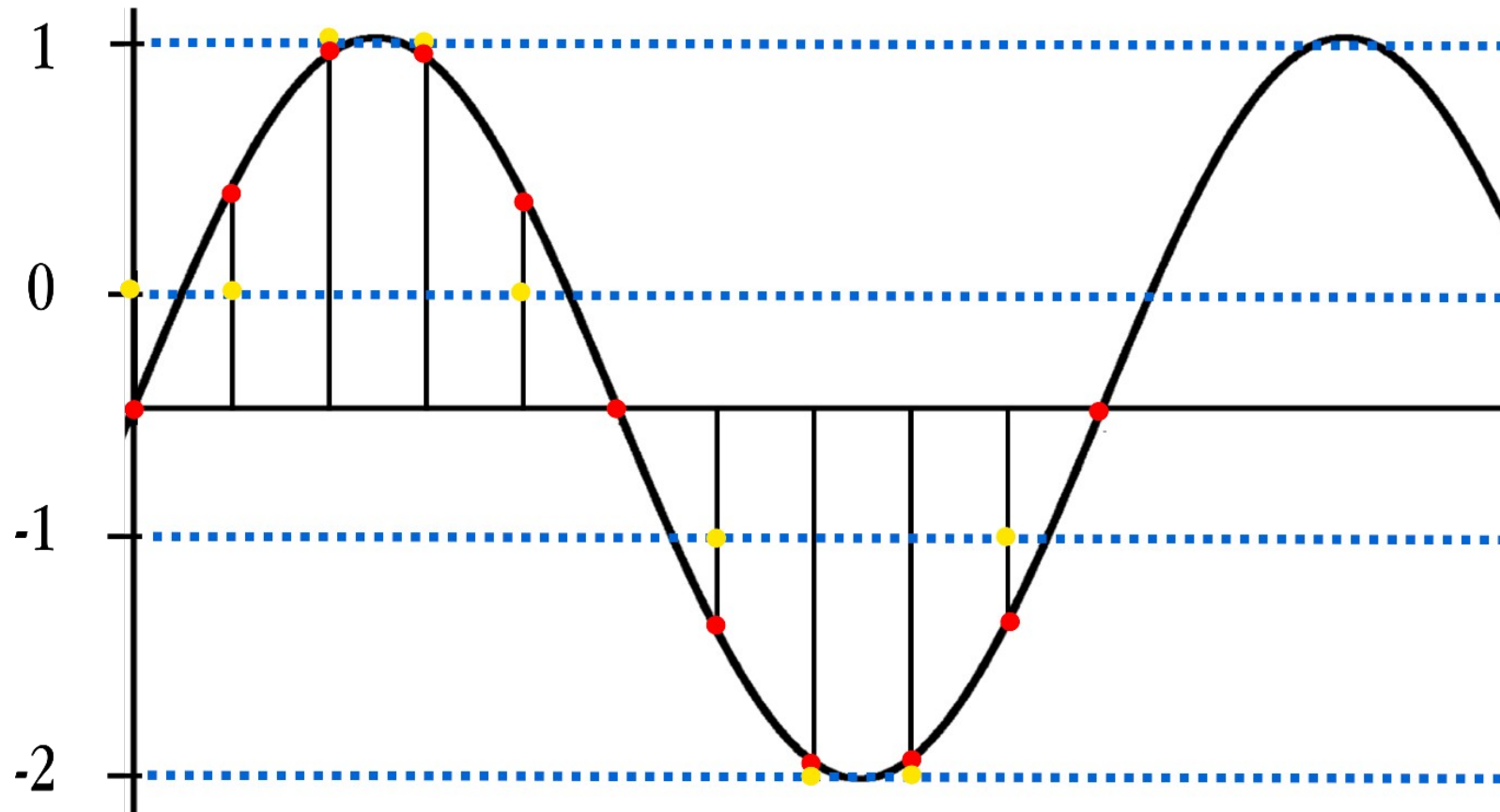
- Αναπαράσταση συνεχών τιμών έντασης σήματος με διακριτές



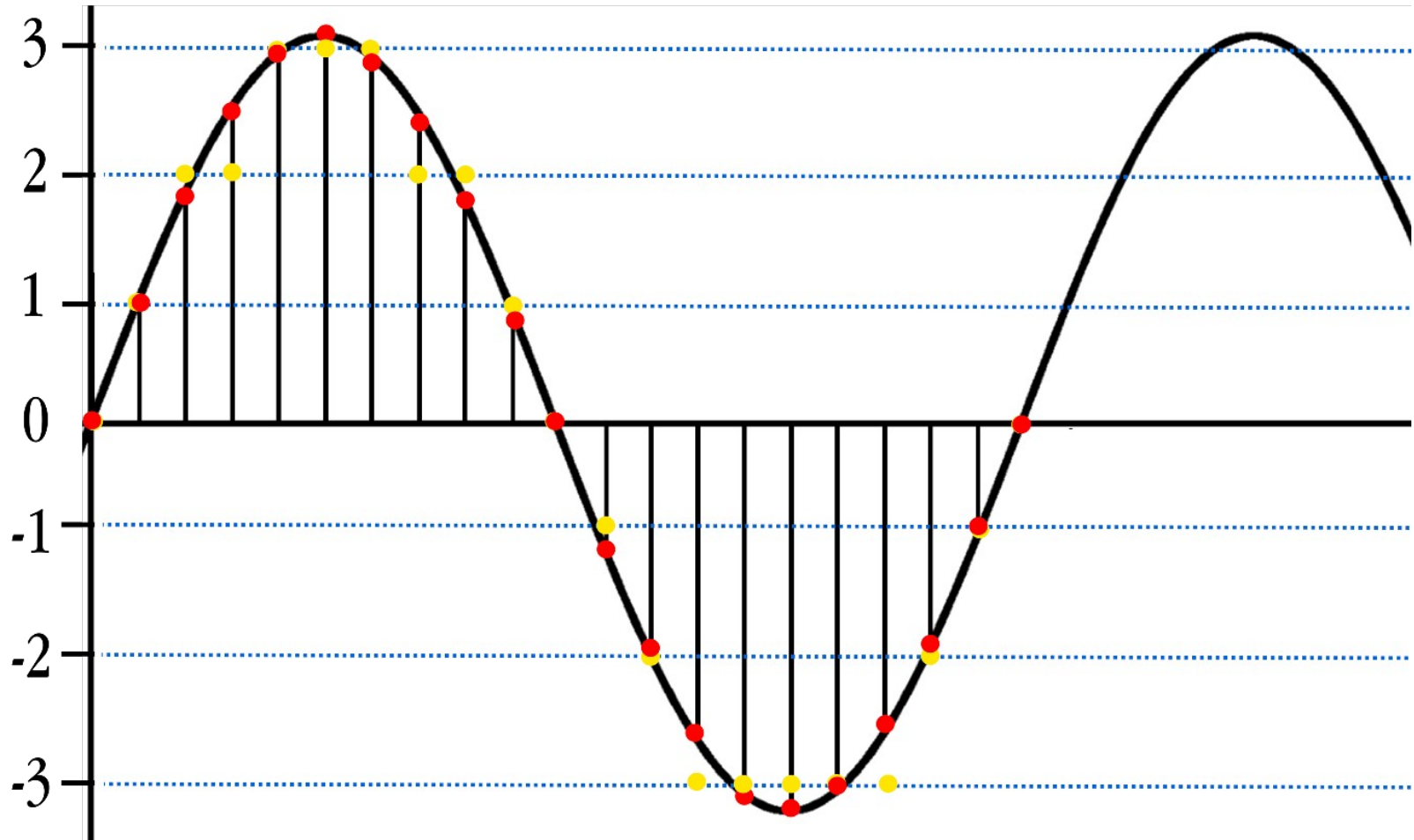
Κβαντοποίηση

- σε κάθε δείγμα εκχωρείται μια τιμή από αυτές που επιτρέπει η κλίμακα
- κάθε δείγμα παίρνει ως ψηφιακή τιμή αυτή που είναι πλησιέστερη προς την αρχική αναλογική του τιμή
- **μέγεθος δείγματος (sampling size)**

Κβαντοποίηση

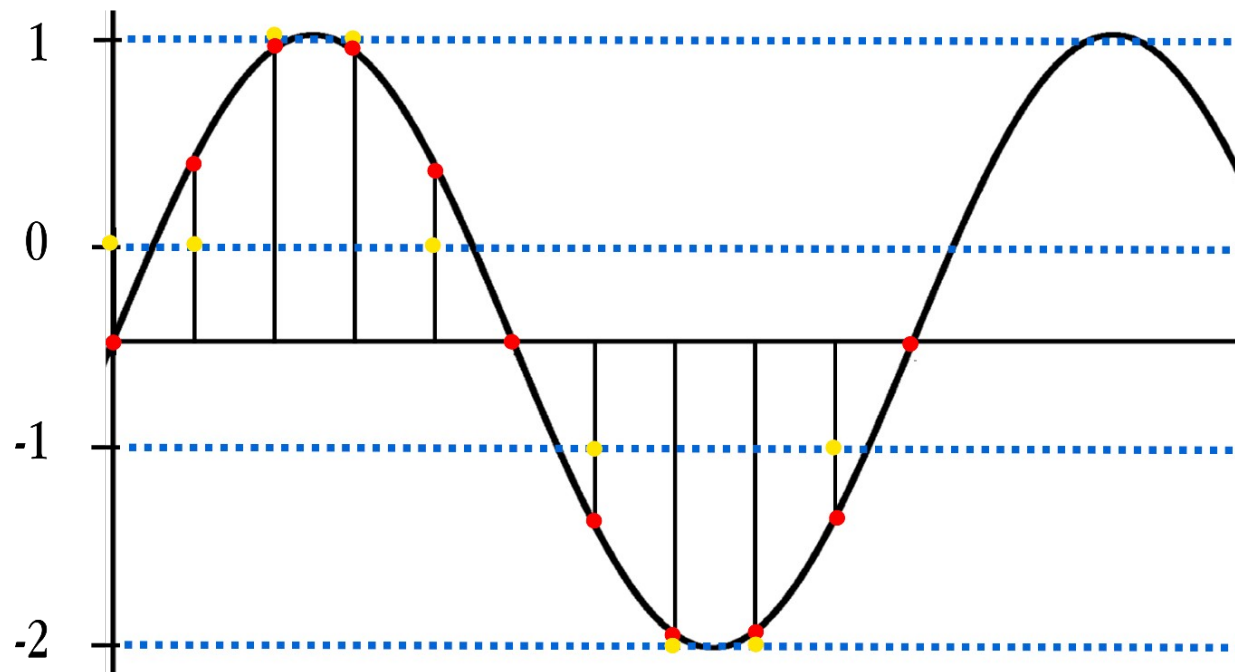


Κβάντοποίηση



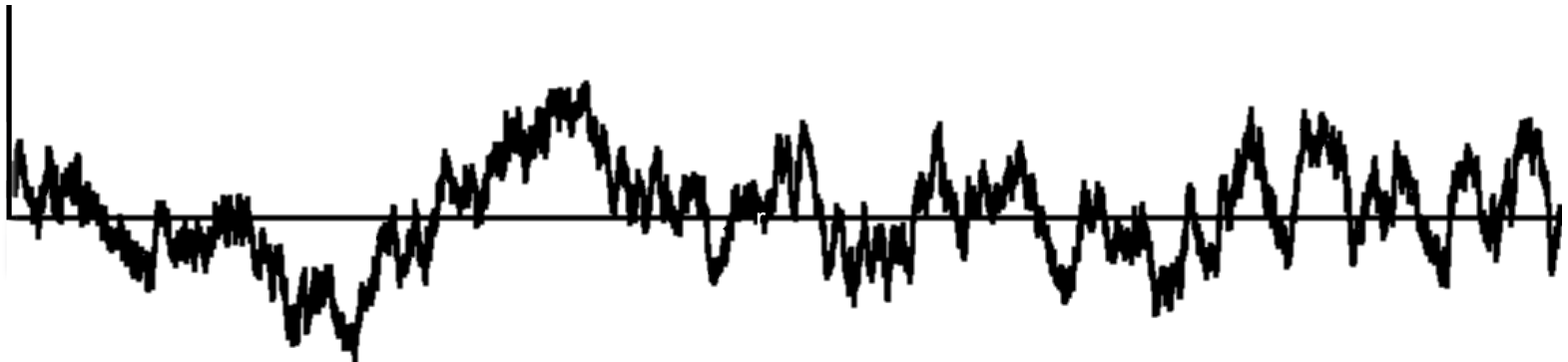
Κωδικοποίηση

- αντιστοίχιση τιμών κβάντωσης των δειγμάτων σε ψηφιακούς κωδικούς για τη δημιουργία ψηφιακού σήματος
- το ψηφιακό σήμα απαρτίζεται από μια ακολουθία από bit



Κατάλοιπα

- κάθε βήμα μετατροπής εισάγει κάποιου τύπου σφάλματα
 - σφάλμα κβαντοποίησης (quantization error)
 - θόρυβος 🗣️



PCM

- Παλμοκωδική διαμόρφωση (Pulse Code Modulation-PCM)
- ADC: Analog to Digital Convesion (αναλογικοψηφιακή μετατροπή)
- DAC: Digital to Analog Coverision (ψηφιοαναλογική μετατροπή)

Ψηφιοποίηση

- Παράδειγμα εικόνας



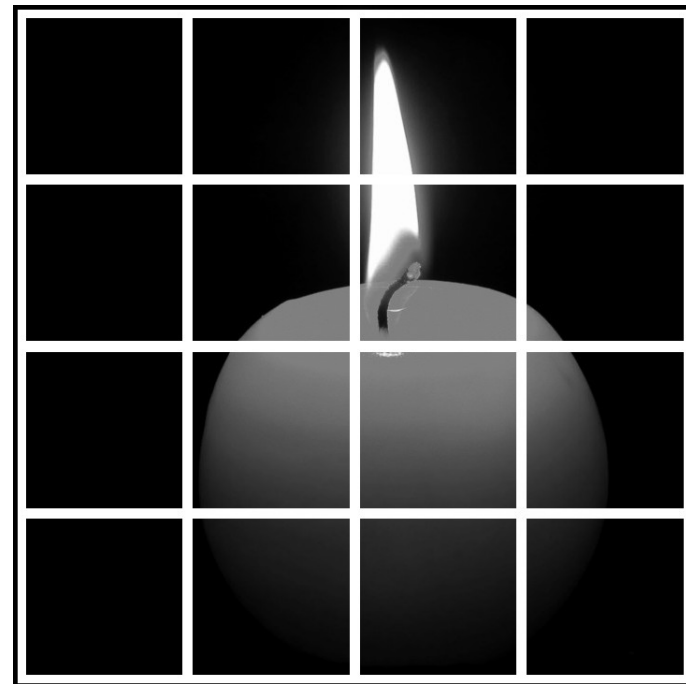
Ψηφιοποίηση

- Εικόνα: συνεχής συνάρτηση ορθογώνιας περιοχής
- Η ψηφιοποίηση της εικόνας περιλαμβάνει μια παρόμοια διαδικασία όπως αυτή του 1Δ σήματος
 - δειγματοληψία (διευθύνσεις X, Y)
 - κβαντοποίηση: εκχώρηση τιμής σε κάθε δείγμα

Δειγματοληψία

- Δειγματοληψία
 - μετάβαση από ένα συνεχή χώρο 2 διαστάσεων (X,Y) σε ένα διακριτό χώρο 2 διαστάσεων
 - διαχωρισμός συνεχούς εικόνας σε X σειρές & Y στήλες
 - **δείγμα**: κάθε σημείο τομής σειρών με στήλες
 - **εικονοστοιχείο** (picture element - pixel)

Δειγματοληψία

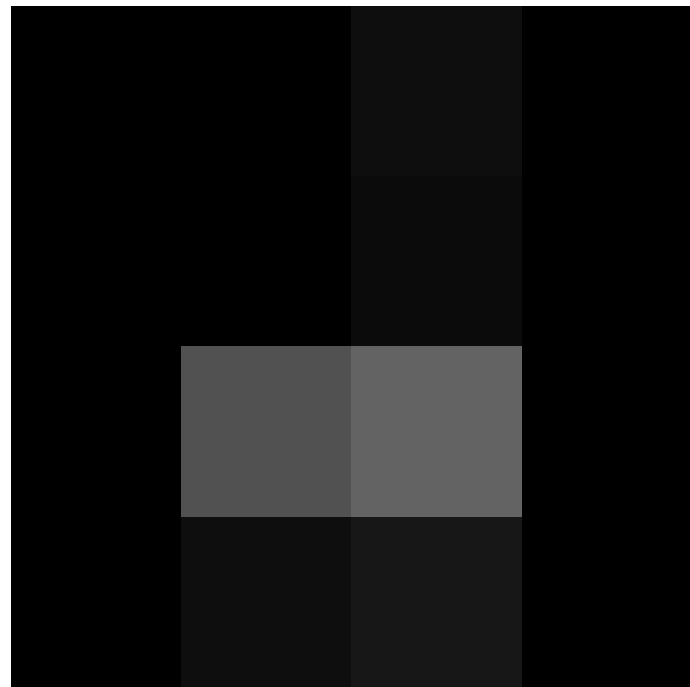


Δειγματοληψία

512 x 512



4x4

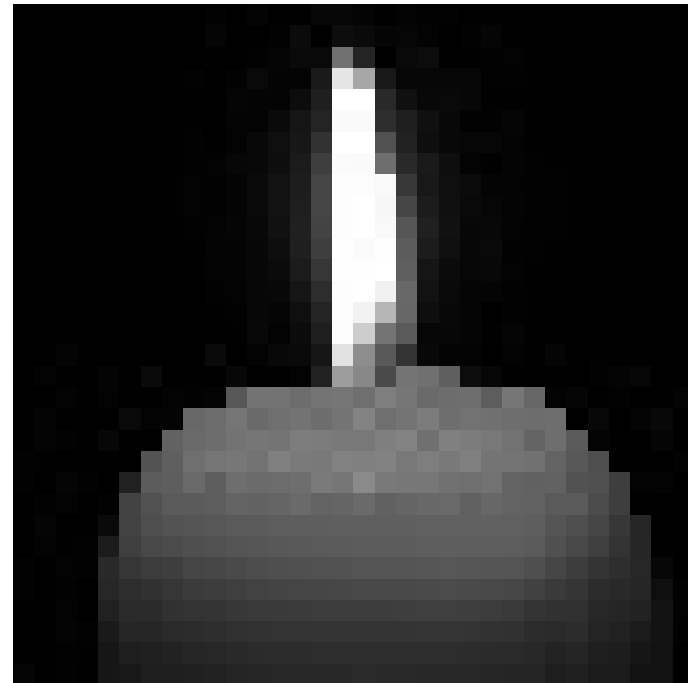


Δειγματοληψία

512 x 512



32x32



Κβαντοποίηση

- Σε κάθε δείγμα εκχωρείται μια τιμή από τις διαθέσιμες της κλίμακας
- **βάθος χρώματος** (bit depth): αριθμός διαθέσιμων τιμών που καθορίζεται από τα διαθέσιμα bit
- συνηθισμένες τιμές: 8, 16, 24, 32 bit

Κβαντοποίηση



8 bit



7 bit

Κβαντοποίηση



6 bit



5 bit

Κβαντοποίηση

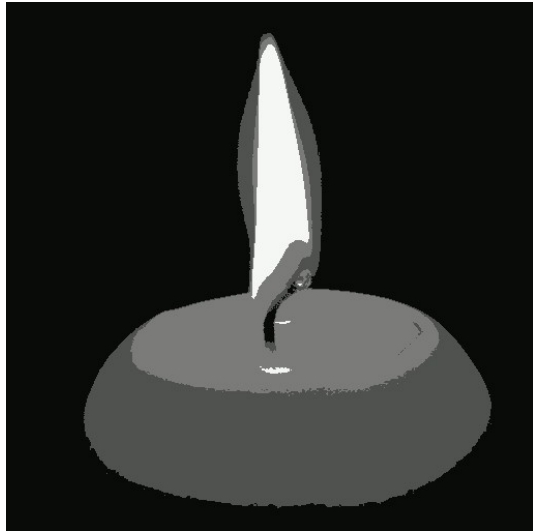


4 bit

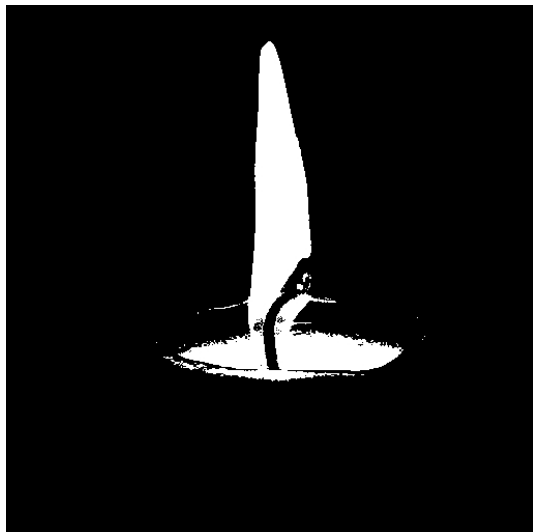


3 bit

Κβαντοποίηση



2 bit



1 bit

Θετικά/Αρνητικά

- Πλεονεκτήματα ψηφιοποίησης
 - θόρυβος
 - σφάλματα
 - συμπίεση
- Μειονεκτήματα
 - υπολογιστικό κόστος
 - σχέση ποιότητας-κόστους