

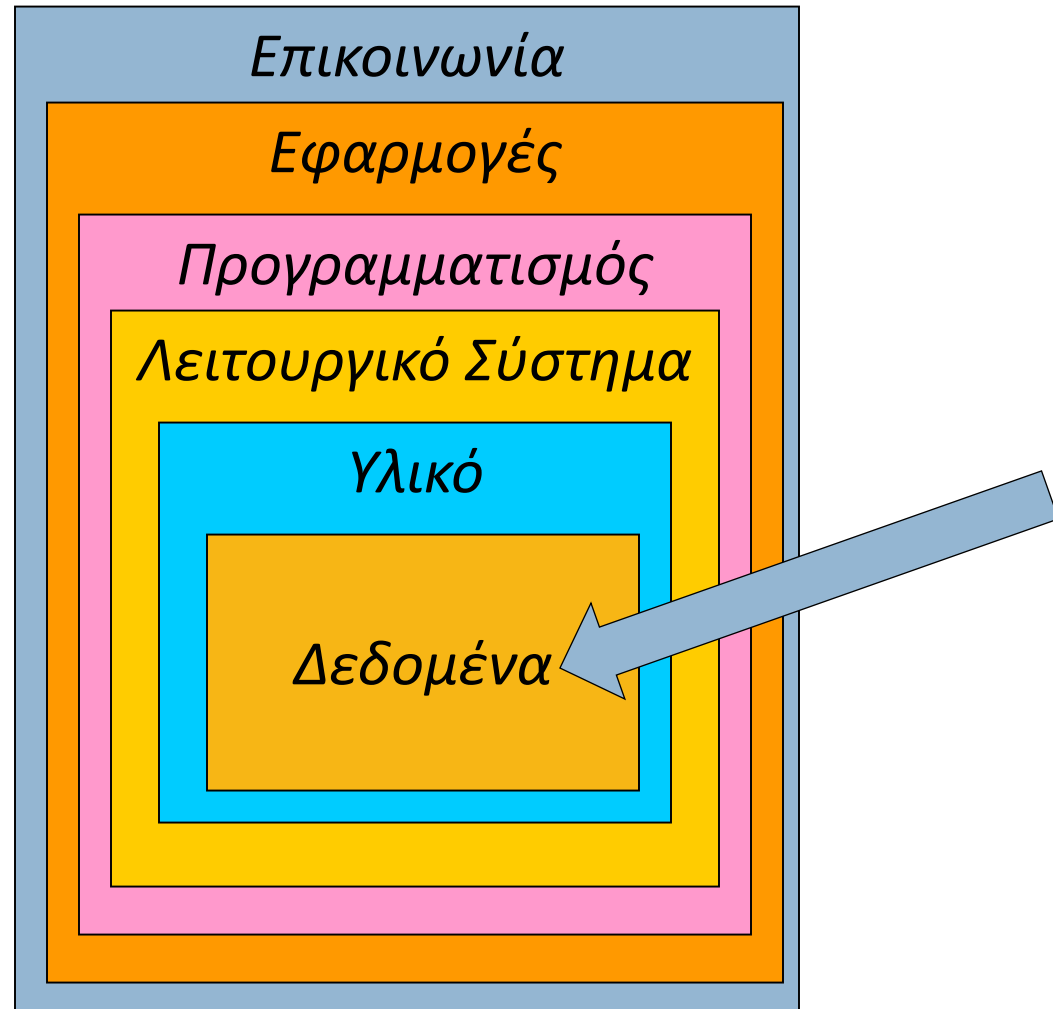
ΕΠΛ 003:
ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Δρ. Κουζαπάς Δημήτριος
Πανεπιστήμιο Κύπρου - Τμήμα Πληροφορικής

Αναπαράσταση Δεδομένων

Υπολογιστικά συστήματα: Στρώματα

1



Στόχοι

2

- Να περιγράψουμε τους βασικούς τύπους δεδομένων.
- Να εξηγήσουμε τι είναι το **μπιτ** και πως χρησιμοποιείται στο **δυναμικό σύστημα αρίθμησης**.
- Να περιγράψουμε τα αριθμητικά συστήματα **δυναμικό, οκταδικό και δεκαεξαδικό**.
- Να καταλάβουμε πως **αναπαριστούνται** στον Υπολογιστή **οι Αριθμοί**
- Να μπορούμε να μετατρέπουμε αριθμούς από το ένα αριθμητικό σύστημα στο άλλο.
- Να καταλάβουμε πως **αναπαριστούνται** στον Υπολογιστή το **Κείμενο** (Χαρακτήρες), η **Εικόνα**, ο **Ήχος** και το **Βίντεο**.

Τύποι δεδομένων

3

Τα δεδομένα μπορούν να είναι πολλών τύπων:

- Αριθμοί
- Κείμενο
- Εικόνες
- Ήχος
- Βίντεο

Ζητείται μία μέθοδος αναπαράστασης για όλους αυτούς τους τύπους δεδομένων.

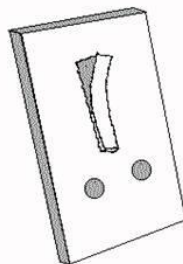
Μπιτ (bit)

4

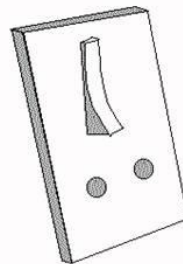
- Ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα στο εσωτερικό του Η/Υ μπορεί να βρίσκεται σε μία από δύο καταστάσεις:

Ανοιχτό Κύκλωμα

(όταν δεν περνά ρεύμα)



"0"



"1"

Κλειστό Κύκλωμα

(όταν περνά ρεύμα)

- Για αυτό το λόγο οι υπολογιστές αναπαριστούν όλα τα είδη πληροφορίας ως **δυναδικά** δεδομένα (0 και 1).
- Η στοιχειώδης μονάδα δεδομένων του Η/Υ ονομάζεται **μπιτ** (= bit = binary digit = δυναδικό ψηφίο)

Μπιτ (bit)

5

Δεκαδικό σύστημα
10 διαφορετικά ψηφία

Vs

Δυαδικό σύστημα
2 διαφορετικά ψηφία

Δεκαδικά ψηφία		Δυαδικά ψηφία
0	5	0
1	6	1
2	7	
3	8	
4	9	

Μπιτ (bit)

6

Ένα μπιτ μπορεί να αναπαραστήσει οτιδήποτε

Μπορεί να παίρνει **μόνο δύο διαφορετικές** τιμές, π.χ.:

- Το **πρόσημο** ενός αριθμού:
 - 0 → Θετικό
 - 1 → Αρνητικό
- Τον **τύπο** ενός γράμματος:
 - 0 → Κεφαλαίο
 - 1 → Πεζό
- Τον **τονισμό** ενός φωνήεντος:
 - 0 → Τονισμένο
 - 1 → Άτονο

Μπιτ (bit)

7

- Με ένα μπιτ μπορούμε να αριθμήσουμε μέχρι το 1.

Δεκαδικό	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Δυαδικό	0	1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Ερώτηση

- Πόσα μπιτ χρειαζόμαστε για να αριθμήσουμε μέχρι :
 - Το 3???
 - Το 7???
 - Το 15???

Μπιτ (bit)

8

Απάντηση

(Παρένθεση) Στο Δεκαδικό Σύστημα:

- Με **ένα ψηφίο** μπορούμε να αριθμήσουμε μέχρι το 0 μέχρι το 9.
- Με **δύο ψηφία** μπορούμε να αριθμήσουμε μέχρι το 99
 - ▣ Ψηφίο για **Δεκάδες**, Ψηφίο για **Μονάδες**
- Με **τρία ψηφία** μπορούμε να αριθμήσουμε μέχρι το 999
 - ▣ Ψηφίο για **Εκατοντάδες**, Ψηφίο για **Δεκάδες**, Ψηφίο για **Μονάδες**
- *Κτλ.*

Μπιτ (bit)

Απάντηση (Συνέχεια)

- Παρόμοια με το δεκαδικό σύστημα, στο δυαδικό σύστημα για να αριθμήσουμε πάνω από το 1 απλά προσθέτουμε και άλλα ψηφία (μπιτ):
- Η διαφορά όμως είναι ότι στο δυαδικό σύστημα αρίθμησης μετά τις Μονάδες **ΔΕΝ ΕΧΟΥΜΕ** Δεκάδες (10^1), Εκατοντάδες (10^2), Χιλιάδες (10^3), κτλ.
- Στο δυαδικό σύστημα αρίθμησης μετά τις Μονάδες **ΕΧΟΥΜΕ** έχουμε **Δυάδες** (2^1), **Τετράδες** (2^2), **Οκτάδες** (2^3), **Δεκαεξάδες** (2^4), **Τριανταδυάδες** (2^5), κτλ.

Μπιτ (bit)

10

Απάντηση (Συνέχεια): Άρα:

- Για να αριθμήσουμε μέχρι το 3 στο δυαδικό σύστημα χρειαζόμαστε **τουλάχιστο..... Δύο μπιτ ($11_{(2)}$)**
 - ▣ Μπιτ για **Δυάδες**, Μπιτ για **Μονάδες**
- Για να αριθμήσουμε μέχρι το 7 στο δυαδικό σύστημα χρειαζόμαστε **τουλάχιστο..... Τρία μπιτ ($111_{(2)}$)**
 - ▣ Μπιτ για **Τετράδες**, Μπιτ για **Δυάδες**, Μπιτ για **Μονάδες**
- Για να αριθμήσουμε μέχρι το 15 στο δυαδικό σύστημα χρειαζόμαστε **τουλάχιστο Τέσσερα μπιτ ($1111_{(2)}$)**
 - ▣ Μπιτ για **Οκτάδες**, Μπιτ για **Τετράδες**, Μπιτ για **Δυάδες**, Μπιτ για **Μονάδες**

Μπιτ (bit)

11

Παράδειγμα πως αριθμούμε μέχρι το 15 στο δυαδικό σύστημα με 4 μπιτ:

Λάβετε υπόψη ότι:

Δυαδικό	000 1	00 1 0	0 1 00	1 000
Δεκαδικό	1 ^{ες}	2 ^{ες}	4 ^{ες}	8 ^{ες}

Δεκαδικό	0	1	2	3	4	5	6	7
Δυαδικό	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111

Δεκαδικό	8	9	10	11	12	13	14	15
Δυαδικό	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111

Μπιτ (bit)

12

□ Γενικότερα

- Με μια ομάδα από N μπιτ μπορούμε να:
 - Αριθμήσουμε μέχρι το $2^N - 1$
 - Αναπαραστήσουμε 2^N διαφορετικές τιμές
 - Προσοχή: Το **0 (μηδέν)** αναπαριστά και αυτό τιμή

Μπιτ (bit)

13

Παράδειγμα:

- Με μια ομάδα από **8 μπιτ** μπορούμε να:
 - Αριθμήσουμε μέχρι το 255 ($2^8 - 1$)
 - Να αναπαραστήσουμε 256 (2^8) διαφορετικές τιμές

Μπιτ (bit)

14

Ερωτήσεις:

- Με μια ομάδα από 9 μπιτ μέχρι πού μπορούμε να αριθμήσουμε;
 - ▣ Μέχρι το **511** ($2^9 - 1$)

- Με μια ομάδα από 9 μπιτ πόσες διαφορετικές τιμές μπορούμε να αναπαραστήσουμε;
 - ▣ **512** (2^9) διαφορετικές τιμές

Μπιτ (bit)

15

Ερώτηση:

- Έστω ότι το αλφάβητο στο πληκτρολόγιό μας μπορεί να πάρει μια από τις πιο κάτω τιμές:
 - ▣ Ελληνικό,
 - ▣ Αγγλικό,
 - ▣ Γαλλικό ή
 - ▣ Γερμανικό.
- Πώς μπορούμε να αναπαραστήσουμε την τρέχουσα επιλογή στον Υπολογιστή;

Μπιτ (bit)

16

Απάντηση:

Χρειαζόμαστε να αναπαραστήσουμε 4 διαφορετικές τιμές.

$$2^N = 4 \rightarrow N = 2$$

Άρα χρησιμοποιούμε **μια ομάδα από δύο μπιτ**, ως εξής:

πρώτο μπιτ	δεύτερο μπιτ	αλφάβητο
0	0	<i>Ελληνικό</i>
0	1	<i>Αγγλικό</i>
1	0	<i>Γαλλικό</i>
1	1	<i>Γερμανικό</i>

Μπιτ (bit)

17

Γενικότερα:

- Ανάλογα με το **πλήθος των διαφορετικών τιμών** που έχουμε να αναπαραστήσουμε:
 1. Ομαδοποιούμε ένα **συγκεκριμένο πλήθος από μπιτ** (επιλέγουμε δηλαδή το **μήκος** της συμβολοσειράς)
 - Η ομάδα αυτή λέγεται **σχήμα μπιτ** (bit pattern).
 2. Χειριζόμαστε **την ακολουθία τους** ως ομάδα

Μπιτ (bit)

18

1 Bit	2 Bits	3 Bits	4 Bits	5 Bits
0	00	000	0000	00000
1	01	001	0001	00001
	10	010	0010	00010
	11	011	0011	00011
		100	0100	00100
		101	0101	00101
		110	0110	00110
		111	0111	00111
			1000	01000
			1001	01001
			1010	01010
			1011	01011
			1100	01100
			1101	01101
			1110	01110
			1111	01111
				10000
				10001
				10010
				10011
				10100
				10101
				10110
				10111
				11000
				11001
				11010
				11011
				11100
				11101
				11110
				11111

Παράδειγμα:
Σχήματα μπιτ (bit patterns) για μήκη από 1 έως 5 μπιτ.

Μπιτ (bit)

19

Ερώτηση:

- Πόσα μπιτ χρειαζόμαστε για αναπαραστήσουμε τις μέρες της εβδομάδας;

Απάντηση:

- Χρειαζόμαστε να αναπαραστήσουμε **7 διαφορετικές τιμές**.
 - $2^N = 7 \rightarrow N = \log_2 7 \rightarrow N = 2.807$
 - Άρα θα χρειαστούμε μια ομάδα από **3 μπιτ!**

Μπιτ (bit)

20

Απάντηση (Συνέχεια):

Θα χρησιμοποιούμε την ομάδα από τρία μπιτ, ως εξής:

Σχήμα μπιτ (bit pattern)			
Πρώτο μπιτ	Δεύτερο μπιτ	Τρίτο μπιτ	Ημέρα
0	0	0	<i>Κυριακή</i>
0	0	1	<i>Δευτέρα</i>
0	1	0	<i>Τρίτη</i>
0	1	1	<i>Τετάρτη</i>
1	0	0	<i>Πέμπτη</i>
1	0	1	<i>Παρασκευή</i>
1	1	0	<i>Σάββατο</i>
1	1	1	Δεν Χρησιμοποιείται

Αναπαράσταση Αριθμών

Αναπαράσταση Αριθμών

22

Είδη αριθμών:

- **φυσικοί:** $0, 1, 2, 3, \dots, 239, \dots, 2332451, \dots$
- **ακέραιοι:** $\dots, -239, \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots, 239, \dots$
- **πραγματικοί:** $0, 1, -1, 2.3, \sqrt{2}, -\sqrt{3}, \pi, -2e, \dots$

**Θα συζητήσουμε μόνο για το πώς αναπαριστούνται
οι φυσικοί αριθμοί!**

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών

23

- Οι υπολογιστές αναπαριστούν **όλα τα είδη πληροφορίας ως δυαδικά δεδομένα (0 και 1)**.
- Έτσι, για την ευκολότερη και ταχύτερη επεξεργασία των διαφόρων πληροφοριών, χρησιμοποιούν κυρίως το **δυαδικό (binary) αριθμητικό σύστημα**.
- Γνωστό σε εμάς είναι το **δεκαδικό (decimal) αριθμητικό σύστημα**.

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών

24

- Άλλα αριθμητικά συστήματα που χρησιμοποιούνται από τον Υπολογιστή σε ορισμένες περιπτώσεις είναι:
 - **Οκταδικό (Octal) και Δεκαεξαδικό (Hexadecimal)**

Δεκαδικά ψηφία		Δυαδικά ψηφία	Οκταδικά ψηφία		Δεκαεξαδικά ψηφία	
0	5	0	0	4	0	8
1	6	1	1	5	1	9
2	7		2	6	2	A
3	8		3	7	3	B
4	9				4	C
					5	D
					6	E
					7	F

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών

25

- Ο προσδιορισμός του αριθμητικού συστήματος γίνεται συνήθως με ένα **δείκτη** που συνοδεύει τον αριθμό και δηλώνει τη βάση του αριθμητικού συστήματος. Π.χ.:
 - $1011_{(2)}$, $321_{(8)}$, $523_{(10)}$, $6A9_{(16)}$
 - Προσοχή: Τα $321_{(8)}$, $321_{(10)}$ και $321_{(16)}$ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΙΣΑ.

Μετατροπή από Δυαδικό σε Δεκαδικό

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών

Μετατροπή από Δυαδικό σε Δεκαδικό

27

- Για να μετατρέψουμε ένα δυαδικό αριθμό (π.χ., $1011_{(2)}$) σε δεκαδικό υπολογίζουμε την τιμή της παράστασης

$$(\alpha_m \times 2^{m-1}) + \dots + (\alpha_4 \times 2^3) + (\alpha_3 \times 2^2) + (\alpha_2 \times 2^1) + (\alpha_1 \times 2^0)$$

$$\text{Δηλ.: } \dots + (\alpha_5 \times 16) + (\alpha_4 \times 8) + (\alpha_3 \times 4) + (\alpha_2 \times 2) + (\alpha_1 \times 1)$$

$$\begin{array}{cccccc} \alpha_5 & \alpha_4 & \alpha_3 & \alpha_2 & \alpha_1 & \\ \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{(2)} \end{array}$$

- Όπου:
 - α_1 είναι το πρώτο ψηφίο από τα δεξιά του αριθμού
 - α_2 είναι το δεύτερο ψηφίο από τα δεξιά του αριθμού
 - α_3 είναι το τρίτο ψηφίο από τα δεξιά του αριθμού
 - α_4 είναι το τέταρτο ψηφίο από τα δεξιά του αριθμού
 - α_5 είναι το πέμπτο ψηφίο από τα δεξιά του αριθμού

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών

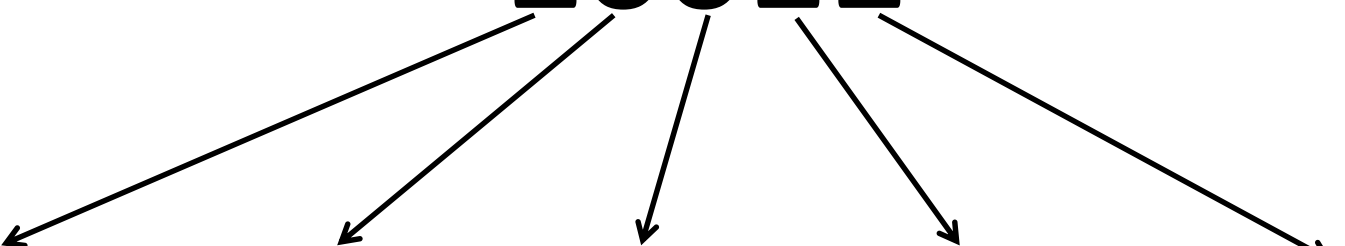
Μετατροπή από Δυαδικό σε Δεκαδικό

28

Παράδειγμα:

- Μετατρέψτε το δυαδικό αριθμό $10011_{(2)}$ στο δεκαδικό σύστημα.

10011


$$1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

$$= 1 \times 16 + 0 \times 8 + 0 \times 4 + 1 \times 2 + 1 \times 1$$

$$= 16 + 0 + 0 + 2 + 1$$

$$= \mathbf{19}_{(10)}$$

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών

Μετατροπή από Δυαδικό σε Δεκαδικό

29

Ερώτηση:

- Μετατρέψτε το δυαδικό αριθμό $11111_{(2)}$ στο δεκαδικό σύστημα.

11111

$$1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

$$= 1 \times 16 + 1 \times 8 + 1 \times 4 + 1 \times 2 + 1 \times 1$$

$$= 16 + 8 + 4 + 2 + 1$$

$$= \mathbf{31}_{(10)}$$

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών

Μετατροπή από Δυαδικό σε Δεκαδικό

30

Ερώτηση:

- Μετατρέψτε το δυαδικό αριθμό $10110_{(2)}$ στο δεκαδικό σύστημα.

10110


$$1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$$

$$= 1 \times 16 + 0 \times 8 + 1 \times 4 + 1 \times 2 + 0 \times 1$$

$$= 16 + 0 + 4 + 2 + 0$$

$$= \mathbf{22}_{(10)}$$

Μετατροπή από Δεκαδικό σε Δυαδικό

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών

Μετατροπή από Δεκαδικό σε Δυαδικό

32

- Η διαδικασία μετατροπής είναι η εξής:
 1. Διαιρούμε το δεκαδικό αριθμό με το 2, και παίρνουμε το πηλίκο Π και το υπόλοιπο Υ . Το υπόλοιπο είναι μία τιμή από 0 έως 1 και αποτελεί το **δεξιότερο ψηφίο του αριθμού**.
 2. Διαιρούμε το πηλίκο Π πάλι με το 2, και παίρνουμε ένα νέο πηλίκο Π και υπόλοιπο Υ . Γράφουμε το υπόλοιπο (που πάλι είναι μία τιμή από 0 έως 1) **στα αριστερά του αριθμού**.
 3. Επαναλαμβάνουμε το βήμα (2) μέχρι το πηλίκο Π να γίνει 0.

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών

Μετατροπή από Δεκαδικό σε Δυαδικό

33

Παράδειγμα:

- Ας δούμε πώς μετατρέπεται ο αριθμός $53_{(10)}$ στο δυαδικό σύστημα:

		Π	Υ	Χ
53	Διαιρούμε το 53 με το 2	26	1	1
26	Διαιρούμε το 26 με το 2	13	0	01
13	Διαιρούμε το 13 με το 2	6	1	101
6	Διαιρούμε το 6 με το 2	3	0	0101
3	Διαιρούμε το 3 με το 2	1	1	10101
1	Διαιρούμε το 1 με το 2	0	1	110101
0		$53_{(10)} = 110101_{(2)}$		

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών Μετατροπή από Δεκαδικό σε Δυαδικό

34

Παράδειγμα:

- Πώς μετατρέπεται ο αριθμός $43_{(10)}$ στο δυαδικό σύστημα?

		Πηλίκο	Υπόλοιπο	Δυαδικός Αρ.
43	$43 \div 2$	21	1	1
21	$21 \div 2$	10	1	1 1
10	$10 \div 2$	5	0	0 1 1
5	$5 \div 2$	2	1	1 0 1 1
2	$2 \div 2$	1	0	0 1 0 1 1
1	$1 \div 2$	0	1	1 0 1 0 1 1

$$43_{(10)} = \mathbf{101011}_{(2)}$$

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών

Μετατροπή από Δεκαδικό σε Δυαδικό

35

Ερώτηση

- Πώς μετατρέπεται ο αριθμός $62_{(10)}$ στο δυαδικό σύστημα?

		Πηλίκo	Υπόλοιπο	Δυαδικός Αρ.
62	$62 \div 2$	31	0	0
31	$31 \div 2$	15	1	1 0
15	$15 \div 2$	7	1	1 1 0
7	$7 \div 2$	3	1	1 1 1 0
3	$3 \div 2$	1	1	1 1 1 1 0
1	$1 \div 2$	0	1	1 1 1 1 1 0

$$62_{(10)} = 111110_{(2)}$$

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών

Μετατροπή από Δεκαδικό σε Δυαδικό

36

Ερώτηση

- Πώς μετατρέπεται ο αριθμός $59_{(10)}$ στο δυαδικό σύστημα?

		Πηλίκo	Υπόλοιπο	Δυαδικός Αρ.
59	$59 \div 2$	29	1	1
29	$29 \div 2$	14	1	1 1
14	$14 \div 2$	7	0	0 1 1
7	$7 \div 2$	3	1	1 0 1 1
3	$3 \div 2$	1	1	1 1 0 1 1
1	$1 \div 2$	0	1	1 1 1 0 1 1

$$59_{(10)} = 111011_{(2)}$$

Μετατροπή από Δυαδικό σε Οκταδικό

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών

Μετατροπή από Δυαδικό σε Οκταδικό

38

1. Διαιρούμε το σχήμα μπιτ σε τριάδες από δεξιά προς αριστερά.
2. Αν δεν διαιρείται το σχήμα μπίτ ακριβώς, μπορούμε να προσθέσουμε 0 στα αριστερά μόνο της τελευταίας τριάδας!
3. Αντικαθιστούμε τις τριάδες με ψηφία 0...7 ως εξής:

Δυαδικό	000	001	010	011	100	101	110	111
Οκταδικό	0	1	2	3	4	5	6	7

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών Μετατροπή από Δυαδικό σε Οκταδικό

39


Παράδειγμα:

- Πως μετατρέπεται ο πιο κάτω δυαδικός αριθμός στο οκταδικό σύστημα?

1011001011011100101010010011001001

Βήμα 2: Προσθέτουμε μπιτ (0) στα αριστερά του αριθμού αν χρειάζεται.  Βήμα 1: Διαιρούμε το σχήμα μπιτ σε τριάδες από δεξιά προς αριστερά

001 011 001 011 011 100 101 010 010 011 001 001

Βήμα 3: Αντικαθιστούμε τις τριάδες με βάση τον πιο κάτω πίνακα  = ***131334522311***₍₈₎

1 3 1 3 3 4 5 2 2 3 1 1

Δυαδικό	000	001	010	011	100	101	110	111
Οκταδικό	0	1	2	3	4	5	6	7

Μετατροπή από Δυαδικό σε Δεκαεξαδικό

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών Μετατροπή από Δυαδικό σε Δεκαεξαδικό

41

Λάβετε Υπόψη:

- Το δεκαεξαδικό σύστημα χρειάζεται 16 ψηφία για την παράσταση των αριθμών
- Το γνωστό μας δεκαδικό αριθμητικό σύστημα παρέχει μόνο 10 ψηφία (0-9).
- Για τα επιπλέον 6 ψηφία χρησιμοποιούμε τους χαρακτήρες **A-F**, δηλαδή:
 - **A=10, B=11, C=12, D=13, E=14 και F=15.**

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών Μετατροπή από Δυαδικό σε Δεκαεξαδικό

42

1. Διαιρούμε το σχήμα μπιτ σε τετράδες από δεξιά προς αριστερά.
2. Αν δεν διαιρείται το σχήμα μπίτ ακριβώς, μπορούμε να προσθέσουμε 0 στα αριστερά μόνο της τελευταίας τετράδας!
3. Αντικαθιστούμε τις τετράδες με ψηφία 0...9, A...F ως εξής:

0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών Μετατροπή από Δυαδικό σε Δεκαεξαδικό

43

Παράδειγμα:

- Πως μετατρέπεται ο πιο κάτω δυαδικός αριθμός στο δεκαεξαδικό σύστημα?

1011001011011100101010010011001001

Βήμα 2: Προσθέτουμε μπιτ (0) στα αριστερά του αριθμού αν χρειάζεται.



Βήμα 1: Διαιρούμε το σχήμα μπιτ σε τετράδες από δεξιά προς αριστερά

0010 1100 1011 0111 0010 1010 0100 1100 1001

Βήμα 3: Αντικαθιστούμε τις τετράδες με βάση τον πιο κάτω πίνακα

= 2CB72A4C9₍₁₆₎

2 C B 7 2 A 4 C 9

0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

Μετατροπή από Οκταδικό σε Δυαδικό

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών Μετατροπή από Οκταδικό σε Δυαδικό

45

ΑΠΛΑ:

1. Αντικαθιστούμε τα οκταδικά ψηφία 0...7 με τις τριάδες ως εξής!!!

Δυαδικό	000	001	010	011	100	101	110	111
Οκταδικό	0	1	2	3	4	5	6	7

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών Μετατροπή από Οκταδικό σε Δυαδικό

46

Παράδειγμα:

- Πως μετατρέπεται ο $131334522311_{(8)}$ οκταδικός αριθμός στο δυαδικό σύστημα?

Δυαδικό	000	001	010	011	100	101	110	111
Οκταδικό	0	1	2	3	4	5	6	7

$131334522311_{(8)}$



Βήμα 1: Αντικαθιστούμε
τα οκταδικά ψηφία με
βάση τον πιο πάνω
πίνακα

001 011 001 011 011 100 101 010 010 011 001 001



~~00~~1011001011011100101010010011001001

Μετατροπή από Δεκαεξαδικό σε Δυαδικό

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών Μετατροπή από Δεκαεξαδικό σε Δυαδικό

48

ΑΠΛΑ:

1. Αντικαθιστούμε τα δεκαεξαδικά ψηφία 0...9, A...F με τις τετράδες ως εξής!!!

0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών

Μετατροπή από Δεκαεξαδικό σε Δυαδικό

49

Παράδειγμα:

- Πως μετατρέπεται ο $2CB72A4C9_{(16)}$ δεκαεξαδικός αριθμός στο δυαδικό σύστημα?

0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

$2CB72A4C9_{(16)}$



Βήμα 1: Αντικαθιστούμε
τα δεκαεξαδικά ψηφία
με βάση τον πιο πάνω
πίνακα

0010 1100 1011 0111 0010 1010 0100 1100 1001



~~00~~1011001011011100101010010011001001

Μετατροπή από Οκταδικό σε Δεκαδικό

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών

Μετατροπή από Οκταδικό σε Δεκαδικό

51

- Για να μετατρέψουμε ένα οκταδικό αριθμό (π.χ., $72461_{(8)}$) σε δεκαδικό υπολογίζουμε την τιμή της παράστασης

$$(\alpha_m \times 8^{m-1}) + \dots + (\alpha_4 \times 8^3) + (\alpha_3 \times 8^2) + (\alpha_2 \times 8^1) + (\alpha_1 \times 8^0)$$

$$\text{Δηλ.: } + (\alpha_5 \times 4096) + (\alpha_4 \times 512) + (\alpha_3 \times 64) + (\alpha_2 \times 8) + (\alpha_1 \times 1)$$

$$\begin{array}{cccccc} \alpha_5 & \alpha_4 & \alpha_3 & \alpha_2 & \alpha_1 & \\ 7 & 2 & 4 & 6 & 1 & \\ \hline & & & & & (8) \end{array}$$

- Όπου:
 - α_1 είναι το πρώτο ψηφίο από τα δεξιά του αριθμού
 - α_2 είναι το δεύτερο ψηφίο από τα δεξιά του αριθμού
 - α_3 είναι το τρίτο ψηφίο από τα δεξιά του αριθμού
 - α_4 είναι το τέταρτο ψηφίο από τα δεξιά του αριθμού
 - α_5 είναι το πέμπτο ψηφίο από τα δεξιά του αριθμού

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών

Μετατροπή από Οκταδικό σε Δεκαδικό

52

Παράδειγμα:

- Μετατρέψτε τον οκταδικό αριθμό $2461_{(8)}$ στο δεκαδικό σύστημα.

$$\begin{aligned} & \mathbf{2461} \\ & \swarrow \quad \downarrow \quad \searrow \quad \swarrow \\ & \mathbf{2 \times 8^3 + 4 \times 8^2 + 6 \times 8^1 + 1 \times 8^0} \\ & = \mathbf{2 \times 512 + 4 \times 64 + 6 \times 8 + 1 \times 1} \\ & = \mathbf{1024 + 256 + 48 + 1} \\ & = \mathbf{1329_{(10)}} \end{aligned}$$

Μετατροπή από Δεκαδικό σε Οκταδικό

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών Μετατροπή από Δεκαδικό σε Οκταδικό

54

- Η διαδικασία μετατροπής είναι η εξής:
 1. Διαιρούμε το δεκαδικό αριθμό με το 8, και παίρνουμε το πηλίκο Π και το υπόλοιπο Υ . Το υπόλοιπο είναι μία τιμή από 0 έως 7 και αποτελεί το δεξιότερο ψηφίο του αριθμού.
 2. Διαιρούμε το πηλίκο Π πάλι με το 8, και παίρνουμε ένα νέο πηλίκο Π και υπόλοιπο Υ . Γράφουμε το υπόλοιπο (που πάλι είναι μία τιμή από 0 έως 7) στα αριστερά του αριθμού.
 3. Επαναλαμβάνουμε το βήμα (2) μέχρι το πηλίκο Π να γίνει 0.

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών

Μετατροπή από Δεκαδικό σε Οκταδικό

55

Παράδειγμα:

- Ας δούμε πώς μετατρέπεται ο αριθμός $312_{(10)}$ στο οκταδικό σύστημα:

		Π	Υ	Χ
312	— Διαιρούμε το 312 με το 8 →	39	0	0
39	— Διαιρούμε το 39 με το 8 →	4	7	70
4	— Διαιρούμε το 4 με το 8 →	0	4	470
0	→	$312_{(10)} = 470_{(8)}$		

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών Μετατροπή από Δεκαδικό σε Οκταδικό

56

Ερώτηση:

- Πώς μετατρέπεται ο αριθμός $160_{(10)}$ στο οκταδικό σύστημα?

		Πηλίκο	Υπόλοιπο	Οκταδικός Αρ.
160	$160 \div 8$	20	0	0
20	$20 \div 8$	2	4	4 0
2	$2 \div 8$	0	2	2 4 0

$$160_{(10)} = 240_{(8)}$$

Μετατροπή από Δεκαεξαδικό σε Δεκαδικό

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών Μετατροπή από Δεκαεξαδικό σε Δεκαδικό

58

- Για να μετατρέψουμε ένα δεκαεξαδικό αριθμό (π.χ., $72461_{(16)}$) σε δεκαδικό υπολογίζουμε την τιμή της παράστασης

$$(\alpha_m \times 16^{m-1}) + \dots + (\alpha_4 \times 16^3) + (\alpha_3 \times 16^2) + (\alpha_2 \times 16^1) + (\alpha_1 \times 16^0)$$

Δηλ.: $\dots + (\alpha_5 \times 65536) + (\alpha_4 \times 4096) + (\alpha_3 \times 256) + (\alpha_2 \times 16) + (\alpha_1 \times 1)$

$$\begin{array}{cccccc} \alpha_5 & \alpha_4 & \alpha_3 & \alpha_2 & \alpha_1 & \\ \mathbf{C} & \mathbf{2} & \mathbf{A} & \mathbf{6} & \mathbf{1} & \\ & & & & & \mathbf{(16)} \end{array}$$

- Όπου:
 - α_1 είναι το πρώτο ψηφίο από τα δεξιά του αριθμού
 - α_2 είναι το δεύτερο ψηφίο από τα δεξιά του αριθμού
 - α_3 είναι το τρίτο ψηφίο από τα δεξιά του αριθμού
 - α_4 είναι το τέταρτο ψηφίο από τα δεξιά του αριθμού
 - α_5 είναι το πέμπτο ψηφίο από τα δεξιά του αριθμού

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών

Μετατροπή από Δεκαεξαδικό σε Δεκαδικό

59

Παράδειγμα:

- Μετατρέψτε τον δεκαεξαδικό αριθμό $2A61_{(16)}$ στο δεκαδικό σύστημα.

$$\begin{array}{r} \mathbf{2A61} \\ \swarrow \quad \downarrow \quad \searrow \quad \searrow \\ \mathbf{2} \times 16^3 + \mathbf{10} \times 16^2 + \mathbf{6} \times 16^1 + \mathbf{1} \times 16^0 \\ = \mathbf{2} \times 4096 + \mathbf{10} \times 256 + \mathbf{6} \times 16 + \mathbf{1} \times 1 \\ = \mathbf{8192} + \mathbf{2560} + \mathbf{96} + \mathbf{1} \\ = \mathbf{10849}_{(10)} \end{array}$$

Μετατροπή από Δεκαδικό σε Δεκαεξαδικό

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών Μετατροπή από Δεκαδικό σε Δεκαεξαδικό

61

- Η διαδικασία μετατροπής είναι η εξής:
 1. Διαιρούμε το δεκαδικό αριθμό με το 16, και παίρνουμε το πηλίκο Π και το υπόλοιπο Υ . Το υπόλοιπο είναι μία τιμή από 0 έως F και αποτελεί το δεξιότερο ψηφίο του αριθμού.
 2. Διαιρούμε το πηλίκο Π πάλι με το 16, και παίρνουμε ένα νέο πηλίκο Π και υπόλοιπο Υ . Γράφουμε το υπόλοιπο (που πάλι είναι μία τιμή από 0...9 και A...F) στα αριστερά του αριθμού.
 3. Επαναλαμβάνουμε το βήμα (2) μέχρι το πηλίκο Π να γίνει 0.

Αναπαράσταση Φυσικών Αριθμών Μετατροπή από Δεκαδικό σε Δεκαεξαδικό

62

Ερώτηση

- Πώς μετατρέπεται ο αριθμός $937_{(10)}$ στο δεκαεξαδικό σύστημα?

		Πηλίκo	Υπόλοιπο	Δεκαεξαδικός Αρ.
937	$937 \div 16$	58	9	9
58	$58 \div 16$	3	10	A 9
3	$3 \div 16$	0	3	3 A 9

$$937_{(10)} = \mathbf{3A9}_{(16)}$$

- **Υπόψη:** $A=10, B=11, C=12, D=13, E=14$ και $F=15$

Γενικός Κανόνας

63

- Για να μετατρέψουμε το ακέραιο μέρος του αριθμού A σε βάση β , κάνουμε διαδοχικές διαιρέσεις του ακεραίου μέρους του A με τον αριθμό β . Η διαδικασία μετατροπής είναι η εξής:
- Διαιρούμε το δεκαδικό αριθμό με το β , και παίρνουμε το πηλίκο Π και το υπόλοιπο Υ . Το υπόλοιπο είναι μία τιμή από 0 έως $\beta-1$ και αποτελεί το δεξιότερο ψηφίο του αριθμού.
- Διαιρούμε το πηλίκο Π πάλι με το β , και παίρνουμε ένα νέο πηλίκο Π και υπόλοιπο Υ . Γράφουμε το υπόλοιπο (που πάλι είναι μία τιμή από 0 έως $\beta-1$) στα αριστερά του αριθμού.
- Επαναλαμβάνουμε το βήμα (2) μέχρι το πηλίκο Π να γίνει 0 .

312₍₁₀₎ σε ₍₈₎

64

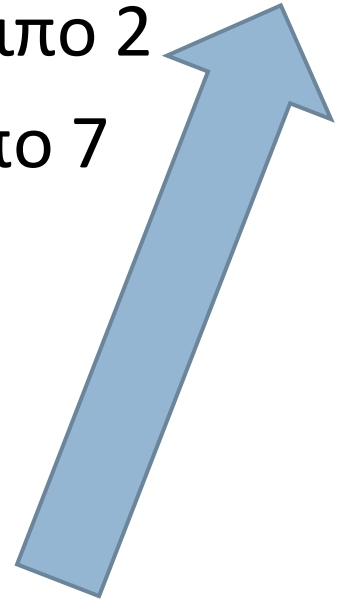
- $312/8=39.0$ άρα κρατώ το 0
- $39/8=4.875$, το οποίο μεταφράζεται σε πηλίκo 4 και Υπόλοιπο 7, δηλαδή $8 \times 4 = 32 + 7 = 39$
- $4/8 = 0.5$, όμως έχω πηλίκo 0 και υπόλοιπο 4

- Άρα το 312 στο $\langle 10 \rangle$ γίνεται 470 στο $\langle 8 \rangle$

890 (10) σε (8)

65

- $890 / 8 = 111.25$, πηλίκο 111 και υπόλοιπο 2
- $111 / 8 = 13.875$, πηλίκο 13 και Υπόλοιπο 7
- $13 / 8 = 1.625$, πηλίκο 1 και Υπόλοιπο 5
- $1/8 = 0.125$, πηλίκο 0 και Υπόλοιπο 1



ΑΠΑΝΤΗΣΗ

1572 <8>

444 <10> σε <16>

66

- $444/16 = 27.75$, πηλίκο 432 και Υπόλοιπο 12=C
- $27/16 = 1.6875$ πηλίκο 1 και Υπόλοιπο 11=B
- $1/16 = 0.0625$ πηλίκο 0 και Υπόλοιπο 1

- 1BC

Ερωτήσεις;

Αναπαράσταση Κειμένου

Αναπαράσταση Κειμένου

69

- Στο υπολογιστή εκτός από αριθμούς μπορούμε να παραστήσουμε και **σύμβολα** όπως είναι τα γράμματα, τα σημεία στίξης, τα αριθμητικά ψηφία, το κενό κτλ.
- Αυτά τα σύμβολα ονομάζονται **χαρακτήρες** (characters) πού, όπως οι αριθμοί, **παριστάνονται** στους υπολογιστές **σαν μία σειρά από δυαδικά ψηφία**.
- Κάθε χαρακτήρας αντιστοιχίζεται σε μία σειρά ψηφίων που έχει **μήκος** συνήθως **8** ή **16** μπιτ.
 - Μια ομάδα από **8** μπιτ λέγεται **μπάιτ** (8 bits = 1 byte)!!!
 - Άρα 16 μπιτ πόσα μπάιτ είναι?
 - $16 \div 8 = 2$ μπάιτ

Ένα κείμενο παριστάνεται με την ακολουθία των χαρακτήρων που το αποτελούν!!!

Αναπαράσταση Κειμένου

70

- Η παράσταση των αριθμών με δυαδικά ψηφία είναι πολύ απλή και “αυτονόητη”
- Με τους χαρακτήρες όμως δε συμβαίνει το ίδιο
- ▣ **Η αντιστοίχιση συμβόλων (χαρακτήρων) με ακολουθίες από δυαδικά ψηφία πρέπει να προκαθοριστεί και να συμφωνηθεί!**
- Για να μπορούν οι υπολογιστές να μιλούν την “ίδια γλώσσα” **πρέπει να συμφωνούν στην αντιστοίχιση αυτή διαφορετικά.....**

Αναπαράσταση Κειμένου

71

Παράδειγμα:

- Έστω ότι έχουμε δύο υπολογιστές (ΥΠ 1, ΥΠ 2) οι οποίοι δεν συμφωνούν στην **αντιστοίχιση χαρακτήρων**

Πινάκας 1 (ΥΠ 1)	
01001000	E
11001100	H
10100000	L
10111000	!
10100100	O

Πινάκας 2 (ΥΠ 2)	
01001000	P
11001100	A
10100000	O
10111000	L
10100100	E

Αναπαράσταση Κειμένου

72

Παράδειγμα:

- Ο ΥΠ 1 στέλνει στον ΥΠ 2 το κείμενο “HELLO!”
- Το μήνυμα πριν σταλεί μεταφράζεται σε μια συμβολοσειρά από μπιτ με βάση τον πίνακα αντιστοίχισης του ΥΠ 1.

H	E	L	L	O	!
↓	↓	↓	↓	↓	↓
11001100	01001000	10100000	10100000	10100100	10111000

What???

- Ο ΥΠ 2 λαμβάνει το μήνυμα και το μεταφράζει με βάση το δικό του πίνακα αντιστοίχισης!

11001100	01001000	10100000	10100000	10100100	10111000
↓	↓	↓	↓	↓	↓
A	P	O	O	E	L

Αναπαράσταση Κειμένου

73

- Άρα πρέπει να υπάρχει μια **κοινώς αποδεκτή αντιστοίχιση χαρακτήρων-δυαδικών ακολουθιών** για να μπορούν να μιλούν όλοι οι Υπολογιστές την “**Ιδία Γλώσσα**”
- Αυτό ονομάζεται **Σύνολο Χαρακτήρων (Character Set)** και συνήθως καθορίζεται από κάποιο **Διεθνή Οργανισμό Προτυποποίησης (International Organization for Standardization)**
- Ένα από τα πρώτα σύνολα χαρακτήρων είναι το **ASCII (American Standard Code for Information Interchange)**

Αναπαράσταση Κειμένου: ASCII

74

ASCII

(**A**merican **S**tandard **C**ode for **I**nformation **I**nterchange)

(Αμερικανικό Πρότυπο Κώδικα για την Ανταλλαγή Πληροφοριών)

- Ένα από τα **πρώτα σύνολα χαρακτήρων**, το οποίο στην αρχή παρίστανε τους χαρακτήρες με **7 μπιτ** και περιλάμβανε **μόνο το λατινικό αλφάβητο**.
- Άρα πόσα σύμβολα (χαρακτήρες) αναπαριστά?
 - ▣ **128 (2^7)**

Γιατί όμως 7 μπιτ???

Αφού είπαμε πιο πριν ότι κάθε χαρακτήρας αντιστοιχίζεται σε μία σειρά ψηφίων που έχει μήκος συνήθως 8 ή 16 μπιτ!!!

Αναπαράσταση Κειμένου: ASCII

75

- Το **8^ο μπιτ** χρησιμοποιούταν στην ανίχνευση λαθών κατά τη μετάδοση δεδομένων.
- Ονομαζόταν **μπιτ ισοτιμίας (parity bit)** και έπαιρνε την τιμή του δυαδικού ψηφίου (1 ή 0) του οποίου το πλήθος στην συμβολοσειρά ήταν **περιττό**.

Παράδειγμα:

- Η συμβολοσειρά 0110101 έχει **περιττό** πλήθος μπιτ με την τιμή **0**, έτσι το **8^ο μπιτ** έπαιρνε την τιμή **0** και η τελική του μορφή είναι **00110101**.
- Η συμβολοσειρά 1001111 έχει **περιττό** πλήθος μπιτ με την τιμή **1**, έτσι το **8^ο μπιτ** έπαιρνε την τιμή **1** και η τελική του μορφή είναι **11001111**.

Αναπαράσταση Κειμένου: ASCII

76

Ερώτηση:

Ποια η τιμή του μπιτ ισοτιμίας για 0010110;

- ▣ **1!**
- ▣ Ο χαρακτήρας θα συμβολίζεται **10010110**

Ποια η τιμή του μπιτ ισοτιμίας για 1010000;

- ▣ **0!**
- ▣ Ο χαρακτήρας θα συμβολίζεται **01010000**

Αναπαράσταση Κειμένου: ASCII

77

BITS				CONTROL		NUMBERS & SYMBOLS		UPPERCASE		LOWERCASE	
B7	B6	B5	B4	0 0	0 0 1	0 1 0	0 1 1	1 0 0	0 1	1 1 0	1 1 1
0	0	0	0	NUL 0	DLE 16	SP 32	0 48	@ 64	P 80	\ 96	p 112
0	0	0	1	SOH 1	DC1 17	! 33	1 49	A 65	Q 81	a 97	q 113
0	0	1	0	STX 2	DC2 18	" 34	2 50	B 66	R 82	b 98	r 114
0	0	1	1	ETX 3	DC3 19	# 35	3 51	C 67	S 83	c 99	s 115
0	1	0	0	EOT 4	DC4 20	\$ 36	4 52	D 68	T 84	d 100	t 116
0	1	0	1	ENQ 5	NAK 21	% 37	5 53	E 69	U 85	e 101	u 117
0	1	1	0	ACK 6	SYN 22	& 38	6 54	F 70	V 86	f 102	v 118
0	1	1	1	BEL 7	ETB 23	/ 39	7 55	G 71	W 87	g 103	w 119
1	0	0	0	BS 8	CAN 24	(40	8 56	H 72	X 88	h 104	x 120
1	0	0	1	HT 9	EM 25	) 41	9 57	I 73	Y 89	i 105	y 121
1	0	1	0	LF 10	SUB 26	* 42	: 58	J 74	Z 90	j 106	z 122
1	0	1	1	VT 11	ESC 27	+ 43	; 59	K 75	[91	k 107	{ 123
1	1	0	0	FF 12	FS 28	, 44	< 60	L 76	\ 92	l 108	| 124
1	1	0	1	CR 13	GS 29	- 45	= 61	M 77	] 93	m 109	} 125
1	1	1	0	SO 14	RS 30	. 46	> 62	N 78	↑ 94	n 110	~ 126
1	1	1	1	SI 15	US 31	/ 47	? 63	O 79	- 95	o 111	↓ 127

Η αναπαράσταση κατά το Character Set ASCII.

Ερώτηση:

Από ποιο σχήμα μπιτ αναπαρίσταται το "J";

Απάντηση:

στήλη \Rightarrow 100

γραμμή \Rightarrow 1010

Άρα: **1001010**

Μπιτ Ισοτιμίας: **1**

Αναπαράσταση Κειμένου: ASCII

78

BITS				CONTROL		NUMBERS & SYMBOLS		UPPERCASE		LOWERCASE	
B7	B6	B5	B4	0 0	0 0 1	0 1 0	0 1 1	1 0 0	1 0 1	1 1 0	1 1 1
0	0	0	0	NUL 0	DLE 16	SP 32	0 48	@ 64	P 80	\ 96	p 112
0	0	0	1	SOH 1	DC1 17	! 33	1 49	A 65	Q 81	a 97	q 113
0	0	1	0	STX 2	DC2 18	" 34	2 50	B 66	R 82	b 98	r 114
0	0	1	1	ETX 3	DC3 19	# 35	3 51	C 67	S 83	c 99	s 115
0	1	0	0	EOT 4	DC4 20	\$ 36	4 52	D 68	T 84	d 100	t 116
0	1	0	1	ENQ 5	NAK 21	% 37	5 53	E 69	U 85	e 101	u 117
0	1	1	0	ACK 6	SYN 22	& 38	6 54	F 70	V 86	f 102	v 118
0	1	1	1	BEL 7	ETB 23	/ 39	7 55	G 71	W 87	g 103	w 119
1	0	0	0	BS 8	CAN 24	(40	8 56	H 72	X 88	h 104	x 120
1	0	0	1	HT 9	EM 25	) 41	9 57	I 73	Y 89	i 105	y 121
1	0	1	0	LF 10	SUB 26	* 42	: 58	J 74	Z 90	j 106	z 122
1	0	1	1	VT 11	ESC 27	+ 43	; 59	K 75	[91	k 107	{ 123
1	1	0	0	FF 12	FS 28	, 44	< 60	L 76	\ 92	l 108	| 124
1	1	0	1	CR 13	GS 29	- 45	= 61	M 77	] 93	m 109	} 125
1	1	1	0	SO 14	RS 30	. 46	> 62	N 78	↑ 94	n 110	~ 126
1	1	1	1	SI 15	US 31	/ 47	? 63	O 79	- 95	o 111	↓ 127

Η αναπαράσταση κατά το Character Set ASCII.

Ερώτηση:

Από ποιο σχήμα μπιτ αναπαρίσταται το “e”;

Απάντηση:

στήλη ⇒ 110

γραμμή ⇒ 0101

Άρα: **1100101**

Μπιτ Ισοτιμίας: **0**

Αναπαράσταση Κειμένου: ASCII

79

BITS				CONTROL		NUMBERS & SYMBOLS		UPPERCASE		LOWERCASE	
B7	B6	B5	B4	0 0	0 0 1	0 1 0	0 1 1	1 0 0	1 0 1	1 1 0	1 1 1
0	0	0	0	NUL 0	DLE 16	SP 32	0 48	@ 64	P 80	\ 96	p 112
0	0	0	1	SOH 1	DC1 17	! 33	1 49	A 65	Q 81	a 97	q 113
0	0	1	0	STX 2	DC2 18	" 34	2 50	B 66	R 82	b 98	r 114
0	0	1	1	ETX 3	DC3 19	# 35	3 51	C 67	S 83	c 99	s 115
0	1	0	0	EOT 4	DC4 20	\$ 36	4 52	D 68	T 84	d 100	t 116
0	1	0	1	ENQ 5	NAK 21	% 37	5 53	E 69	U 85	e 101	u 117
0	1	1	0	ACK 6	SYN 22	& 38	6 54	F 70	V 86	f 102	v 118
0	1	1	1	BEL 7	ETB 23	/ 39	7 55	G 71	W 87	g 103	w 119
1	0	0	0	BS 8	CAN 24	(40	8 56	H 72	X 88	h 104	x 120
1	0	0	1	HT 9	EM 25	) 41	9 57	I 73	Y 89	i 105	y 121
1	0	1	0	LF 10	SUB 26	* 42	: 58	J 74	Z 90	j 106	z 122
1	0	1	1	VT 11	ESC 27	+ 43	; 59	K 75	[91	k 107	{ 123
1	1	0	0	FF 12	FS 28	, 44	< 60	L 76	\ 92	l 108	| 124
1	1	0	1	CR 13	GS 29	- 45	= 61	M 77	] 93	m 109	} 125
1	1	1	0	SO 14	RS 30	. 46	> 62	N 78	↑ 94	n 110	~ 126
1	1	1	1	SI 15	US 31	/ 47	? 63	O 79	- 95	o 111	↓ 127

Η αναπαράσταση κατά τον κώδικα ASCII.

Ερώτηση:

Από ποιο σχήμα μπιτ αναπαρίσταται το ;

Αναπαράσταση Κειμένου: ASCII

80

BITS				CONTROL		NUMBERS & SYMBOLS		UPPERCASE		LOWERCASE	
B7	B6	B5	B4	0 0	0 0 1	0 1 0	0 1 1	1 0 0	1 0 1	1 1 0	1 1 1
0	0	0	0	NUL 0	DLE 16	SP 32	0 48	@ 64	P 80	\ 96	p 112
0	0	0	1	SOH 1	DC1 17	! 33	1 49	A 65	Q 81	a 97	q 113
0	0	1	0	STX 2	DC2 18	" 34	2 50	B 66	R 82	b 98	r 114
0	0	1	1	ETX 3	DC3 19	# 35	3 51	C 67	S 83	c 99	s 115
0	1	0	0	EOT 4	DC4 20	\$ 36	4 52	D 68	T 84	d 100	t 116
0	1	0	1	ENQ 5	NAK 21	% 37	5 53	E 69	U 85	e 101	u 117
0	1	1	0	ACK 6	SYN 22	& 38	6 54	F 70	V 86	f 102	v 118
0	1	1	1	BEL 7	ETB 23	/ 39	7 55	G 71	W 87	g 103	w 119
1	0	0	0	BS 8	CAN 24	(40	8 56	H 72	X 88	h 104	x 120
1	0	0	1	HT 9	EM 25	) 41	9 57	I 73	Y 89	i 105	y 121
1	0	1	0	LF 10	SUB 26	* 42	: 58	J 74	Z 90	j 106	z 122
1	0	1	1	VT 11	ESC 27	+ 43	; 59	K 75	[91	k 107	{ 123
1	1	0	0	FF 12	FS 28	, 44	< 60	L 76	\ 92	l 108	| 124
1	1	0	1	CR 13	GS 29	- 45	= 61	M 77	] 93	m 109	} 125
1	1	1	0	SO 14	RS 30	. 46	> 62	N 78	↑ 94	n 110	~ 126
1	1	1	1	SI 15	US 31	/ 47	? 63	O 79	- 95	o 111	↓ 127

Η αναπαράσταση κατά τον κώδικα ASCII.

Ερώτηση:

Ποιο σύμβολο αναπαρίσταται από το 1100101;

Απάντηση:

στήλη \leftarrow 110

γραμμή \leftarrow 0101

Άρα: **e**

Αναπαράσταση Κειμένου: ASCII

81

BITS				CONTROL		NUMBERS & SYMBOLS		UPPERCASE		LOWERCASE	
B7	B6	B5	B4	0 0	0 0 1	0 1 0	0 1 1	0 0	1 0 1	1 1 0	1 1 1
0	0	0	0	NUL 0	DLE 16	SP 32	0 48	@ 64	P 80	\ 96	p 112
0	0	0	1	SOH 1	DC1 17	! 33	1 49	A 65	Q 81	a 97	q 113
0	0	1	0	STX 2	DC2 18	" 34	2 50	B 66	R 82	b 98	r 114
0	0	1	1	ETX 3	DC3 19	# 35	3 51	C 67	S 83	c 99	s 115
0	1	0	0	EOT 4	DC4 20	\$ 36	4 52	D 68	T 84	d 100	t 116
0	1	0	1	ENQ 5	NAK 21	% 37	5 53	E 69	U 85	e 101	u 117
0	1	1	0	ACK 6	SYN 22	& 38	6 54	F 70	V 86	f 102	v 118
0	1	1	1	BEI 7	FTB 23	/ 39	7 55	G 71	W 87	g 103	w 119
1	0	0	0	BS 8	CAN 24	(40	8 56	H 72	X 88	h 104	x 120
1	0	0	1	HT 9	EM 25	) 41	9 57	I 73	Y 89	i 105	y 121
1	0	1	0	LF 10	SUB 26	* 42	: 58	J 74	Z 90	j 106	z 122
1	0	1	1	VT 11	ESC 27	+ 43	; 59	K 75	[91	k 107	{ 123
1	1	0	0	FF 12	FS 28	, 44	< 60	L 76	\ 92	l 108	| 124
1	1	0	1	CR 13	GS 29	- 45	= 61	M 77	] 93	m 109	} 125
1	1	1	0	SO 14	RS 30	. 46	> 62	N 78	↑ 94	n 110	~ 126
1	1	1	1	SI 15	US 31	/ 47	? 63	O 79	- 95	o 111	↓ 127

Η αναπαράσταση κατά τον κώδικα ASCII.

Ερώτηση:

Ποιο σύμβολο αναπαρίσταται από το 0111000;

Απάντηση:

στήλη \leftarrow 011

γραμμή \leftarrow 1000

Άρα: 8

Αναπαράσταση Κειμένου: ASCII

BITS				CONTROL		NUMBERS & SYMBOLS		UPPERCASE		LOWERCASE				
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	0 0 0	0 0 1	0 1 0	0 1 1	1 0 0	1 0 1	1 1 0	1 1 1
0	0	0	0	0	0	0	NUL 0	DLE 16	SP 32	0 48	@ 64	P 80	\ 96	p 112
0	0	0	1	0	0	0	SOH 1	DC1 17	! 33	1 49	A 65	Q 81	a 97	q 113
0	0	1	0	0	0	0	STX 2	DC2 18	" 34	2 50	B 66	R 82	b 98	r 114
0	0	1	1	0	0	0	ETX 3	DC3 19	# 35	3 51	C 67	S 83	c 99	s 115
0	1	0	0	0	0	0	EOT 4	DC4 20	\$ 36	4 52	D 68	T 84	d 100	t 116
0	1	0	1	0	0	0	ENQ 5	NAK 21	% 37	5 53	E 69	U 85	e 101	u 117
0	1	1	0	0	0	0	ACK 6	SYN 22	& 38	6 54	F 70	V 86	f 102	v 118
0	1	1	1	0	0	0	BEL 7	ETB 23	/ 39	7 55	G 71	W 87	g 103	w 119
1	0	0	0	0	0	0	BS 8	CAN 24	(40	8 56	H 72	X 88	h 104	x 120
1	0	0	1	0	0	0	HT 9	EM 25	) 41	9 57	I 73	Y 89	i 105	y 121
1	0	1	0	0	0	0	LF 10	SUB 26	* 42	: 58	J 74	Z 90	j 106	z 122
1	0	1	1	0	0	0	VT 11	ESC 27	+ 43	; 59	K 75	[91	k 107	{ 123
1	1	0	0	0	0	0	FF 12	FS 28	, 44	< 60	L 76	\ 92	l 108	l 124
1	1	0	1	0	0	0	CR 13	GS 29	- 45	= 61	M 77	] 93	m 109	} 125
1	1	1	0	0	0	0	SO 14	RS 30	. 46	> 62	N 78	↑ 94	n 110	~ 126
1	1	1	1	0	0	0	SI 15	US 31	/ 47	? 63	O 79	- 95	o 111	↓ 127

Η αναπαράσταση κατά τον κώδικα ASCII.

Ερώτηση:

Ποιο σύμβολο αναπαρίσταται από το ;

Αναπαράσταση

Κειμένου: Διευρυμένος ASCII

83

- Κώδικας που δημιουργήθηκε για να αναπαρασταθούν περισσότερα σύμβολα ή γράμματα άλλων αλφαβήτων (π.χ. ελληνικού, σλαβικού, κ.α.)
- Το 8^ο μπιτ σταματά να χρησιμοποιείται σαν μπιτ ισοτιμίας
- Το 8^ο μπιτ χρησιμοποιείται για την παράσταση περισσότερων συμβόλων (χαρακτήρων)!
- Άρα πόσα σύμβολα αναπαριστά ο Διευρυμένος ASCII;
 - 256 (2^8)

Αποτελεί υπερσύνολο του ASCII.

(Δηλ. Για σκοπούς *συμβατότητας*, τα πρώτα 128 σύμβολά του ταυτίζονται με αυτά του απλού ASCII)

Αναπαράσταση Κειμένου: *Unicode*

84

- Το πρότυπο Unicode (Universal Character Set) δημιουργήθηκε γιατί οι 256 διαφορετικοί χαρακτήρες που διαθέτει το πρότυπο του διευρυμένου ASCII δεν επαρκούν για να κωδικοποιηθούν όλα τα αλφάβητα
- Το πρότυπο Unicode παριστάνει ένα χαρακτήρα με μία ακολουθία 16 μπιτ.
- Άρα πόσα σύμβολα αναπαριστά;
 - ▣ 65,536 (2^{16})

Αποτελεί υπερσύνολο του Διευρυμένου ASCII.

(Δηλ. Για σκοπούς *συμβατότητας*, τα πρώτα 256 σύμβολά του ταυτίζονται με αυτά του Διευρυμένου ASCII)

Αναπαράσταση Κειμένου: *Unicode*

85

- Πλεονεκτήματα του προτύπου Unicode:
 - ▣ Μπορεί να στεγάσει τους χαρακτήρες **όλων των συστημάτων γραφής** (Ελληνικά, Αραβικά, Κινέζικα,, κτλ.)
 - ▣ Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να **κωδικοποιήσουμε ένα κείμενο που περιέχει πολλές διαφορετικές γλώσσες.**

Αναπαράσταση

Κειμένου: Άλλα Σύνολα χαρακτήρων

86

- *EBCDIC* (από την IBM),
- *BAUDOT* (για τα TELEX)
- *Ελληνικός ASCII CP437* (για λειτουργικό DOS)
- *IBM 851* (για PC τύπου PS|2)
- *IBM 869* (για λειτουργικό OS/2 v.2)
- *ΕΛΟΤ 928* (για λειτουργικό MS-Windows)
 - Ελληνικό Οργανισμό Τυποποίησης (ΕΛΟΤ)
 - Οι πρώτοι 128 χαρακτήρες είναι σχεδόν όμοιοι με τους αντίστοιχους του ASCII, ενώ στους επόμενους 128 έχουν τοποθετηθεί τα γράμματα του Ελληνικού αλφαβήτου (κεφαλαία, πεζά, τονούμενα) και άλλα σύμβολα

SMS

87

- Ένα SMS μπορεί να περιέχει μέχρι 1120 bits
- Μέχρι πόσους χαρακτήρες μπορούμε να γράψουμε σε ένα μήνυμα SMS;
 - ▣ Ανάλογα με την κωδικοποίηση!
 - ▣ Τυπική κωδικοποίηση: 7bit ανά χαρακτήρα (λατινικό αλφάβητο) → 160 χαρακτήρες
 - ▣ Εκτεταμένη κωδικοποίηση: 8bit ή 16bit ανά χαρακτήρα (αλφάβητα όπως τα Ελληνικό ή Κινέζικο).
 - 140 χαρακτήρες (8bit)
 - 70 χαρακτήρες (16bit)

Αναπαράσταση Εικόνας

Αναπαράσταση Εικόνας

89

- *Δύο βασικές μέθοδοι αναπαράστασης εικόνας:*
 - *Ψηφιογραφική αναπαράσταση (bitmap graphics)*
 - *Διανυσματική αναπαράσταση (vector graphics)*

Αναπαράσταση

Εικόνας: Ψηφιογραφική Αναπαράσταση

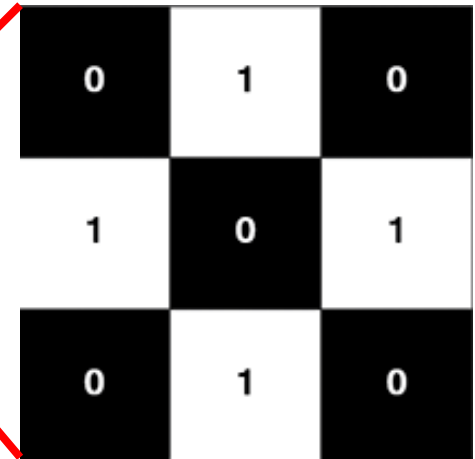
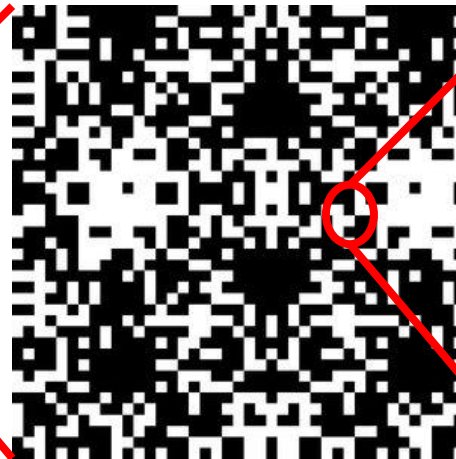
90

- Μία ψηφιακή εικόνα αποτελείται από μικρές κουκίδες που ονομάζονται εικονοστοιχεία (πίξελ, *pixels = picture element*).
- Στην πιο απλή περίπτωση, όταν η ψηφιακή εικόνα είναι ασπρόμαυρη κάθε εικονοστοιχείο κωδικοποιείται με **ένα μπιτ**.
 - **0**: Συμβολίζει το **μαύρο χρώμα**
 - **1**: Συμβολίζει το **άσπρο χρώμα**

Αναπαράσταση

Εικόνας: Ψηφιογραφική Αναπαράσταση

91



*Εικονοστοιχεία
(πίξελς) σε
μεγέθυνση*

*Μαύρο πίξελ → 0
Άσπρο πίξελ → 1*

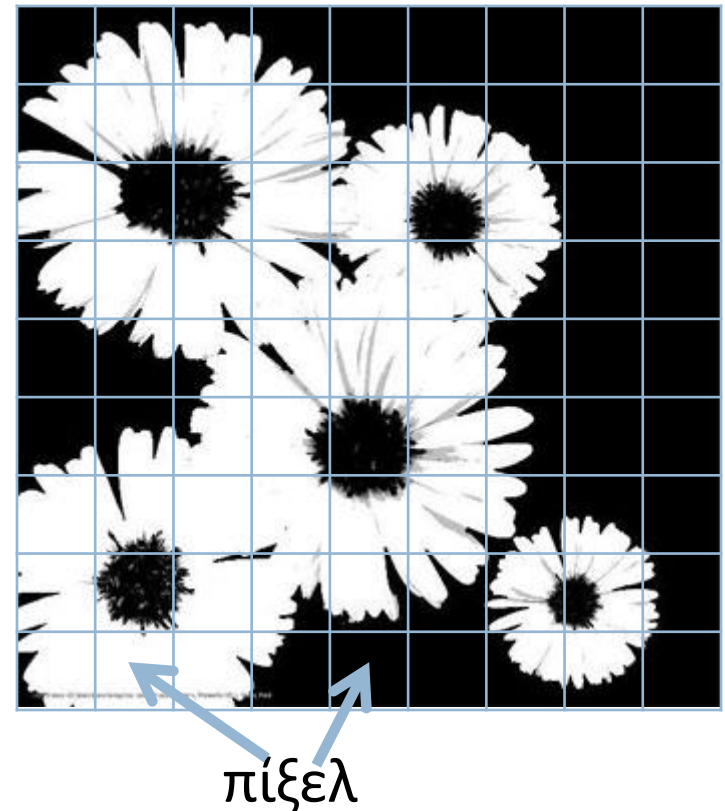
Αναπαράσταση

Εικόνας: Ψηφιογραφική Αναπαράσταση

92

Πως αποθηκεύεται αυτή η ασπρόμαυρη εικόνα στον υπολογιστή?

Βήμα 1. Η εικόνα διαιρείται σε εικονοστοιχεία (πίξελς)!



Αναπαράσταση

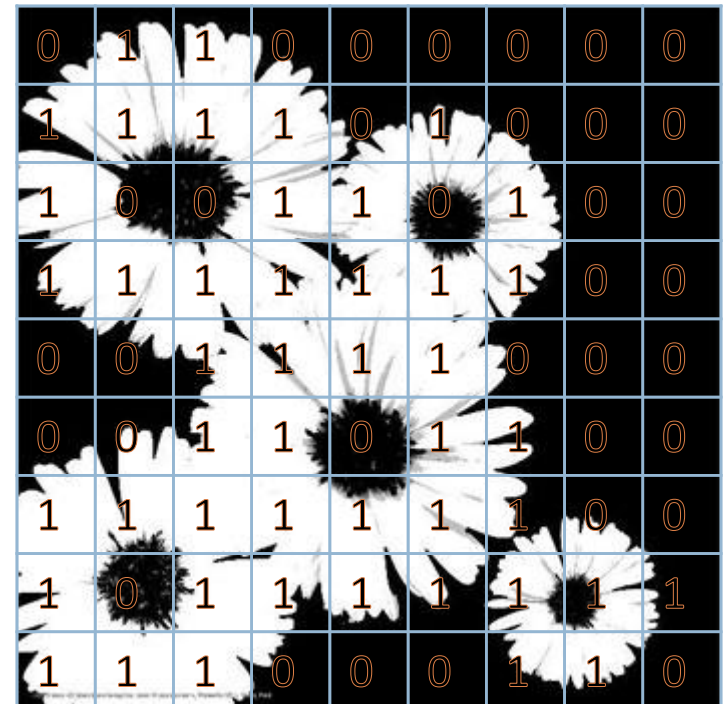
Εικόνας: Ψηφιογραφική Αναπαράσταση

93

Βήμα 2. Αναπαριστούμε
κάθε πίξελ με 1 μπιτ.

Άσπρο \Rightarrow **1**

Μαύρο \Rightarrow **0**

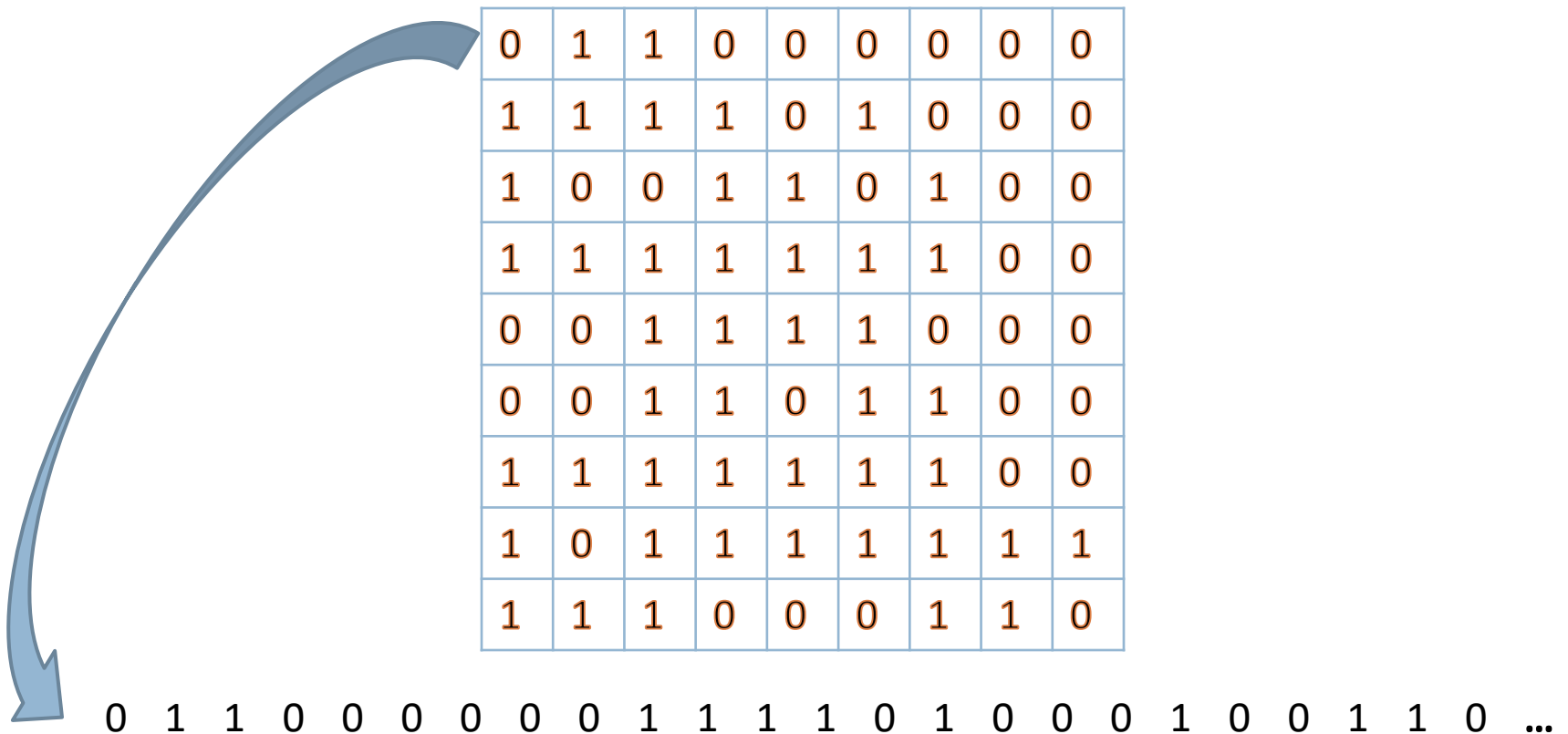


Αναπαράσταση

Εικόνας: Ψηφιογραφική Αναπαράσταση

94

Βήμα 3. Συνενώνουμε τα μπιτ όλων των πίξελ σε ένα μεγάλο σχήμα μπιτ για την εικόνα.



Αναπαράσταση

Εικόνας: Ψηφιογραφική Αναπαράσταση

Ερώτηση:

Αν η ανάλυση της ασπρόμαυρης εικόνας είναι **20x20** **πίξελ**, πόσα μπιτ χρειαζόμαστε για την αναπαράσταση της στον Υπολογιστή;

Hint: Σύνολο των πίξελ (δηλ. η Ανάλυση της εικόνας) x Αριθμό Μπιτ για κάθε πίξελ

Απάντηση:

Ανάλυση: $20 \times 20 \Rightarrow 400$ πίξελ

Μπιτ για κάθε πίξελ: 1 μπιτ/πιξελ (αφού έχουμε μόνο δύο χρώματα)

Άρα θα χρειαστούμε: 400 μπιτς

Αναπαράσταση

Εικόνας: Ψηφιογραφική Αναπαράσταση

96



© Graeme Cookson / Shutterstock.org

Ερώτηση: Τι γίνεται αν η εικόνα δεν είναι πλήρως ασπρόμαυρη; Π.χ., Οι greyscale εικόνες.

Οι greyscale εικόνες εκτός από άσπρο και μαύρο έχουν και άλλες αποχρώσεις του γκριζου.

Απάντηση: Χρησιμοποιούμε περισσότερα μπιτ έτσι ώστε να μπορούμε να αναπαραστήσουμε και τα άλλα επίπεδα γκριζου!

Αναπαράσταση

Εικόνας: Ψηφιογραφική Αναπαράσταση

97

Ερώτηση: Αν η ανάλυση είναι **20x20** πίξελ και υπάρχουν **8** επίπεδα γκρίζου, πόσα μπιτ χρειαζόμαστε;

Hint: 8 διαφορετικά επίπεδα γκρίζου $\Rightarrow 2^n = 8 \Leftrightarrow n = 3$

Απάντηση:

Ανάλυση 20x20	\Rightarrow	400 πίξελ
8 επίπεδα γκρίζου	\Rightarrow	3 μπιτ/πίξελ
<hr/>		
Άρα συνολικά: 1200 μπιτ		

Αναπαράσταση

Εικόνας: Ψηφιογραφική Αναπαράσταση

98

Ερώτηση: Αν η ανάλυση είναι **30x30** πίξελ και υπάρχουν **12** επίπεδα γκρίζου, πόσα μπιτ χρειαζόμαστε;

Hint: 12 διαφορετικά επίπεδα γκρίζου $\Rightarrow 2n = 12 \Leftrightarrow n \approx 4$

(στο παραπάνω παράδειγμα με 4 μπιτ μπορούμε να αναπαραστήσουμε μέχρι 16 επίπεδα γκρίζου!)

Απάντηση: Ανάλυση 30x30 \Rightarrow 900 πίξελ
12 επίπεδα γκρίζου \Rightarrow 4 μπιτ/πίξελ

Άρα συνολικά: **3600** μπιτ

Αναπαράσταση

Εικόνας: Ψηφιογραφική Αναπαράσταση

99

Ερώτηση: Τι γίνεται αν η εικόνα είναι έγχρωμη;



Απάντηση: Αναπαριστούμε κάθε πίξελ με 3 σχήματα μπιτ, για τα χρώματα *Κόκκινο*, *Πράσινο*, *Μπλε (RGB)*.

Αναπαράσταση

Εικόνας: Ψηφιογραφική Αναπαράσταση

100

Ερώτηση: Αν η ανάλυση είναι **30x30** πίξελ και υπάρχουν **8** επίπεδα για καθένα από τα τρία χρώματα, πόσα μπιτ χρειαζόμαστε;

Απάντηση: Ανάλυση 30x30 \Rightarrow 900 πίξελ

8 επίπεδα κόκκινου \Rightarrow 3 μπιτ

8 επίπεδα πράσινου \Rightarrow 3 μπιτ

8 επίπεδα μπλε \Rightarrow 3 μπιτ

Επομένως: 9 μπιτ/πίξελ

Άρα συνολικά: **8100** μπιτ

Αναπαράσταση

Εικόνας: Ψηφιογραφική Αναπαράσταση

101

Ερώτηση: Αν η ανάλυση είναι **1024x768** πίξελ και υπάρχουν **256** επίπεδα για καθένα από τα τρία χρώματα, πόσα μπιτ χρειαζόμαστε;

Απάντηση: Ανάλυση 1024x768 \Rightarrow 786,432 πίξελ



256 επίπεδα κόκκινου \Rightarrow 8 μπιτ

256 επίπεδα πράσινου \Rightarrow 8 μπιτ

256 επίπεδα μπλε \Rightarrow 8 μπιτ

επομένως: 24 μπιτ/πίξελ

Άρα συνολικά: **18,874,368** μπιτ =
= 2,359,269 bytes = 2,304 Kbytes = 2.25 MBytes

Αναπαράσταση

Εικόνας: Ψηφιογραφική Αναπαράσταση

102

Είναι σημαντικό η ανάλυση να είναι η κατάλληλη.



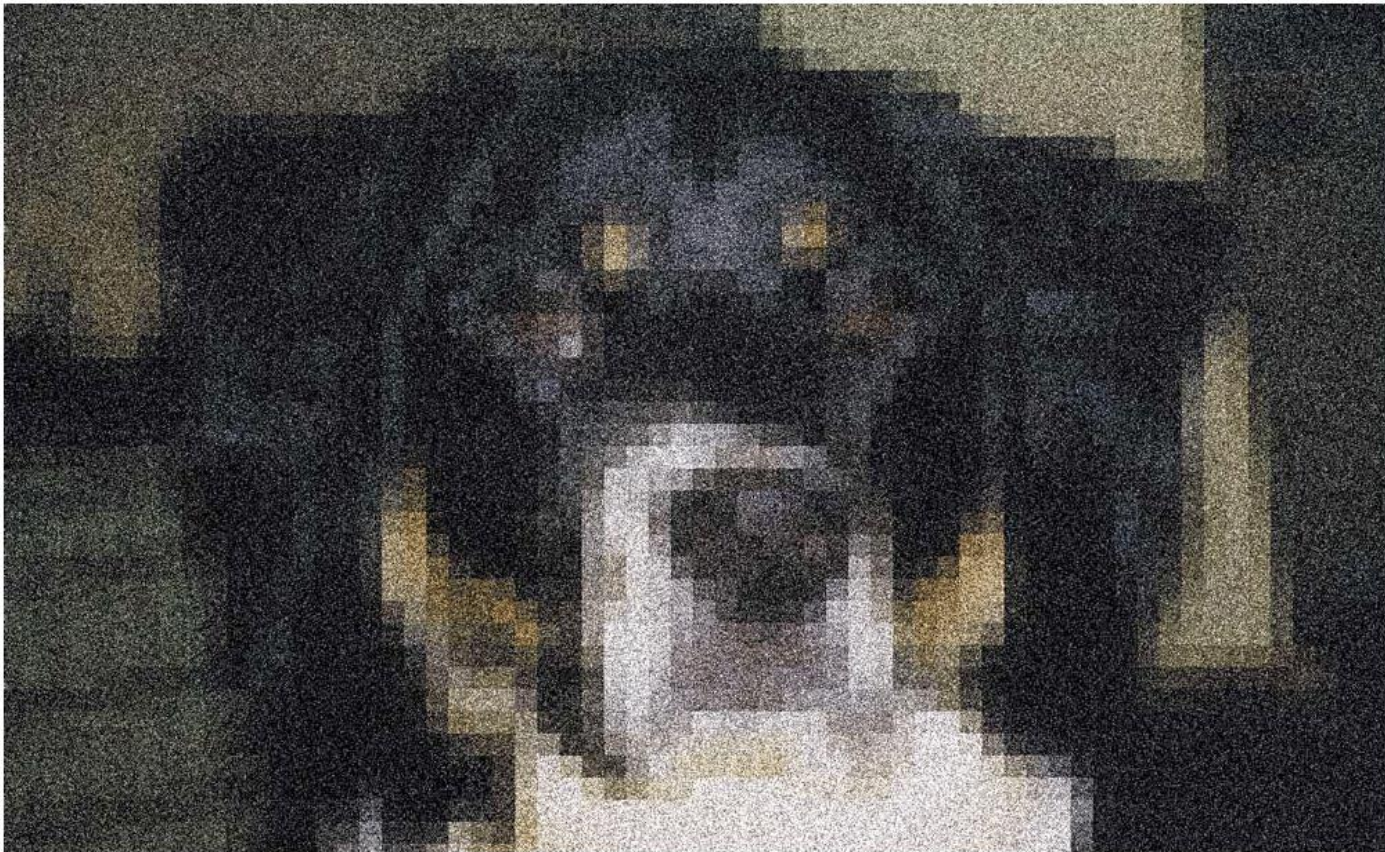
Μεγάλη ανάλυση \Rightarrow Καλή ποιότητα, αλλά και πολλά μπιτ

Αναπαράσταση

Εικόνας: Ψηφιογραφική Αναπαράσταση

103

Είναι σημαντικό η ανάλυση να είναι η κατάλληλη.



Μικρή ανάλυση \Rightarrow Κακή ποιότητα, αλλά και λίγα μπιτ

Αναπαράσταση

Εικόνας: Διανυσματική Αναπαράσταση

104

- Στη ψηφιακή αναπαράσταση εικόνας υπάρχει κωδικοποίηση του κάθε εικονοστοιχείου (πίξελ) με συγκεκριμένο αριθμό bits.
- Στη διανυσματική αναπαράσταση η αναπαράσταση της εικόνας **βασίζεται στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των σχημάτων που απεικονίζουν την εικόνα.**

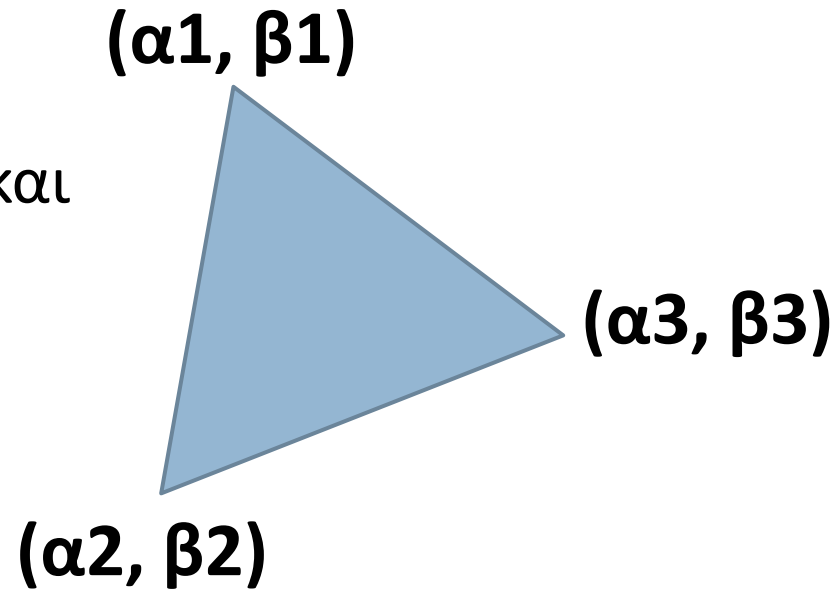
Αναπαράσταση

Εικόνας: Διανυσματική Αναπαράσταση

105

Παράδειγμα:

- Αν είχαμε να αναπαραστήσουμε ένα τρίγωνο, τότε:
 - Η διανυσματική αναπαράσταση περιλαμβάνει την αποθήκευση των καρτεσιανών συντεταγμένων των τριών κορυφών.
 - **Μόνο** κάθε κορυφή θεωρείται εικονοστοιχείο και αποθηκεύεται όπως πριν.
 - **Μόνο** τα τρία αυτά εικονοστοιχεία (σημεία) ορίζουν όλο το σχήμα!



Αναπαράσταση

Εικόνας: Διανυσματική Αναπαράσταση

106

- **Πλεονεκτήματα:**
 - ▣ Μικρό συνολικό πλήθος μπιτ.
 - ▣ Εύκολη μεγέθυνση/σμίκρυνση χωρίς βλάβη της ποιότητας.

- **Μειονέκτημα:**
 - ▣ Ακατάλληλη για εικόνες του πραγματικού κόσμου.

- Η διανυσματική μορφή παράγεται κυρίως από Computer Aided Design (CAD) προγράμματα, π.χ., AutoCAD, κτλ.).

Αναπαράσταση Ήχου

Αναπαράσταση Ήχου

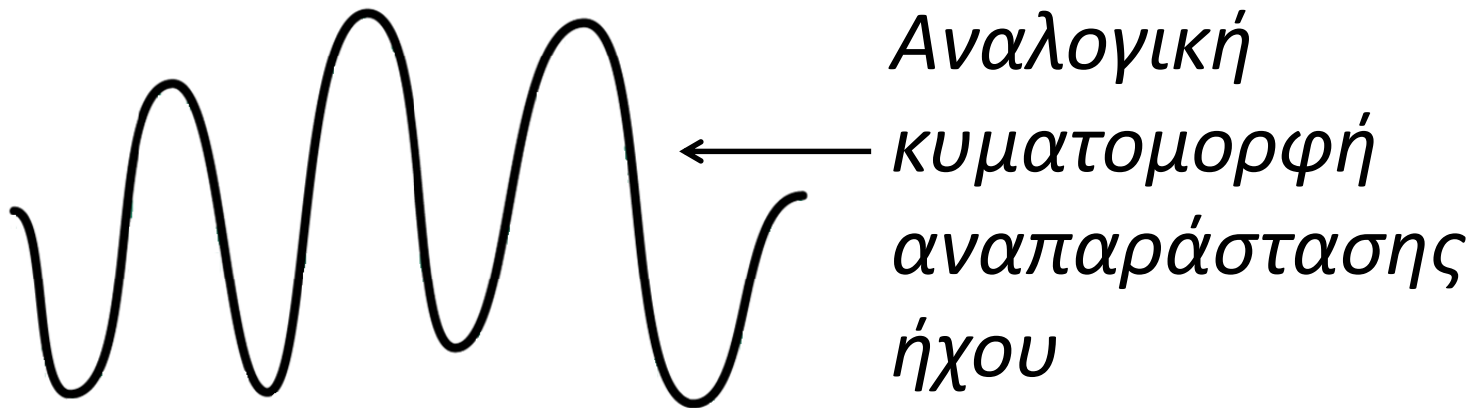
Πως δημιουργείται, πως διαδίδεται ο ήχος και πως αντιλαμβανόμαστε τον ήχο;

- Ο ήχος δημιουργείται από την ταλάντωση μιας ηχητικής πηγής (π.χ., τις φωνητικές μας χορδές)
- Η ταλάντωση αυτή δημιουργεί **ηχητικά κύματα** με τα οποία διαδίδεται ο ήχος στην ατμόσφαιρα.
- Τα **ηχητικά κύματα** διεγείρουν τα αισθητήρια όργανα της ακοής μας (το τύμπανο του αυτιού) προκαλώντας έτσι την αίσθηση του ήχου.

Αναπαράσταση Ήχου

109

Τι είναι το ηχητικό κύμα;



- Είναι μια ταλάντωση των μορίων του αέρα συνεχώς μεταβαλλόμενου **πλάτους**
- **Πλάτος ταλάντωσης** → όσο μεγαλύτερο πλάτος παρουσιάζει ένα κύμα τόσο μεγαλύτερη ενέργεια μεταφέρει (άρα πιο δυνατός ο ήχος)

Αναπαράσταση Ήχου

Πως αναπαριστάται ο ήχος στον υπολογιστή;

- *Η ομαλή, συνεχής καμπύλη μιας ηχητικής κυματομορφής δεν παρίσταται κατευθείαν στον υπολογιστή.*
- *Πρέπει το ηχητικό κύμα να **ψηφιοποιηθεί** (να μετατραπεί δηλαδή σε μια συμβολοσειρά από 1 και 0) πριν αποθηκευτεί στον υπολογιστή.*
- *Για να γίνει αυτό, ο Υπολογιστής μετρά το **πλάτος** της κυματομορφής σε τακτά χρονικά διαστήματα.*
- *Κάθε τέτοια μέτρηση ονομάζεται **δείγμα**.*

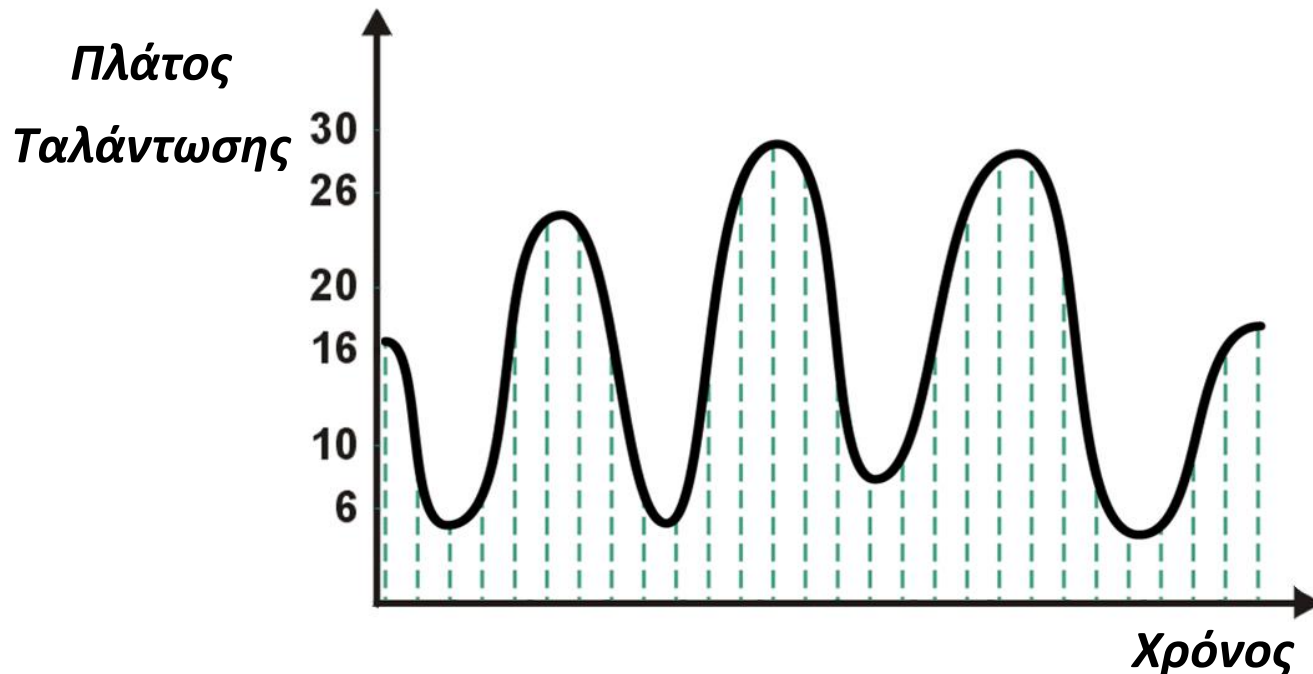
Αναπαράσταση Ήχου

111

Πως αναπαριστάται ο ήχος στον υπολογιστή;

Βήμα 1. Διαιρούμε τη ροή σε δείγματα

(**δείγμα**= το πλάτος της ταλάντωσης σε δεδομένη στιγμή)



Αναπαράσταση Ήχου

112

Βήμα 2. Αναπαριστούμε κάθε διαφορετικό δείγμα με ένα διαφορετικό σχήμα μπιτ. Π.χ.:

πλάτος 16 \Rightarrow 0010000

πλάτος 6 \Rightarrow 0000110

πλάτος 5 \Rightarrow 0000101

.....

πλάτος 15 \Rightarrow 0001111

πλάτος 17 \Rightarrow 0010001

Βήμα 3. Συνενώνουμε τα μπιτ όλων των δειγμάτων σε ένα μεγάλο σχήμα μπιτ για τον πλήρη ήχο.

001000000001100000101.....0001110010001

Αναπαράσταση Ήχου

113

Ερώτηση: Αν ο ήχος διαρκεί **5** δευτερόλεπτα, και παίρνουμε **1000** δείγματα/δευτερόλεπτο, και υπάρχουν **128** επίπεδα πλάτους, πόσα μπιτ χρειαζόμαστε;

Απάντηση: 5 δευτερόλεπτα ήχου
1000 δείγματα/δευτερόλεπτο

Επομένως: 5000 δείγματα

128 επίπεδα πλάτους \Rightarrow 7 μπιτ/δείγμα

Άρα συνολικά: **35,000** μπιτ

Αναπαράσταση Ήχου

114

Ερώτηση: Αν ο ήχος διαρκεί **3** δευτερόλεπτα, και παίρνουμε **2000** δείγματα/δευτερόλεπτο, και υπάρχουν **256** επίπεδα πλάτους, πόσα μπιτ χρειαζόμαστε;

Απάντηση: 3 δευτερόλεπτα ήχου
2000 δείγματα/δευτερόλεπτο

Επομένως: 6000 δείγματα

256 επίπεδα πλάτους \Rightarrow 8 μπιτ/δείγμα

Άρα συνολικά: **48,000** μπιτ

Αναπαράσταση Βίντεο

Αναπαράσταση Βίντεο

116

- ***Βίντεο.....***
 - ***Εικόνα και Ήχος σε συγχρονισμό***

Απλώς συνδυάζουμε την αναπαράσταση των εικόνων με την αναπαράσταση του ήχου!!!

Ερωτήσεις;