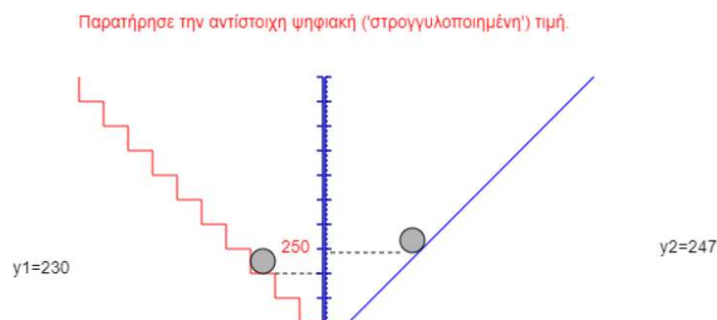


Η αναλογική πληροφορία συναντάται σε μετρήσεις φυσικών μεγεθών, όπως η ένταση του ήχου, η φωτεινότητα, ή θερμοκρασία, η ατμοσφαιρική πίεση κ.λπ. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα διαφοράς μεταξύ αναλογικής και ψηφιακής πληροφορίας αποτελεί η σκάλα σε αντιδιαστολή με μια ανηφόρα.

Και στις δύο περιπτώσεις ανεβαίνεις. Στην πρώτη περίπτωση όμως, ανεβαίνεις μόνο στο ύψος που βρίσκεται κάθε σκαλί. Κάθε ύψος είναι διακριτό, ενώ στην περίπτωση του ανηφορικού δρόμου, αν κάνεις πολύ μικρά βήματα, μπορείς να ανέβεις σε ύψος που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο σκαλιά.

Ψηφιακή Κλίμακα

Αναλογική Κλίμακα



Εικόνα: 1.3. Αναπαράσταση της διαφοράς μεταξύ ψηφιακής και αναλογικής πληροφορίας

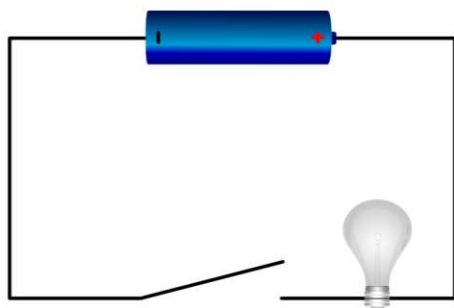


Με τον όρο **ψηφιακό (digital)** εννοούμε ένα σύστημα που παίρνει τιμές από ένα σύνολο διακριτών τιμών, ενώ σε ένα **αναλογικό (analog)** σύστημα οι τιμές είναι συνεχόμενες, δηλαδή πάντα μεταξύ δύο τιμών υπάρχουν και άλλες τιμές, όπως συμβαίνει στον φυσικό κόσμο.

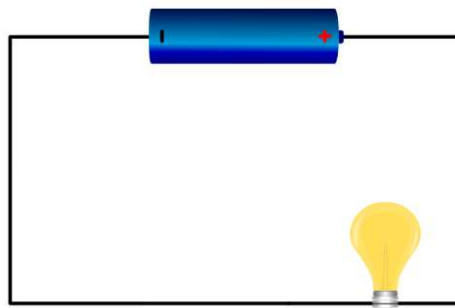
Συνήθως, οι ψηφιακές τεχνολογίες έχουν το πλεονέκτημα της ευκολίας στον χειρισμό και της επεξεργασίας, ενώ η αναλογική πληροφορία συνδέεται στενά με την αναπαράσταση φαινομένων στον πραγματικό κόσμο.

1.4 Δυαδικοί αριθμοί – Η γλώσσα των υπολογιστών

Η αναπαράσταση των δεδομένων στους υπολογιστές και γενικότερα σε όλες τις ψηφιακές συσκευές (κινητά τηλέφωνα, ταμπλέτες) γίνεται στη δυαδική γλώσσα (binary language). Αυτή η γλώσσα αποτελείται από δύο μόνο ψηφία: 0 και 1. Όλα τα δεδομένα σ' έναν υπολογιστή κωδικοποιούνται σε σειρές 0 και 1, είτε αυτές είναι κείμενο, είτε φωτογραφίες, είτε βίντεο. Αυτό συμβαίνει γιατί οι υπολογιστές μπορούν να αναγνωρίζουν μόνο δύο καταστάσεις: ανοιχτό (0) και κλειστό (1).



Εικόνα 1.4. Ανοιχτό κύκλωμα, δε διέρχεται ρεύμα. Η κατάσταση αυτή αναπαρίσταται με το **0**.



Εικόνα 1.5. Κλειστό κύκλωμα, διέρχεται ρεύμα. Η κατάσταση αυτή αναπαρίσταται με το **1**.



Για την αναπαράσταση των δεδομένων χρειάστηκε ένα αριθμητικό σύστημα με δύο μόνο ψηφία, το 0 και το 1, το **δυναδικό σύστημα**. Το δυναδικό σύστημα αρίθμησης χρησιμοποιείται στους υπολογιστές, όπως χρησιμοποιείται από τους ανθρώπους το δεκαδικό σύστημα αρίθμησης.

Τα **δυναδικά ψηφία 0 και 1** αντιστοιχούν στις δύο καταστάσεις που «αντιλαμβάνεται» ο υπολογιστής.



Το δυναδικό ψηφίο, που ονομάζεται **bit** (binary digit), παίρνει τις τιμές 0 ή 1, και είναι η βασική μονάδα πληροφορίας των υπολογιστών.

Τα δυναδικά ψηφία χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση όλων των μορφών δεδομένων στον υπολογιστή: αριθμοί, χαρακτήρες, εικόνες, μουσική, βίντεο κ.λπ. Ό,τι βλέπουμε στον υπολογιστή ή ακούμε από αυτόν ή ό,τι υπολογίζουμε με αυτόν είναι αποτέλεσμα των κατάλληλων συνδυασμών 0 και 1.

Στο δεκαδικό σύστημα οι αριθμοί αναλύονται με τη βοήθεια δυνάμεων του 10. Για παράδειγμα ο αριθμός 8128 αναλύεται ως εξής: $8128 = 8000 + 100 + 20 + 8 = 8 \cdot 10^3 + 1 \cdot 10^2 + 2 \cdot 10^1 + 8 \cdot 10^0$

Αντίστοιχα στο δυναδικό σύστημα οι αριθμοί αναλύονται με τη βοήθεια δυνάμεων του 2. Στην περίπτωση του 56 έχουμε: $56 = 32 + 16 + 8 = 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 111000_2$

Έτσι, για να αναπαραστήσουμε αριθμούς ή σύμβολα χρησιμοποιούμε ακολουθίες από 0 και 1. Για παράδειγμα, ο αριθμός 56 στο δυναδικό σύστημα αναλύεται σε δυνάμεις του δύο ως εξής:

$$56 = 32 + 16 + 8 = 2^5 + 2^4 + 2^3$$



1	1	1	0	0	0
2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0

Η δύναμη του 2 που αντιστοιχεί σε κάθε ψηφίο εξαρτάται από τη θέση του, οπότε το πρώτο ψηφίο από δεξιά είναι οι μονάδες (2^0), το δεύτερο οι δυάδες (2^1), το τρίτο οι τετράδες (2^2) κ.ο.κ. Παρακάτω δίνονται κάποια παραδείγματα μετατροπής δυναδικών αριθμών στους αντίστοιχους δεκαδικούς:

$$101010 = 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 32 + 8 + 2 = 42$$

$$100001 = 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 32 + 1 = 33$$

$$1000000 = 1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + \dots + 0 \cdot 2^0 = 64 + 0 = 64$$

$$111111 = 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0 = 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 63$$

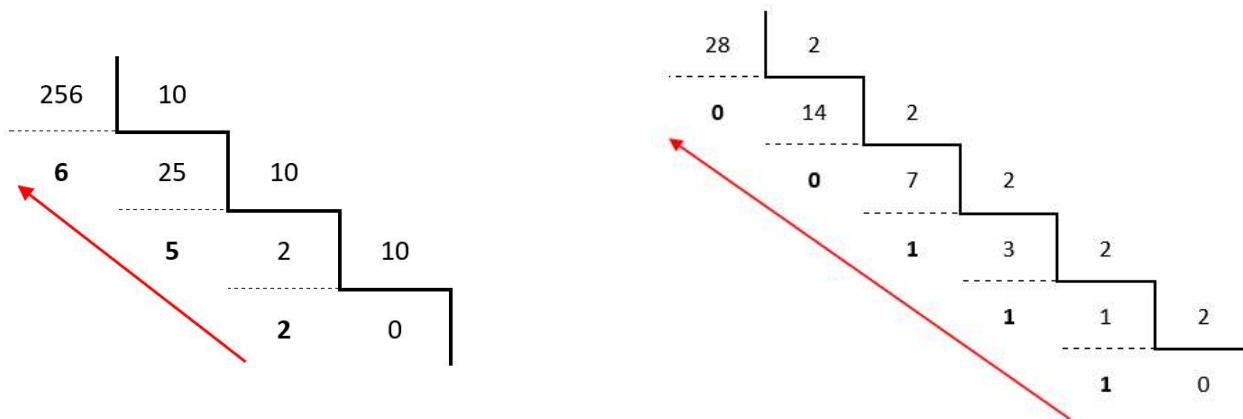


Δραστηριότητα 1

Υπολογίστε τους αριθμούς i) 11, ii) 100, iii) 111, iv) 1000, v) 1111, vi) 10000 στο δυναδικό σύστημα. Τι παρατηρείτε; Μπορείτε να βρείτε πόσο κάνει $11111111+1$ στο δυναδικό σύστημα, χωρίς να εκτελέσετε την πρόσθεση;

Η μετατροπή ενός αριθμού στο δυαδικό σύστημα είναι μια λίγο πιο σύνθετη διαδικασία. Αρχικά διαιρούμε με το 2. Το υπόλοιπο της διαίρεσης (0 ή 1) είναι το πρώτο δυαδικό ψηφίο. Στο πηλίκο εφαρμόζουμε την ίδια διαδικασία μέχρι να γίνει 0. Παρατηρήστε ότι με αυτή τη μέθοδο λαμβάνουμε τα δυαδικά ψηφία σε αντίστροφη σειρά. Δηλαδή το ψηφίο των μονάδων είναι το πρώτο. Έτσι ο αριθμός 28 είναι στο δυαδικό σύστημα ο 11100. Πράγματι έχουμε: $11100 = 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 = 16 + 8 + 4 = 28$

Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και στο δεκαδικό σύστημα, όπου όλοι οι αριθμοί αναλύονται σε δυνάμεις του 10, όπως, για παράδειγμα, το $256 = 200 + 50 + 6 = 2 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10^1 + 6 \cdot 10^0$



Ένας δεύτερος πιο διαισθητικός τρόπος αναπαράστασης ενός δεκαδικού αριθμού στο δυαδικό σύστημα είναι ο εξής: Προσπαθώ να αναλύσω το 28 σε άθροισμα δυνάμεων του 2. Παρατηρώ ότι η μεγαλύτερη δύναμη του 2, που είναι μικρότερη από το 28, είναι το 16. Άρα, έχει σίγουρα μια δεκαεξάδα. Αν αφαιρέσουμε τη δεκαεξάδα, έχουμε $28 - 16 = 12$. Το 12 αναλύεται σε 8 και 4. Άρα, το 28 γράφεται $28 = 16 + 12 = 16 + 8 + 4 = 2^4 + 2^3 + 2^2$. Στις δυνάμεις που λείπουν θέτω το ψηφίο 0 και έτσι παίρνω τον αριθμό 11100.

Όμοια, το 44 περιέχει μέσα του το 32, άρα έχει μια 32άδα συν $44 - 32 = 12$. Το 12 έχει μια οκτάδα και μια τετράδα. Άρα, το 44 γράφεται :

$$44 = 32 + 12 = 32 + 8 + 4 = 2^5 + 2^3 + 2^2 = 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$$

Επομένως, η δυαδική αναπαράσταση του 44 είναι ο αριθμός 101100.



Δραστηριότητα 2

Να μετατρέψετε στο δυαδικό σύστημα τους αριθμούς i) 2, ii) 4, iii) 8, iv) 16, v) 64.

Τι παρατηρείτε;

Υπάρχουν διάφορα συστήματα αρίθμησης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Κάποια από αυτά είναι το οκταδικό και το δεκαεξαδικό. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα βασικά χαρακτηριστικά αυτών των συστημάτων. Στην τελευταία στήλη φαίνεται η αναπαράσταση του αριθμού 47 του δεκαδικού συστήματος σε κάθε ένα από αυτά τα αριθμητικά συστήματα.

Σύστημα	Βάση	Ψηφία	Μεγαλύτερος Τριψήφιος	Μικρότερος Τετραψήφιος	Παράδειγμα
Δυαδικό (Binary)	2	0,1	111	1000	101111
Οκταδικό (Octal)	8	0,1,2,3,4,5,6,7	777	1000	57
Δεκαδικό (Decimal)	10	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9	999	1000	47
Δεκαεξαδικό (HexaDecimal)	16	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, A, B, C, D, E, F	FFF	1000	2F

Παρατηρήστε ότι στο δεκαεξαδικό σύστημα χρησιμοποιούνται και γράμματα ως ψηφία, επειδή τα ψηφία 0-9 δεν είναι αρκετά. Έτσι το A είναι το 10, το B το 11, κ.ο.κ.

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι αναπαραστάσεις του αριθμού 47 σε άλλα αριθμητικά συστήματα.

$$101111_2 = 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 32 + 8 + 4 + 2 + 1 = 47$$

$$57_8 = 5 \cdot 8^1 + 7 \cdot 8^0 = 40 + 7 = 47$$

$$2F_{16} = 2 \cdot 16^1 + 15 \cdot 16^0 = 32 + 15 = 47$$

Δεκαδικό	Δυαδικό	Δεκαεξαδικό
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F
16	10000	10
17	10001	11
18	10010	12
19	10011	13
20	10100	14
21	10101	15
22	10110	16
23	10111	17

Δεκαδικό	Δυαδικό	Δεκαεξαδικό
24	11000	18
25	11001	19
26	11010	1A
31	11111	1F
32	100000	20
63	111111	3F
64	1000000	40
255	11111111	FF
256	100000000	100
1023	1111111111	3FF
1024	10000000000	400



Δραστηριότητα 3

- Τι κοινό έχουν οι δυαδικές αναπαραστάσεις των αριθμών που είναι δυνάμεις του 2;
- Τι κοινό έχουν οι αμέσως προηγούμενοι τους αριθμοί;
- Να αναζητήσετε στο Διαδίκτυο πληροφορίες για το λατινικό σύστημα αρίθμησης, που χρησιμοποιούσαν οι Ρωμαίοι. Ποιος αριθμός δεν μπορεί να αναπαρασταθεί στο σύστημα αυτό;