



Για την αναπαράσταση των δεδομένων χρειάστηκε ένα αριθμητικό σύστημα με δύο μόνο ψηφία, το 0 και το 1, το **δυναδικό σύστημα**. Το δυαδικό 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 δυαδικό ψηφίο, που ονομάζεται **bit** (binary digit), παίρνει τις τιμές 0 ή 1, και είναι η βασική μονάδα πληροφορίας των υπολογιστών.

Τα δυαδικά ψηφία χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση όλων των μορφών δεδομένων στον υπολογιστή: αριθμοί, χαρακτήρες, εικόνες, μουσική, βίντεο κ.λπ. Ότι 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 δυαδικό 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 δυαδικό 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 δυνάδες (2^1), το τρίτο οι τετράδες (2^2) κ.ο.κ. Παρακάτω δίνονται κάποια παραδείγματα μετατροπής δυαδικών αριθμών στους αντίστοιχους δεκαδικούς:

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

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

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

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

Άλλα παραδείγματα μετατροπής δεκαδικών αριθμών στους αντίστοιχους δυαδικούς.

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.

Για την επόμενη φορά, να κάνετε στο τετράδιό σας την **ν** από την δραστηριότητα **E.2** και την **vi** από την δραστηριότητα **E.3**.

E.2: Να μετατρέψετε τους παρακάτω δυαδικούς αριθμούς στη δεκαδική τους αναπαράσταση:

- | | | | | | |
|-------------|-------------|----------|----------|---------------|-----------------|
| i) 11 | ii) 100 | iii) 101 | iv) 1010 | v) 10100 | vi) 101010 |
| vii) 100000 | viii) 11111 | ix) 111 | x) 1000 | xi) 111111111 | xii) 1000000000 |

E.3: Να μετατρέψετε τους παρακάτω δεκαδικούς αριθμούς στη δυαδική τους αναπαράσταση:

- | | | | | | | |
|-----------|----------|---------|----------|----------|-----------|----------|
| i) 1 | ii) 4 | iii) 5 | iv) 16 | v) 15 | vi) 32 | vii) 33 |
| viii) 100 | ix) 1024 | x) 1023 | xi) 1025 | xii) 255 | xiii) 256 | xiv) 257 |

Αναπαράσταση χαρακτήρων

Για να είναι δυνατή η αναπαράσταση γραμμάτων και άλλων συμβόλων στον υπολογιστή έπρεπε να βρεθεί ένα σχήμα **κωδικοποίησης** των συμβόλων αυτών στη γλώσσα του υπολογιστή, δηλαδή στο δυαδικό σύστημα αρίθμησης.

Ένα παρόμοιο σύστημα κωδικοποίησης αποτελεί ο κώδικας Μορς, με την βοήθεια του οποίου αντιστοιχίζονται γράμματα και αριθμοί σε ακολουθίες των συμβόλων **.** (τελεία) και **—** (παύλα). Το πιο γνωστό μήνυμα στον κώδικα Μορς είναι το μήνυμα κινδύνου **SOS**.

S O S
... - - - ...

Τη δεκαετία του 1960 σχεδιάστηκε το αλφάβητο ASCII (American Standard Code for Information Interchange) που διευκόλυνε την αναπαράσταση κειμένου σε υπολογιστές. Το σύστημα ASCII περιείχε τα γράμματα από το αγγλικό αλφάβητο καθώς και ορισμένους ειδικούς χαρακτήρες. Κάθε σύμβολο αντιστοιχούσε σε έναν δυαδικό αριθμό 7 ψηφίων (bits). Άρα μπορούσαν να αναπαρασταθούν μέχρι $2^7 = 128$ σύμβολα.

Στην εκτεταμένη και τελική του μορφή κάθε σύμβολο χρειάζεται χώρο στη μνήμη 8 bits, άρα μπορούσε να αναπαραστήσει $2^8 = 256$ σύμβολα.

Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char
0	0	[NULL]	32	20	[SPACE]	64	40	@	96	60	`
1	1	[START OF HEADING]	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	2	[START OF TEXT]	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	3	[END OF TEXT]	35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	4	[END OF TRANSMISSION]	36	24	\$	68	44	D	100	64	d
5	5	[ENQUIRY]	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	6	[ACKNOWLEDGE]	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	7	[BELL]	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	8	[BACKSPACE]	40	28	(	72	48	H	104	68	h
9	9	[HORIZONTAL TAB]	41	29	)	73	49	I	105	69	i
10	A	[LINE FEED]	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	B	[VERTICAL TAB]	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	C	[FORM FEED]	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	D	[CARRIAGE RETURN]	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
14	E	[SHIFT OUT]	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
15	F	[SHIFT IN]	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	[DATA LINK ESCAPE]	48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	[DEVICE CONTROL 1]	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	[DEVICE CONTROL 2]	50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	[DEVICE CONTROL 3]	51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	[DEVICE CONTROL 4]	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	[NEGATIVE ACKNOWLEDGE]	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	[SYNCHRONOUS IDLE]	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	[END OF TRANS. BLOCK]	55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	[CANCEL]	56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	[END OF MEDIUM]	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	[SUBSTITUTE]	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	[ESCAPE]	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
28	1C	[FILE SEPARATOR]	60	3C	<	92	5C	\	124	7C	
29	1D	[GROUP SEPARATOR]	61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}
30	1E	[RECORD SEPARATOR]	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
31	1F	[UNIT SEPARATOR]	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	[DEL]

Εικόνα 1.6. Ο πίνακας ASCII. Πηγή: Wikipedia



Παράδειγμα 2

Ας γράψουμε το μήνυμα ChatGPT στον κώδικα ASCII (δεκαδικό, δυαδικό) σύστημα.

C	h	a	t	G	P	T
67	104	97	116	71	80	84
1000011	1101000	1100001	1000111	1000011	1010000	1010100