

web 04 Codici binari

Per codice si intende un modo convenzionale di far corrispondere a gruppi di segni, o simboli, alcuni significati prestabiliti.

Un esempio noto a tutti è il codice Morse, con il quale mediante una opportuna combinazione di linee e di punti si possono rappresentare tutte le lettere dell'alfabeto. Anche una qualunque lingua scritta e persino i "segnali di fumo" possono essere classificati come codici.

In elettronica, il significato si restringe; si può definire codice numerico quel codice che consente di esprimere numeri mediante una combinazione di bit e codice alfanumerico quello che consente di esprimere numeri, lettere alfabetiche e simboli utilizzati nella comunicazione scritta normale sempre mediante una combinazione di bit di valore 0 e 1.

Codice binario naturale

Il più semplice codice numerico è il binario naturale, con il quale ogni numero viene rappresentato con una sequenza di bit di peso crescente, partendo da destra verso sinistra, secondo le potenze crescenti della base 2 (tab. 1), utilizzando appunto i due soli simboli 0 e 1.

Codice decimale	Codice binario			
	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

Tab. 1 Corrispondenza tra codice decimale e codice binario naturale.

Il sistema di numerazione binario è quello che utilizza il minor numero possibile di simboli ed è anche il più usato nei calcolatori.

I molti codici alternativi esistenti tentano in sostanza di eliminare i principali inconvenienti del binario naturale, quali le difficoltà nella conversione binario-decimale, nel controllo degli errori e nelle operazioni matematiche in base 10.

Conversione binario – decimale

Dato un numero binario, il corrispondente valore decimale si ottiene associando a ciascun bit la potenza del due corrispondente alla propria posizione all'interno del numero, partendo da destra con 2⁰ e sommando i singoli risultati.

Per esempio, dato il numero binario 11101010, il corrispondente valore decimale è, partendo dal bit di destra:

$$0 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^7 = 2 + 8 + 32 + 64 + 128 = 234$$

- Esercizio svolto n. 1
- Esercizio da svolgere n. 1

Conversione decimale – binario

Dato un numero decimale, per ottenere il corrispondente numero binario, basta dividerlo continuamente per 2, fino a ottenere risultato zero, incolonnando, ad ogni passaggio, sia i risultati interi della divisione sia i resti. La successione dei resti, letta dal basso verso l'alto, restituisce la codifica binaria del numero decimale originario. Per esempio, dato il numero decimale 234 (tab. 2), la codifica binaria corrispondente si ottiene cominciando con la divisione 234 : 2 = 117 con resto 0, ecc.

234	:2
117	0
58	1
29	0
14	1
7	0
3	1
1	1
0	1

Tab. 2 Conversione da decimale a binario.

La colonna dei resti, letta dal basso verso l'alto, fornisce il numero in codice binario 11101010.

Esercizio svolto n. 2

Esercizio da svolgere n. 2

Somma binaria

Per la somma tra due numeri binari valgono le solite regole della somma, ricordando però che $1 + 1 = 0$ con riporto (carry) di 1, mentre $1 + 1 + 1 = 1$ con riporto di 1.

Per esempio $0110 (6) + 0010 (2) = 1000 (8)$, come riportato in tab. 3.

(6)	0	1	1	0	+
(2)	0	0	1	0	=
	1	1	-	-	riporto
(8)	1	0	0	0	somma

Tab. 3 Somma binaria.

Esercizio svolto n. 3

Esercizio da svolgere n. 3

Sottrazione binaria

Per la sottrazione tra due numeri binari valgono le solite regole, ricordando però che $0 - 1 = 1$ con il prestito (borrow) di 1 (una coppia) dalla cifra di sinistra.

Per esempio $1010 (10) - 0100 (4) = 0110 (6)$, come riportato in tab. 4.

minuendo	(10)	1	0	1	0	-
sottraendo	(4)	0	1	0	0	=
		1	-	-	-	prestito
differenza	(6)	0	1	1	0	

Tab. 4 Sottrazione binaria.

Esercizio svolto n. 4

Esercizio da svolgere n. 4

Codice BCD

Il codice BCD associa a ogni cifra decimale il suo equivalente in codice binario naturale, mediante una parola di quattro bit (tab. 5).

Codice decimale	Codice BCD
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	0001 0000
11	0001 0001

Tab. 5 Corrispondenza tra codice decimale e codice BCD.

Per esempio, il numero decimale 208 viene espresso in BCD come un insieme di tre gruppi distinti di quattro bit ciascuno:

2 = 0010

0 = 0000

8 = 1000

ottenendo la parola a dodici bit

0010 0000 1000

Si tratta sempre di un codice pesato, in quanto, all'interno di ogni gruppo di quattro bit, ciascun bit ha un peso nella potenza del due ($8 = 2^3$, $4 = 2^2$, $2 = 2^1$ e $1 = 2^0$), partendo da sinistra, e inoltre la cifra decimale stessa, rappresentata dal singolo gruppo, ha peso secondo le potenze del dieci.

Il vantaggio principale è la relativa facilità di conversione binario-decimale e viceversa, che viene effettuata mediante circuiti integrati dedicati. È un codice molto utilizzato nelle interfaccia uomo/macchina, come, per esempio, in tutti quei sistemi che visualizzano il risultato in cifre decimali.

Esercizio svolto n. 5

Esercizio da svolgere n. 5

Codice Gray

Il codice Gray non è un codice pesato. È denominato a "minima variazione" perché una combinazione di bit può differire dalla successiva solo di un bit.

Questa caratteristica è richiesta nei rilevatori di posizione, laddove possono verificarsi errori o false ricostruzioni dovute alla commutazione non

contemporanea dei diversi bit.

A volte è chiamato anche codice a specchio, in quanto le colonne delle cifre meno significative possono facilmente essere ricostruite considerando una simmetria speculare attorno a delle linee immaginarie tracciate dopo due, quattro, otto codici, come si può facilmente vedere in tab. 6.

Codice decimale	Codice Gray			
	0	1	2	3
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	1
3	0	0	1	0
4	0	1	1	0
5	0	1	1	1
6	0	1	0	1
7	0	1	0	0
8	1	1	0	0
9	1	1	0	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	0

Tab. 6 Corrispondenza tra codice decimale e codice Gray.

Codice ASCII

Il codice ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) è il più comune codice alfanumerico per lo scambio delle informazioni utilizzato dai computer.

È un codice di 7 bit e quindi può individuare 128 simboli diversi (tab. 7), sufficienti per rappresentare i dieci numeri, le ventisei lettere minuscole, le ventisei maiuscole e una serie di caratteri per la punteggiatura; ovvero tutti i caratteri presenti su una normale tastiera per computer, più altri come LF, return, ecc.

Byte	Cod.	Valore
00000000	0	null
00000001	1	inizio intestazione
00000010	2	inizio testo
00000011	3	fine testo
00000100	4	fine trasmissione
00000101	5	interrogazione
00000110	6	riconoscimento
00000111	7	campanello
00001000	8	backspace
00001001	9	tabulazione orizzontale
00001010	10	avanzamento riga/nuova riga
00001011	11	tabulazione verticale

Byte	Cod.	Valore
00001100	12	avanzamento carta/nuova pagina
00001101	13	ritorno a capo
00001110	14	disinserzione
00001111	15	inserzione
00010000	16	uscita trasmissione
00010001	17	controllo periferica 1
00010010	18	controllo periferica 2
00010011	19	controllo periferica 3
00010100	20	controllo periferica 4
00010101	21	riconoscimento negativo
00010110	22	inattività sincrona
00010111	23	blocco di fine trasmissione
00011000	24	annulla
00011001	25	fine supporto
00011010	26	sostituisci
00011011	27	esc
00011100	28	separatore di file
00011101	29	separatore di gruppi
00011110	30	separatore di record
00011111	31	separatore di unità
00100000	32	spazio
00100001	33	!
00100010	34	“
00100011	35	#
00100100	36	\$
00100101	37	%
00100110	38	&
00100111	39	'
00101000	40	(
00101001	41)
00101010	42	*
00101011	43	+
00101100	44	,
00101101	45	-
00101110	46	.
00101111	47	/
00110000	48	0
00110001	49	1
00110010	50	2
00110011	51	3
00110100	52	4
00110101	53	5
00110110	54	6
00110111	55	7
00111000	56	8
00111001	57	9
00111010	58	:
00111011	59	;
00111100	60	<
00111101	61	=
00111110	62	>
00111111	63	?

Byte	Cod.	Valore
01000000	64	@
01000001	65	A
01000010	66	B
01000011	67	C
01000100	68	D
01000101	69	E
01000110	70	F
01000111	71	G
01001000	72	H
01001001	73	I
01001010	74	J
01001011	75	K
01001100	76	L
01001101	77	M
01001110	78	N
01001111	79	O
01010000	80	P
01010001	81	Q
01010010	82	R
01010011	83	S
01010100	84	T
01010101	85	U
01010110	86	V
01010111	87	W
01011000	88	X
01011001	89	Y
01011010	90	Z
01011011	91	[
01011100	92	\
01011101	93]
01011110	94	^
01011111	95	_
01100000	96	`
01100001	97	a
01100010	98	b
01100011	99	c
01100100	100	d
01100101	101	e
01100110	102	f
01100111	103	g
01101000	104	h
01101001	105	i
01101010	106	j
01101011	107	k
01101100	108	l
01101101	109	m
01101110	110	n
01101111	111	o
01110000	112	p
01110001	113	q
01110010	114	r
01110011	115	s

Byte	Cod.	Valore
01110100	116	t
01110101	117	u
01110110	118	v
01110111	119	w
01111000	120	x
01111001	121	y
01111010	122	z
01111011	123	{
01111100	124	
01111101	125	}
01111110	126	~
01111111	127	CANC

Tab. 7 Codice ASCII standard.

Per esempio, per comporre la codifica ASCII della parola "Campo", considerando 8 bit per carattere, ed esprimerla poi in decimale, si scompone la parola in singoli caratteri e si cercano i relativi codici ASCII, in binario e in decimale (tab. 8).

	Codifica binaria								Cod. decimale
C	0	1	0	0	0	0	1	1	67
a	0	1	1	0	0	0	0	1	97
m	0	1	1	0	1	1	0	1	109
p	0	1	1	1	0	0	0	0	112
o	0	1	1	0	1	1	1	1	111

Tab. 8 Codifica ASCII.

Esercizi svolti n. 6, 7

Esercizio da svolgere n. 6

ESERCIZI SVOLTI

ESERCIZIO 1

Determinare l'espressione decimale del numero binario a 8 bit: N = 01111010.

Soluzione

$$N = 0 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 64 + 32 + 16 + 8 + 2 = 122$$

ESERCIZIO 2

Determinare l'espressione binaria a 8 bit del numero decimale N = 107.

Soluzione

La conversione in binario a 8 bit del numero decimale $N = 107$ è riportata in tab. 9.

107	:2
53	1
26	1
13	0
6	1
3	0
1	1
0	1

Tab. 9 Conversione da decimale a binario.

La colonna dei resti, letta dal basso verso l'alto, vale 1101011, con sette bit, quindi va aggiunto un bit nullo a sinistra, $N = 01101011$. Come verifica, si può operare in senso inverso:

$$N = 0 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 64 + 32 + 8 + 2 + 1 = 107$$

ESERCIZIO 3

Effettuare la somma (S_{12}) tra i due numeri binari a 4 bit $N_1 = 0010$, $N_2 = 0011$.

Soluzione

La somma (S_{12}) tra i numeri $N_1 = 0010$, $N_2 = 0011$ è riportata in tab. 10.

N_1	0	0	1	0	+
N_2	0	0	1	1	=
riporto	0	1	-	-	
S_{12}	0	1	0	1	

Tab. 10 Somma binaria.

Partendo da destra, $0 + 1 = 1$, con riporto 0; $1 + 1 = 0$, con riporto 1; $0 + 0 + 1$ (riporto dalla somma precedente) = 1. Il risultato binario della somma è $S_{12} = 0101$, il cui valore decimale è 5. A conferma, lavorando con i numeri decimali si ottiene difatti: $N_1 = 2$; $N_2 = 3$; $S_{12} = 5$.

ESERCIZIO 4

Effettuare la sottrazione (D_{12}) tra i numeri binari a 4 bit $N_1 = 1110$, $N_2 = 0101$.

Soluzione

La sottrazione (D_{12}) tra i numeri binari $N_1 = 1110$, $N_2 = 0101$ è riportata in tab. 11.

minuendo	(14)	1	1	1	0	-
sottraendo	(5)	0	1	0	1	=
		0	-	1	-	prestito
differenza	(9)	1	0	0	1	

Tab. 11 Sottrazione binaria.

Partendo da destra, $0 - 1 = 1$, con prestito 1 da sinistra; $1 - 0 - 1$ (prestito dalla differenza precedente) = 0, ecc.

Il risultato binario della sottrazione è $D = 1001$, il cui valore decimale è 9. A conferma, lavorando con i numeri decimali si ottiene difatti: $N_1 = 14$; $N_2 = 5$; $D = 9$.

ESERCIZIO 5

Determinare l'equivalente binario del numero BCD: $N = 0010\ 0100\ 1001$.

Soluzione

Considerando i singoli gruppi a 4 bit, questi valgono rispettivamente 2, 4, 9, perciò $N = 249$. Operando la trasformazione decimale - binario si ottiene $N = 11111001$.

ESERCIZIO 6

Comporre la codifica ASCII della parola "Mondo", considerando 8 bit per carattere. Esprimere poi tale codifica in decimale.

Soluzione

La codifica ASCII della parola "Mondo" è riportata in tab. 12.

	Codifica binaria							Cod. decimale	
M	0	1	0	0	1	1	0	1	77
o	0	1	1	0	1	1	1	1	111
n	0	1	1	0	1	1	1	0	110
d	0	1	1	0	0	1	0	0	100
o	0	1	1	0	1	1	1	1	111

Tab. 12 Codifica ASCII.

ESERCIZIO 7

Decodificare il messaggio ricevuto, contenuto nella seguente stringa binaria, 01100011 01101001 01100001 01101111, sapendo che si tratta di codifica ASCII.

Soluzione

La decodifica del messaggio ASCII contenuto nella stringa binaria 01100011 01101001 01100001 01101111 è riportata in tab. 13.

Codifica binaria								Cod. decimale	Cod. ASCII
0	1	1	0	0	0	1	1	99	c
0	1	1	0	1	0	0	1	105	i
0	1	1	0	0	0	0	1	97	a
0	1	1	0	1	1	1	1	111	o

Tab. 13 Decodifica ASCII.

Il messaggio ricevuto è "ciao".

 **ESERCIZI DA SVOLGERE**

ESERCIZIO 1

Determinare l'espressione decimale dei seguenti numeri binari a 8 bit: $N_1 = 01011100$, $N_2 = 10011100$.

[Ris.: $N_1 = 92$; $N_2 = 156$]

ESERCIZIO 2

Determinare l'espressione binaria a 8 bit dei seguenti numeri decimali $N_1 = 171$, $N_2 = 26$.

[Ris.: $N_1 = 10101011$; $N_2 = 00011010$]

ESERCIZIO 3

Effettuare la somma (S_{12}) tra i due numeri binari a 4 bit $N_1 = 0100$, $N_2 = 0010$.

[Ris.: $S_{12} = 0110$]

ESERCIZIO 4

Effettuare la sottrazione (D_{12}) tra i numeri binari a 4 bit $N_1 = 1010$, $N_2 = 0101$.

[Ris.: $D_{12} = 0101$]

ESERCIZIO 5

Determinare l'equivalente binario del numero BCD: $N = 0001\ 0010\ 1000$.

[Ris.: $N = 10000000$]

ESERCIZIO 6

Decodificare il messaggio ASCII contenuto nella stringa binaria 01100010 01100101 01110100 01100001.

[Ris.: "beta"]