

3.2. BCD KODOVI (KODOVI SA TERADAMA)

Da bi se ukomponovale dobre osobine binarnog i decimalnog sistema i izašlo u susret ljudskoj navici da se misli decimalno, razvijeni su *binarno kodovani decimalni* ili, skraćeno, BCD kodovi.

BINARNA NOTACIJA				PRIRODNI BINARNI KOD	8-4-2-1 KOD	AJKENOV KOD	KOD VIŠE 3	4-2-2-1 KOD	5-4-2-1 KOD
4	3	2	1						
0	0	0	0	0	0	0		0	0
0	0	0	1	1	1	1		1	1
0	0	1	0	2	2	2		2	2
0	0	1	1	3	3	3	0	3	3
0	1	0	0	4	4	4	1		4
0	1	0	1	5	5		2		
0	1	1	0	6	6		3	4	
0	1	1	1	7	7		4	5	
1	0	0	0	8	8		5		5
1	0	0	1	9	9		6		6
1	0	1	0	10			7		7
1	0	1	1	11		5	8		8
1	1	0	0	12		6	9	6	9
1	1	0	1	13		7		7	
1	1	1	0	14		8		8	
1	1	1	1	15		9		9	

Tabela 3.1

Kod ovih sistema se odvojeno koduje svaka cifra decimalnog broja koristeći grupu od 4 bita za jednu decimalnu cifru. Raspored binarnih cifara u ovim grupama se kreće prema nekom utvrđenom zakonu. Da bi se moglo kodovati svih 10 decimalnih cifarskih simbola, moraju se upotrebiti najmanje 4 bi-

narne cifre ($2^3 < 10 < 2^4$). Pošto se sa 4 cifre može napraviti $2^4 = 16$ različitih četvorocifrenih slogova, odnosno tetrada ili kodnih reči, očigledno je da će 6 kodnih reči ostati neiskorišćeno za kodovanje.

Iz navedenog proizlazi da ovi kodovi spadaju u redundantne kodove. Međutim, zahvaljujući tome pojavljuje se mogućnost pravljenja različitih binarno kodovanih decimalnih sistema.

Ukupan broj mogućih četvorobitnih BCD kodova je $16!/6!$, ili približno $2,9 \cdot 10^{10}$. U tabeli 3.1 je pokazano kako se mogu pomeranjem tetrada dobiti različiti BCD kodovi iz prirodnog binarnog koda.

Svi kodovi čije su tetrade simetrično postavljene u odnosu na horizontalnu osu tabele poseduju odlike samokomplementarnosti. Vidi se da tu osobinu imaju Ajkenov kôd i kôd "više 3". Zahvaljujući ovoj osobini proces oduzimanja brojeva A i B ($A-B$) se može svesti na sabiranje broja A i komplementa broja B (\bar{B}).

3.3. KÔD BCD 8421

Kod ovog koda, koji se još zove i prirodni BCD kôd (NBCD), uzimaju se prvih deset kombinacija od 4 bita za kodovanje decimalnih simbola. Ovo se vrši po težinskom principu 8421, kao i kod prirodnih binarnih brojeva. Njegova je prednost da može da koristi normalnu binarnu tehniku, te se često upotrebljava u digitalnim uređajima.

Konverzija decimalnog sistema u kôd BCD 8421 je veoma jednostavna; za svaku decimalnu cifru se samo nađe četvorocifreni binarni ekvivalent. To će biti pokazano na primeru konverzije decimalnog broja 107:

1	0	7
0001	0000	0111

Već je rečeno da ovaj broj u prirodnom binarnom sistemu glasi:

1101011

Očito, kôd BCD 8421 zahteva više cifarskih mesta od prirodnog binarnog kôda da bi se predstavio isti decimalni broj. U tabeli 3.2 je uporedo dato 16 decimalnih brojeva, izraženih u prirodnom binarnom i BCD 8421 kodu.

Nedostatak BCD 8421 kôda je što se na njega ne mogu uvek primeniti pravila binarnog sabiranja. Ako je zbir decimalnih cifara u jednoj koloni iste pozicione vrednosti veći od devet, pa se pomenuta kolona decimalnih brojeva konvertuje u BCD 8421 kôd i sabere, onda će se u rezultatu pojaviti grupa od 4 bita koja nije obuhvaćena tim kodom. Ovo će biti jasnije na primeru sabiranja brojeva 47 i 24. Njihovi ekvivalenti u BCD 8421 kodu su:

	4	7
i	0100	0111
	2	4
	0010	0100

Primenjujući pravilo binarnog sabiranja na ova dva broja, biće:

$$\begin{array}{r} 0100 \quad 0111 \\ + 0010 \quad 0100 \\ \hline 0110 \quad 1011 \end{array}$$

U rezultatu se pojavila grupa 1011 koja ne postoji u datom kodu. S obzirom na to da je $47 + 24 = 71$, taj rezultat bi trebalo da glasi:

$$\begin{array}{r} 7 \quad 1 \\ 0111 \quad 0001 \end{array}$$

DECIMALNI	BINARNI	BCD 8421
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0010	0010
3	0011	0011
4	0100	0100
5	0101	0101
6	0110	0110
7	0111	0111
8	1000	1000
9	1001	1001
10	1010	0001 0000
11	1011	0001 0001
12	1100	0001 0010
13	1101	0001 0011
14	1110	0001 0100
15	1111	0001 0101

Tabela 3.2.

ASCII KOD

Ako se pored brojeva žele kodovati slova i drugi simboli, BCD kôd od 4 bita po simbolu postaje nedovoljan. Za ovu svrhu se koristi alfa-numerički BCD kôd sa sedam bita po simbolu, poznat pod nazivom ASCII kôd (engl. American Standard Code for Information Interchange). On omogućava kodovanje 128 različitih simbola ($2^7 = 128$) i može se koristiti i za prenos jednostavnijih crteža. U sledećoj tabeli je prikazan ovaj kôd prema američkom standardu. Ovaj kôd je standardizovan za potrebe prenosa informacija između perifernih uređaja, terminala i računara.

Navedene skraćenice predstavljaju komandne oznake za teleprinterske pišaće mašine. Na primer, STX (engl. Start Of Text) označava početak teksta, EOT (engl. End Of Transmission) označava kraj prenosa itd. Ove komandne oznake se, normalno, ne upisuju u tekst. Na primer, simbolu # odgovara kodna reč:

$$b_7 b_6 b_5 b_4 b_3 b_2 b_1 = 0100011$$

Očigledno je da je ovo BCD kod sa 7 bita po kodnoj reči.

B	I	T	I					b ₇			
b ₄	b ₃	b ₂	b ₁	0	0	1	1	b ₆			
0	0	0	0	0	1	1	1	b ₅			
0	0	0	0	NUL	DLE	SP	0	@	P	/	p
0	0	0	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0	0	1	0	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0	0	1	1	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0	1	0	0	EDT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0	1	0	1	ENO	NAK	%	5	E	U	e	u
0	1	1	0	ASK	SYN	/	6	F	V	f	v
0	1	1	1	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1	0	0	0	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1	0	0	1	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1	0	1	1	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1	1	0	0	FF	FS	,	<	L	\	l	|
1	1	0	1	CR	GS	-	=	M	J	m	}
1	1	1	0	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1	1	1	1	SI	US	/	?	O	-	o	DEL

Tabela 3.5.