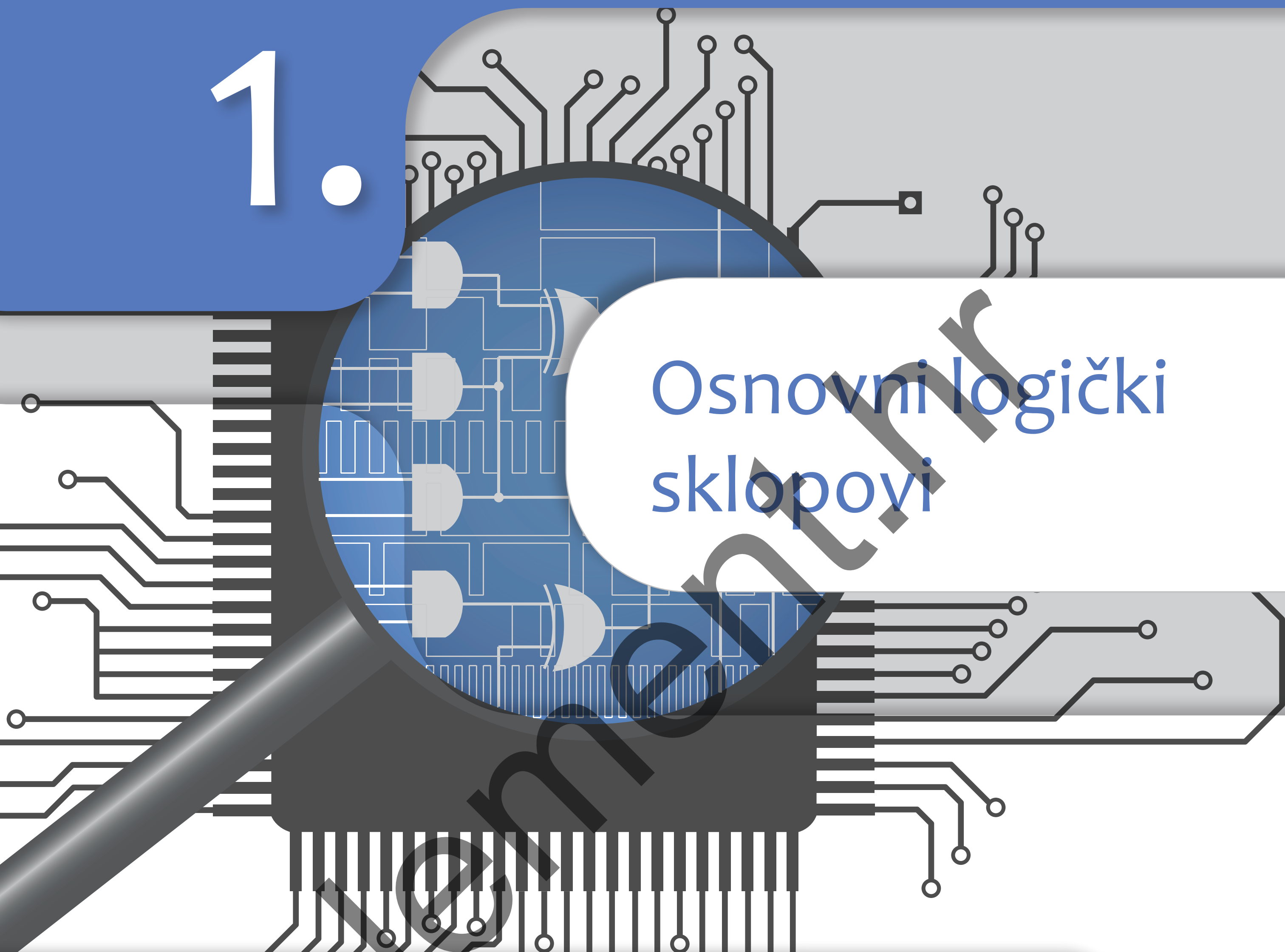
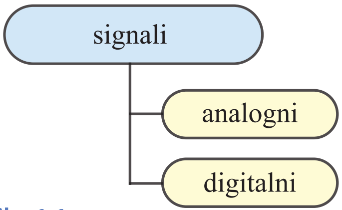
1. Osnovni logički sklopovi



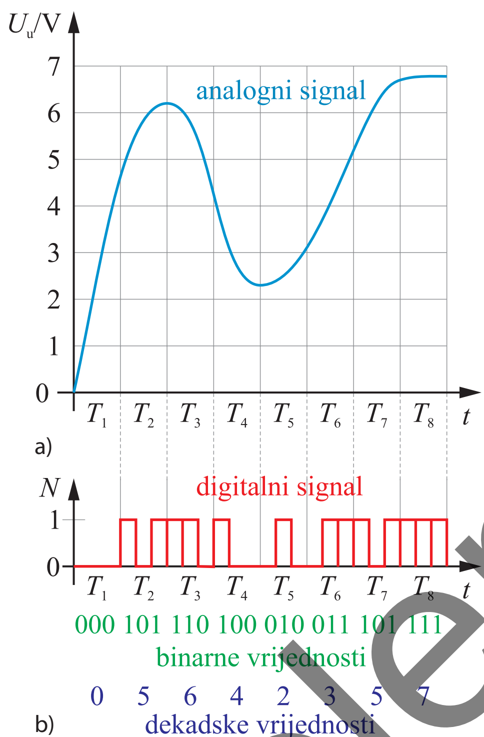
U ovom poglavlju ostvarit ćeš sljedeće ishode učenja (SIU 5463):

- odrediti primjenu brojevnih sustava i kodiranja
- objasniti logička svojstva i simbole osnovnih logičkih sklopova
- objasniti algebarske izraze i tablice stanja osnovnih logičkih sklopova
- ispitati rad osnovnih logičkih sklopova u simulacijskom programu i/ili na stvarnim sklopovima
- interpretirati rezultate mjerenja na osnovnim logičkim sklopovima u simulacijskom programu i/ili na stvarnim sklopovima

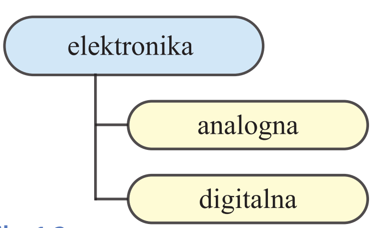
1.1. Brojevni sustavi



Slika 1.1.
Vrste signala



Slika 1.2.
Signali: a) analogni
b) digitalni



Slika 1.3.
Podjela elektronike prema vrsti signala

1.1.1. Analogni i digitalni signali

Prilikom projektiranja digitalnog uređaja prvo se određuju i mjere veličine koje su bitne za rad uređaja, zatim se pretvaraju u neki električni oblik, nakon toga se pretvaraju u numerički oblik i na kraju se te veličine obrađuju i prenose u obliku nekog signala. Signali su najčešće naponski.

Signal je bilo koja prostorna ili vremenska promjena stanja medija koja nosi korisnu informaciju (i eventualni šum) od izvora do primatelja, a informacija je podatak s točno određenim značenjem.

Signali mogu biti **analogni i digitalni** (slika 1.1). Fizikalni procesi u velikoj većini slučajeva daju analogne signale, a potreba za digitalnim signalima ukazala se kad su postignuti uvjeti za računalnu obradu fizikalnih procesa. Kako bi se analogni signal mogao obraditi računalom, pretvaramo ga u digitalni. Slika 1.2 prikazuje pretvorbu analognog naponskog signala u digitalni signal. Analogni signal prvo se uzorkuje, zatim kvantizira (u ovom slučaju zaokružuje na cjelobrojnu vrijednost između nula i sedam) i na kraju kodira s pomoću triju bitova u digitalni naponski signal.

Analogni signal je kontinuiran signal čija se vrijednost mijenja glatko i neprekidno tijekom vremena u skladu s nekom fizičkom pojavom.

Digitalni signal je vrsta signala koji prenosi informaciju o fizikalnoj veličini koju opisuje s pomoću diskretnih vrijednosti, najčešće binarnim znamenkama nula i jedan.

Podatak se digitalnim signalom predočava impulsima koji predstavljaju binarne znamenke.

Elektronika se prema vrsti signala koje obrađuje dijeli na analognu i digitalnu elektroniku (slika 1.3).

1.1.2. Općenito o brojevnim sustavima

Brojevni sustav označava način zapisa brojeva s pomoću skupa znamenaka.

U svakodnevnom životu najviše upotrebljavamo dekadski brojevni sustav. Iz Indije su ga u Europu prenijeli Arapi pa se on naziva i indijsko-arapski brojevni sustav. To je položajni (pozicijski) i aditivno-multiplikativni brojevni sustav. Kod **položajnih ili težinskih brojevnih sustava** svaka znamenka na određenom položaju (brojnom mjestu) u odnosu na zarez ima svoju težinu.

Prije toga u Europi su se upotrebljavali rimski brojevi, a računanje s njima bilo je nepraktično (ne mogu se prikazati decimalni i negativni brojevi niti znamenka nula).

Za položajne brojevne sustave bitni su pojmovi:

- osnova sustava (baza)
- znamenke
- brojno mjesto
- težina brojnog mjesta
- najznačajnija znamenka
- najmanje značajna znamenka.

Osnovu sustava određuje broj znamenaka nekog brojevnog sustava. **Najmanja znamenka je nula, a najveća znamenka je za jedan manja od osnove sustava.**

Brojno mjesto označava položaj znamenke u odnosu na zarez. Brojna mjesta počinju se brojiti od nule počevši od zareza ulijevo. Brojna mjesta lijevo od zareza imaju nenegativan, a desno od zareza negativan predznak.

Brojevi u položajnom brojevnom sustavu prikazuju se nizom znamenaka, a svako brojno mjesto u nizu ima određeni težinski faktor ili težinu. **Težina brojnog mjesta je osnova potencirana brojnim mjestom.** Znamenka je značajnija što je dalje lijevo u nizu.

Najznačajnija znamenka ili **znamenka najveće težine** (engl. *most significant digit*, skraćeno MSD) krajnja je lijeva znamenka.

Najmanje značajna znamenka ili **znamenka najmanje težine** (engl. *least significant digit*, skraćeno LSD) znamenka je na desnom kraju broja.

Najveći broj s n znamenaka koji se može predočiti u nekom brojevnom sustavu ima dekadsku vrijednost $B^n - 1$ (slika 1.4), pri čemu je B osnova (baza) brojevnog sustava.

Zanimljivo

Sustav rimskih brojeva najpoznatiji je nepoložajni brojevni sustav. Ima sedam znamenaka: I, V, X, L, C, D i M, a u Europi se upotrebljavao do 12. stoljeća kada ga je potisnuo današnji način zapisivanja brojeva. Iz Indije su ga u Europu prenijeli Arapi, a njegovu primjenu potaknuo je Leonardo Fibonacci *Knjigom o abacima* 1202. godine.

Istražite

Koji se brojevni sustav upotrebljava za zapisivanje kutova i vremena?

Za one koji žele znati više

Istražite računanje s pomoću rimskih brojeva.
Analizirajte brojevni sustav Sumerana.

$$B^n - 1$$

Slika 1.4.

Dekadska vrijednost najvećeg broja baze B s n znamenaka

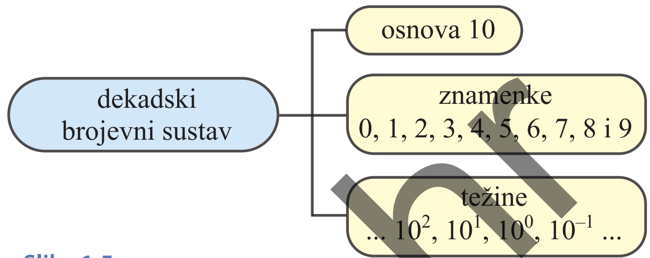
1.1.3. Dekadski brojevni sustav

Dekadski brojevni sustav ima osnovu ili bazu deset (10) i deset znamenaka: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 i 9 (slika 1.5).

Tablica 1.1.

Potencije broja 10

potencije broja 10		
n	10^n	
0	10^0	= 1
1	10^1	= 10
2	10^2	= 100
3	10^3	= 1000
4	10^4	= 10 000
5	10^5	= 100 000
6	10^6	= 1 000 000



Slika 1.5.

Svojstva dekadskog brojevnog sustava

Težina najnižeg cjelobrojnog mjesta je $10^0 = 1$, drugog mjesta je $10^1 = 10$, trećeg $10^2 = 100$ itd. (tablica 1.1). Na isti način brojna mjesta iza decimalnog zareza imaju težine $10^{-1} = 0{,}1$, $10^{-2} = 0{,}01$ itd.

Opći prikaz broja N u dekadskom sustavu ili u sustavu s osnovom 10 je:

$$N = d_n d_{n-1} \dots d_1 d_{0(10)} = d_n \cdot 10^n + d_{n-1} \cdot \underbrace{10^{n-1}}_{\text{brojno mjesto}} + \dots + \underbrace{d_1}_{\text{znamenka}} \cdot 10^1 + d_0 \cdot \underbrace{10^0}_{\text{težina}}.$$

Pri pisanju dekadskih brojeva pišu se samo znamenke d_n, d_{n-1}, ..., d_1, d_0, koje su cijeli brojevi, a težina pojedine znamenke određuje se prema položaju znamenke, odnosno prema brojnom mjestu znamenke.

Vrijednost svakog broja dobit ćemo tako da svaku znamenku pomnožimo s njezinom težinom i sve zbrojimo.

Primjer 1

Dekadski broj 6742016 možemo detaljnije prikazati na sljedeći način:

Rješenje

6 5 4 3 2 1 0 ← brojna mjesta

$$6742016_{(10)} = 6 \cdot 10^6 + 7 \cdot 10^5 + 4 \cdot 10^4 + 2 \cdot 10^3 + 0 \cdot 10^2 + 1 \cdot 10^1 + 6 \cdot 10^0$$

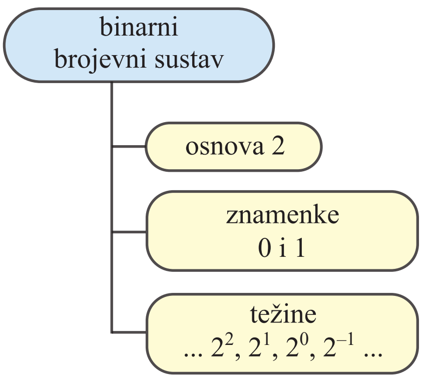
MSD težine LSD

Znamenka 6 na lijevoj strani ima težinu 1 000 000, a znamenka 6 na desnoj strani ima težinu 1.

1.1.4. Binarni brojevni sustav

Digitalni uređaji građeni su od sklopova koji svoj rad temelje na binarnoj logici, odnosno logici koja upotrebljava samo dva različita stanja, tj. rade kao sklopke. Tim stanjima pridaju se dva značenja, primjerice istina/laž, da/ne, ima napona/nema napona, uključeno/isključeno, 1/0 i slično.

Brojevni sustav koji ima samo dvije znamenke pa je zato pogodan za prikaz u digitalnim uređajima naziva se **binarni brojevni sustav**. Radi lakšeg rada s binarnim brojevima upotrebljavaju se drugi brojevni sustavi, primjerice oktalni i heksadekadski.



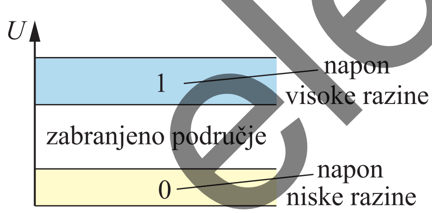
Slika 1.6.
Svojstva binarnog brojevnog sustava

Binarni brojevni sustav ima osnovu dva (2) i dvije znamenke: 0 i 1 (slika 1.6).

U binarnom brojevnom sustavu binarna se znamenka naziva **bit**, što je skraćeno od engleskog *binary digit* i označava se malim slovom b. Skupina od osam bitova zajedno čini **jedan bajt** (engl. *byte*) i označava se velikim slovom B (1B = 8b).

Jednoj znamenci odgovara jedan položaj sklopke, a drugoj znamenci drugi. Znamenke binarnog brojevnog sustava 0 i 1 mogu se prikazati niskom ili visokom razinom napona, vođenjem ili nevođenjem struje i slično.

Osim oznaka binarnih znamenaka 0 i 1 upotrebljavaju se i oznake L (engl. *low* – nisko) i H (engl. *high* – visoko) ili istina i laž (engl. *true* i *false*). S obzirom na to da najčešće nemaju brojčano značenje, često ih se naziva logička nula i logička jedinica.



Slika 1.7.
Pozitivna logika

Binarnim znamenkama 0 i 1 dodjeljuje se određeno područje napona, a između njih je zabranjeno područje napona. Ako je napon logičke jedinice veći od napona logičke nule, riječ je o **pozitivnoj logici** (slika 1.7). U praktičnoj primjeni prevladava pozitivna logika. Stoga će svi sklopovi u ovom udžbeniku biti objašnjeni primjenom pozitivne logike. Vrijednosti napona logičke jedinice i nule ovise o izvedbi i primjeni digitalnih sklopova.

Ako je napon logičke jedinice niži od napona logičke nule, riječ je o **negativnoj logici**.

Vrijednosti visoke i niske razine napona mogu se mijenjati u određenim granicama, a da to ne utječe na binarno značenje koje im je dodijeljeno. Informacija o nekoj fizikalnoj veličini nije sadržana u amplitudi signala, nego u rasporedu niza impulsa jednake amplitude. Zbog toga su **digitalni sklopovi pouzdaniji i manje osjetljivi**

Tablica 1.2.
Potencije broja 2

potencije broja 2		
n	2^n	
0	2^0	= 1
1	2^1	= 2
2	2^2	= 4
3	2^3	= 8
4	2^4	= 16
5	2^5	= 32
6	2^6	= 64
7	2^7	= 128
8	2^8	= 256
9	2^9	= 512
10	2^{10}	= 1024

Tablica 1.3.
Prirodni četverobitni niz

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

na smetnje nego analogni. Točnost digitalnih sustava ovisi samo o broju bitova koji se upotrebljavaju za prikaz podataka.

Opći prikaz broja N u binarnom brojevnom sustavu ili u sustavu s osnovom 2 je:

$$N = b_n b_{n-1} \ldots b_1 b_{0\,(2)} = b_n \cdot 2^n + b_{n-1} \cdot 2^{n-1} + \ldots + b_1 \cdot 2^1 + b_0 \cdot 2^0.$$

brojno mjesto znamenka težina

Pritom znamenke $b_n, b_{n-1}, \ldots, b_1, b_0$ mogu biti 0 ili 1.

Binarni brojevni sustav je položajni, odnosno pozicijski brojevni sustav, kao i dekadski. Pritom najniže cjelobrojno mjesto ima težinu $2^0 = 1$, drugo mjesto ima težinu $2^1 = 2$, treće $2^2 = 4$, četvrto $2^3 = 8$ itd. Tablica 1.2 prikazuje neke potencije broja 2, odnosno težine n-tog brojnog mjesta.

Na isti način brojna mjesta iza zareza imaju težine $2^{-1} = 0{,}5$, $2^{-2} = 0{,}25$ itd.

Najmanje značajan bit ili **bit najmanje težine** (engl. *least significant bit*, skraćeno LSB) krajnji je desni bit binarnog broja.

Najznačajniji bit ili **bit najveće težine** (engl. *most significant bit*, skraćeno MSB) krajnji je lijevi bit binarnog broja, primjerice:

$$\boldsymbol{b_n}\, b_{n-1}, \ldots, b_1\, \boldsymbol{b_0}.$$

bit najveće težine bit najmanje težine

Tablica 1.3 prikazuje dekadske brojeve od 0 do 15 i njihove binarne ekvivalente. Binarni brojevi prikazani su kao 4-bitni. Pritom nule lijevo od najznačajnijeg bita (ispred prve jedinice u nizu) nemaju značenje, ali dodaju se da bi svi brojevi imali jednak broj bitova. Ovaj niz binarnih brojeva naziva se **prirodni 4-bitni niz**.

Najveći binarni broj s n znamenaka ima dekadsku vrijednost $2^n - 1$.

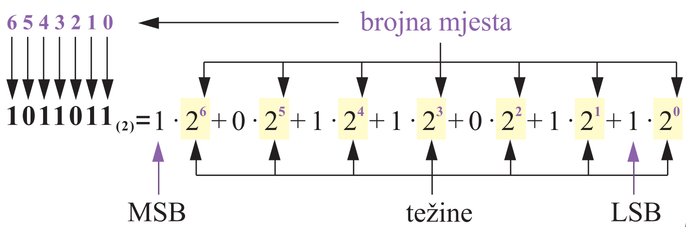
S četiri bita postoji $2^n = 16$ kombinacija ($n = 4$) što znači da se mogu prikazati dekadski brojevi od 0 do $2^n - 1 = 15$.

Brojeve u binarnom brojevnom sustavu čitamo znamenku po znamenku. Primjerice, broj 101 čitamo kao jedan-nula-jedan.

Primjer 2

Binarni broj 1011011 možemo detaljnije prikazati na sljedeći način:

Rješenje



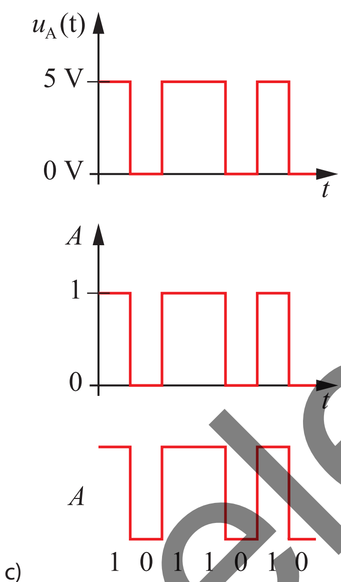
Primjer 3

Najveći bajt ima dekadsku vrijednost:

Rješenje

$2^n - 1 = 2^8 - 1 = 255$

Bajt se sastoji od osam binarnih znamenaka – bitova.

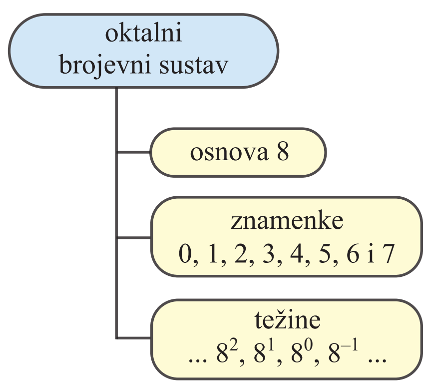


Slika 1.8.
Digitalni signali kao:
a) naponske razine
b) logičke razine
c) pojednostavljeni prikaz

U digitalnim se sklopovima binarni brojevi predočavaju nizom naponskih impulsa pri čemu je na *x*-osi vrijeme, a na *y*-osi napon ili logička vrijednost (0 ili 1). Radi jednostavnijeg prikaza uobičajeno se izostavljaju oznake koordinatnih osi (slika 1.8).

1.1.5. Oktalni brojevni sustav

Oktalni brojevni sustav ima osnovu osam (8) i osam znamenaka: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 i 7 (slika 1.9).



Slika 1.9.
Svojstva oktalnog brojevnog sustava

101 110 010 001
5 6 2 1

Slika 1.10.
Odnos oktalnog i binarnog sustava

Opći prikaz prirodnog broja N u oktalnom brojevnom sustavu ili sustavu s osnovom 8 je:

$$N = a_n a_{n-1} \ldots a_1 a_{0\,(8)} = a_n \cdot 8^n + a_{n-1} \cdot 8^{n-1} + \ldots + a_1 \cdot 8^1 + a_0 \cdot 8^0.$$

brojno mjesto znamenka težina

Budući da je $8 = 2^3$, jedna oktalna znamenka zamjenjuje tri binarne znamenke (slika 1.10). U svakoj grupi od tri bita težine su 421 (tablica 1.4).

Tablica 1.4.
Odnos oktalnog i binarnog sustava

oktalni broj	binarni broj
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

Primjer 4

Oktalni broj 6742016 možemo detaljnije prikazati na sljedeći način:

Rješenje

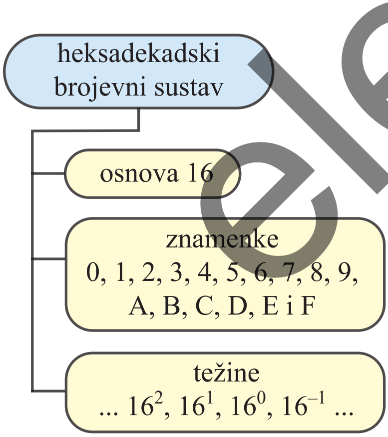
6 5 4 3 2 1 0 ← brojna mjesta

$$6742016_{(8)} = 6 \cdot 8^6 + 7 \cdot 8^5 + 4 \cdot 8^4 + 2 \cdot 8^3 + 0 \cdot 8^2 + 1 \cdot 8^1 + 6 \cdot 8^0$$

MSD težine LSD

1.1.6. Heksadekadski brojevni sustav

Heksadekadski brojevni sustav ima osnovu 16 i šesnaest znamenaka: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E i F (slika 1.11).



Slika 1.11.
Svojstva heksadekadskog brojevnog sustava

Za znamenke od 0 do 9 upotrebljavaju se znamenke dekadskog brojevnog sustava, a za znamenke od $10_{(10)}$ do $15_{(10)}$ slova abecede sa značenjem: $A = 10_{(10)}$, $B = 11_{(10)}$, $C = 12_{(10)}$, $D = 13_{(10)}$, $E = 14_{(10)}$ i $F = 15_{(10)}$ (tablica 1.5).

Opći prikaz prirodnog broja N u heksadekadskom brojevnom sustavu ili u sustavu s osnovom 16 je:

$$N = a_n a_{n-1} \ldots a_1 a_{0\,(16)} = a_n \cdot 16^n + a_{n-1} \cdot 16^{n-1} + \ldots + a_1 \cdot 16^1 + a_0 \cdot 16^0.$$

brojno mjesto znamenka težina

Tablica 1.5.
Dekadski, binarni i heksadekadski brojevi od 0 do 15

dekadski broj	binarni broj	heksa-dekadski broj
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Heksadekadski sustav upotrebljava se da bi se skratio zapis broja u binarnom sustavu, pri čemu četiri binarne znamenke, odnosno četiri bita, predstavljaju jednu heksadekadsku znamenku (slika 1.12).

1011	0011	1111	0111
B	3	F	7

Slika 1.12.
Odnos heksadekadskog i binarnog sustava

Heksadekadski sustav upotrebljava se za:

- označavanje adresa memorijskih lokacija
- označavanje MAC adresa mrežnih uređaja (usmjernika, preklopnika...) s pomoću 12 heksadekadskih znamenaka, odnosno 48 bitova
- određivanje udjela osnovnih boja na *web*-stranici u RGB modelu, u formatu #RRGGBB pri čemu su RR (crvena), GG (zelena) i BB (plava) heksadekadski brojevi između 00 i FF koji određuju udio pojedine komponente osnovne boje između crne (#000000) i bijele (#FFFFFF)
- zapisivanje IP adrese uređaja povezanih na internet u 128-bitnom IPv6 protokolu; mreža povezanih uređaja naziva se internet stvari – IoT (engl. *Internet of Things*).

Primjer 5

Heksadekadski broj 67B2F25 možemo detaljnije prikazati na sljedeći način:

Rješenje

6 5 4 3 2 1 0 ← brojna mjesta

$$\mathbf{67B2F25}_{(16)} = 6 \cdot 16^6 + 7 \cdot 16^5 + 11 \cdot 16^4 + 2 \cdot 16^3 + 15 \cdot 16^2 + 2 \cdot 16^1 + 5 \cdot 16^0$$

MSD težine LSD

dekadski → binarni

: 2

ostatak

LSB ↑
MSB

Slika 1.13.

Pretvorba broja iz dekadskog u binarni brojevni sustav

1.1.7. Pretvorba brojeva iz jednog brojevnog sustava u drugi

a) Pretvorba broja iz dekadskog brojevnog sustava u binarni, oktalni i u heksadekadski

Prvi način pretvorbe cjelobrojnog dekadskog broja u binarni metoda je cjelobrojnog dijeljenja dekadskog broja s dva dok se ne dobije rezultat nula, pri čemu se bilježe ostatci cjelobrojnog dijeljenja.

Prvo dijeljenje daje bit najmanje težine, a zadnje dijeljenje bit najveće težine (slika 1.13).

Primjer 6

Pretvorimo dekadski broj 157 u binarni.

Rješenje

dekadski broj	osnova 2	kvocijent	ostatak	značenje bita	smjer čitanja
157	: 2	= 78	1	bit najmanje težine	↑
78	: 2	= 39	0		
39	: 2	= 19	1		
19	: 2	= 9	1		
9	: 2	= 4	1		
4	: 2	= 2	0		
2	: 2	= 1	0		
1	: 2	= 0	1	bit najveće težine	

Dekadski broj 157 pretvoren u binarni je:

$157_{(10)} = 10011101_{(2)}$.

dekadski → binarni

$-B^i$

Slika 1.14.

Pretvorba broja iz dekadskog u binarni brojevni sustav

Drugi način pretvorbe iz dekadskog u binarni brojevni sustav metoda je oduzimanja težina (potencija osnove) počevši od najveće moguće (slika 1.14). Ako se oduzima neka težina, ona se bilježi s 1, a ako ne, bilježi se s 0.

Primjer 7

Pretvorimo dekadski broj 116 u osambitni binarni broj.

Rješenje

128	64	32	16	8	4	2	1
0	1	1	1	0	1	0	0

$116 - 64 = 52$

$52 - 32 = 20$

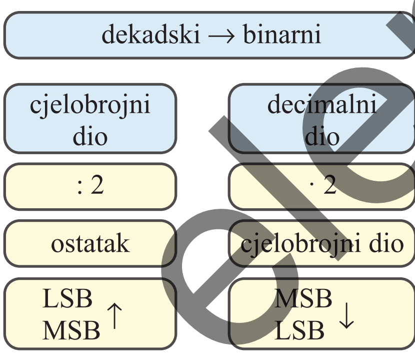
$20 - 16 = 4$

$4 - 4 = 0$

Dekadski broj 116 pretvoren u osambitni binarni broj je 01110100.

$116_{(10)} = 01110100_{(2)}$

Ako dekadski broj ima i decimalni dio, onda se posebno pretvara cjelobrojni dio na jedan od opisanih načina, a decimalni dio uzastopce se množi s dva i pri tome se uzimaju cjelobrojni dijelovi. Binarne znamenke iza zareza očitavaju se odozgo prema dolje (slika 1.15). Ako decimalni dio dekadskog broja nije zbroj potencija broja dva, odnosno ako bi se pri pretvorbi dogodilo da postoji neograničeno mnogo binarnih znamenaka, onda se može ograničiti veličina binarnog broja sa željenom točnošću (brojem znamenaka). Može postojati i periodičnost dobivenih binarnih znamenaka.



Slika 1.15.

Pretvorba razlomljenog dekadskog broja

Primjer 8

Pretvorimo dekadski broj 46,375 u binarni.

Rješenje

Posebno pretvaramo cjelobrojni dio 46, a posebno decimalni dio 0,375.

128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	1	0	1	1	1	0

$0,375 \cdot 2 = 0,75$ cjelobrojni dio 0

$0,75 \cdot 2 = 1,5$ cjelobrojni dio 1

$0,5 \cdot 2 = 1,0$ cjelobrojni dio 1

$46,375_{(10)} = 101110,011_{(2)}$

Primjer 9

Pretvorimo dekadski broj 46,325 u binarni.

Rješenje

Cjelobrojni dio 46 binarno je 101110, a decimalni dio 0,325 uzastopce množimo s dva:

$0{,}325 \cdot 2 = 0{,}65$	cjelobrojni dio	0
$0{,}65 \cdot 2 = 1{,}3$	cjelobrojni dio	1
$0{,}3 \cdot 2 = 0{,}6$	cjelobrojni dio	0
$0{,}6 \cdot 2 = 1{,}2$	cjelobrojni dio	1
$0{,}2 \cdot 2 = 0{,}4$	cjelobrojni dio	0
$0{,}4 \cdot 2 = 0{,}8$	cjelobrojni dio	0
$0{,}8 \cdot 2 = 1{,}6$	cjelobrojni dio	1
$0{,}6 \cdot 2 = 1{,}2$	cjelobrojni dio	1
$0{,}2 \cdot 2 = 0{,}4$	cjelobrojni dio	0
$0{,}4 \cdot 2 = 0{,}8$	cjelobrojni dio	0
$0{,}8 \cdot 2 = 1{,}6$	cjelobrojni dio	1

$$46{,}325_{(10)} \approx 101110{,}010\overline{1001}_{(2)}.$$

Primjer 10

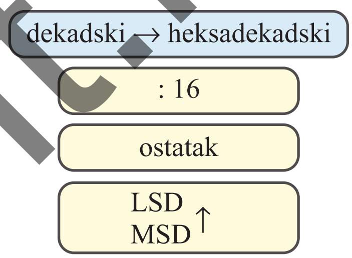
Pretvorimo dekadski broj 324 u oktalni (slika 1.16).

Rješenje

$324 : 8 = 40$	ostatak	4
$40 : 8 = 5$	ostatak	0
$5 : 8 = 0$	ostatak	5

$$324_{(10)} = 504_{(8)}$$

Slika 1.16.
Pretvorba broja iz dekadskog u oktalni brojevni sustav



Slika 1.17.
Pretvorba broja iz dekadskog u heksadekadski brojevni sustav

Općenito, kada se broj pretvara iz dekadskog u drugi brojevni sustav, onda se cjelobrojni dio dekadskog broja cjelobrojno dijeli s osnovom drugog sustava (u programiranju pseudokôd DIV) i bilježe se ostatci cjelobrojnog dijeljenja (u programiranju pseudokôd MOD), a decimalni se dio uzastopce množi s osnovom drugog sustava i bilježe se cjelobrojni dijelovi (slika 1.16 i 1.17). Može se primjenjivati i metoda oduzimanja težina (potencija osnove) počevši od najveće moguće.

Primjer 11

Pretvorimo dekadski broj 324 u heksadekadski (slika 1.17).

Rješenje

324 : 16 = 20 ostatak 4
20 : 16 = 1 ostatak 4
1 : 16 = 0 ostatak 1

$324_{(10)} = 144_{(16)}$

Primjer 12

Pretvorimo dekadski broj 2717 u heksadekadski.

Rješenje

dekadski broj	osnova 16	kvocijent	ostatak	značenje bita		smjer čitanja
2717	: 16	= 169	13	D	LSD	↑
169	: 16	= 10	9	9		
10	: 16	= 0	10	A	MSD	

$2717_{(10)} = A9D_{(16)}$

binarni ⟶ dekadski
oktalni ⟶ dekadski
heksadekadski ⟶ dekadski

$\Sigma a_i B^i$

Slika 1.18.
Pretvorba nekog broja u dekadski brojevni sustav

Decimalni dio dekadskog broja može se na isti način kao kod binarnog sustava pretvoriti u oktalni i heksadekadski sustav. Moguće je i dekadski broj prvo pretvoriti u binarni brojevni sustav, a zatim u oktalni i heksadekadski.

b) Pretvorba broja iz nekog brojevnog sustava u dekadski

Broj prikazan u brojevnom sustavu s osnovom B pretvaramo u odgovarajući broj u dekadskom brojevnom sustavu tako da svaku znamenku pomnožimo s njezinom težinom te tako dobivene vrijednosti zbrojimo (slika 1.18).