

Prof. dr Siniša G. Minić

# INFORMACIONE TEHNOLOGIJE

LEPOSAVIĆ, 2015.

Prof. dr Siniša G. Minić

INFORMACIONE TEHNOLOGIJE

*Izdavač: Učiteljski fakultet u Leposaviću*

*Recenzenti:* Prof. dr Petar Spalević  
Prof. dr Stefan Panić

Za izdavača: Prof.dr Alija Mandak

Odobreno za štampu odlukom Nastavno-naučnog veća,  
Učiteljskog fakulteta u Prizrenu-Leposaviću, broj 04-377 od  
08.07.2015. god.

Tiraž: 500 primeraka

---

Štampa: GRAFIKA SIMIĆ, Kruševac

# Sadržaj

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 Računarski sistemi</b>  | <b>7</b>  |
| 1.1 Istorijski razvoj računara . . . . .                             | 8         |
| 1.2 Struktura računara . . . . .                                     | 10        |
| 1.2.1 Centralni procesor . . . . .                                   | 12        |
| 1.2.2 Memorija računara . . . . .                                    | 13        |
| 1.2.3 Ulagano-izlazne jedinice . . . . .                             | 13        |
| 1.3 Pitanja za proveru znanja . . . . .                              | 15        |
| <b>2 Predstavljanje podataka</b>                                     | <b>17</b> |
| 2.1 Brojni sistemi . . . . .   | 17        |
| 2.1.1 Binarni kôdovi . . . . .                                       | 20        |
| 2.1.2 Binarno kodovani decimalni brojevi . . . . .                   | 22        |
| 2.2 Predstavljanje numeričkih podataka . . . . .                     | 24        |
| 2.2.1 Celobrojni podaci . . . . .                                    | 25        |
| 2.2.2 Binarna aritmetika . . . . .                                   | 28        |
| 2.2.3 Format nepokretne tačke . . . . .                              | 33        |
| 2.2.4 Format pokretne tačke . . . . .                                | 34        |
| 2.3 Greške zbog odsecanja i zaokruživanja binarnih brojeva . . . . . | 43        |
| 2.4 Aritmetika po modulu . . . . .                                   | 44        |
| 2.4.1 Brojni sistem zasnovan na aritmetici po modulu . . . . .       | 48        |
| 2.4.2 Inverzna konverzija brojeva . . . . .                          | 49        |
| 2.5 Predstavljanje nenumeričkih podataka . . . . .                   | 52        |
| 2.6 Pitanja za proveru znanja . . . . .                              | 54        |
| <b>3 Elementarna logička kola</b>                                    | <b>59</b> |
| 3.1 Aksiome i teoreme Bulove algebре . . . . .                       | 60        |
| 3.2 Osnovne logičke operacije . . . . .                              | 63        |
| 3.2.1 Logička I operacija . . . . .                                  | 63        |
| 3.2.2 Logička ILI operacija . . . . .                                | 64        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 3.2.3    | NE operacija . . . . .                          | 64         |
| 3.3      | Ostale logičke operacije . . . . .              | 65         |
| 3.3.1    | NI operacija . . . . .                          | 65         |
| 3.3.2    | NILI operacija . . . . .                        | 66         |
| 3.3.3    | Isključivo-ILI operacija . . . . .              | 66         |
| 3.3.4    | Isključivo-NILI operacija . . . . .             | 66         |
| 3.3.5    | Logika sa tri stanja . . . . .                  | 67         |
| 3.4      | Predstavljanje logičkih funkcija . . . . .      | 68         |
| 3.4.1    | Minimizacija logičkih funkcija . . . . .        | 75         |
| 3.5      | Prekidačke mreže . . . . .                      | 82         |
| 3.6      | Pitanja za proveru znanja . . . . .             | 85         |
| <b>4</b> | <b>Kombinacione mreže</b>                       | <b>89</b>  |
| 4.1      | Kola za sabiranje . . . . .                     | 90         |
| 4.1.1    | Polusaburač . . . . .                           | 90         |
| 4.1.2    | Potpuni sabirač . . . . .                       | 91         |
| 4.2      | Kola za oduzimanje . . . . .                    | 93         |
| 4.3      | Kola za množenje . . . . .                      | 94         |
| 4.4      | Dekoderi . . . . .                              | 96         |
| 4.4.1    | Potpuni dekoderi . . . . .                      | 96         |
| 4.5      | Multiplekser . . . . .                          | 100        |
| 4.6      | Demultiplekser . . . . .                        | 107        |
| 4.7      | Magistrale sa tri stanja . . . . .              | 107        |
| 4.8      | Aritmetičko-logička jedinica . . . . .          | 108        |
| 4.9      | Pitanja za proveru znanja . . . . .             | 109        |
| <b>5</b> | <b>Sekvencijalne mreže</b>                      | <b>113</b> |
| 5.1      | Elementarna memorijska kola . . . . .           | 115        |
| 5.1.1    | RS flip-flop . . . . .                          | 115        |
| 5.1.2    | SR leč kolo sa NILI logičkim kolima . . . . .   | 118        |
| 5.1.3    | SR leč kolo sa NI logičkim elementima . . . . . | 119        |
| 5.1.4    | SR leč kolo sa signalom dozvole . . . . .       | 121        |
| 5.1.5    | D leč kolo . . . . .                            | 122        |
| 5.2      | Flip-flopovi . . . . .                          | 124        |
| 5.2.1    | JK flip flop . . . . .                          | 124        |
| 5.2.2    | Master-slave flip-flop . . . . .                | 125        |
| 5.2.3    | T flip-flop . . . . .                           | 127        |
| 5.3      | Registri . . . . .                              | 127        |
| 5.3.1    | Stacionarni registri . . . . .                  | 128        |
| 5.3.2    | Pomerački registri . . . . .                    | 129        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 5.4      | Brojači . . . . .                                  | 131        |
| 5.4.1    | Ripple brojač . . . . .                            | 131        |
| 5.4.2    | Sinhroni brojač . . . . .                          | 132        |
| 5.5      | Konačni automati . . . . .                         | 133        |
| 5.5.1    | Tabele stanja i dijagrami stanja . . . . .         | 133        |
| 5.5.2    | Modeli Mealyevog i Mooreovog automata . . . . .    | 136        |
| 5.6      | Pitanja za proveru znanja . . . . .                | 138        |
| <b>6</b> | <b>Procesor</b>                                    | <b>141</b> |
| 6.1      | Funkcije procesora . . . . .                       | 142        |
| 6.2      | Arhitektura procesora . . . . .                    | 146        |
| 6.2.1    | Registri procesora . . . . .                       | 150        |
| 6.3      | Instrukcije . . . . .                              | 154        |
| 6.3.1    | Format instrukcija . . . . .                       | 154        |
| 6.3.2    | Upravljačke instrukcije . . . . .                  | 156        |
| 6.3.3    | Instrukcije za upravljanje potprogramima . . . . . | 158        |
| 6.3.4    | Instrukcije za upravljanje prekidom . . . . .      | 159        |
| 6.3.5    | Skup instrukcija . . . . .                         | 161        |
| 6.4      | Načini adresiranja . . . . .                       | 163        |
| 6.5      | Ciklus izvršenja instrukcije . . . . .             | 165        |
| 6.5.1    | Izvršenje programa . . . . .                       | 168        |
| 6.6      | Konfiguracija personalnih računara . . . . .       | 168        |
| 6.6.1    | Osnovna ploča . . . . .                            | 169        |
| 6.6.2    | Ulazno-izlazna ploča . . . . .                     | 170        |
| 6.6.3    | Kontroler diskova i disketa . . . . .              | 170        |
| 6.6.4    | Video-adapter . . . . .                            | 171        |
| 6.7      | Pitanja za proveru znanja . . . . .                | 171        |
| <b>7</b> | <b>Memorijski sistem</b>                           | <b>173</b> |
| 7.1      | Memorijski medijumi . . . . .                      | 175        |
| 7.2      | Memorijski sistem računara . . . . .               | 175        |
| 7.2.1    | Klasifikacija memorija . . . . .                   | 176        |
| 7.2.2    | Struktura memorijskog sistema . . . . .            | 178        |
| 7.2.3    | Hijerarhija memorija . . . . .                     | 179        |
| 7.3      | Operativna memorija . . . . .                      | 181        |
| 7.3.1    | Stek memorija . . . . .                            | 187        |
| 7.4      | Spoljna memorija . . . . .                         | 188        |
| 7.4.1    | Disketa . . . . .                                  | 188        |
| 7.4.2    | Tvrdi magnetni disk . . . . .                      | 190        |
| 7.4.3    | Optički disk (kompakt disk) . . . . .              | 192        |

|                   |   |            |
|-------------------|---|------------|
| 7.5               | Pristup memoriji . . . . .                                    | 195        |
| 7.5.1             | Sekvencijalni pristup . . . . .                               | 195        |
| 7.5.2             | Direktan pristup . . . . .                                    | 196        |
| 7.6               | Pitanja za proveru znanja . . . . .                           | 197        |
| <b>8</b>          | <b>Magistrale</b>   | <b>199</b> |
| 8.1               | Podela magistrala u zavisnosti od namene . . . . .            | 201        |
| 8.1.1             | Terminologija magistrale . . . . .                            | 201        |
| 8.2               | Prenos podataka . . . . .                                     | 202        |
| 8.2.1             | Adresiranje . . . . .   | 203        |
| 8.2.2             | Prenos bloka podataka . . . . .                               | 205        |
| 8.2.3             | Sinhronizacija kod prenosa . . . . .                          | 206        |
| 8.3               | Arbitraža na magistrali . . . . .                             | 209        |
| 8.3.1             | Statička arbitraža na magistrali . . . . .                    | 209        |
| 8.3.2             | Dinamička dodela magistrale . . . . .                         | 210        |
| 8.3.3             | Hardverski mehanizmi za arbitražu na magistrali . . . . .     | 211        |
| 8.4               | Multipleksiranje kod prenosa podataka na magistrali . . . . . | 212        |
| 8.5               | Detekcija greške i signalizacija . . . . .                    | 213        |
| 8.6               | Ostali signali na magistrali . . . . .                        | 214        |
| <b>9</b>          | <b>Softverske komponente računara</b>                         | <b>215</b> |
| 9.1               | Kreiranje programa . . . . .                                  | 216        |
| 9.2               | Punjene operativnog sistema . . . . .                         | 217        |
| 9.3               | Fajl sistem . . . . .   | 217        |
| 9.3.1             | Editor . . . . .  | 218        |
| 9.4               | Word-procesor kao editor . . . . .                            | 218        |
| 9.4.1             | Assembler . . . . .   | 219        |
| 9.4.2             | Kompajler . . . . .   | 219        |
| 9.4.3             | Program za povezivanje-linker . . . . .                       | 221        |
| 9.4.4             | Program za ponjenje-loader . . . . .                          | 222        |
| 9.4.5             | Program za otklanjanje grešaka-debugger . . . . .             | 223        |
| <b>Literatura</b> |   | <b>225</b> |

## Glava 3

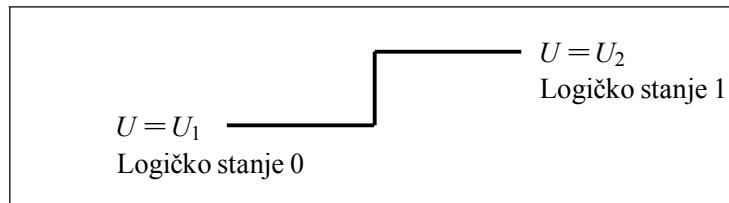
# Elementarna logička kola

**U**PREDHODNOM poglavlju su opisani binarni brojevi koji se predstavljaju sa dve cifre: nula i jedinica. Nad takvim brojevima se mogu izvoditi raličite čke operacije. Ovaj naziv potiče iz matematičke dis-operacije koje se nazivaju logicipline koja se naziva matematička logika, a vodi poreklo od grčkih filozofa koji su rezultate logickog razmisljanja iskazivali sa dva iskaza: tačno i pogreshno. Kasnije, početkom 19 veka, engleski matematičar George S. Boole matematički je formalizovao zakone logičkog rasudjivanja i uveo tzv. prekidačku ili Bulovu algebru. Iakazi tačno i pogreshno u Bulovoj algebri zamenjeni su zbog jednostavnosti prikazivanja, logičkom nulom i logičkom jedinicom, odnosno, cifarskim simbolima 0 i 1.

Obrada podataka u digitalnom račuanaru se realizuje pomoću električnih veličina (napon ili struja), odnosno elektronski sklopovi računara obrađuju električne veličine kojima su predstavljeni podaci. Najpogodnije je podatke binarno kodirati, odnosno predstavljati ih pomoću dva definisana stanja elektronskih sklopova, koji se stoga nazivaju digitalni sklopovi, a pošto se radi o elektronskim kolima ćeće se koristi termin digitalna kola.

Dva moguća stanja digitalnog kola su najčešće dva nivoa napona  $U_1$  i  $U_2$ . Recimo,  $U_1 = 0$  V, a  $U_2 = 5$  V. Fizickim stanjima 0 V i 5 V odgovaraju dve logičke vrednosti koje se u digitalnoj elektronici označavaju kao logička nula (0) i logička jedinica (1) kao što je prikazano na Slici 3.1.

Data korespondencija između fizičkih i logičkih stanja odgovara tzv. pozitivnoj logici. Moguće je suprotno, nižem naponu  $U_1$  dodeliti logičku 1, a višem naponu  $U_2$  logičku 0 i tada se radi o negativnoj logici. Stanja i funkcije digitalnih kola se dakle mogu opisati pomoću logičkih vrednosti i logičkih operacija, pa se zato umesto termina digitalno kolo najčešće koristi termin logičko kolo. Ponašanje logičkih kola može se opisati pomoću prekidačkih ili Bulovih funkcija koje su



Sl. 3.1: Logičko i fizičko stanje digitalnog kola.

predmet izučavanja Bulove (ili prekidačke) algebre.

### 3.1 Aksiome i teoreme Bulove algebre

Prekidačka algebra ima veliku praktičnu primenu jer se koristi za sintezu mreža savremenih računara i drugih digitalnih uređaja.

Četvorka  $(B, +, \cdot, \bar{\phantom{x}})$ , gde je  $B$  skup elemenata ili konstanti algebre,  $+$  i  $\cdot$  su dva binarna operatora, a simbol  $\bar{\phantom{x}}$  je unarni operator, naziva se Bulovom algebrrom ako su zadovoljeni sledeći aksiomi:

1. Zatvorenost: za svaki element  $a$  i  $b$  iz skupa  $B$  važi
  - (i)  $a + b$  je element skupa  $B$ , i
  - (ii)  $a \cdot b$  je element skupa  $B$ .
2. Postojanje neutralnih elemenata za operacije  $+$  i  $\cdot$ 
  - (i) postoji element  $0$  iz skupa  $B$  takav da za svako  $a$  iz skupa  $B$  važi  $0 + a = a + 0 = a$ , i
  - (ii) postoji element  $1$  iz skupa  $B$  takav da za svako  $a$  iz skupa  $B$  važi  $1 \cdot a = a \cdot 1 = a$ .
3. Komutativnost: za sve elemente  $a$  i  $b$  u skupu  $B$  važi
  - (i)  $a + b = b + a$ , i
  - (ii)  $a \cdot b = b \cdot a$ .
4. Distributivnost: za sve elemente  $a$ ,  $b$  i  $c$  u skupu  $B$  važi
  - (i)  $a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c$ , i
  - (ii)  $a + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c)$ .
5. Postojanje inverznog elementa: Za svaki element  $a$  iz skupa  $B$  postoji u skupu  $B$  element  $\bar{a}$ , takav da važi

- (i)  $a + \bar{a} = 1$ , i
- (ii)  $a \cdot \bar{a} = 0$ .

6. U skupu  $B$  postoje najmanje dva razlicita elementa, tj.  $0 = 1$ .

Na osnovu definicionih realacija, ili postulata, za tri osnovne operacije u Bulovoj algebri može se izvesti niz identiteta, zakona i teorema. Neko od tih identiteta, zakona i teorema su identični sa zakonima uobičajene linearne algebre, ali su neki različiti, pa čak i neuobičajeni. Primena identiteta, zakona i teorema najviše se ogleda u uprošćavanju složenih logičkih izraza.

Identiteti Bulove algebre se primenjuju za uprošćavanje logičkih funkcija. Identiteti se vrlo lako mogu dokazati korишћenjem definicionih kombinacionih tablica za tri osnovne operacije i formiranjem kombinacione tablice za levu i desnu stranu identiteta, ali je većina njih očigledna i ne treba je dokazivati. Najvažniji identiteti su:

1. Operacije sa logičkom nulom

$$\begin{aligned} 0 \cdot A &= 0 \\ 0 + A &= A \end{aligned} \tag{3.1}$$

2. Operacije sa logičkom jedinicom

$$\begin{aligned} 1 \cdot A &= A \\ 1 + A &= 1 \end{aligned} \tag{3.2}$$

3. Operacija sa komplementarnim vrednostima

$$\begin{aligned} A \cdot \bar{A} &= 0 \\ A + \bar{A} &= 1 \end{aligned} \tag{3.3}$$

Medju zakonima Bulove algebre navažniji su:

1. Zakon komutacije

$$\begin{aligned} A + B &= B + A \\ A \cdot B &= B \cdot A \end{aligned} \tag{3.4}$$

2. Zakon asocijacija

$$\begin{aligned} A + (B + C) &= (A + B) + C \\ A \cdot (B \cdot C) &= (A \cdot B) \cdot C \end{aligned} \tag{3.5}$$

3. Zakon distribucije

$$\begin{aligned} A \cdot (B + C) &= A \cdot B + A \cdot C \\ A + B \cdot C &= (A + B) \cdot (A + C) \end{aligned} \tag{3.6}$$