

Sadržaj

1.	Uvod u digitalnu elektroniku	1
1.1.	Podjela elektronike	2
1.2.	Povijesni razvoj elektronike	3
1.3.	Uloga digitalne elektronike u ljudskoj djelatnosti	4
2.	Brojevni sustavi i kodovi	7
2.1.	Analogni i digitalni signali	8
2.2.	Brojevni sustavi	10
2.2.1.	Dekadski brojevni sustav	10
2.2.2.	Binarni brojevni sustav	12
2.2.3.	Oktalni brojevni sustav	13
2.2.4.	Heksadekadski brojevni sustav	14
2.3.	Pretvorbe brojeva iz jednog brojevnog sustava u drugi	15
2.3.1.	Pretvorba broja iz dekadskog brojevnog sustava u binarni, oktalni i u heksadekadski	15
2.3.2.	Pretvorba broja iz nekog brojevnog sustava u dekadski	20
2.3.3.	Pretvorba broja iz binarnog u oktalni brojevni sustav i obratno	22
2.3.4.	Pretvorba broja iz binarnog u heksadekadski brojevni sustav i obratno	23
2.3.5.	Pretvorba broja iz oktalnog u heksadekadski brojevni sustav i obratno	24
2.3.6.	Primjeri pretvorbi	25
2.4.	Binarni kodovi	27
2.4.1.	Numerički kôd BCD	27
2.4.2.	Kôd excess-3 (XS-3)	29
2.4.3.	Aikenov kôd (kôd 2421)	30
2.4.4.	Grayev kôd	31
2.4.5.	Znakovni kodovi	32
2.4.6.	Kodovi s otkrivanjem pogrešaka	34
	Pitanja za provjeru znanja	37

3.	Logički sklopovi	39
3.1.	Općenito o logičkim sklopovima	40
3.2.	Logički sklop I	41
3.3.	Logički sklop ILI	43
3.4.	Logički sklop NE	45
3.5.	Pregled svojstava osnovnih logičkih sklopova I, ILI i NE	46
3.6.	Logički sklop NI	48
3.7.	Logički sklop NILI	49
3.8.	Pregled svojstava logičkih sklopova NI i NILI	50
3.9.	Logički sklop isključivo ILI	51
3.10.	Logički sklop isključivo NILI	53
	Pitanja za provjeru znanja	54
4.	Skupine integriranih digitalnih sklopova	55
4.1.	Podjele integriranih digitalnih sklopova	56
4.2.	Karakteristične veličine integriranih digitalnih sklopova	57
4.2.1.	Naponska i strujna područja	58
4.2.2.	Granice smetnji	59
4.2.3.	Faktori grananja	60
4.2.4.	Disipacija snage	62
4.2.5.	Dinamička svojstva	63
4.3.	Skupina TTL	65
4.3.1.	Temeljni sklop skupine TTL	65
4.3.2.	Karakteristične veličine skupine TTL	67
4.3.3.	Podskupine TTL-a	68
4.3.4.	Ostali sklopovi skupine TTL	71
4.4.	Skupina CMOS	74
4.4.1.	Temeljni sklopovi skupine CMOS	74
4.4.2.	Karakteristične veličine skupine CMOS	77
4.4.3.	Podskupine CMOS-a	78
4.5.	Skupina BiCMOS	79
4.6.	Međusobno spajanje sklopova različitih skupina	79
	Pitanja za provjeru znanja	82

5.	Logička algebra	83
5.1.	Temeljna pravila logičke algebre	84
5.2.	Zakoni logičke algebre	85
5.3.	De Morganovi teoremi	91
5.4.	Dvojnost logičkih operacija	95
5.5.	Minterm i maksterm	98
5.5.1.	Minterm	98
5.5.2.	Maksterm	100
5.5.3.	Izvedba dvoulaznog sklopa EX-ILI	102
5.5.4.	Izvedba dvoulaznog sklopa EX-NILI	103
5.6.	Minimizacija logičkih funkcija i sklopova	105
5.6.1.	Algebarska metoda minimizacije	105
5.6.2.	Minimizacija primjenom K-tablica	108
5.7.	Projektiranje složenih logičkih sklopova	117
5.8.	Primjena Booleve algebre na logičkim funkcijama i sklopovima	118
	Pitanja za provjeru znanja	124
6.	Multivibratori u digitalnoj logici	125
6.1.	Osnovna svojstva multivibratora	126
6.2.	Bistabilni multivibrator – bistabil	127
6.2.1.	Bistabil SR	127
6.2.2.	Bistabil D	129
6.2.3.	Bistabil JK	129
6.2.4.	Bistabil T	130
6.2.5.	Upravljeni bistabili	130
6.2.6.	Bistabil s asinkronim ulazima	136
6.3.	Monostabilni multivibrator – monostabil	138
6.4.	Astabilni multivibrator – astabil	143
	Pitanja za provjeru znanja	147

7.	Registri, brojila i slijedni sklopovi	149
7.1.	Registri	150
7.1.1.	Načela rada i izvedbe registara	150
7.1.2.	Registar s paralelnim upisom i ispisom podataka	151
7.1.3.	Posmačni registar	153
7.1.4.	Posmačni registar s pomakom podatka u oba smjera	154
7.1.5.	Univerzalni registri	156
7.1.6.	Posmačni registar kao brojilo	157
7.1.7.	Primjene registara	159
7.2.	Brojila	161
7.2.1.	Asinkrono binarno brojilo	162
7.2.2.	Asinkrono dekadsko brojilo	163
7.2.3.	Asinkrono brojilo naprijed-natrag	164
7.2.4.	Sinkrono binarno brojilo	166
7.2.5.	Integrirana brojila	167
7.2.6.	Primjene brojila	170
7.3.	Slijedni sklopovi	172
7.3.1.	Sinkroni slijedni sklopovi	172
7.3.2.	Asinkroni slijedni sklopovi	173
	Pitanja za provjeru znanja	176
8.	Složeni kombinacijski sklopovi	177
8.1.	Sklopovi za izvođenje aritmetičkih operacija	178
8.1.1.	Nepotpuno zbrajalo	178
8.1.2.	Potpuno zbrajalo	179
8.1.3.	Zbrajanje višebitnih brojeva	181
8.1.4.	Zbrajanje u kodu BCD	184
8.1.5.	Prikaz brojeva s predznakom	186
8.1.6.	Oduzimanje višebitnih brojeva	191
8.1.7.	Norma IEEE 754	195
8.2.	Aritmetičko-logička jedinica	198
8.3.	Digitalni komparator	201

8.4. Sklopovi za kodiranje i dekodiranje	203
8.4.1. Koder	203
8.4.2. Dekoder	205
8.4.3. Pretvornici kodova	207
8.5. Sklopovi za multipleksiranje i demultipleksiranje	211
8.5.1. Multipleksor (selektor)	211
8.5.2. Demultipleksor	212
8.6. Prijenos digitalnih signala	214
8.6.1. Sklopovi za oblikovanje signala	214
8.6.2. Prijenosne linije	216
8.6.3. Paritetni sklop	218
Pitanja za provjeru znanja	220

9. Memorije 221

9.1. Vrste i karakteristične veličine memorija	222
9.1.1. Osnovna organizacija memorije	222
9.1.2. Karakteristične veličine memorija	223
9.1.3. Vrste memorija	225
9.2. Ispisne memorije	226
9.2.1. Načelo rada ispisnih memorija	226
9.2.2. MOSFET s plivajućom upravljачkom elektrodom	229
9.3. Programirljive logičke komponente	230
9.3.1. ROM kao programirljiva komponenta	232
9.3.2. Programirljivo logičko polje PLA	234
9.3.3. Poluprogramirljivo logičko polje PAL	236
9.4. Upisno-ispisne memorije – memorije s izravnim pristupom (RAM)	238
9.5. Proširenje kapaciteta memorije	240
Pitanja za provjeru znanja	242

10. Primjena jezika za opisivanje sklopovlja 243

10.1. Projektiranje digitalnih sklopova i sustava	244
10.1.1. Modeli prikaza (apstrakcije) digitalnog sustava	244

10.2. VHDL	246
10.2.1. Biblioteka (library)	247
10.2.2. Sučelje sklopa (entity)	249
10.2.3. Arhitektura sklopa (architecture)	250
10.2.4. Primjeri primjene jezika VHDL	251
10.3. Pojava hazarda	259
Pitanja za provjeru znanja	268
11. AD i DA-pretvorba	269
11.1. Namjena i osnovne osobine AD i DA-pretvornika	270
11.1.1. Načelo analogno-digitalne pretvorbe	270
11.1.2. Načelo digitalno-analogne pretvorbe	272
11.1.3. Parametri AD i DA-pretvornika	273
11.2. DA-pretvornici	275
11.2.1. DA-pretvornik s težinskom otpornom mrežom	275
11.2.2. DA-pretvornik s ljestvičastom otpornom mrežom	276
11.2.3. DA-pretvornik s brojilom	277
11.3. AD-pretvornici	278
11.3.1. Wilkinsonov AD-pretvornik	278
11.3.2. Brojeći AD-pretvornik	280
11.3.3. AD-pretvornik s dvostrukim nagibom	281
11.3.4. AD-pretvornik s postupnim približavanjem	283
11.3.5. Paralelni AD-pretvornik	284
Pitanja za provjeru znanja	286
Pojmovnik	287