

Vujo Drndarević

ELEMENTI
ELEKTRONIKE

DIGITALNA KOLA

AKADEMSKA MISAO

Univerzitet u Beogradu
Elektrotehnički fakultet

Dr Vujo Drndarević

ELEMENTI ELEKTRONIKE
digitalna kola

Akadska misao
Beograd, 2016.

Prof. dr Vujo Drndarević

ELEMENTI ELEKTRONIKE
digitalna kola

Recenzenti

Doc. dr Vladimir Rajović
Elektrotehnički fakultet, Beograd

Doc. dr Nenad Jovičić
Elektrotehnički fakultet, Beograd

Odlukom Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu br. 116/3, koja je doneta na 797. sednici od 22.03.2016. godine, odobreno je štampanje ovog udžbenika.

Izdavači

AKADEMSKA MISAO, Beograd
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET, Beograd

Štampa

Akademski misao, Beograd

Tiraž

200 primeraka

ISBN 978-86-7466-638-8

Napomena: fotokopiranje ili umnožavanje na bilo koji način ili ponovno objavljivanje ove knjige - u celini ili u delovima - nije dozvoljeno bez prethodne izričite saglasnosti i pismenog odobrenja autora i izdavača.

Predgovor

U okviru predmeta Elementi elektronike, koji se drži na drugoj godini osnovnih studija na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu na modulima Energetika, Signali i sistemi, Telekomunikacije i informacione tehnologije, gradivo je podeljeno u dve oblasti. Prvoj oblasti pripadaju osnovi fizike poluprovodnika, diode, tranzistori i operacioni pojačavači, a drugoj digitalna kola. Prva navedena oblast je pokrivena udžbenikom istog autora "Elementi elektronike - diode, tranzistori i operacioni pojačavači" koji je objavljen 2014. godine. Ovaj drugi udžbenik "Elementi elektronike - digitalna kola" se bavi elementima digitalne elektronike i u njemu se obrađuju oblasti logičkih i sekvencijalnih kola i kombinacionih i sekvencijalnih mreža. Sadržajem ove dve knjige u potpunosti je pokriveno gradivo koje se po aktuelnom studijskom programu izučava u okviru predmeta Elementi elektronike.

Pri pisanju ove knjige prvenstveno se vodilo računa o tome da se na što jednostavniji način, ali uz uvažavanje aktuelnog stanja u oblasti na koju se tekst odnosi, studentima neelektronskih odseka omogući savladavanje planiranog gradiva. Radi lakšeg praćenja i razumevanja izlagane materije u tekst je uključen veći broj jednostavnih primera.

Autor se zahvaljuje doc. dr Vladimiru Rajoviću, doc. dr Nendu Jevtiću i doc. dr Nenadu Jovičiću na primedbama i korisnim sugestijama tokom izrade ovog udžbenika.

Beograd, april 2016. godine

Autor

Sadržaj

1 Uvod u digitalnu elektroniku	1
1.1 Analogni i digitalni signali	1
1.2 Brojni sistemi i kodovi	4
1.2.1 Binarni brojni sistem	5
1.2.2 Heksadecimalni brojni sistem	8
1.2.3 Binarno kodovani decimalni brojevi	9
1.2.4 Grejov kôd	9
1.2.5 Alfaniumerički kodovi	11
1.3 Osnovi Bulove algebre	11
1.3.1 Osnovne logičke operacije	12
1.3.2 Zakoni i teoreme Bulove algebre	13
1.3.3 Ostale logičke operacije	15
1.4 Logičke funkcije	17
1.4.1 Predstavljane logičkih funkcija	18
1.4.2 Minimizacija logičkih funkcija	21
1.5 Osnovna logička kola	24
2 Logička kola	29
2.1 Uvod	29
2.2 Karakteristike logičkih kola	32
2.2.1 Naponska karakteristika prenosa	33
2.2.2 Margine šuma	34
2.2.3 Dinamičke karakteristike	35
2.2.4 Disipacija i kašnjenje logičkih kola	36
2.2.5 Faktor grananja	37

2.3 CMOS logička kola	38
2.3.1 CMOS logički invertor	38
2.3.2 Osnovna i složena CMOS logička kola	50
2.4 Bipolarna logička kola	59
3 Sekvencijalna kola	66
3.1 Bistabilna kola	67
3.1.1 Leč kola	68
3.1.2 Flipflopovi	79
3.1.3 Realizacija flipflopova korišćenjem D leča sa dozvolom	90
3.2 Monostabilni multivibratori	95
3.3 Astabilni multivibratori	97
4 Kombinacije i sekvencijalne mreže	101
4.1 Kombinacije mreže	101
4.1.1 Analiza kombinacionih mreža	101
4.1.2 Sinteza kombinacionih mreža	104
4.1.3 Minimizacija kombinacionih mreža	105
4.1.4 Koderi i dekoderi	107
4.1.5 Multiplekseri i demultiplekseri	110
4.1.6 Konvertori koda	115
4.1.7 Greške zbog kašnjenja logičkih kola	119
4.2 Sekvencijalne mreže	122
4.2.1 Analiza sekvencijalnih mreža	122
4.3.2 Sinteza sekvencijalnih mreža	125
4.3.3 Stacionarni registri	129
4.3.4 Pomerački registri	131
4.3.5 Brojači	135
Literatura	146
Indeks	148