
Sadržaj

Uvod	17
Učenje jezika C	17
Ciljna publika.....	17
AVR mikrokontroleri.....	17
AVR arhitektura	18
Tehnički termini	18
Ugrađeni sistemi	18
Tehnički termini	18
Odabir ugrađenog sistema na kojem ćete učiti jezik C	19
Zašto treba da koristite programski jezik C?	20
Preduslovi	21
Zahtevi hardvera.....	21
Arduino pločica	21
Uređaj za programiranje.....	22
Pristup koji je korišćen u ovoj knjizi	23
Nekoliko dobrih saveta	24
Prateće datoteke i veb sajt za podršku	24
Poglavlje 1 • Vaš prvi program u jeziku C	25
1.1 • Preuzimanje i instaliranje Atmel Studia.....	25
1.1.1 • Preuzimanje Atmel Studia	25
1.1.2 • Instaliranje Atmel Studia.....	26
1.2 • Preuzimanje i instaliranje emulatora terminala	26
1.3 • Instaliranje datoteka šablona	26
1.4 • Povezivanje hardvera.....	27
1.5 • Kako se kreiraju programi u jeziku C.....	27
1.6 • Početak programiranja	27
1.6.1 Kreiranje novog projekta iz datoteka šablona	28
1.6.2 • Izrada projekta	32
1.6.3 • Problemi sa izradom i rešenja	32
1.6.4 • Učitavanje i pokretanje programa.....	32
1.6.5 • Problemi i rešenja prilikom učitavanja i pokretanja programa	34
1.7 • O vašem prvom C programu	34

1.8 • Analiziranje programa	35
1.8.1 • Znakovi i stringovi	35
1.8.2 • Funkcije.....	36
1.8.3 • Naredbe programa	37
1.8.4 • Pretprocesorske naredbe.....	37
1.8.5 • Znakovi za belinu u tekstu	37
1.8.6 • Završetak programa	38
1.9 • Vežbe	38
1.9.1 • Tri reda teksta	38
1.9.2 Pronađite greške	38
1.10 • Rešenja.....	39
1.10.1 • Rešenje za 1.9.1	39
1.10.2 • Rešenje za 1.9.2	39
1.11 • Rezime.....	40
Poglavlje 2 • Osnove programskog jezika C.....	41
2.1 • Ulaz, izlaz i promenljive.....	41
2.1.1 • Promenljive.....	43
2.1.2 • Dobijanje unosa od korisnika pomoću funkcije scanf().....	44
2.2 • Tipovi promenljive	47
2.2.1 • Promenljive sa pokretnom tačkom.....	48
2.2.2 • Promenljive znaka.....	48
2.3 • Aritmetičke operacije	49
2.4 • Specifikatori širine polja	51
2.5 • Kompajliranje i povezivanje	52
2.6 • Greške i upozorenja.....	53
2.6.1 • Greška tokom kompajliranja.....	54
2.6.2 • Greške tokom povezivanja	55
2.7 • Vežbe	56
2.7.1 • Izračunavanja pomoću Omovog zakona	56
2.7.2 • Nazivi promenljivih.....	57
2.8 • Rešenja	57
2.8.1 • Rešenje za 2.7.1	57
2.8.2 • Rešenje za 2.7.2.....	58
2.9 • Rezime	58

Poglavlje 3 • Operator poređenja i odluke	61
3.1 • Upoređivanje vrednosti	61
3.1.1 • Vrednost True i False	61
3.1.2 • Operatori poređenja u jeziku C	62
3.2 • Odluke	63
3.2.1 • Upotreba naredbe if za donošenje odluka	63
3.2.2 • Upotreba naredbe else u kombinaciji sa naredbom if.....	64
3.2.3 • Operatori = i ==	65
3.2.4 • Upotreba konstrukcije else – if u kombinaciji sa naredbom if.....	67
3.3 • Vežbe	70
3.3.1 • Poređenje promenljive	70
3.3.2 • Poređenje promenljive 2	70
3.4 • Rešenja	70
3.4.1 • Rešenje za vežbu 3.3.1	70
3.4.2 • Rešenje za vežbu 3.3.2	71
3.5 • Rezime	72
Poglavlje 4 • Petlja while i komentarisanje koda	73
4.1 • Petlja while.....	73
4.2 • Upotreba naredbe if unutar petlje while	75
4.3 • Igra “Pogodi broj”	76
4.4 • Povratak na primer programa za kontrolu temperature.....	78
4.5 • Komentarisanje programa	79
4.6 • Stil programiranja	81
4.6.1 • Postavke tabulatora u Atmel Studiu	81
4.6.2 • Odabir širine tabulatora	81
4.6.3 • Primeri uvlačenja koda	82
4.6.4 • Drugi aspekti stila programiranja	84
4.7 • Vežbe	84
4.7.1 • Oduzimanje.....	84
4.7.2 • Programska petlja	85
4.8 • Rešenja	85
4.8.1 • Rešenje za vežbu 4.7.1.....	85
4.8.2 • Rešenje za vežbu 4.7.2.....	86
4.9 • Rezime	87

Poglavlje 5 • Funkcije	89
5.1 • Vaša druga funkcija	89
5.2 • Prosleđivanje podataka funkciji	91
5.3 • Prosleđivanje više vrednosti funkciji	92
5.4 • Prosleđivanje promenljive funkciji	94
5.5 • Vraćanje vrednosti iz funkcije.....	95
5.6 • Prosleđivanje vrednosti funkciji i vraćanje vrednosti	96
5.7 • Program za simulaciju trepćućeg LED-a	97
5.7.1 • Petlja while(1)	98
5.7.2 • Tip podataka long	98
5.8 • Pretprocesorske naredbe	99
5.9 • Funkcije pozivaju funkcije	103
5.10 • Korićenje više izvornih datoteka	103
5.10.1 • Dodavanje nove C izvorne datoteke u Atmel Studio projekat .	104
5.10.2 • Projekat koji sadrži dve C datoteke izvornog koda.....	104
5.11 • Datoteke zaglavlja	106
5.12 • Kako su funkcije povezane sa datotekama povezivanja i biblioteke	106
5.13 • Vežbe.....	107
5.13.1 • Paralelno izračunavanje otpora u otporniku	107
5.13.2 • C datoteka formule za otpornik.....	107
5.14 • Rešenja	108
5.14.1 • Rešenje za vežbu 5.13.1.....	108
5.14.2 • Rešenje za vežbu 5.13.2	109
5.15 • Rezime	110

Poglavlje 6 • Brojevi sistemi	111
6.1 • Osnove binarnog sistema.....	111
6.2 • Potreba za binarnim brojevima	112
6.3 • Brojevi sistemi.....	112
6.3.1 • Kratak pregled decimalnih brojeva.....	112
6.3.2 • Binarni brojevi	113
6.3.3 • Heksadecimalni brojevi	116
6.4 • Korišćenje heksadecimalnih brojeva u C programima.....	122
6.5 • ASCII alfanumerički kod	125
6.6 • Vežbe	127
6.6.1 Upišite heksadecimalni broj u port	127
6.7.1 • Rešenje za vežbu 6.6.1	127
6.7.2 • Rešenje za vežbu 6.6.2	128
6.8 • Rezime.....	128
Poglavlje 7 • Memorija i mikrokontroleri	129
7.1 Osnove memorije.....	129
7.1.1 ROM (Memorija samo za čitanje)	129
7.1.2 RAM (Radna memorija)	129
7.1.3 Podaci uskladišteni u memoriju.....	129
7.2 Pregled memorijskog čipa	130
7.3 • Kako mikroprocesori pristupaju memoriji i periferijama.....	133
7.4 • Pokazivači	134
7.5 • Više o C tipovima podataka	138
7.6 • Veličine memorije mikrokontrolera	143
7.7 • Rezime.....	144

Poglavlje 8 – Pristup AVR portovima u C programu.....	145
8.1 • AVR pinovi i portovi	145
8.2 • Uključivanje i isključivanje LED-a na pločici	148
8.3 • Kontrolisanje LED-ova koji su povezani sa portom.....	152
8.3.1 • Povezivanje hardvera.....	152
8.3.2 • Započinjanje novog Atmel Studio projekta od nule.....	155
8.3.3 • Program za kontrolu porta LED-a.....	157
8.4 • Operatori uvećanja i umanjenja	159
8.4.1 • Prefiksno uvećanje i umanjenje	159
8.4.2 • Sufiksno uvećanje i umanjenje.....	159
8.5 • Rezime.....	161
Poglavlje 9 • I/O i mape memorije	163
9.1 • Ulazni pinovi	163
9.1.1 • Povezivanje prekidača sa pinom porta	163
9.1.2 • Očitavanje stanja prekidača u C programu.....	164
9.2 • Ulazni i izlazni pinovi porta koji se nalaze na istom portu.....	166
9.2.1 • Povezivanje prekidača i LED-a.....	166
9.2.2 • Programiranje prekidača i LED-a	166
9.2.3 • Operator konjukcije nad bitovima (AND)	167
9.3 • Mapa memorije AVR mikrokontrolera.....	169
9.3.1 • Arhitektura memorije.....	170
9.3.2 • Programska memorija Flash.....	170
9.3.3 • Podaci memorije	171
9.4 • Rezime.....	171

Poglavlje 10 • Prethodne revidirane teme o C programiranju.....	173
10.1 • Specifikatori formata	173
10.2 • Revidirani specifikatori širine polja	173
10.3 • Izlazne sekvence	176
10.4 • Petlje	178
10.4.1 Petlja while koja koristi naredbe break i continue	178
10.4.2 Petlja do – while	180
10.4.3 Petlja for.....	181
10.5 • Problem sa funkcijom printf() u ugrađenim sistemima.....	182
10.5.1 • Programiranje serijskog porta	183
10.5.2 • Pisanje funkcija serijskog porta	184
10.6 • Ugnježđene petlje i odluke	188
10.6.1 • Ugnježđavanje petlji	188
10.6.2 • Ugnježđavanje odluka	189
10.7 • Donošenje odluke pomoću naredbe switch.....	191
10.8 • Uslovni operator	193
10.9 • Funkcije i pokazivači	194
10.9.1 • Prosleđivanje adrese funkciji	195
10.9.2 • Vraćanje više vrednosti iz funkcije	196
10.10 • Promenljive i opseg primene.....	197
10.10.1 • Lokalne promenljive	197
10.10.2 • Globalne promenljive	197
10.11 • Statičke promenljive.....	199
10.12 • Tipovi podataka sa pokretnom tačkom.....	200
10.14 • Vežbe	202
10.14.1 • Odbrojavanje pomoću petlje for.....	202
10.14.2 • Kontrolisanje LED-a pomoću konstrukcije switch	202
10.15 • Rešenja	202
10.15.1 • Rešenje za vežbu 10.14.1	202
10.15.2 • Rešenje za vežbu 10.14.2	203
10.16 • Rezime	204

Poglavlje 11 • Nizovi i stringovi	205
11.1 • Nizovi	205
11.2 • Stringovi	209
11.2.1 • Upisivanje u string	210
11.2.2 • Inicijalizovanje stringa	212
11.2.3 • Funkcije stringa C biblioteke	213
11.3 • Nizovi i adrese	215
11.3.1 • Adrese nizova i elemenata niza	215
11.3.2 • Prosleđivanje niza funkciji	216
11.4 • Stringovi kao pokazivači	219
11.5 • Upisivanje u string pomoću funkcije <code>sprintf()</code>	219
11.6 • Višedimenzionalni nizovi	221
11.7 • Vežbe	227
11.7.1 • Poruka za dugme	227
11.7.2 • Čekanje dugmeta	227
11.8 • Rešenja	227
11.8.1 • Rešenje za vežbu 11.7.1	227
11.8.2 • Rešenje za vežbu 11.7.2	227
11.9 • Rezime	228
Poglavlje 12 • Upravljanje bitom i logički operatori	229
12.1 • Upravljanje bitom pomoću operatora nad bitovima	229
12.1.1 • Zašto treba da koristimo operatore nad bitovima?	231
12.1.2 • Upotreba AND i OR operatora nad bitovima	232
12.1.3 • Upotreba NOT operatora nad bitovima	234
12.1.4 • Upotreba XOR operatora nad bitovima	235
12.1.5 • Operatori za pomeranje ulevo i udesno	237
12.1.6 • C operatori dodele	238
12.2 • Logički operatori	239
12.3 Prioritet operatora	242
12.4 • Upotreba unapred definisanih naziva bita pomoću operatora pomeranja	243
12.4.1 Unapred definisani nazivi bita u C kodu	243
12.4.2 Makro <code>_BV()</code> AVR mikrokontrolera	246
12.5 • Vežbe	248
12.5.1 • Ispisivanje binarnog broja	248

12.6 • Rešenja	248
12.6.1 • Rešenje za vežbu 12.5.1	248
Poglavlje 13 • Programiranje hardvera.....	251
13.1 Hardverski tajmer/brojač.....	251
13.1.1 Zadato vreme kašnjenja tajmera.....	253
13.1.2 • Funkcija hardverskog tajmera	256
13.2 • Analogno-digitalni pretvarač (ADC).....	257
13.3 Nadzorni tajmer	260
13.4 • I/O portovi.....	262
13.4.1 • Funkcionalnost registra I/O porta.....	262
13.4.2 Registar za promenu stanja pina	263
13.4.3 • Aktiviranje pull-up otpornika	264
13.5 • Rezime	266
Poglavlje 14 • Debugiranje	267
14.1 • Konfigurisanje Arduino pločica radi debugiranja.....	267
14.2 • Debugiranje primera programa	268
14.3 • Isključivanje optimizacije kompajlera.....	269
14.4 • Aktiviranje režima debugWire na AVR-u	269
14.5 • Upotreba debagera	271
14.5.1 • Pokretanje debagera	271
14.5.2 Kretanje korak po korak i dodavanje praćenja.....	271
14.5.3 • Prikaz hardverskih registara	271
14.5.4 • Prikaz i modifikovanje vrednosti promenljivih i registra	273
14.5.5 • Prikaz promenljivih u memoriji	273
14.5.6 Zaustavljanje debugiranja i podešavanje tačaka prekida.....	275
14.5.7 Prikaz promena stanja pina	276
14.5.8 • Prikaz promena vrednosti promenljive i podešavanje uslovnih tačaka prekida.....	276
14.5.9 • Ulazak u funkciju	277
14.6 • Aktiviranje ISP-a na AVR-u i isključivanje debugWIRE-a	278
14.7 • Vežbe.....	278
14.8 • Rezime	278

Poglavlje 15 • Prekidi	279
15.1 • Obrada prekida u C programu.....	279
15.2 • Korišćenje prekida tajmera.....	279
15.3 Prekid tajmera od jedne milisekunde.....	282
15.4 • Rezime	284
Poglavlje 16 • Kratak pregled C jezika	285
16.1 • Strukture.....	285
16.1.1 • Upotreba struktura u C programima	285
16.1.2 Inicijalizovanje struktura	287
16.1.3 • Pokazivači strukture.....	288
16.2 • Unije.....	288
16.3 • Nabrojani tip	291
16.4 • Deklarator typedef.....	294
16.5 • Specifikator memorijske klase	294
16.6 • Kvalifikatori tipa.....	295
16.7 • Naredba goto	296
16.8 • Lista svih C ključnih reči	296
16.9 • Još pretprocesorskih naredbi	296
16.10 Tipovi promenljive C99.....	298
16.11 Alternativna kontinuirana petlja	299
16.12 Rezime.....	299
Poglavlje 17 • C projekti	301
17.1 • Funkcije za drajver serijskog porta	301
17.1.1 • Napomene o dizajnu drajvera serijskog porta	301
17.1.2 • Kod za drajver serijskog porta.....	302
17.2 • Pretvaranje brojeva u stringove	306
17.2.1. • Korišćenje AVR C funkcija biblioteke.....	306
17.2.2 • Pisanje broja u funkcije za konverziju stringa	309
17.3 • Voltmetar	314
17.3.1 • Funkcije projekta voltmeter	314
17.3.2 • Kod projekta voltmeter.....	314
17.3.3 • Aktiviranje printf familije funkcija	317
17.3.4 • Princip operacije koda	317

17.3.5 • Ispitivanje koda	318
17.3.6 • Tajmiranje koda	320
17.4 • Štoperica	320
17.4.1 • Hardver i kod projekta stopwatch	320
17.4.2 • Projektovanje štoperice	324
17.4.3 • Objašnjenje koda projekta stopwatch	324
17.5 • Koji je sledeći korak?.....	328
Dodatak A • ASCII tabela.....	329
Dodatak B • Mapiranje pinova porta za Arduino.....	331
B.1 • Arduino Uno.....	331
B.2 • Arduino MEGA.....	332
Dodatak C • Standardno I/O kolo za Arduino.....	335
C.1 • Arduino Uno	335
C.2 • Arduino MEGA	336
Dodatak D • Reference i izvori	337
D.1 • Veb sajt knjige i datoteke	337
D.2 • Tabele sa podacima i napomene o aplikaciji.....	337
D.3 • AVR reference C standardne biblioteke	337
D.4 • AVR forum	337
D.5 • Dodatni izvori.....	337