

Rīgas Tehniskā universitāte
Enerģētikas un elektrotehnikas fakultāte
Industriālās elektronikas un elektrotehnikas institūts

Ilja Galkins

**MSP430 mikrokontrolleru
pielietošanas pamati**

RTU Izdevniecība
RĪGA, 2009

UDK 621.3(075.9)

Mācību līdzeklis domāts pilna un nepilna laika studentiem priekšmetā „Automatizācijas sistēmas ar mikroprocesoriem”, kuru tie apgūst Rīgas Tehniskās universitātes programmā „Elektrotehnoloģiju datorvadība”. Grāmata noderēs arī jebkurā citā priekšmetā vai jebkurā citā gadījumā, kad ir nepieciešama mikrokontrolleru praktiska pielietošana iesācēja līmenī. Grāmatā ir apskatīti MSP430 mikrokontrolleru uzbūves principi dažādu mikroprocesoru arhitektūru kontekstā, procesora un dažu perifērijas moduļu darbības principi un īpatnības. Liela uzmanība tiek veltīta šo mikrokontrolleru programmēšanai asamblera valodā, kā arī mikrokontrolleru aritmētikas pamatiem. Grāmatā ir daudz piemēru praktiskai izmantošanai.

Apstiprināts iespēšanai
Industriālas elektronikas un
elektrotehnikas institūta
Padomes sēdē 2009. gada 22. janvārī
Protokols Nr. 27

Recenzenti:
Akadēmiķis Dr. Hab. Sc. Ing. Prof. L. Ribickis
Dr. Sc. Ing. Doc. O. Krievs

© Rīgas Tehniskā universitāte, 2009.gads
© Ilja Galkins, 2009. gads

Priekšvārds

Šo grāmatu ir izstrādājis bijušais students priekš studentiem un ar studentu palīdzību. Tāpēc autors gribētu izteikt pateicību Rīgas Tehniskās universitātes dažādu gadu IIIREBO0 un IIIRECO0 grupu studentiem par tieši un netieši izteiktiem padomiem, kā arī tiešu un netiešu grāmatas materiālu izmēģināšanu. Autors ir īpaši pateicīgs RTU-EEF-IEEI-IEEK darbiniekiem Jānim Zaķim, Laurim Biseniekam un Andrejam Stepanovam par grāmatas sākotnējās versijas savlaicīgu novērtēšanu un vairākiem ieteikumiem tās uzlabošanai. Pateicība pienākas arī IEEK studentam Kristapam Vītalam par tehnisku palīdzību pielikumu veidošanā. Liels paldies recenzentiem akadēmiķim Leonīdam Ribickim un docentam Oskaram Krievam par kvalitatīvu recenzēšanu. Atsevišķi autors gribētu pateikties mātei, tēvam, sievai, citiem radniekiem, kā arī kolēģiem un pārējiem par ikdienas atbalstu un radošas atmosfēras izveidi.

Saturs:

Priekšvārds.....	3
Saturs:	5
Ievads.....	7
1. Mikrokontroleru uzbūve	9
1.1. Kas ir mikrokontroleris?	9
1.2. Ciparu mezglu organizēšanas veidi mikrokontroleros.....	10
1.3. Mikrokontroleru MSP430x1xx iekšējā uzbūve.....	14
1.4. Mikrokontrolera „atdzīvināšanas” noteikumi.....	15
2. Mikroprocesora darbība	21
2.1. Mikroprocesoru uzbūve un darbības principi.....	21
2.2. MSP430 mikrokontroleru reģistru faila apskats.....	23
2.3. MSP430 mikrokontroleru komandu formātu apskats	25
2.4. MSP430 mikrokontroleru adresācijas metodes.....	27
2.5. MSP430 mikrokontroleru komandu funkcionālās grupas	36
2.6. MSP430 mikrokontroleru komandu garumi	41
2.7. MSP430 mikrokontroleru komandu izpildes laiki.....	42
2.8. Konstanšu ģenerēšana MSP430 mikrokontroleros	44
2.9. MSP430 mikrokontroleru komandu koda formēšana	45
2.10. Programmas koda formēšanas piemērs (pašpārbaudes vingrinājums I).....	47
3. MSP430 mikrokontroleru programmēšana asamblerī.....	51
3.1. Dažas asamblera programmu direktīvas.....	51
3.2. Algoritmu realizācija MSP430 mikrokontroleros	54
3.3. Aritmētisko nosacījumu realizācija MSP430 mikrokontroleros.....	55
3.4. Loģisko nosacījumu realizācija MSP430 mikrokontroleros	59
3.5. Ciklu realizācija MSP430 mikrokontroleros	62
3.6. Asamblera aritmētikas pamati.....	65
3.7. Formālais un asamblera programmēšanas paņēmieni	71
3.8. Masīva apstrādes piemērs (pašpārbaudes vingrinājums II).....	76
4. Perifērijas iekārtu piemēri.....	81
4.1. Mikrokontroleru ciparu ieejas/izejas	82
4.2. Dināmiskā indikācija kā tipisks ciparu portu pielietojums.....	86
4.3. Portu izmantošanas piemēri (pašpārbaudes vingrinājums III).....	95
4.3. Aizsargtaimeris	105
4.4. Aizsargtaimera pielietošanas piemēri (pašpārbaudes vingrinājums IV).....	112
5. Steks, apakšprogrammas un pārtraukumi	117
5.1. Steka pielietošana	117
5.2. Apakšprogrammu izmantošana.....	121
5.3. Pārtraukumu izmantošana.....	126
5.4. Aizsargtaimera pārtraukumi	130
5.5. Aizsargtaimera pārtraukumu piemērs (pašpārbaudes vingrinājums V).....	134
5.6. Portu P1 un P2 pārtraukumi	138
5.7. Portu pārtraukumu piemērs (pašpārbaudes vingrinājums VI).....	142
5.8. Pārtraukumu izmantošana dinamiskās indikācijas vadībā.....	149
Nobeiguma vietā	155
Pielikums A. Darba uzsākšana programmā IAR Embedded Workbench IDE.....	157
Pielikums B. Mikrokontrolera pieslēguma un programmu atklāšana	165
Pielikums C. MSP430 Komandu sistēma.....	169
Pielikums D. Īsa terminoloģiskā vārdnīca	221
Izmantotā literatūra.....	229