

Д/М
М95

«ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙУЛЛАРИ» АЖ
ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ

Қўлёзма ҳудудиди
УДК 519.688.62-50—

656.254:621.374

МУҲИДДИНОВ ОБИДЖОН ОМОНЖОН-ЎҒЛИ

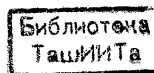
**«Темир йўл транспортида микропроцессор қурилмалари ва
тизимлари» фанидан, универсал микропроцессор модули
асосида лаборатория мажмуасини ишлаб чиқиш**

5А311002 – «Темир йўл транспортида автоматика ва телемеханика»

Магистр
академик даражасини олиш учун ёзилган
диссертация



Илмий раҳбар:
т.ф.н. доц. Азизов А.Р.



Тошкент-2016й.

Аннотация

Магистирлик диссертацияси темир йўл автоматикаси микропроцессор қурилмаларини ўрганиш бўйича лаборатория мажмуасини ишлаб чиқиш назарий ва амалий аҳамияти масалаларига асосланади. Диссертация ишида MICROCHIP компаниясининг PIC оиласи микроконтроллерлари билан ишлаш, уларга дастур ёзиш, периферия қурилмалари билан ишлаш масалалари баён этилган. MPLAB дастурий мухити билан ишлаш ва микроконтроллерларга дастурларни юклаш услублари кўриб ўтилган.

Қўл ёзма ____ варақ, ____ расм , ____ жадвал ва ____ фойдаланилган адабиётлар ва иловадан иборат.

Annotation

Master's thesis is based on producing practical and theoretical matters of creating laboratory complexes on researching railway mechanism microprocessor devices. In dissertation working with microcontrollers of Microchip company's PIC family, installing programmes to them, matters of working with peripheral devices are explained. Working in the atmosphere of MPLAB programme and ways of downloading programmes to microcontrollers are shown.

Dissertation work consists of ____ pages, ____ photos, ____ table and ____ literature list with the name.

МУНДАРИЖА

	Кириш.....	5
I БОБ.	.Фан бўйича лаборатория ишлари ривожининг ҳолати ва истиқболлари.....	10
1.1.	Микропроцессор техникасини ўрганиш бўйича мавжуд макетлар жорий ҳолатининг таҳлили.....	10
1.2.	Микропроцессор қурилмаларини ўрганиш бўйича лабораторияпрактикумига бўлган объектив зарурият.....	11
1.3.	Микропроцессорқурилмаларини ўрганиш бўйича лаборатория практикунинг таълимий вазифалари.....	12
	I боб бўйича хулоса.....	14
II БОБ.	Виртуаллаборатория ишларини ишлаб чиқиш.....	15
2.1.	Виртуал лаборатория ишларини ишлаб чиқишмасаласини тадқиқ этиш.....	15
2.2.	РІС микроконтроллерларини дастурлаш муҳитини ўрганиш бўйича виртуал лаборатория ишларини ишлаб чиқиш.....	18
2.3.	Микроконтроллерларни аппаратли дастурлаш қурилмасини ўрганиш бўйича виртуал лабораторияни ишлаб чиқиш.....	36
	IIбоб бўйича хулосалар.....	47
III БОБ.	Универсал микропроцессорли модул асосида Microchip РІС микроконтроллерларини ўрганиш бўйича лаборатория ишлари комплексини ишлаб чиқиш.....	48
3.1.	РІС-micro микроконтроллерларининг хотира қурилмаларини ўрганиш бўйича лаборатория ишини	

	ишлаб чиқиш.....	48
3.2.	РІС-місгомикροконтроллерларининг параллел порларини ўрганиш бўйича лаборатория ишини ишлаб чиқиш.....	58
3.3.	РІС-місго микроконтроллерлари таймерларини ўрганиш бўйича лаборатория ишини ишлаб чиқиш.....	66
	Шбоб бўйича хулосалар.....	81
	Хулоса.....	82
	Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.....	83
	ИЛОВАЛАР.....	85

Кириш

Магистрлик диссертацияси мавзусининг асосланиши ва унинг долзарблиги. Давлатимиз раҳбари 2015-йилги давлатнинг ижтимоий-иқтисодий ривожланиши натижалари ва 2016-йилдаги муҳим устувор йўналишлари бўйича ўзининг бошқарув мажлисидаги маърузасида белгилаганидек, бизнинг темир йўлчиларимиз олдида бу йил катта вазифалар турибди. 2016-йилда Ўзбекистон ҳудуди бўйлаб ички ва халқаро юklar транзитини ишончли таъминлайдиган такомиллашган транспорт тизими ва логистикаси ишини изчил давом эттириш керак. Бугун республикада транспорт потенциалининг келажакдаги тараққиёти бўйича, мамлакатнинг сиёсий ва иқтисодий мустақиллиги мустаҳкамланишига имкон берадиган, унинг дунё ҳамжамиятидаги фаол интеграциясини таъминлайдиган, мақсадга йўналтирилган чора тadbирлар олиб борилмоқда. Хусусан, мамлакат ичида янги темир йўл линиялари қурилиши, амалга оширилади, темир йўл участкалари асосий транзитида электрификация ва қайта таъмирлаш ишларини олиб бориш, йўловчилар талабига биноан ташишнинг қисқа ва қулай йўлларини ва янги маршрутлар ташкил қилиш, ҳаракатдаги таркибнинг янгиланиши ва модернизацияси амалга оширилади.

Темир йўлларбугун нафақат биз ва бизнинг юklarни мўлжалланган пунктга олиб боради, балки шаҳарлар ва халқларнинг тақдирини бирлаштиради. Темир йўл транспорти қўшни давлатлар билан иқтисодий алоқаларни амалга оширишда қанчалик аҳамиятли рол ўйнамасин, худди МДХ давлатлари қатнашчилари билан бўлгани каби компания темир йўл транспорти ҳудудларида икки томонлама розиликка эга бўлади, шунингдек узоқ чет давлатлар билан ҳам. Бундан ташқари «Ўзбекистон темир йўллари» БМТ нинг Ўрта Осиё ва Осиё тинч океани ҳудуди (UNESCAP) учуниқтисодий ва ижтимоий кенгаши, Темир йўллар ҳамкорлик ташкилоти (ОСЖД, Варшава), МДХ ва Балтия мамлакатлари, Финляндия,

Болгария иштирокидаги темир йўл транспорти ташкилоти аъзоси ҳисобланади.

Микроэлектроника ривожининг замонавий босқичида темир йўл транспорти бошқарув вазифаларида микропроцессор ва микроконтроллерлар, автоматлаштириш ва сигналларни қайта ишлашни қўллашга қизиқиш ўсиб бормокда. Микропроцессорларда худди мураккаб микроэлектрон қурилмалардаги каби муҳандислик ва илмий ғояларнинг энг илғор ютуқлари мужассамланган. Шунинг учун микропроцессорли техника (МПТ) каби гуркираб ривожланаётган, доимий такомиллаштиришни талаб қилаётган илмий ҳудудни ўрганиш, фойдали илмий техникавий ҳудудлар билан танишув ва томчилаб йиғилган билимлар билан тўлдирилиши муҳим вазифадир. Микропроцессорлардан фойдаланиш билан профессионал боғланган замонавий мутахассис масаласини амалий жиҳатдан фойдали ҳал этиш учун қурилма асоси микропроцессорли қурилмаларнинг элементларини функциялаштирилиши ҳақида нафақат тассаввурга эга бўлиши, балки батафсил тизимлар яратиш жараёнига маданий ёндашиши ҳам керак. Шундай қилиб тузатилган аппарат дастури комплекси (ТАДК) ни ишлаб чиқиш, тажриба стенди сифатида фойдаланиш, талабаларни муҳандислик вазифаларини ҳал этишда ижодий имкониятларини ривожлантиришга имкон беради. КИС ва ЖКИС ларга қуйидагиларни оид деб топиш мумкин: микропроцессор мажмуалари ва микроконтроллерлар, дастурланадиган логик матрицалар ва баъзавий матрицали кристаллар, аналог рақамли ва рақам аналогли ўзгартиргичлар, шунингдек эслаб қоладиган қурилмалар. Булар структурали қурилишда қийин ва интегралли компонентлар функционал тушунчасида кўрсатилган тизимларда кенг қўлланилади ва уларнинг тузилишида асосий бўлиб келади.

Бироқ рақамли электроникани ўрганиш, айниқса у асосида тизим лойиҳалаштирилишини ўзлаштириш, интеграл қурилмаларни микросхемотехника ва системотехникалар билан бошлаш

қийинэканлигини кўрсатади. Шунинг учун биринчи навбатда, рақамли электрониканинг у қадар мураккаб бўлмаган функционал узеллари иши алгоритмларини ва ички қурилмаларини ўрганиш талаб этилади.

Малакали мутахассисларни замонавий лаборатория базасисиз тайёрлаш имкони бўлмай, бундай базада талабалар нафақат олган назарий билимларини мустаҳкамлаш, балки амалий тадқиқот кўникмаларига ёки ишлаб чиқариш тажрибаларига, хомашё саноати компонентлари ва уларнинг вазифалари тизими синов муддати ва лойиҳалаштириш малакасига эга бўлишлари мумкин.

Бироқ, деярли барча фанлар бўйича ўқув лабораторияларини яратиш замонавий ускуналарни харид қилиш, амалий тажрибалар ўтказишда юқори малакали шахсларни тайёрлаш режасини ишлаб чиқиш ва уларга хизмат кўрсатиш ва меҳнатига ҳақ тўлаш учун каттагина молиявий маблағ талаб этади. Давлат таълим муассасаларининг мавжуд молиявий таъминотида институт лаборатория базасини анъанавий усуллар ёрдамида янгилаш иши ўнлаб йилларга чўзилиб кетиши мумкин. Шу билан бирга фан ва техника, турли тармоқларнинг ривожланиш суръатлари ушбу тармоқдаги янгиликларни ўқув жараёнида узлуксиз ва жадал кузатиб бориш масаласини кўтариб чиқмоқда.

Етарлича катта бўлмаган муддатларда қабул қилинган молиявий маблағлар асосида кўриляётган муаммоларни ҳал этиш учун замонавий лаборатория базаларини яратишнинг ҳақиқий имконияти мавжуд.

Тадқиқот объеклари ва предмети. Тадқиқот объекти Microchip Technology Incorporated компаниясининг 8 разрядли PIC16F873A микроконтроллерларини ўрганишга бағишланган ишлаб чиқиляётган лаборатория ишлари мажмуи ҳисобланади. Тадқиқот предмети лаборатория ишини бажариш учун мўжалланган микроконтроллерларни ўрганиш бўйича универсал лаборатория стенди ҳисобланади.

Тадқиқот мақсади ва вазифалари. Ишнинг мақсади микропроцессорли қурилмаларни ўрганиш ва уларни методик

таъминланишини ишлаб чиқиш бўйича тажриба ишлари мажмуасини яратиш ҳисобланади.

Бу мақсадга эришиш учун қуйидаги вазифалар бажарилиши керак:

Фан бўйича лаборатория ишлари ҳолати ва тараққиётини кўриб чиқиш;

Микроконтроллерларни ўрганиш бўйича мавжуд лаборатория макетлари ва стендларини кўриб чиқиш;

MicroChip PIC микроконтроллери ишини ўрганиш бўйича лаборатория ускуналарининг функционал схемасини кўриб чиқиш;

MPLAB муҳитида лаборатория ишини ишлаб чиқиш;

Илмий янгилиги. Ишнинг янги натижалари янгидан ишлаб чиқиладиган лаборатория ишлари ва улар бўйича темир йўл автоматикаси микроэлектрон техниканиси ўрганишга бағишланган услубий кўрсатмаларни ишлаб чиқиш ҳисобланади;

Тадқиқот асосий масалари ва фаразлари. Тадқиқотнинг асосий масалалари замонавий илғор педагогик ўқитиш технологияларидан фойдаланган ҳолда, микроконтроллерларни ўрганиш бўйича лаборатория методик мажмуасини ишлаб чиқишдан иборат. Ишлаб чиқилган лаборатория мажмуаси асосида талабаларга билим бериш сифатини ошириш ва олинган билимларни мустақил тарзда чуқурлаштириш ва мустаҳкамлашга ҳизмат қилади.

Мавзу бўйича қисқача адабиётлар шарҳи (таҳлили). “Таълим тўғрисидаги”ги Қонун, “Кадрлар тайёрлаш Миллий дастури”, Президент И.А. Каримовнинг асарлари ва нутқларидаги олий таълимни янада ривожлантириш бўйича кўрсатмалари, замонавий инновацион педагогика асослари, илғор педагогик ва замонавий ахборот технологиялари, мультимедия дастурий таъминоти, фанларнинг ўқув-услубий мажмуалари, ўқув модулларини яратиш масалаларига бағишланган меъёрий, илмий, ўқув адабиётлари ҳамда илмий-техник ва илмий-услубий даврий нашрлар, шунингдек Интернет материалларидан фойдаланилди.

Тадқиқотда қўлланилган методиканинг тавфсифи. Замонавий педагогиканинг услуб ва усуллари, илғор педогогик ва замонавий ахборот технологиялари, электрон ўқув ресуслари, компьютер ва компьютер тармоқлари учун мультимедия дастурий таъминот бўйича мавжуд ишланмалари тадқиқотда қўлланилган.

Тадқиқот натижаларининг назарий ва амалий аҳамияти. Замонавий илғор педогогик технологияларни қўлланган ҳолда, назарий маълумотларни мустаҳкамлашга имкон берувчи лаборатория ишларини йўлга қўйиш, микроэлектрон техника иши бўйича талабалар билан кўникма ва маҳоратга эга бўлиш;

Диссертация тадқиқоти натижалари - "Темир йўл автоматикаси ва телемеханикаси микропроцессор қурилмалари ва бошқарув тизимлари" фанидан лаборатория ишини бажариш бўйича замонавий лаборатория мажмуасидир.

Иш тузилмасининг тавсифи. Магистрлик диссертацияси кириш, учта боб, хулосалар, фойдаланилган ва ўрганилган адабиётлар рўйзати ҳамда иловалардан ташкил топган.

Биринчи бобда микроконтроллерларни ўрганиш бўйича лаборатория ишларини ривожланиш истикболлари ва ҳолати кўриб чиқилади; Иккинчи бобда виртуал лаборатория ишларини ишлаб чиқиш амалга оширилади; Учинчи бобда универсал микропроцессорли модул асосида Microchip PIC микроконтроллерларини ўрганиш бўйича лаборатория ишлари жамланмасини ишлаб чиқиш ишлари олиб борилади. Ишда баён этилган асосий натижалар муаллиф томонидан мустақил бажарилган.

Иш апробацияси ва нашр этилганлиги. Диссертация ишининг алоҳида қисмлари ТошТЙМИ нинг илмий техник конференцияларида, шунингдек “Темир йўл транспорти автоматика ва телемеханика” кафедраси йиғилишларида вақти-вақти билан маъруза қилинди. Диссертация иши бўйича учта иш босиб чиқарилган ва фойдаланишга топширилган.

I боб.Фан бўйича лаборатория ишлари ривожининг ҳолати ва истиқболлари

1.1. Микропроцессор техникасини ўрганиш бўйича мавжуд макетлар жорий ҳолатининг таҳлили

Бугунги кунда ўқув жараёнида микропроцессор техникаси билан боғлиқ фанлар бўйича лаборатория машғулотларини ўтказиш учун техник ускуналар фондини янгилаш муаммоси мавжуд: стендлар ва асбоблар маънавий эскириб,тўзимоқда,замонавий ускуналарни харид қилиш эса кўп маблағ ва меҳнат талаб қилади.

Тошкент темир йўл муҳандислари институтининг «Темир йўл транспортида автоматика ва телемеханика» кафедрасида микропроцессорқурилмаларини ўрганиш учун мўлжалланган бир қатор стендлар ва макетлар мавжуд. Аммо улардан кўпчилиги ҳозирга келиб маънавий эскирган ва баъзилари ишламайди.

Кафедрада 580 серия микропроцессорларини ўрганишга қаратилган лаборатория тренажерлари бўлиб, бироқ уларнинг бари ишламайдиган аҳволда;

Қуйидагилар йўқ: Microchip PIC18, PIC24 ва PIC32 замонавий микроконтроллерлар оиласини ўрганиш бўйича лаборатория тренажерлари; ОХҚ (ОЗУ) ва ДХҚ (ПЗУ) ларни ўрганиш бўйича лабораториямакетлари; Microchip PIC16F873A микроконтроллерларини ўрганиш бўйича лабораториястендлари.

Кафедранинг ўз кучи билан лабораторияускуналарини ишлаб чиқиш муаммони ҳал қилиши мумкин. Бу йўналишлар осон эмас, албатта, аммо олинган ускуналар институт таълим дастурларининг барча талабларига мувофиқ бўлар эди.

1.2. Микропроцессор қурилмаларини ўрганиш бўйича лаборатория практикумига бўлган объектив зарурият

Лаборатория практикуми – табиий-илмий, умумий касб-хунар ва махсус тайёргарликнинг потенциал жиҳатдан энг аҳамиятли ва самарали компоненти бўлиб, у реал ускуналарда ишлаш кўникмаларига эга бўлишга қаратилган техника ва технологиялардан иборат бўлиб, бўлғуси мутахассис ўз амалий фаолиятида бу каби ускуна аналогларида ишлашига тўғри келади [9].

Лаборатория практикуми ихтисослаштирилган ўқув лабораторияларида ўтказилади. Мазкур машғулот турининг самарадорлиги кўп жиҳатдан таълим муассасасининг қуйидаги имкониятлари билан белгиланади:

ўқув лабораторияларини замонавий ускуналар билан жиҳозлаш;

лаборатория ишлари тажрибаларида ўрганиш объектларини ва улар мазмунини танлаш;

ишларни бажариш самарали технологияларини амалга ошириш ва ҳ.к.

Сўнгги пайтда, компьютерда моделлаштирувчи тизимларнинг кенг татбиқ этилишига боғлиқ равишда лаборатория ишларини физика лаборатория стендларида бажариш каби анъанавий шаклини сақлаб қолиш-қолмаслик масаласи фаол муҳокама қилинмоқда. Айниқса бу кўпинча механик маятник, транзистор, электр занжир ва шу каби содда объектларга оид бўлиб, улар учун мавжуд математик моделлар ўрганилаётган жараёнларни адекват баён этадилар. Шунга боғлиқ равишда қимматбаҳо, қўпол, аксарият ҳолларда кўп энергия талаб қиладиган ва мураккаб физика лаборатория стендларидан тўлиқ воз кечиш таклиф этилмоқда.

Бироқ, ўқув тажриба тадқиқотини қўйиш заруратини ўрганиш объектининг мураккаблиги ва унинг математик модели бор-йўқлиги эмас, балки буни техник, муҳандис, илмий ходимни тайёрлаш стратегияси тақозо этади. Техник адабиётларни ўқиш, электр ва монтаж схемаларини,

конструкторлик хужжатларини тушуниш, текширув ва лойиҳа ҳисоб-китобларини ўтказиш маҳорати, моделлаштириш аппаратида фойдалана олиш каби кўникма ва маҳоратлар билан бирга бўлғуси мутахассис мажбурий тартибда муҳандислик тажрибасини қўйиш ва ўтказиш техникасини ўрганган бўлиши шарт. Бусиз техника ва технологиялар соҳаси мутахассиси бўлиш жуда қийин. Ахир у янги физик жараёнларни ўрганиш учун тадқиқотчилик ускуналари, янги яратилган техник маҳсулотлар сифатини баҳолаш учун лаборатория стендлари яратиши, заводнинг туркумли маҳсулотини қабул қилиш-топшириш синовлари учун технологик стендлар яратиши керак бўлади.

Айнан оддий ва турли-туман ўқув объектларида ўқувчи, талаба муҳандислик тажрибасини қўйиш маҳоратини эгаллаши ва бу маҳоратни ўз амалий фаолиятида модели баёни мавжуд бўлса ҳам, анча ноаниқ бўлган янги ва мураккаб объектларни яратишда омилкорлик билан қўллаши талаб этилади. Бу ҳолда тажрибани йўлга қўйишда тажриба маълумотларига кўра математик моделнинг тузилмаси ва параметрларини белгилаш ва аниқлаштириш асосий вазифа бўлиб, яъни математик модел тузилмаси ёки параметрларини идентификациялаш масаласи ҳал қилинади [5].

1.3. Микропроцессор қурилмаларини ўрганиш бўйича лаборатория практикумининг таълимий вазифалари

Лаборатория практикумига қуйидаги муҳим вазифалар юкланади:

Олинган назарий билимларни амалда мустаҳкамлаш. Физик жараённи унинг математик баёни орқали тушуниш бир нарса бўлса, реалтехник қурилмада унинг намоён бўлишини кўриш бутунлай бошқа ҳодиса. Фақат ана шундай бирлик ўрганилиш объекти тўғрисида тўлиқ ва яхлит тасаввур ҳосил қилишга кўмаклашиши лозим. Тажриба ҳамиша ҳақиқат мезони бўлиб келган.

Реал ускуналар билан мустақил ишлаш кўникмаларига эга бўлиш.

Бу бўлғуси касбнинг турли ўқув фанларини ўрганишда мунтазам амалга оширилганида, аста-секин танланган касбга, соҳага кириб бориш ҳисси пайдо бўлади, «темирга қўл теккизиш»дан кўрқув ҳисси йўқолади.

Муҳандислик экспериментини режалаштириш ва уни қўйиш. Уни нимадан бошлаш керак? Қандай натижаларни кутиш лозим? Қайси параметрларнива қай кўламда ўзгартириш талаб этилади? Қайси чиқиш кўрсаткичлари ва қандай аниқлик ва тезлик билан назорат қилиниши керак? – мана шу саволларни мустақил амалий фаолиятда ҳал қилиш керак бўлади.

Тажриба ўтказиш учун ускуналарни танлаш. Зарур ускуналар ҳамиша ҳам қўл остида бўлавермайди. Уни нима билан алмаштириш мумкин ва бу алмаштириш тўлақонли, мақбул бўла оладими? Танлаш имконияти анча катта бўлганида, иқтисодий мақсадга мувофиқлик масалалари келиб чиқади. Танлай ола билиш керак ва буни ҳам ўрганиш талаб этилади.

Тажриба натижаларига ишлов бериш ва уларни изоҳлаш. Тажриба ўтказишнинг ўзи – анча қиммат бўлса ҳам, ҳали ишнинг ярми холос. Бироқ натижаларда ҳақиқат топа олмасангиз, сарф-харажатлар зое кетади. Ҳақиқат эса шовқин ва ҳалақитлар ортида «яшириниб», уни танлашда адашиш ҳеч гап эмас. Шундай бўлиб чиқмаслиги учун, тажриба натижаларига статистика ишлови беришнинг замонавий математик услубларини ўрганиб олиш керак.

Назарий таҳлил натижаларини тажриба маълумотлари билан солиштириш. Бу муҳандислик тажрибасидаги энг муҳим ва энг мураккаб вазифа бўлиб, тажриба айнан шу мақсад учун мўлжалланган. Тажриба ўтказувчи тадқиқ этилаётган физик жараён хусусида бошланғич тасаввурга – бошланғич математик моделга эга бўлиши шарт. Хўш, у қанчалик тўғри? Агар унча тўғри бўлмаса, у ҳолда тажриба натижаларига кўра унга тузатиш, тўғрилаш киритиш мумкинми? Ана шунда

тажриба(эксперимент)мақсади ва унга кетган харажатлар ўз-ўзини оқлайди.

Идеал таълим жараёни вазиятида ўқув материални ўзлаштириш самарадорлигини ошириш мақсадида ўқув фани доирасидаги ҳар бир ўрганилиш объекти назарий, амалаий, модели ва тажрибавий тадқиқ этишининг барча зарур компонентлари билан мажбурий тартибда таъминланиши шарт. [6]

I боб бўйича хулоса

Юқорида келтирилган масалаларнинг натижалари бўйича яратилаётган темир автоматикаси ва телемеханикаси микропроцессор қурилмаларини ўрганиш бўйича лаборатория мажмуасини яратишда қўйиладиган асосий талаблар ажратиб олинди. Бунда энг асосий эътибор илғор педогогик ўқитиш технологияларини қўллаган ҳолда методик кўрсатмалар мажмуасини ишлаб чиқиш зарурияти таҳлил қилинди. Микропроцессор қурилмаларини ўрганиш учун зарур бўлган лаборатория жихозлари, макетлари ва стендлари тузилмаси, улар билан ишлаш кўникмалари ҳақида баён этилди.

II боб. Виртуаллаборатория ишларини ишлаб чиқиш

2.1. Виртуаллаборатория ишларини ишлаб чиқишмасаласини тадқиқ этиш

Виртуал лаборатория практикуми—лаборатория машғулотларини ўтказишнинг тараққий этаётган илғор турларидан бири бўлиб, унинг моҳияти реал лаборатория тадқиқотини ўрганилаётган физик жараёнларни ўқувчининг лаборатория ускуналари билан виртуал ишлаши асосидаги математик моделлаштириш билан алмаштиришдан иборат бўлади. Қўлланилаётган дастурий воситалар муҳитига боғлиқ равишда реал объектлар билан ишлаш яхши иллюзиясини яратиш мумкин.

Виртуал лаборатория практикумларининг икки принципиал кўринишини фарқлайдилар:

- буткул моделилаборатория практикуми, у бошидан тормоз ускуналари натижалар олинганга қадар универсалёки махсус ишлаб чиқилган компьютер моделлари воситасида рўёбга чиқарилади;
- тўлиқ натурадаги лаборатория практикуми, у ўз постановкасида модели воситаларга таяниб, натижалар эса реал амалга оширилган тажрибалар маълумотлар базасидан олинади.

Замонавий имитацион компьютер моделлари имкониятлари реал ускуналар билан ишлаш ҳақиқий ҳиссини, иллюзиясини яратади. Бундай ёндашувнинг ижодий жиҳати бўлиб, у ҳар бир таълим олаётганга ўз индивидуализодий имкониятларини намоён қилишга йўл очиб беради. Виртуал лабораторияга кириб, виртуал асбоблар ва ускуналар танлаб олиш, виртуал стендда ўз индивидуал вазифасига кўра тажриба схемасини йиғиш, турли берилган параметрлар ва чеклашлар билан тадқиқ этилаётган физик жараённинг изланиш моделлаштирилишини ўтказиш, узундан-узоқ ҳисоб-китоблар ва график қуришларга куч сарфламай, тадқиқот натижаларига ишлов бериш мумкин бўлади.

Маълумотлар базасидан реал тажрибалар натижаларини олиш таълим жараёнига бирор янгилик киритмайди, чунки таълим олаётган шахс лаборатория ускуналарининг айнан ўзининг, ҳатто улар нотўғри бўлса ҳам, ҳаракатларига нисбатан реакциясини кўриши, сўнг уни қайта фикрлаб, тузатишлар киритиши ва такрорий тажриба ўтказиши зарур. Бироқ унинг ҳар қандай ҳаракатларига жавобан компьютер тизими тажрибали ўқитувчи томонидан олинган битта-юбитта тўғри жавобни «тўғри келтириб» қўйганида эса, талаба унга таълим беришмаётганини, балки “чиройли алдашаётганини” англаб етади ва ечимни излаш каби ижодий жараённи қизиқишини йўқотади.

Шундай қилиб, ўрганилаётган физик жараёнларни компьютерда моделлаштириш замонавий таълим жараёнининг мажбурий таркибий қисми бўлиб, аммо у тўлиғича реал лаборатория практикумининг ўрнини боса олмайди.

Масофали лаборатория практикуми—лаборатория машғулотларини ташкил этишнинг истиқболли турларидан бири бўлиб, у очик техник таълим тизимида мустақил ўқитиш учун тавсия этилади. Унинг моҳияти узокдаги фойдаланувчиларнинг компьютер тармоқлари бўйича мутахассислар тайёрлашнинг базавий ресурс марказларида жойлаштирилган автоматлашган ўқув стендлари (комплекслари) жамоавий фойдаланишларини таъминлашдан иборат.

Шу типдаги лаборатория ускуналари ва дастурий-методик воситалар таълим олаётган шахснинг индивидуал вазифасига кўра кўплаб муқобил вариантлар ичидан ўрганиш объектини танлаш, унинг параметрларини сошлаш, берилган схемани ва тажрибани ўтказиш режимларини конфигурациялаш, тажриба натижаларига ишлов бериш ва уларнинг қатъий математик баҳосини амалга ошириш имконини берадилар. Бу ерда лаборатория практикуми зиммасига қўйилган таълим функциялари мажмуи тўлиқ ҳажмда амалга оширилади.

Масофали лаборатория практикуми оппонентлари ўрганилаётган реал объект ва барча лаборатория ускуналари билан ўқувчи ўртасида бевосита жисмоний контактнинг иложи йўқлигини унинг асосий камчиликларидан бири деб кўрсатадилар. Бундан келиб чиқиб, лаборатория практикумининг асосий таълим функцияларидан бири –реал ускуналар билан мустақил амалий ишлашнинг кўникмаларига эга бўлиш каби функциясига риоя қилнмайди. Шу масала юзасидан баъзи эътирозларимиз бор:

ўрганилаётган объект билан тўғридан-тўғри жисмоний контакт асосан тренажерларда муҳим бўлиб, бу ерда у мураккаб қўл ёрдамида (масалан, автомобилни) бошқаришда ҳаракатлар координациясини яхшилаш учун объектив тарзда зарур ҳисобланади. Аксарият ҳолларда объектни билишда (ўрганишда) тўғридан-тўғри контакт деярли ҳеч нарса бермайди. Ўрганилаётган физик жараёнлар (электр, магнит, иссиқлик гидродинамика б.), одатда, объектнинг ташқи қобиғи ортида яширин ва уларни инсоннинг сезги органлари орқали бевосита ҳис қилиб бўлмаслиги сабабли, тўғридан-тўғри контакт фойдасиз бўлади;

дастлабки автоматлаштириш воситалари пайдо бўлганидан кейин бошқариш оператори аста-секин объектни бевосита бошқариш контуридан чиқарилиб, вақт ўтиши билан унинг ўрнини бошқарувчи машина эгаллади, чунки оператор сезги органлари ва реакцияси бошқаришнинг сезуачанлик, аниқлик, тез ҳаракат қилиш ва кўп каналлилиги талабларига жавоб бермай қўйди. Шу сабабли масофадан туриб бошқариш шаклларига ўтиш билан операторни (экспериментаторни) бошқарув (ўрганиш) объектидан узоқлаштириш жараёни даврнинг объектив талабларидан бири бўлиб келади;

замонавий саноат ишлаб чиқариши автоматлашган бошқарув тизимлари асосига қурилган. Муҳандис-технолог технологик жараёнларни бевосита цехда эмас, балки диспетчерлик хонасидан туриб назорат қилади. Реал ишлаб чиқаришни масофали мониторинг қилиш унинг асоси бўлиб, техник ускуналарни масофадан туриб бошқариш технологияларини

мустаҳкам эгаллаган мутахассисларни тайёрлаш долзарб вазифалардан бирига айланиб бормоқда.

Мавжуд лаборатория практикумлари билан ўтказилган таҳлил кўрсатишича, деярли ҳар бир таълим муассасасида объектив зарур эмас, балки тасодифий тарзда шакллантирилган, техник мутахассисларни тайёрлаш бўйича ягона давлат тизимини амалга ошириш имконини бермайдиган лаборатория базасидан фойдаланилиб, у техник мутахассислар тайёрлашнинг ягона давлат тизимини амалга ошириш имконини бермайди. Объектив равишда лабораториятадқиқотлари ўтказиш ҳамда концепция киритилиши ва янги авлод лабораторияускуналарининг татбиқ этилишини тартибга соладиган меъёрий ҳужжатларни яратиш амалиётини қайта кўриб чиқиш зарурати юзага келмоқда.

2.2. PIC микроконтроллерларини дастурлаш муҳитини ўрганиш бўйича виртуал лабораторияишларини ишлаб чиқиш

Виртуал лабораторияиши Windows иловаси базасида MPLAB ихтисослашган дастурий пакетидан фойдаланган ҳолда амалга оширилган. Ушбу ишни бажаришда ўқувчилар микропроцессорли қурилмалар ишининг услубиётини ўзлаштириб олишлари талаб этилади.

Ушбу лабораторияишида микроконтроллер асосидаги рақамли қурилмалар ва тизимларни лойиҳалаштириш ва ишлаб чиқишнинг асосий босқичлари кўриб чиқилиб, шунингдек аппаратлар ва дастурий воситаларни биргаликда созлаш услублари обзори келтирилади.

Мазкур лаборатория иши 4 соатга мўлжалланган ва «Темир йўл транспортида микропроцессорли қурилмалар ва бошқарув тизимлари» фани дастури мазмунига мос келади.

Мазкур лаборатория иши учунқуйидаги тизимли талабларга эга бўлиш зарур:

процессор - PIV 1.8 МГцдан юқори;

ОХҚ (ОЗУ) - камида 256 МБ ;

эркин бўшлиғи бўлган қаттиқ диск - камида 100 МБ;

тармоқ адаптери 10/100 Мб/с;

принтер.

Керакли (исталган) дастурий талаблар:

NT оиласига мансуб ОС MS Windows;

MSOffice: MSWord, MSExcel дастурлар пакети;

Талаб қилинган ОС дистрибутиви таркибига кирган "Блокнот" дастури;

MS Internet Explorer версияси—камида 6.0.

MPLABIDE 8.0 ихтисослашган дастурий муҳити

Интеграциялашган MPLAB ишлаб чиқиш муҳитини ўрганиш

Ишдан мақсад: ОМТ бўйича лаборатория макети ва MPLAB ишлаб чиқиш муҳити билан танишиш.

ОМТ бўйича лаборатория макети ўз ичига PIC16F873A микроконтроллери асосидаги кўргазма платасини, PICkit 2 созлаш-дастурини ва MPLAB дастури ўрнатилган шахсий компьютерни олади. Макетнинг бир корпусида икки комплект аппаратура (икки иш жойи).

Макетнинг тузилиш схемаси 2.1-расмда келтирилган. У PIC16F873A микроконтроллери, унга уланган периферия қурилмалари, PICkit 2 созлаш-дастури ва шахсий компьютердан иборат.

Периферия қурилмалари таркибига қуйидагилар киради:

- SA1 «RESET» тугмачаси (сброс);
- микроконтроллер параллел порти киришларига уланган SA2..SA6 тугмачалари;
- микроконтроллер аналог-рақамли ўзгартиргичи киришига улаб қўйилган потенциометр R1;
- пьезокерамик товуш тарқатгич (чиқаргич) BZ1;

– микроконтроллерпараллелпортининг чиқишларига уланган HL1...HL6 ёруғлик диодлари;

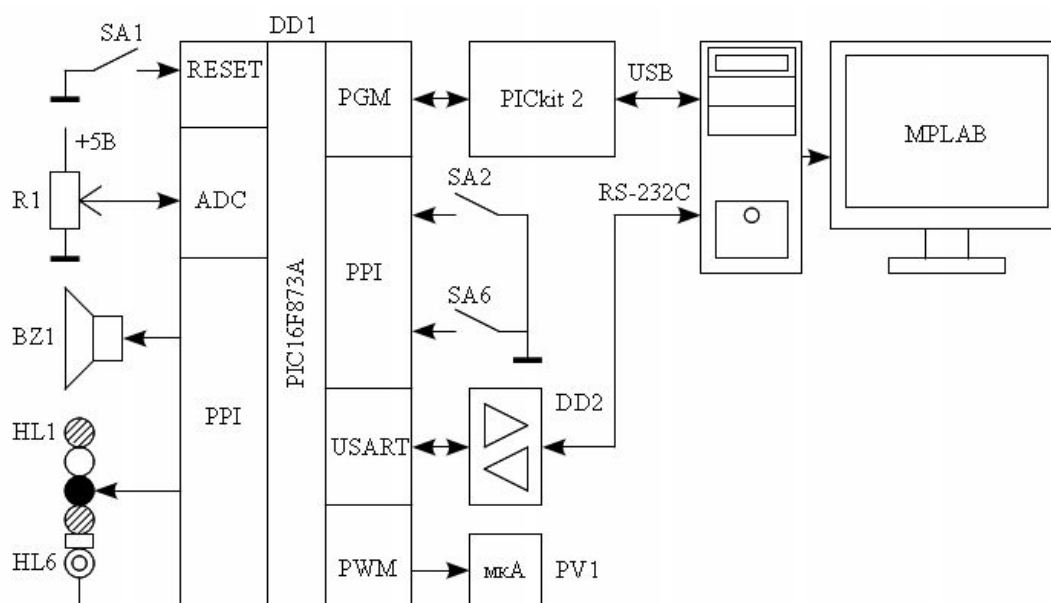
–микроконтроллер кенглик-импульсли модулятори чиқишига уланган PV1микроамперметри;

– олдинма-кетин интерфейс драйвери RS-232C (ILX232Nтипидаги DD2микросхемаси), умикроконтроллер вашасий компьютер олдинма-кетин порти чиқишларидаги сигналлар даражаларини мувофиқлаштириш учун мўлжалланган;

– олдинма-кетин порт бўйича ахборот узатилиши ёки қабул қилинишини индукциялайдиган HL8 «TXD» ва HL9 «RXD» ёруғлик диодлари.

PICkit 2 дастур-созлагич дастурнинг ижро этилаётган иккиталик кодини микроконтроллернинг ички FLASH хотирасига дастурлаш режимида ёзиб олиш ҳамда маълумотларнинг энергияга боғлиқ хотирасини, умумий ва махсус мақсадлар учун кўзланган регистрларни ўқиш, шунингдек дастур ишини созлаш режимида бошқариш учун мўлжалланган.

Принципиал электр схема бевосита макетнинг олди панелида ва 2.1-расмда келтирилган.



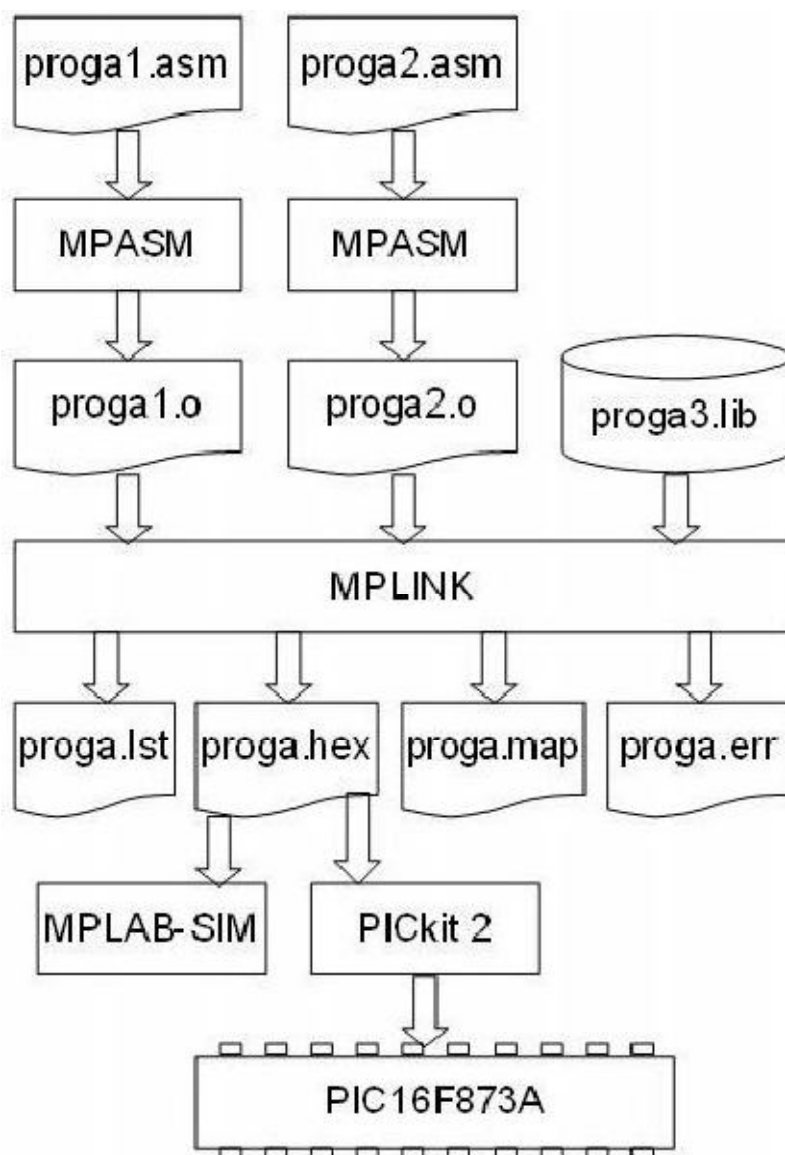
2.1-расм. Макетнинг тузилмавий схемаси

Microchip Technology Incorporated фирмасининг PIC-micro микроконтроллери учунмўлжалланган MPLAB IDE интеграцияланган ишлаб чиқиш мухити дастур матнини ёзиш, мослаштириш ва оптималлаштириш имконини беради. MPLABIDE ўз ичига матн муҳаррири, Ассемблер MPASM тилидан компиляторни, MPLINK объект файлларини компановкаловчи (линковкачи), MPLIB кутубхоналари компановкаловчиси, лойиҳалар менежери, MPLABSIMсимулятори ва бошқа зарур дастурларни олган. Бундан ташқари, MPLABда Microchip фирмаси ва бошқа ишлаб чиқувчилар томонидан ишланган PICkit, MPLAB ICD, MPLAB ICE каби дастурлаш ва созлаш аппарат воситалари билан ишлаш таъминланади. MPLAB да ахборотга ишлов бериш тузилмавий схемаси 2.2-расмда келтирилган. Дастурнинг Ассемблер тилидаги дастлабки матн кўриниши .asm кенгайтмаси билан файлда (файлларда) сақлаб қўйилиши шарт. Дастурни MPASM дастури ёрдамида машина кодларига компиляция қилишда объект файллари .o кенгайтмаси билан генерацияланади. MPLINK компоновкачиси мавжуд объект файлларини ўн олтита рақамли машина кода ва .hex кенгайтмасига эга бўлган файлга бирлаштириб, бундадастлабки дастурнинг ҳар бир фрагментига хотира соҳаси ажратилиб, белги (метка)ларга муайян адреслар берилиши юз беради ва ҳ.к.

Шакллантирилаётган .hex-файлгакутубхона файлларида .lib кенгайтмаси билан сақланаётган дастурнинг тайёр фрагментлари ҳам киритилиши мумкин. .hex-файл дан ташқари MPLINK .lst кенгайтмасига эга бўлган дастурнинг тўлиқ матнига эга бўлган файлни (листинг), .map кенгайтмали дастур хотирасини тақсимлаш режаси бўлган файлни вакомпиляцияда аниқланган хатоликлар тўғрисидаги .err кенгайтмасига эга бўлган файл-ҳисоботни ҳам генерациялайди. Ўн олтита рақамли кодларга асосланган дастур (hex-файл) микроконтроллернинг дастурий имитаторига (симуляторига) жойланиши ёки аппарат программатори ёрдамида бевосита реал микроконтроллернингички FLASH хотирасига киритилиши мумкин.

Лаборатория макетида дастурни созлашнинг ҳар иккала варианты мумкин бўлиб, бироқ симуляторни созлашда микроконтроллерга уланадиган реал қурилмалар билан ишлаш имконияти бўлмайди.

Тайёр объект файлларидан кутубхона модулларини яратиш учун MPLIB кутубхоналар муҳарриридан фойдаланилади.



2.2-расм. MPLAB да ахборотга тузилмавий ишлов бериш

Ассемблёртилидаги дастурнинг бошланғич матни тузилмаси жадвалдан иборат бўлади (2.1-жадв.кар.). Жадвал устунлари оралиқ ёки табуляция рамзлари билан ажратилган бўлишлари шарт. Дастурнинг ҳар бир сатри сохта (псевдо) команда деб номланган, MPASM компилятори

томонидан ассемблер ёки линковкачига директива (кўрсатма)га айлантириладиган битта ассемблер командасига эга. Сохта(псевдо)командалар машина кодларига трансляция қилинмайди.

Биринчи устунда микроконтроллер дастурлари хотирасида мазкур команданинг адресларининг рамзли (символли) белгиланишидан иборат бўлган белги (метка) жойлашади. Белги (метка)албатта ҳарфдан ва сатрнинг бош қисмидан бошланиши керак бўлиб, икки нуқта билан тугаши шарт. Белгилар (меткалар)дастурнинг у ёки бу ерига қулай ишора қилиш, кўрсатиш учун мўлжалланган, масалан қуйидагича ёзиш

GOTO start

ўрнига

GOTO 0x0002

Иккинчи устун ассемблер командасининг (сохта команда) мнемоник кодига эга.

Учинчи устун – мазкур командада ишлов бериладиган маълумотлар, улар операндлар деб аталади. Агар команда бир неча операнддан фойдаланса, бу ҳолда улар вергул билан ажратилади, агар команда операндларни қўлламаса, учинчи устун бўшлиғича қолаверади.

Тўртинчи устун мажбурий эмас ва ўз ичига мазкур командага матнли шарҳни олган. Шарҳ рамз (символ) дан (вергулли нуқта) бошланади. Шарҳ мазмуни компилятор томонидан эътиборга олинмайди ва дастур ишига таъсир кўрсатмайди.

MPLAB замонавий версияларида дарчали интерфейсни қўллаш дастурни яратиш жараёнини анча соддалаштирди. Файлларни зарур форматга ўзгартириш ва тегишли дастурларни чақириш автомат тарзда, деярли дастурчи аралашувисиз рўй беради. MPLAB интерфейсибошқа Windows иловалар интерфейсига ўхшаб кетади ва ўзлаштирилиши осон.

Ассемблер тилидаги дастурнинг дастлабки матнига мисол 2.1-жадвал

Метка:	Мнемокод	Операнды	Комментарии
	#include	p16f873a.inc	
	ORG	H'001'	:начальный адрес программы
			:начало цикла
M100:			:проверка портов
	BTFSC	PORTB,5	:скачек, если нажата кнопка SA2
	GOTO	M210	:переход к гашению HL2
	BSF	PORTC,0	:включаем HL2
	GOTO	M220	:переход к проверке SA3
			
	BTFSC	PORTB,1	:скачек, если нажата кнопка SA5
	GOTO	M320	:переход
	BTFSC	PORTB,0	:скачек, если нажата кнопка SA6
	GOTO	M320	:переход
	BCF	PORTA,3	:выдаем паузу на PORTA,3
M320:	BTFSC	PORTB,5	:скачек, если нажата кнопка SA2
	GOTO	M600	:переход к проверке АЦП
	BTFSC	PORTB,4	:скачек, если нажата кнопка SA3
	GOTO	M600	:переход к проверке АЦП
	BCF	PORTA,2	:выдаем паузу на PORTA,2
M600:			:проверка АЦП и ШИМ
	MOVF	ADRESH,W	:считываем значение с АЦП
	MOVWF	CCPR1L	:переписываем в регистр CCP1
	MOVLW	B'00000101'	:включение и запуск АЦП
	MOVWF	ADCON0	:программируем регистр АЦП 0
			:выдержка времени
	MOVLW	H'FF'	:
	MOVWF	H'20'	:
M940:	DECFSZ	H'20',F	:
	GOTO	M940	:
	GOTO	M100	:конец цикла
	END		

MPLAB асосий дарчасининг скриншоти 2.3-расмда келтирилган.

Инструментлар панелидаматнли меню асосий функцияларини такрорлаб келган олтига гуруҳ тугмачалари бор:

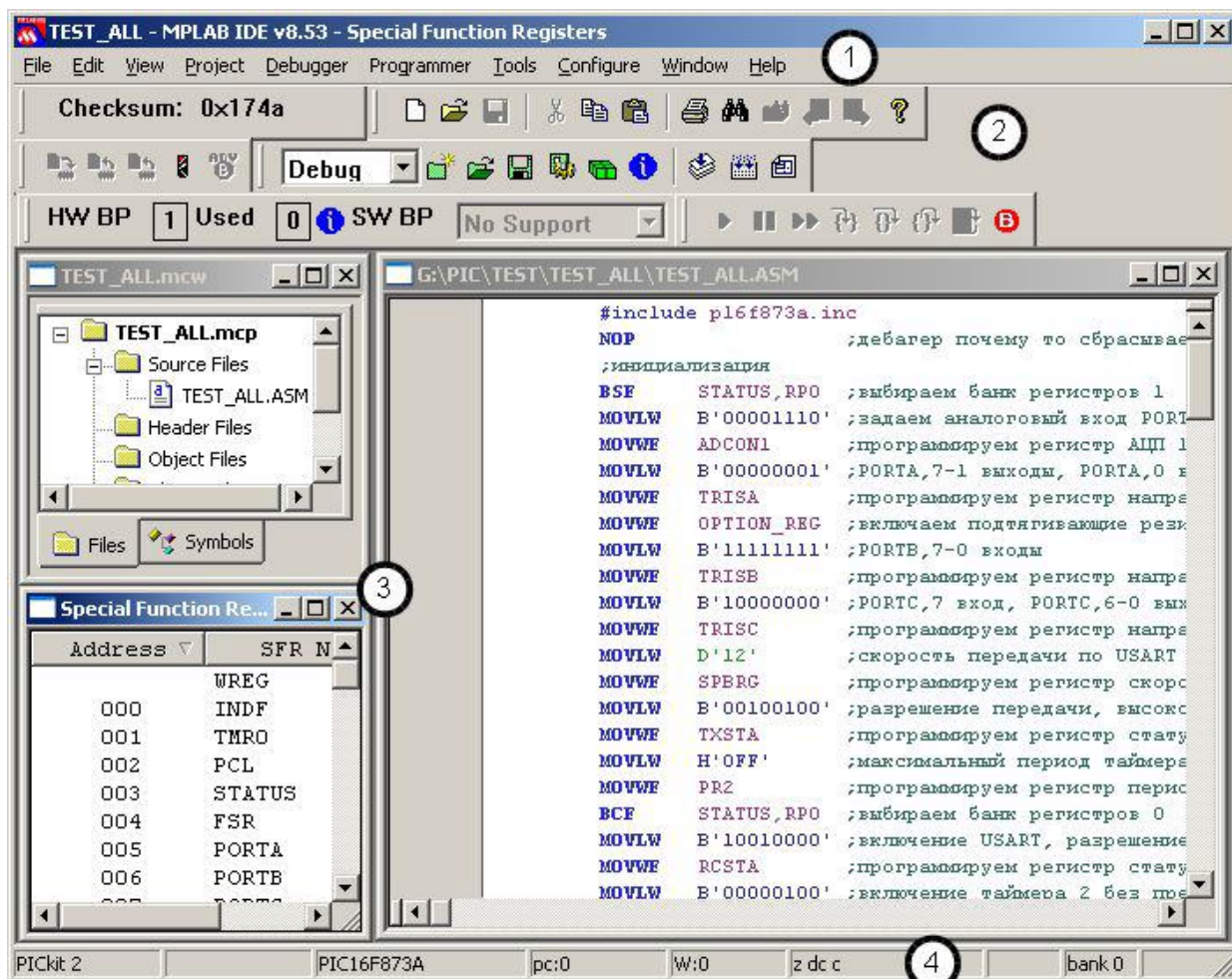
– стандарт тугмачалар, файлларни бошқариш, таҳрир қилиш, чоп этиш каби тугмачаларини ўз ичига олган;

– лойиҳалар менежери;

- назорат суммаси;
- дастурлашни бажаришни бошқариш тугмачаларини ўз ичига олган, созлаш;
- PICkit 2 дастур-созлагични бошқариш;
- дастурни созлашда фойдаланиладиган қурилма ресурслари.

MPLAB асосий дарчасининг ишчи соҳасида очик файлли дарчалар, сузиб чиқадиган менюлар, диалог дарчалари ва бошқа ахборот жойлаштирилади.

Ҳолат сатри тизимнинг жорий созланганлигини ҳамда ишлаб чиқиладиган дастурнинг асосий маълумотларини акс эттиради.



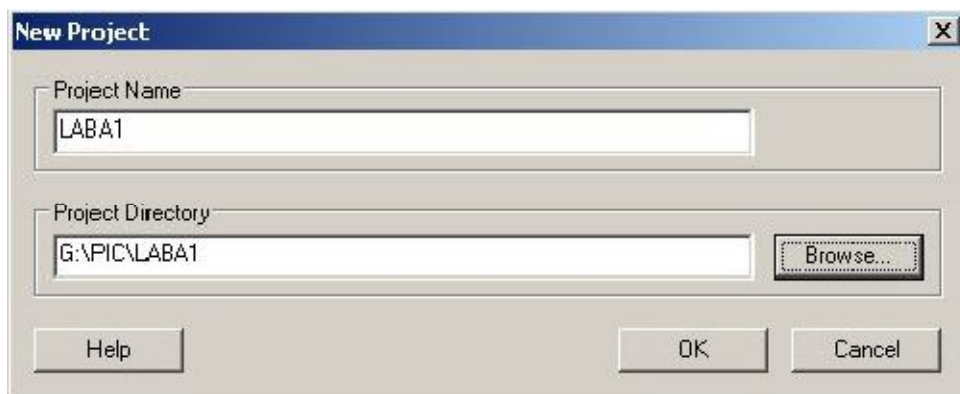
2.3-расм. MPLAB асосий дарчаси: 1 – меню панели, 2 –инструментларпаниели,

3 – ишчи соҳа ва 4 – ҳолат сатри

Ишни бажариш услуги

1. Янги лойиҳани яратиш

Менюдаги *Project* › *New...* банд танлаб олинсин ёки сичқончанинг чап клавишаси билан инструментлар панелидаги тегишли тугмачага чертилсин. Шунда пайдо бўлган, скриншоти 2.4-расмда келтирилган диалог дарчасида дастурнинг номини ва лойиҳанинг ишчи файллари сақланадиган папкага йўл кўрсатилиши шарт. Дастурнинг номини ва папкага йўлни кўрсатишда фақат латинча ҳарфлар, рақамлардан фойдаланиш талаб этилиб, орада бўш жойлар қолдирилмаслиги керак. *OK* клавишасига чертилади.

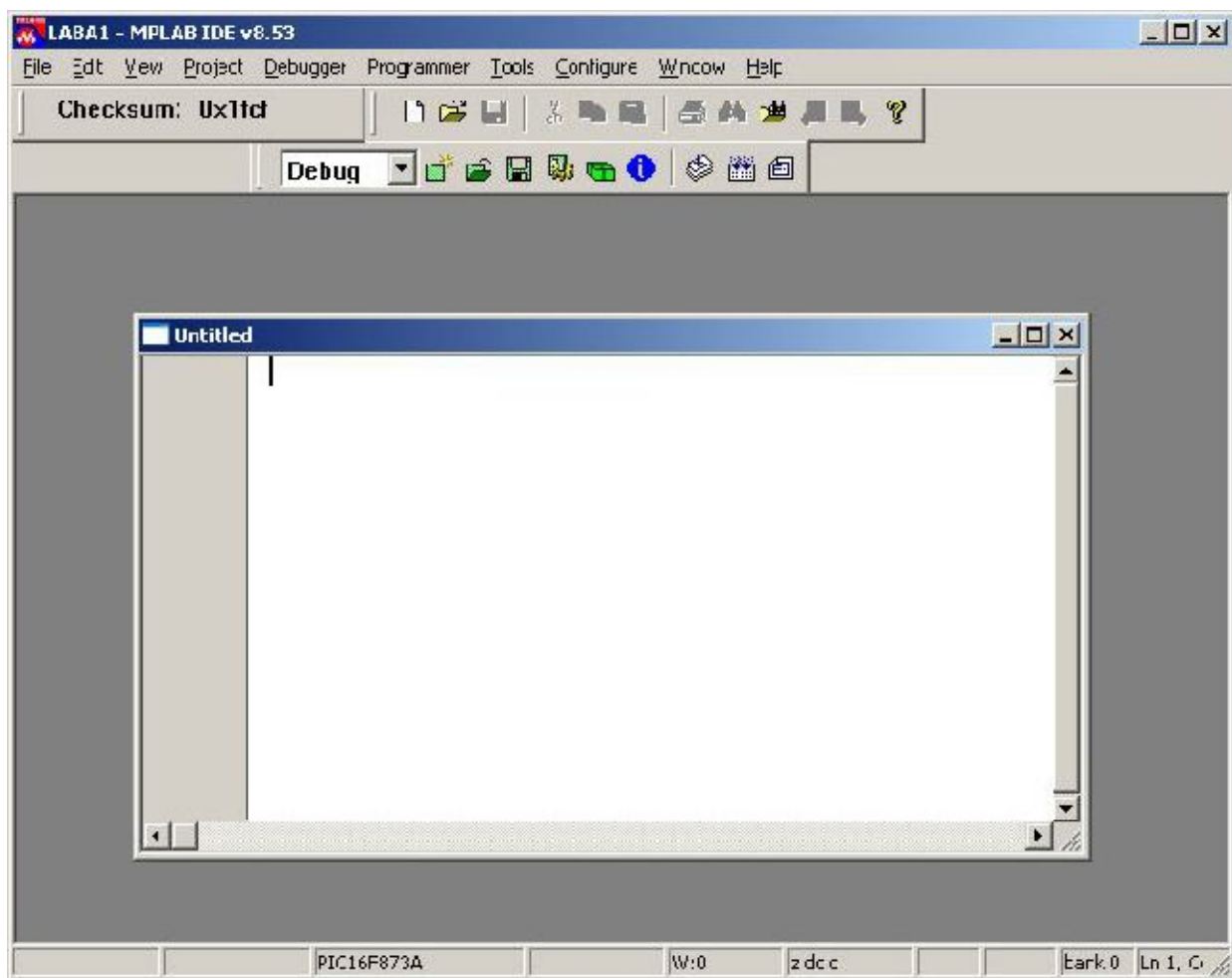


2.4-расм. «Янги лойиҳа» диалог дарчаси

2. Дастурнинг бошланғич матнига эга бўлган файлни яратиш

Менюдаги *File* › *New* банди (пункти) танланиб, ёки инструментлар панелидаги тегишли тугмача босилсин. MPLAB ишчи соҳасида матн муҳаррири дарчаси очилиб (2.5-расмга қар.), унинг ёрдамида ўз дастурининг матнини териш мумкин бўлади. Биринчи лаборатория ишида Windows алмашинув буфери орқали ана шу дарчага, масалан *test_all.asm* файлидан тайёр дастур матнини нусха кўчириб олиш мумкин.

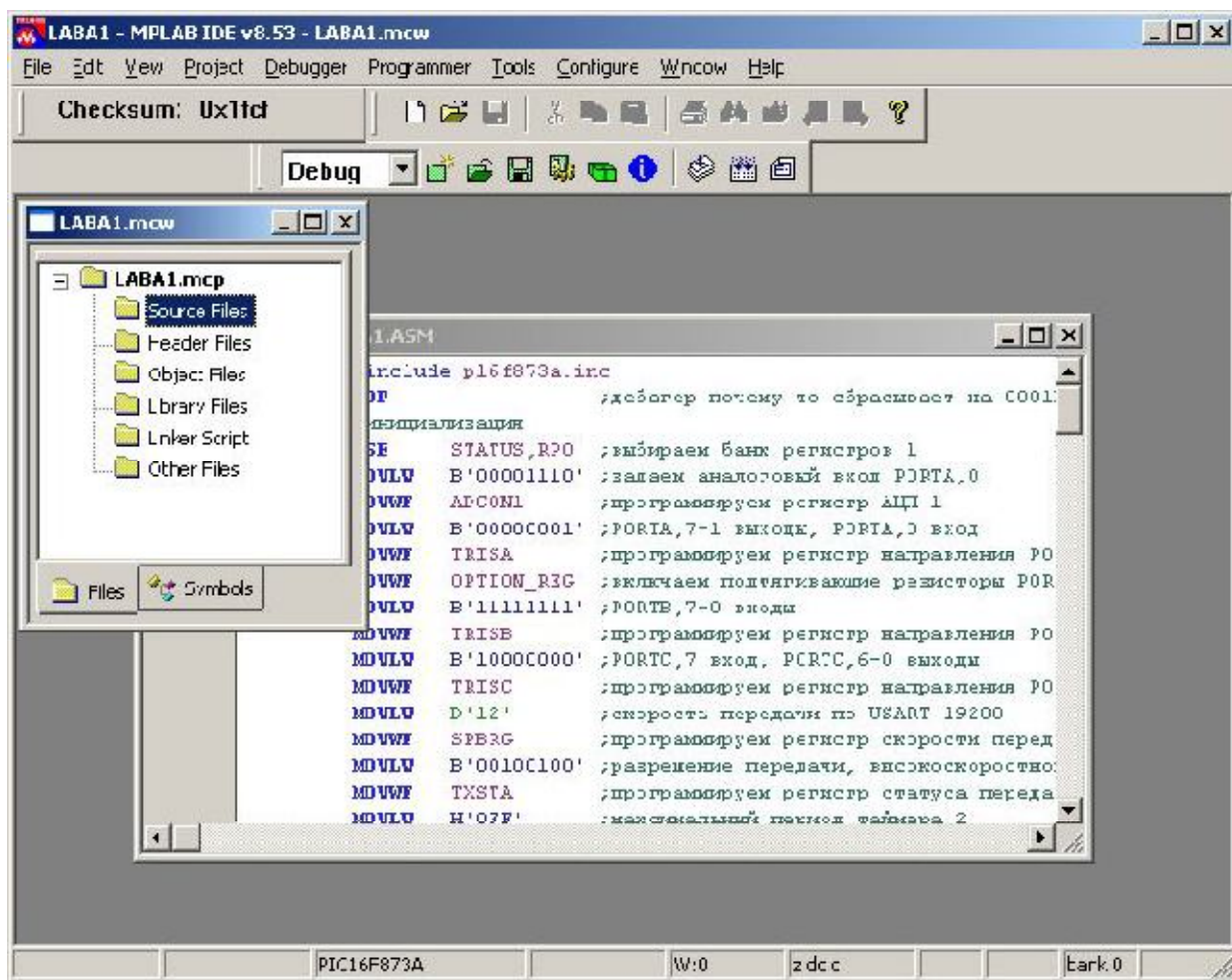
Дастурнинг бошланғич матнини лойиҳанинг ишчи папкасида *.asm* кенгайтиришли файлда сақлаб қўйилсин (*File* › *Save As...*).



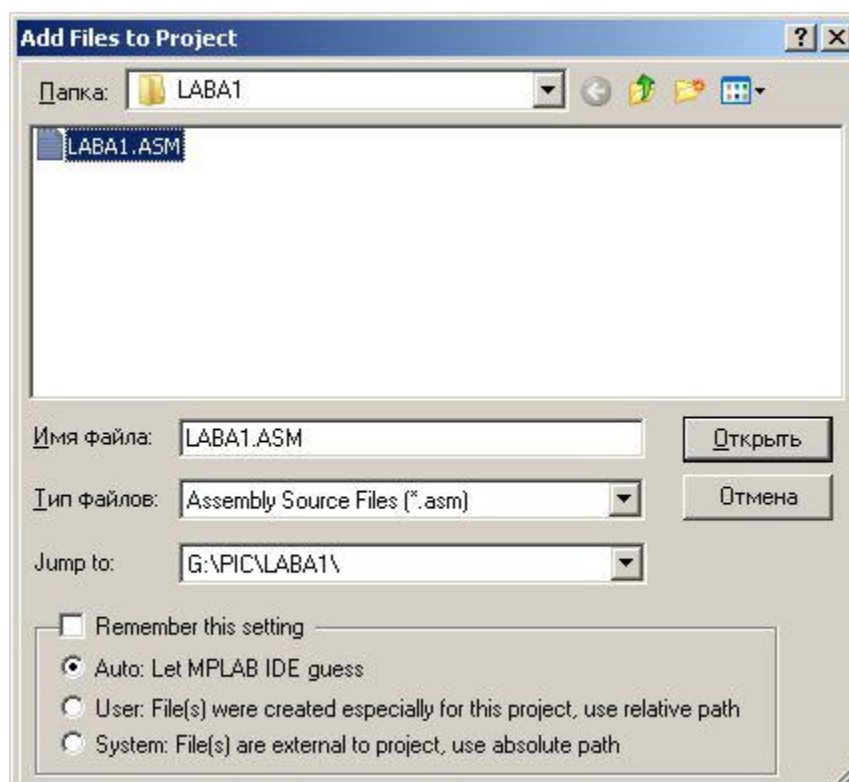
2.5-расм. MPLAB матн муҳаррири дарчаси

3. Файлни лойиҳага қўшиб қўйиш

Лойиҳалар менежери дарчаси (*View > Project*) очилсин (2.6-расмга қар.). Сичқончанинг ўнг клавишаси билан *Source Files* папкасига чертиб, тушиб қоладиган меню *Add Files...* банди (менюси) пункти танлансин. Бу ҳолда 2.7-расмда келтирилган файлни очиш диалог дарчаси очилади. Зарур файлни танлаб олиш ва *Очиш* клавишасини босиш талаб этилади.



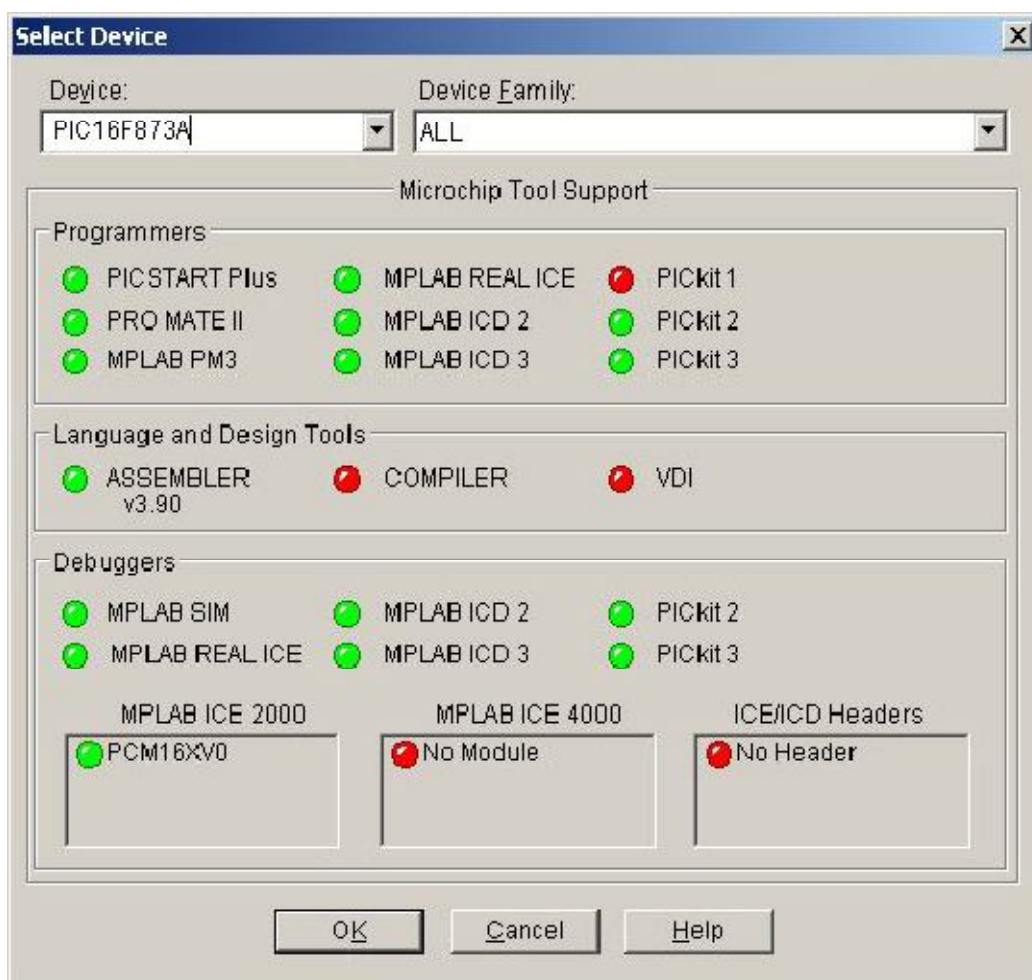
2.6-рasm. Лойихалар менежери дарчаси



2.7-рasm. Файлни лойихага кўшиш дарчаси

4. Дастур бошланғич матнини машинали кодларга компиляциялаш

Дастурни компиляциялашдан аввал MPLAB микроконтроллери типиникўрсатиш зарур. Бунинг учун менюдаги *Configure > Select Device...* бандни (пунктни) танлаш ва очилган диалог дарчасида (2.8-расм) қурилма типини танлаш талаб этилади. Бу ҳолда у PIC16F873A.



2.8-расм. Микроконтроллерни танлаш дарчаси

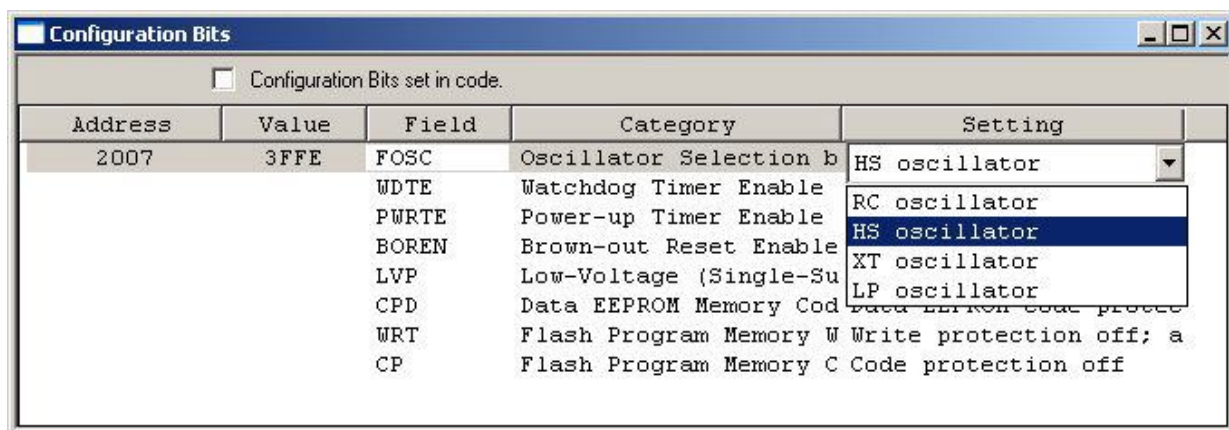
Микроконтроллернинг конфигурацион ячейкасига кириш *Configure > Configuration bits* менюси орқали амалга оширилади. Конфигурация битлари дарчаси кўриниши 2.9-расмда кўрсатилган. Лаборатория макетидатакти сигнал манбаи сифатида юқори частоталикварцли резонатор қўллansa, биринчи сатрнинг *Setting* устунида *HS Oscillator* (2.9-

расмга қар.) пунктини танлаш керак бўлади. Қолган пунктлар мазмунини ўзгартиришсиз қолдириш ҳам мумкин.

Конфигурацион ячейкаларни созлашнинг муқобил усули бошланғич коддаги директивалар билан созлаш ҳисобланади. Масалан, юқорида келтирилган созлашни бажариш учун (кварцли генератордан тактли генератор сифатида фойдаланиш) бошланғич матн бошида қуйидаги директивани жойлаштириш етарли:

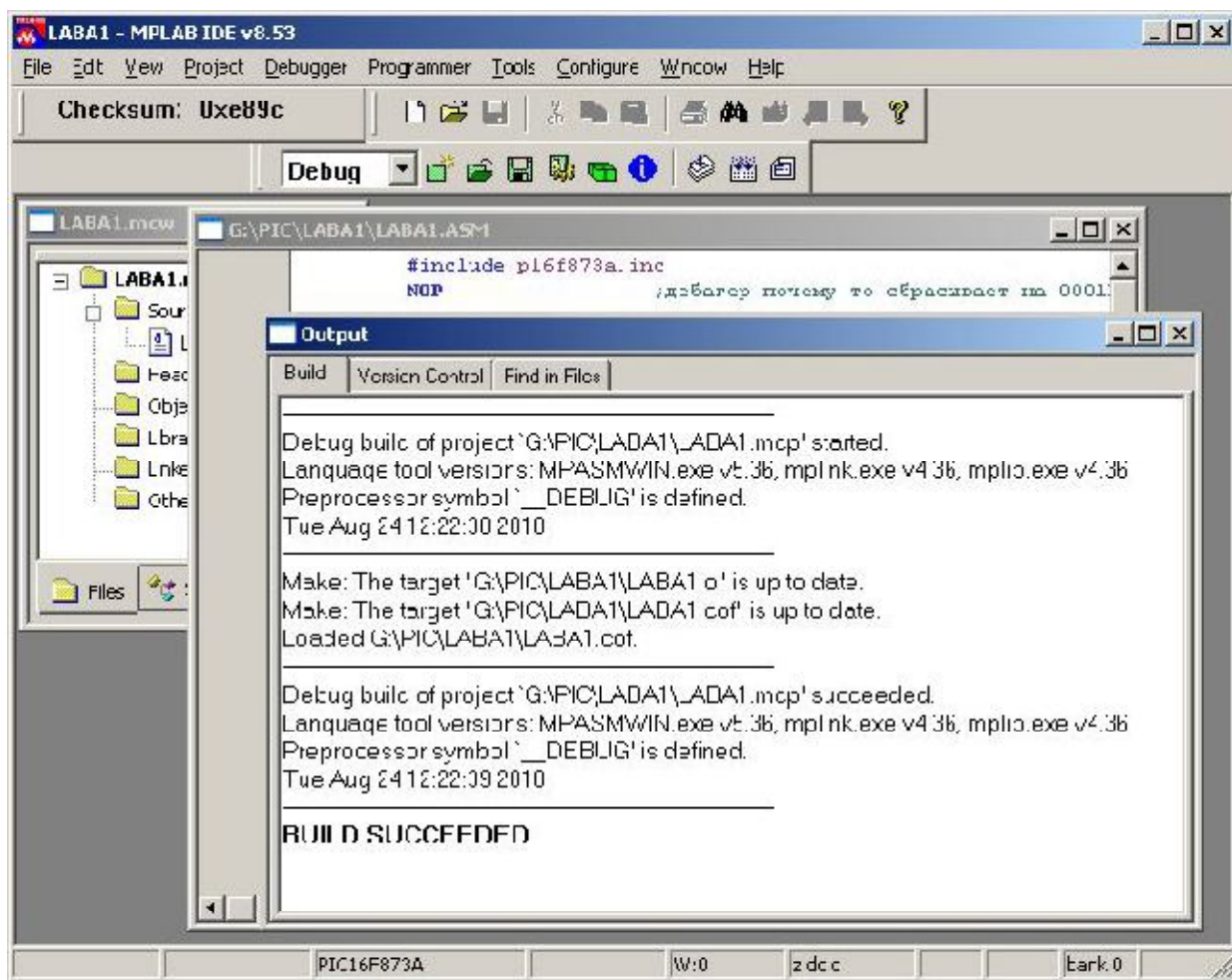
`__CONFIG _HS_OSC;`

Бунда Configuration Bits дарчасидаги «Configuration Bits set in code» байроқчаси ўрнатилган бўлиши шарт. Бошланғич матн файлини ўн олтита рақамли .hex-файлга айлантириш учун менюдаги *Project > Make* пунктини танлаш, ёки инструментлар панелидаги тегишли тугмачага чертиш талаб этилади. Бунда лойиҳанинг ишчи папкасида .o, .hex, .lst, .map, .err кенгайтмалари билан чиқиш файллари яратилади.



2.9-расм. Конфигурация битлари дарчаси

Ушбу файллар мазмунини MPLAB матн муҳаррири дарчасида кўриб чиқиш мумкин (*File > Open...*, ёки инструментлар панелидаги тугмача). Компиляциянинг бажарилиш жараёни вааниқланган хатоликлар тўғрисидаги хабарлар MPLAB чиқиш дарчасида акс эттирилади (2.10-расм).



2.10-расм. MPLAB чиқиш дарчаси

5. Дастур кодини микроконтроллернинг ички FLASH хотирасига киритиб (ёзиб) қўйиш

Микроконтроллерни дастурлаш ва дастурни созлаш учун лаборатория макетида PICkit 2 дастур-созлагич қўлланиб, у шахсий компьютернинг USB портига уланган бўлиши шарт. MPLAB га PICkit 2 дан созлагич сифатида фойдаланиш кўрсатмаси менюдаги *Debugger > Select Tool > PICkit 2* пункти (банди) орқали берилади. PICkit уланганидан сўнг менюдаги дастурлаш командалари ва инструментлар панелидаги уларга тегишли тугмачалардан фойдаланиш имкони пайдо бўлади. Дастурни микроконтроллер хотирасига киритиб (ёзиб) қўйиш *Debugger > Program* командаси томонидан, *Debugger > Read*, энергия жиҳатидан мустақил маълумотлар хотирасини ўқиш эса – *Debugger > Read EEDATA* командаси

томонидан бажарилади. Микроконтроллерни муваффақиятли дастурлаш натижаси ёки бунда юзага келган хатоликлар MPLAB чиқиш дарчасида акс эттирилади.

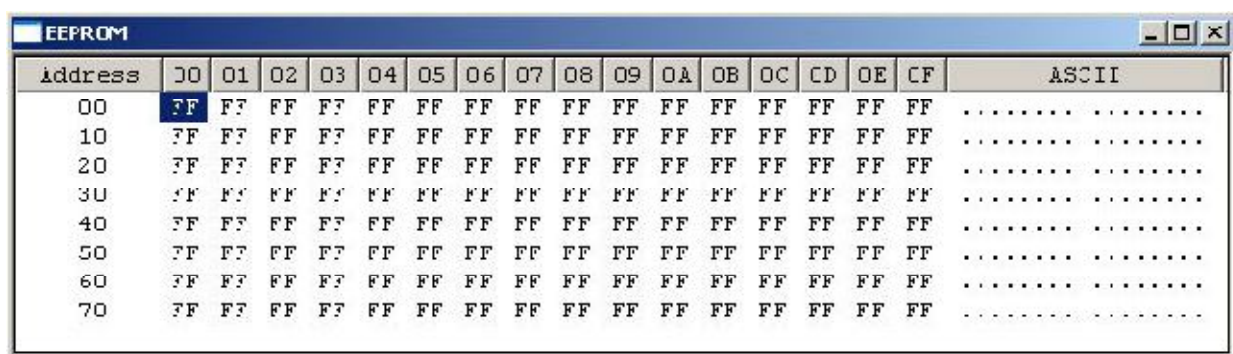
6. Дастурни созлаш (бажариш)

Дастур бажарилишини бир неча режимларда ишга тушириш мумкин. Бунинг учун менюда тегишли командаларва инструментлар панелидаги тугмачалар кўзда тутилган. *Debugger* › *Run* дастурни реал вақт режимида ишга тушириб юборади. Кварцли резонатор частотаси 4 МГц бўлганида бир команданинг бажарилиш вақти роппа-роса 1 мксга тенг. *Debugger* › *Animate* дастурни мультипликациярежимида ишлатиб юборади. Команданинг бажарилиш вақти тахминан 0,5 с ни ташкил қилиб, бу дастурнинг бажарилиш жараёнини кузатиб бориш имконини беради. *Debugger* › *Step Into* асосий дастурдаги вакиритилган кичик дастурлардаги битта навбатдаги команданинг бажарилишига олиб келади. *Debugger* › *Step Over* ҳам шунга ўхшаш тарзда, аммо кичик дастурларни бажармаган ҳолда ишлайди. Навбатдаги бажарилаётган команда курсор биландастур матнидан чап тарафда жойлашган яшил стрелка кўринишида белгиланади.

Дастурнинг бажарилиши *Debugger*› *Halt* командаси билан, шунингдек менюнинг *Debugger* › *Breakpoints...* командасида бериладиган тўхтатиш нуқтасида аввалдан белгиланган тугмача ёрдамида ёки сичқонча клавишасининг дастур бошланғич матнининг керакли сатрига икки марта чертиш билан тўхтатилиши мумкин. Тўхтатиш нуқтаси дастур матнидан чап тарафида В ҳарфи туширилган қизил доира шаклида акс эттирилади. Ноактив тўхтатиш нуқталари қизил доиралар кўринишида акс эттирилади.

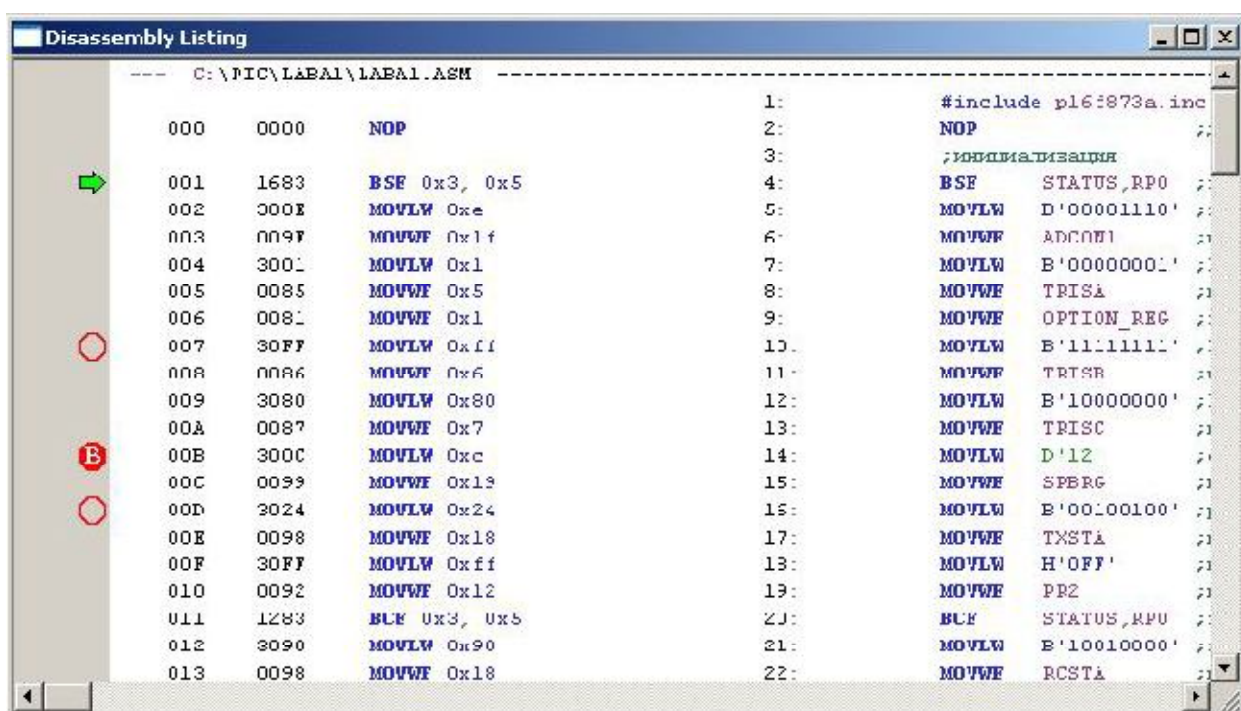
Отладка (созлаш) вақтида микроконтроллер хотираси ва унинг ички ўрнатиладиган периферия қурилмаларида дастур томонидан амалга ошириладиган ўзгаришларни кузатиш мумкин. Бунинг учун MPLAB ишчи соҳасидаги тегишли дарча очилиши талаб этилади.

View › Disassembly Listing командасишу номдаги дарчани очиб (2.12-расм), унда дастур хотирасининг машина кодлари ва командаларнинг мнемоник белгиланишлари кўринишидаги мазмуни акс эттирилади. *View › EEPROM* маълумотларнинг энергия жихатидан боғлиқ (тобе) бўлмаган дарчасини очади (2.11-расм). *View › File Registers* маълумотлар хотираси дарчасини очади (2.13-расм). *View › Hardware Stack* аппарат стеки дарчасини очади (2.14-расм). *View › Program memory* – эса дастурлар хотираси дарчасини очади (2.15-расм) ва х.к.



address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	ASCII
00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
10	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
20	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
30	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
40	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
50	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
60	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
70	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	

2.11-расм Энергияга боғлиқ бўлмаган маълумотлар хотираси дарчаси



C:\PIC\LABA1\LABA1.ASM			
000	0000	NOP	1: #include p16f873a.inc
			2: NOP
			3: ;инициализация
001	1683	BSF 0x3, 0x5	4: BSF STATUS,RP0
002	000E	MOVLW 0x0E	5: MOVLW D'00001110'
003	009F	MOVWF 0x1F	6: MOVWF ADCON1
004	3001	MOVLW 0x01	7: MOVLW B'00000001'
005	0085	MOVWF 0x05	8: MOVWF TRISA
006	0081	MOVWF 0x01	9: MOVWF OPTION_REG
007	30FF	MOVLW 0xFF	10: MOVLW B'11111111'
008	0086	MOVWF 0x06	11: MOVWF TRISR
009	3080	MOVLW 0x80	12: MOVLW B'10000000'
00A	0087	MOVWF 0x07	13: MOVWF TRISC
00B	300C	MOVLW 0x0C	14: MOVLW D'12
00C	0099	MOVWF 0x09	15: MOVWF SPBRG
00D	3024	MOVLW 0x24	16: MOVLW B'00100100'
00E	0098	MOVWF 0x08	17: MOVWF TXSTA
00F	30FF	MOVLW 0xFF	18: MOVLW H'OFF'
010	0092	MOVWF 0x02	19: MOVWF PR2
011	1283	BSF 0x3, 0x5	20: BSF STATUS,RP0
012	3090	MOVLW 0x90	21: MOVLW B'10010000'
013	0098	MOVWF 0x08	22: MOVWF RCSTA

2.12-расм. Дизассемблер дарчаси

File Registers																			
Address	UU	U1	U2	U3	J4	U5	U6	U7	U8	U9	UA	U3	UC	UD	UE	JF	ASCII		
000	--	E6	01	18	90	00	B7	C0	--	--	00	03	00	0C	D7	00	-.....--.....		
010	00	00	0C	FF	00	03	03	C0	00	03	00	00	00	0C	D3	00			
020	D9	00	04	32	00	00	00	C8	02	07	08	08	00	0C	70	00			
030	00	00	8C	30	14	00	14	C0	41	03	00	00	00	2C	D4	80	A.....		
040	04	00	0C	31	00	40	40	C1	00	03	00	01	08	6C	30	00	00.....		
050	04	22	0C	22	00	40	04	C0	00	13	01	00	0A	0C	D4	00	".".0.....		
060	00	04	01	30	00	00	00	C2	02	04	08	00	10	2C	64	00	d.....		
070	00	80	0C	40	00	20	02	A0	18	03	00	15	00	2C	RR	RR	RR.....		
080	--	FF	01	18	90	3F	BF	FF	--	--	00	03	00	0C	30	--	?.....		
090	--	00	FF	30	00	--	--	--	02	03	--	--	07	0C	C0	00			
0A0	00	00	0C	30	00	02	00	C8	00	03	02	80	00	0C	D2	00			
0B0	10	00	14	70	00	80	80	10	05	07	00	00	00	0C	70	00			
0C0	08	C0	0C	30	08	04	10	C0	04	04	20	00	00	0C	30	00			
0D0	20	00	01	14	40	00	00	C0	00	03	20	00	00	0C	30	10	0.....		
0E0	00	04	0C	30	00	00	00	C0	00	A3	00	05	02	4C	30	20	0.....		
0F0	40	80	0C	30	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	3...RRRR RRRRRRRR		
100	--	E6	01	18	90	--	81	--	--	--	00	03	EF	A4	2E	19	-.....		
110	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
120	00	00	0C	30	00	00	00	C0	00	03	00	00	00	0C	30	00			
Hex Symbolic																			

2.13-расм. Маълумотлар хотираси дарчаси

Hardware Stack			
TOS	Stack Level	Return Address	Location
→	0	Empty	
	1	0000	
	2	0000	
	3	0000	
	4	0000	
	5	0000	
	6	0000	
	7	0000	
	8	0000	

2.14-расм. Аппарат стеки дарчаси

Program Memory										ASCII	
Address											
000	0000	1683	300E	009F	3001	0085	00E1	30FF	0..	0.....0	
008	0086	308L	0087	300C	0095	3024	009E	30FF	0..	0.....0	
010	0092	1283	309C	009E	3004	0092	30CF	0097	0..	0.....0	
018	1A86	281C	1407	281D	1007	1A06	2821	14E7	(	!	
020	2822	1087	1006	2826	1587	2827	11E7	18E6	(	!	
020	202D	1607	202C	1207	100C	200C	16C7	2001	(	!	
030	1287	18E6	2836	1806	2836	15E6	1A66	283E	6(	6(	
038	1A06	283E	1505	081A	3A55	1D03	2854	191E	0(	0(	
040	2854	184E	2854	168E	300A	0094	30FF	000A	T(	T(	
048	0BA0	284E	081A	3AAA	1D03	2854	191E	2854	H(	T(	
050	1898	2854	168E	285E	128E	305E	0095	18E6	T(	T(	
058	285C	1806	285C	118E	1A86	2861	1AC6	2861	\	\	
060	1105	301E	0095	300C	009F	30FF	00AC	0DAC	0	0	
068	2867	281E	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	?	?	
070	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	?	?	
078	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	?	?	
080	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	?	?	
088	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	?	?	
090	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	3FFF	?	?	

2.15-расм. Дастурлар хотираси дарчаси

Ҳисобот мазмуни

Ҳисоботда дастурни ёзиш ва отадка қилиш (созлаш) бўйича турли босқичлар учун MPLAB дастури асосий дарчасининг скриншотини (скриншотларини) келтириш талаб этилади (ўқитувчи берган вазифа асосида).

Назорат саволлари

1. MPLAB дастури нима учун мўлжалланган?
 2. asm-файл ўз ичига нималарни олган? .hex-файл-чи?
 3. Энергия жихатидан мустақил ДХҚ(ПЗУ) ячейкаларини кўриб чиқиш учун қайси дарчани чақирасиз?
 4. Созлашжараёнида сиз 0x73 адреси бўйича хотира ячейкасининг 3 бит ҳолатини кузатишингиз керак. Сизнинг ҳаракатларингиз.
 5. Тасаввур қилинг, дастурингиз рекуррентҳисоб-китоб билан шуғулланаяпти (уни амалга ошириш учун циклдан фойдаланиш талаб этилади).
- Ҳисоблаш тугатилганидан сўнг унинг натижалари киритиш/чиқариш курилмаларига чиқарилади ва созлаш жараёнида сиз ҳисоблаш натижаларини назорат қилиб боришингиз шарт. Нимадан фойдаланасиз: тўхташ нуқтаси биланми ёки анимация билан?
6. Лаборатория ишида тактли генераторни созлаш конфигурацион ячейкаси кўриб чиқилган эди. Яна қандай конфигурацион ячейкалар мавжуд? Улар нима учун мўлжалланган?
 7. Микроконтроллер тактли частотаси манбаларини санаб ўтинг вауларни MPLAB да танлашнинг икки усулини кўрсатинг.

2.3.Микроконтроллерларни аппаратли дастурлаш қурилмасини ўрганиш бўйичавиртуаллабораторияни ишлаб чиқиш

Ушбу бобда PICkit 2 программатор/созлагичи билан қандай қилиб ишни тез бошлаш баён этилган. Микроконтроллерларни аппаратли дастурлаш қурилмасини ўзлаштириш учун қуйидаги вазифалар кўриб чиқилади:

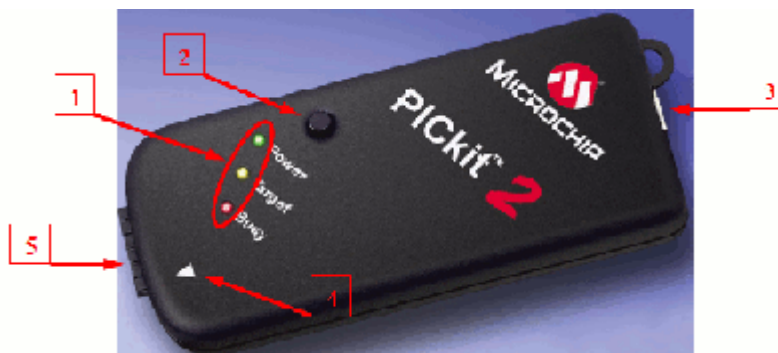
- pickit 2 ни улаш;
- дастурий таъминотни ўрнатиш;
- дастурланаётган микросхемага уланиш;
- таъминотни бошқариш;
- .hex файлини импорт қилиш;
- дастурлаш;
- верификация;
- микроконтроллер хотираси мазмунини ўқиш;
- кодни ҳимоялаш;
- хотирани ўчириш ва унинг тозалигини текшириш;
- автомат тарздаги дастурлаш/ўқиб олиш;
- pickit 2 ни калибровкалаш;

PICkit 2 программатор-созлагич обзори

PICkit 2 ишлаб чиқувчининг программатор-созлагичи нисбатан арзон ишлаб чиқиш воситаси бўлиб, у Microchip Technology Inc компанияси ишлаб чиқарган аксарият микроконтроллерлар, хотира микросхемаларива KeeLOQ дастурлашларини қўллаб, улар билан ишлай олади. Қўлланадиган микросхемаларнинг тўлиқ рўйхатини олиш учун PICkit 2 Starter Kit дискидаги README файлига мурожаат қилинг.

Янги микросхемалар билан ишлаш имконияти (қўллаш) PICkit 2 дастурий таъминоти янгиланишлари чиққанида қўшиб қўйилиши мумкин.

PICkit 2 дастурий таъминотининг сўнгги версияларини Microchip компанияси сайтидан олиш мумкин: www.microchip.com/pickit2



2.16-расм. PICkit 2 программатори.

1. Ҳолат ёруғлик диодлари
2. Тугмача
3. USB кабелни улаш учун разъем
4. Биринчи чиқиш жойи маркери
5. Дастурлаш қурилмасини улаш учун разъем (ажратгич)

PICkit 2 mini-B типдаги USB разъемга эга. Етказиб бериш комплектидаги кабелдан фойдаланиб, PICkit 2 ни компьютерга уланг.

Ҳолат ёруғлик диодлари PICkit 2 программатор/созлагич статусини акс эттирадилар.

Power (яшил ёруғлик диоди) PICkit 2 ҳам USB портга уланганлигини кўрсатади.

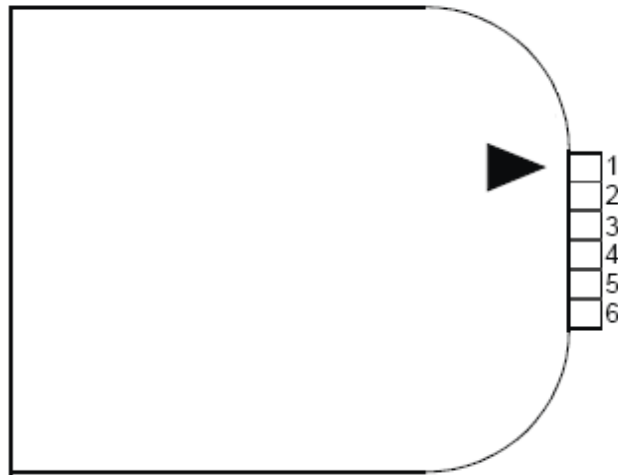
Target (сарик ёруғлик диоди) PICkit 2 мақсадли қурилмага таъминот узатаётганини кўрсатади

Busy (қизил ёруғлик диоди) PICkit 2 бандлигини ва дастурлаш, текшириш каби вазифаларни бажараётганлигини кўрсатади.

Тугмача мақсадли қурилма дастурлашини ишга тушириш учун ҳам ишлатилиши мумкин бўлиб, бунинг учун *Programmer>Write on PICkit Button* пунктида (бандида) белги қўйиб қўйинг.

Тугмачашунигдек PICkit 2 ни юклаш режимига киритиш учун ҳам қўлланиши мумкин бўлиб, бу режимда PICkit 2 программатори дастурий таъминотини янгилаш имкони бор.

Дастурловчи разъем мақсадли қурилмани улаш учун 6 та чиқиш жойига эга. Чиқиш жойлари вазифалари 2.17-расмда кўрсатилган.

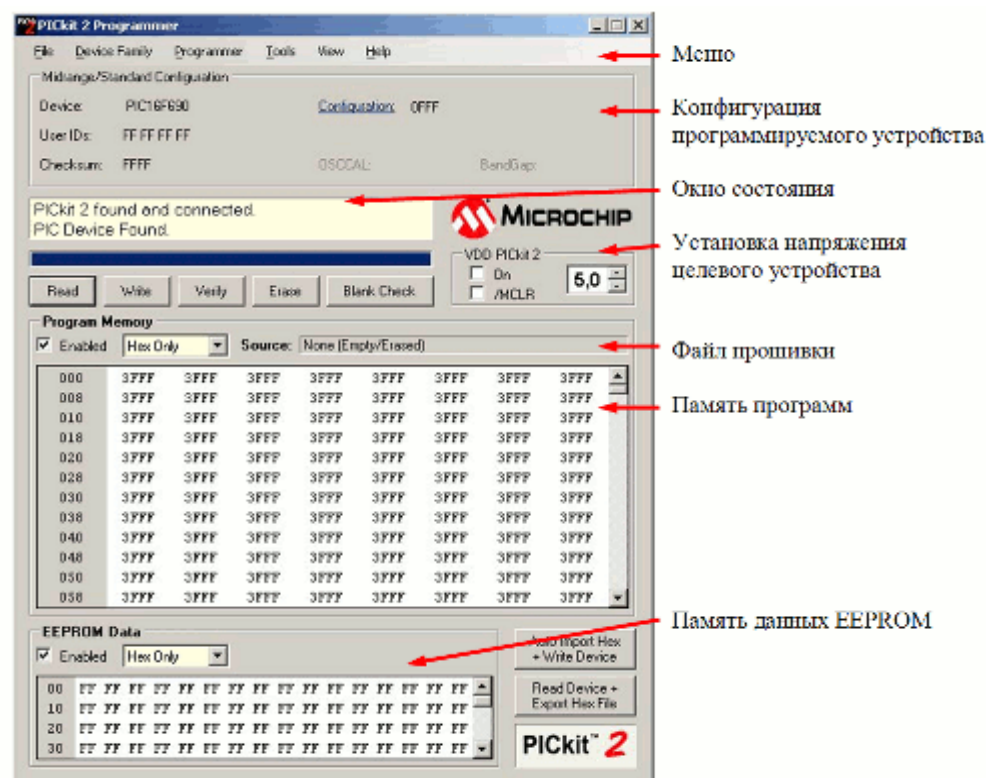


2.17-расм. Дастурлаш разъеми(ажратгичи).

Чиқиш жойлари вазифалари:

1. VPP / MCLR
2. VDD мақсадли қурилманинг таъминот кучланиши
3. VSS ер
4. ICSPDAT / PGD
5. ICSPCLK / PGC
6. AUX

PICkit 2 Programmer дастурий таъминоти PICkit 2 программатори қўллаб-қувватлайдиган барча микросхемаларни дастурлаш имконини беради. Дастур интерфейси 2.18-расмда келтирилган.



2.18-рasm. программы PICkit 2 Programmer дастури интерфейси.

Ишни бошлаш

PICKit 2ни улаш

PICKit 2 ни шахсий компьютергаеткизиб бериш комплектига кирадиган USB кабели ёрдамида уланг.

PICKit 2 ни 6-контактли разъем (ажратгич) ёрдамида мақсадли платага уланг.

Программаторни ишлаб турган USB-портга ҳали уланиб улгарилмаган ташқи таъминотдан ток оладиган мақсадли платага улаб қўйманг.

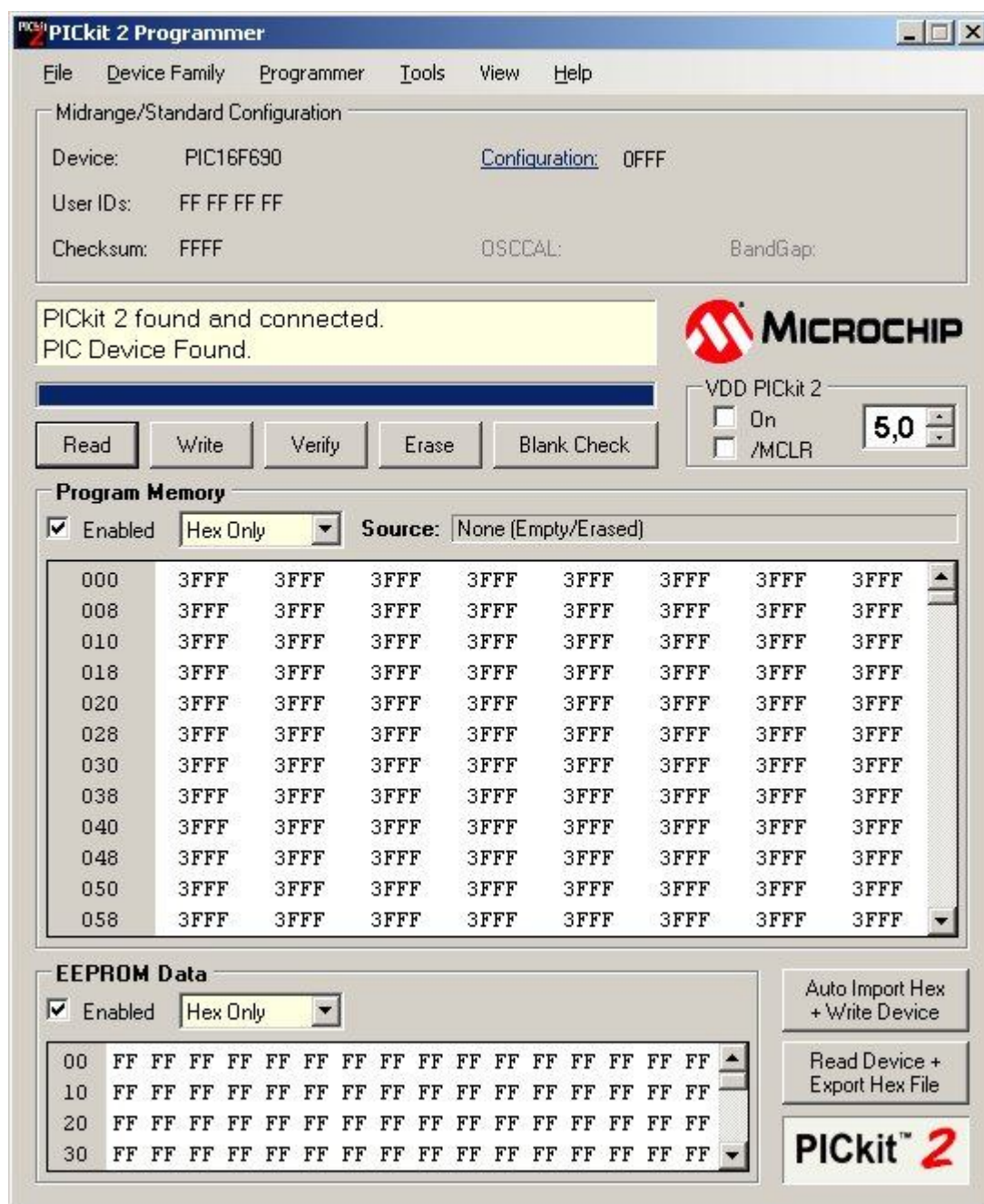
PICKit 2 ни USB га улашдауни мақсадли платадан узиб қўйиш тавсия этилади. ШК ни ўчириб-қайта ёқишда ҳам шу каби тавсияга амал қилиш керак.

Дастурий таъминотни ўрнатиш

CD-ROM PICkit 2 Starter Kit ни юритма ичига жойланг, ўрнатиш дастури автомат тарзда ишлаб кетади. Агар ўрнатувчи ишга тушмаса – кўлда PICkit_Starter_Kit_Welcome.htm файлини очинг. Дастурий

таъминотнинг энг янги версиясини доим www.microchip.com/pickit2 сайтидан олиш имкони мавжуд.

Ўрнатишдан сўнг PICkit 2 Programmer дастурини ишга туширинг. Қобикнинг ташқи кўриниши 2.19-расмда келтирилган.



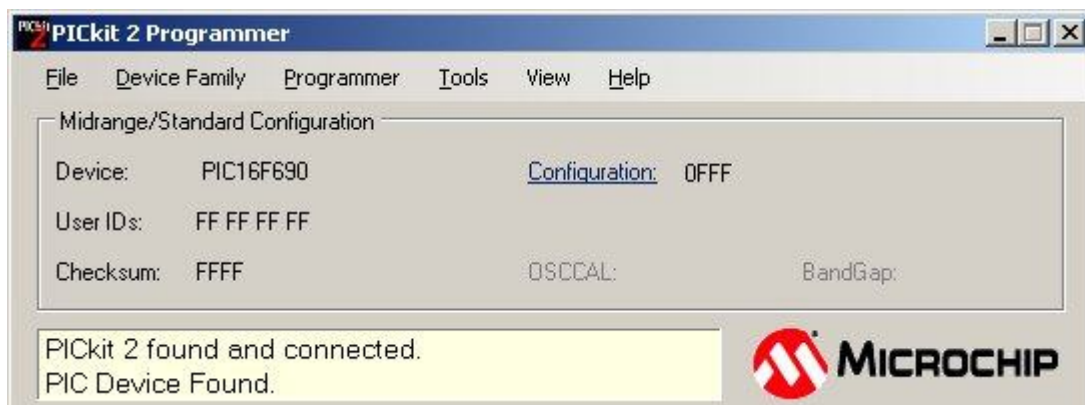
2.19-расм. PICkit 2 Programmer дастури қобиғи.

Дастурланадиган микросхемага уланиш

PICkit 2 программатори Microchip PIC микроконтроллерлари ва EEPROM хотира микросхемаларининг кўпгина қисмини дастурлашни

қўллай олади (мос тушади).Қўлланадиган (мос келадиган) қурилмалар рўйхати ўрнатиш CD сида readme файлида бўлади ёки Help→Readme менюсидан чиқариб (чақириб) олинади.

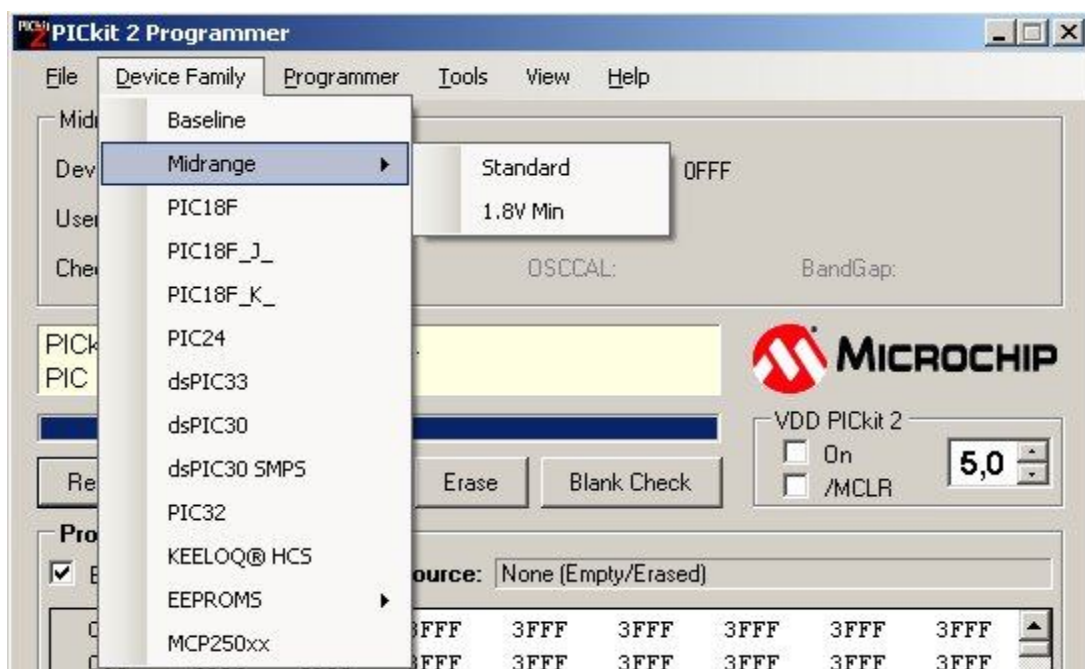
Дастурни ишлатиб юборишда уланган контроллер типи автомат тарзда аниқланиб, Configuration дарчасида акс эттирилади (2.20-расм).



2.20-расм. Уланган контроллерни аниқлаш.

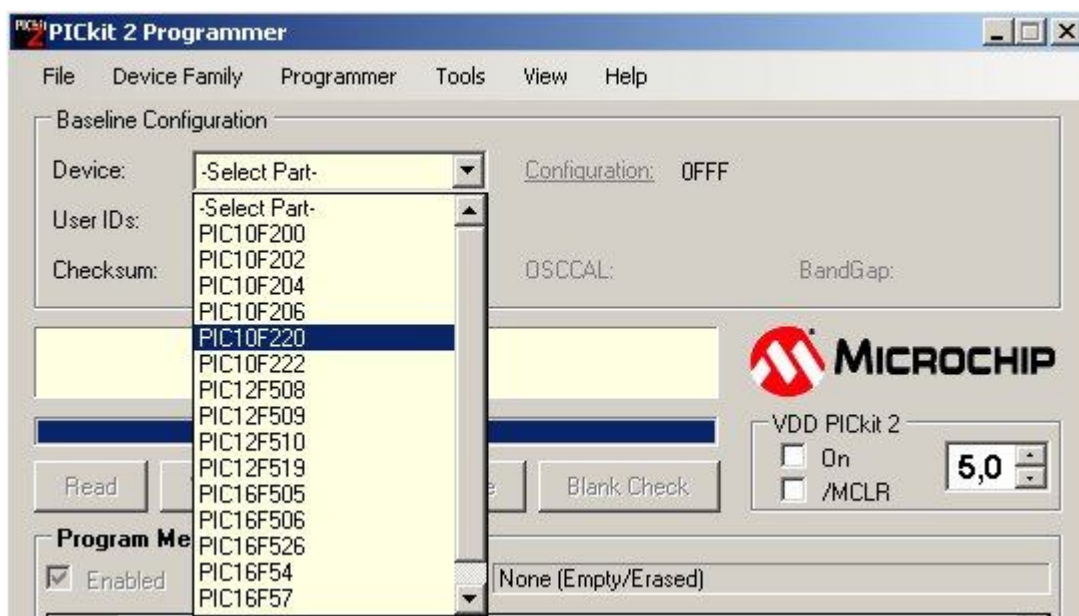
Агар қурилма аниқланмаган бўлса – таъминловчи кучланиш узатилиши ҳамда мақсадли платага уланиш ишончлилигини текширинг.

Device Family менюсидан фойдаланиб, исталган вақтда сизга керакли туркумни (оилани) танлаб олиш мумкин, бунда PICKit 2 мақсадли қурилма билан уланишга ҳаракат қилиб кўради (2.21-расм).



2.21-расм. Выбор программируемого семейства

Baseline туркуми (оиласини), шунингдек KEELOQ® ва EEPROM микросхемаларини танлашда, шу билан бирга тушиб қоладиган рўйхатдан муайян (аниқ) буюмни (маҳсулотни) танлаш талаб этилиб (2.22-расм), чунки бу микросхемаларда идентификационбитлар (device ID) йўқ.



2.22-расм. Базавий туркум (оила) контроллерларини танлаш.

.hex файлларни импорт қилиш

Прошивка файлини импорт қилиш учун .hex форматида *File→Import HEX* менюсидаги пунктни танлаб олинг. Агар прошивка файлида бирон-бир конфигурацион битлар мавжуд бўлмаса, қобик огоҳлантириш юборади. Жорий прошивкани .hex файлга тўғри сақлаб қўйиш учун MPLAB IDE қобиғи менюсидан *File→Export*ни танлаб олинг.



2.23-расм. hex файл ни импорт қилиш.

Микросхемаларни дастурлаш

Микросхемалар туркуми тўғри танланиб, прошивка файли импорт қилинганидан сўнг мақсадли микросхемани *Write* тугмачаси билан дастурлаш имконияти пайдо бўлади (2.24-расм).



2.24-расм. Қайд этиш тугмачаси.

Микросхема ўчирилиб, юкланган прошивка билан дастурланади.

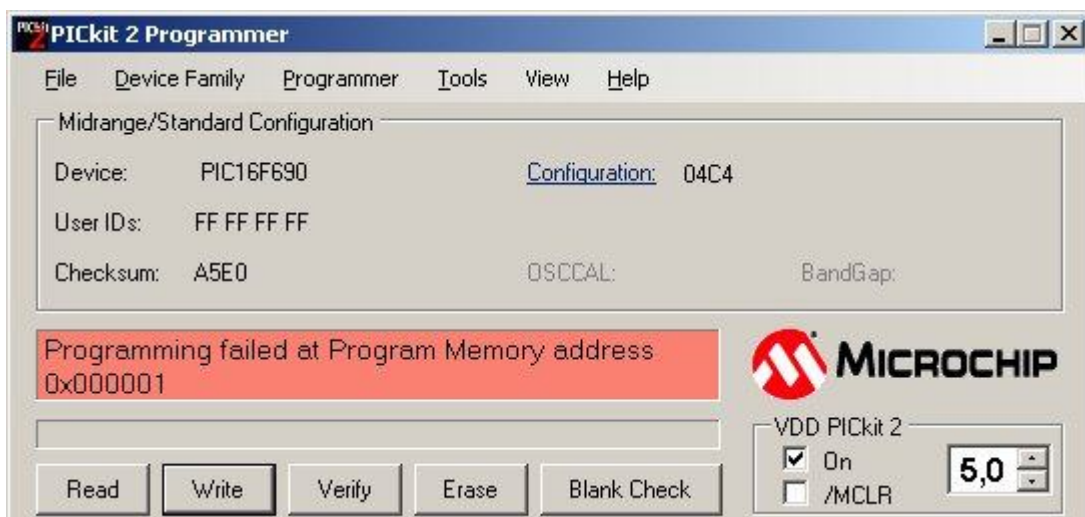
Микроконтроллернинг аксарият қисми умумий ўчириш (Bulk Erase) режимини қўллаб, у минимал таъминот кучланишида ҳам ишлаб, контроллерларнинг бошқа қисмиблочки ўчиришни (Row Erase) қўллайди. Блочки ўчириш амалиёти умумий ўчиришга нисбатан кўпроқ вақт олади, аммо уни таъминот кучланиши паст бўлганида ҳам бажариш мумкин. PICKit 2 умумий ўчириш имконияти бўлмаган ҳолларда автомат тарзда блочки ўчиришга ўтади. Агар микроконтроллер блочки ўчиришни қўлламаётган бўлса – огоҳлантириш берилади. Блочки ўчиришни қўллайдиган контроллерлар рўйхатини readme файлидан олиш мумкин.

Дастурлаш амалиётининг бориши статус сатрида акс эттирилади. Дастурлаш муваффақиятли якунланган ҳолатида сатр яши рангга киради ва унда Programming Successful деган ёзув пайдо бўлади (2.25-расм).



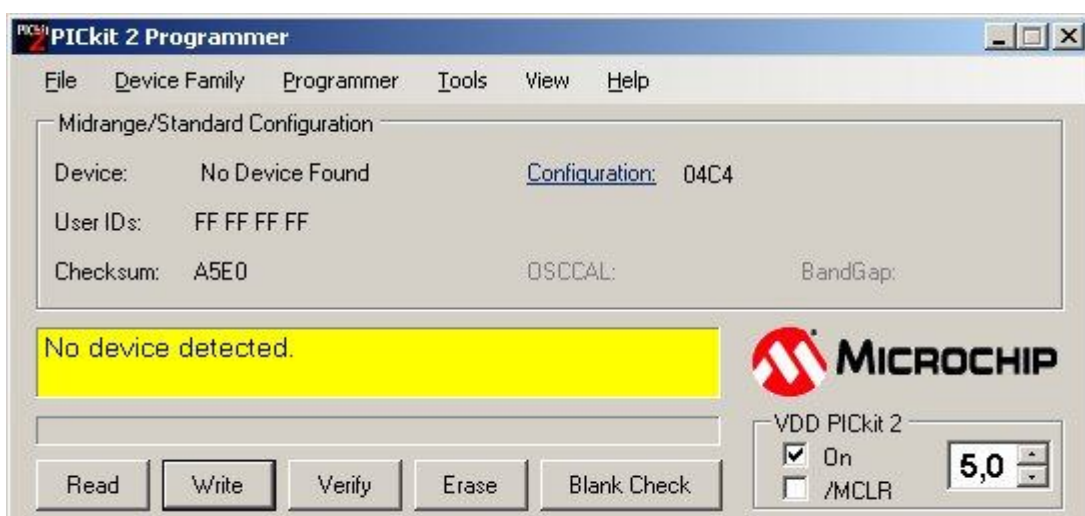
2.25-расм. Ёзув киритишнинг муваффақиятли тугалланиши.

Хато қилинган ҳолда сатр қизил тус олиб, унда Programming Failed деган ёзув пайдо бўлади (2.26-расм). Бундай ҳолда дастурлаш амалиётини яна бир марта қайтариб кўринг.



2.26-расм. Дастурлашдаги хатолик.

Бошқа ҳолларда статус (мақом) сатри сарик рангга киради ва унда огоҳлантириш сабаби кўрсатилади, масалан, мақсадли қурилма билан уланиш йўқ (2.27-расм).



2.27-расм. Ёзув пайтидаги огоҳлантириш.

Хотиранинг муайян бўлимини дастурлаш

Агар микроконтроллер ички EEPROM хотирасига эга бўлса, у ҳолда унинг дастурланиши микросхеманинг умумий дастурланиш жараёнида ўчирилиши ҳам мумкин. Қўлда ўчиришда бутун хотира ҳажми ўчириб юборилади. Бўлимнинг танланиши, дастурлашдан ташқари, шу тарзда верификация ва ўқиб олиш амалиётларига ҳам таъсир кўрсатади.

Прошивка файлининг автомат тарзда юкланиши

Ҳар бир дастурлаш олдидан (Write тугмачаси босилиши билан) қобик автомат тарзда импорт қилинган файл .hex санасини худди шу файлнинг дискдаги санаси билан солиштириб текширади. Агардискдаги файл нисбатан янгирок бўлса, у ҳолда ушбу файл автомат тарзда импорт қилинади (кўчириб олинади).

Мазкур хусусият MPLAB IDE томонидан генерацияланган энг янги прошивкадан автомат тарзда, шу жумладан *Program on PICkit Button* иш режимида ҳам, яъни қобик дарчасига кўчмаган ҳолда, шунчаки программатор корпусидаги тугмачасини босиш билан фойдаланиш имконини беради. Ушбу иш режими *Tools→Program on PICkit Button* менюсида созлаб олинади.

Прошивкани верификациялаш

Верификация функцияси импорт қилинган .hex файллимикросхеманинг мазмуни билан амалга оширилади. Дастурлар хотираси, EEPROM, идентификация битлари ва конфигурация битлари солиштирилади. Менюнинг *Programmer→Verify on Write* пунктида дастурлашда автоматверификацияни созлаб олиш мумкин.



2.28-расм. Верификация тугмачаси.

Агар верификация муваффақиятли ўтган бўлса, ҳолат сатри яшил тус олиб, унда Device Verified ёзуви пайдо бўлади. Агар номувофиқлик аниқланса, у ҳолда сатр қизил рангга кириб, унда номувофиқлик юз берган хотира соҳаси ёзиб қўйилади.

Прошивкани ўқиш

Микросхемадан прошивкани ўқиш Read тугмачасини босиш билан бажарилади. Хотира соҳалари мазмуни тегишли дарчаларда акс эттирилади. Агар дастурлашда микросхема учункод ҳимояси ўрнатилган бўлса, у ҳолда ўқиб (санаб) олишда ноллар ўқиб (санаб) олинади.



2.29-расм. Ўқиш тугмачаси.

Кодни ҳимоя қилиш

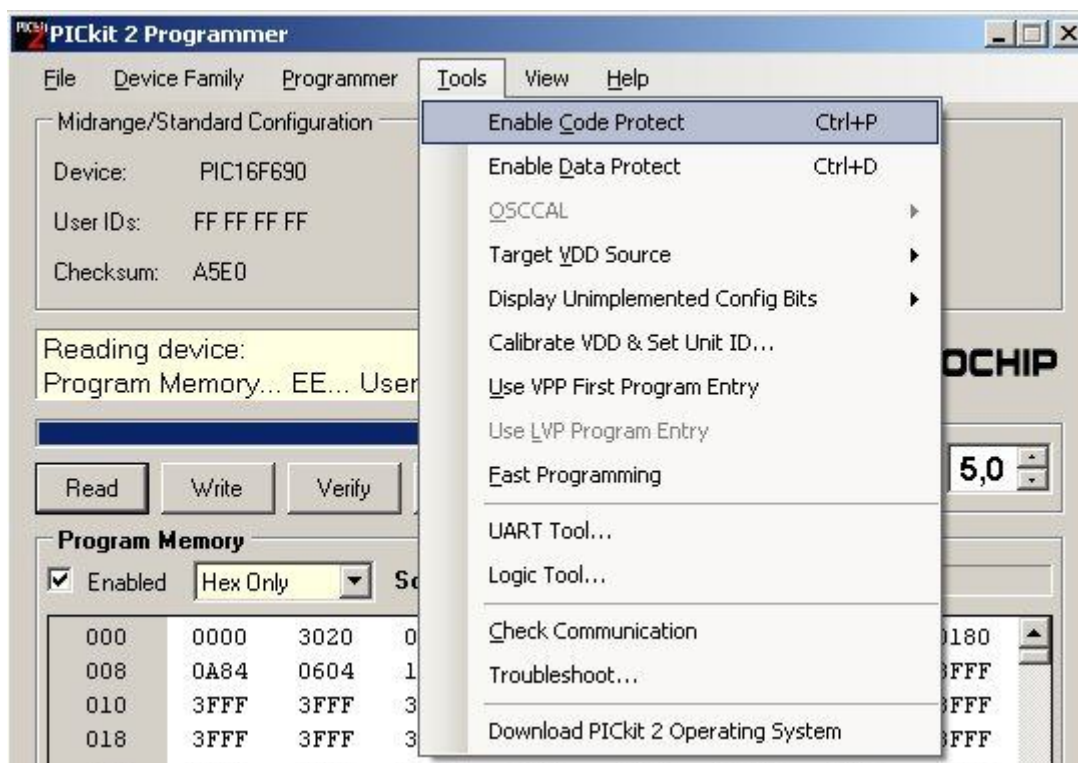
Микроконтроллер дастурлари хотираси ва EEPROM маълумотлари хотираси имеет ўқиб олишдан ҳимояга (код ҳимояси) эга. Ҳимоя қилиш учун қуйидагилар зарур:

Прошивка файлини импорт қилиш.

Код ҳимоясини (Tools→EnableCodeProtectменюси, 2.30-расм) ва/ёкиEEPROMҳимоясини (Tools→EnableData Protectменюси)ёқиш

Микросхемани дастурлаш

Хотиранинг ҳимояланган соҳаларига мурожаат қилишда программатор нолларни ўқиб олади (санаб олади). Прошивкангиздан ҳимояни олиб ташлаш учун код ҳимояси ва EEPROM ни ўчириш ҳамда микросхемани қайта дастурлаш талаб этилади.



2.30-расм. Код ҳимоясини ишга тушириш (ишлатиб юбориш).

II боб бўйича хулосалар

Магистрлик диссертациясининг ушбу бобида микроконтроллерлар учун дастурий таъминот яратиш ишчи дастурлари ҳақида баён этилди. Microchip PIC контроллерларига дасту тузиш дастурий таъминоти билан ишлаш кўникмаларини талабаларда ҳосил қилиш мақсадида виртуал лаборатория иши ишлаб чиқилди. Энг асосий эътибор MPLAB дастурий муҳити билан ишлаш ва ишлаб чиқилган дастурни микроконтроллерларга юклаш бўйича амалий кўрсатмалар берилди.

III БОБ. Универсал микропроцессорли модул асосида Microchip PIC микроконтроллерларини ўрганиш бўйича лаборатория ишлари комплексини ишлаб чиқиш

3.1. PIC-microмикроконтроллерларининг хотира қурилмаларини ўрганиш бўйича лаборатория ишини ишлаб чиқиш.

PIC-micro микроконтроллерларининг хотира қурилмаларини ўрганиш

Ишнинг мақсади: PIC16F873A микроконтроллерининг ишлаш ва дастурлаш хотирасини ўрганиш.

PIC16F873A микроконтроллерининг таркибига тўрт хил кўринишдаги хотира қурилмалари киради: 14 разрядли FLASH дастурлаш хотираси, ҳажми 4096 сўз, 192 ячейкали 8 разрядли статик оператив маълумотлар хотираси, 128 ячейкалик 8 разрядли энергияга боғлиқ бўлмаган EEPROM маълумотлар хотираси ва саккиз босқичли аппаратли хотира.

FLASH дастурлаш хотираси

Хотира дастури дастурда ишлатиладиган кодларнинг ва ўзгармас, яъни константа маълумотларни сақлаш учун мўлжалланган. FLASH дастурлаш хотирасидан маълумотларни ўқиш ва ёзиш аналогик тарзда энергияга боғлиқ бўлмаган EEPROM маълумотлар хотирасидаги маълумотларни ўқиш ва ёзиш каби амалга оширилади ва улар қуйида муҳокама қилинади. FLASH хотирадан дастурни ёзиб олиш дастур-тузатувчи PICkit 2 ёрдамида амалга оширилади, бунинг учун микроконтроллернинг учта киритмаси ишлатилади: PGD – маълумотларни киритиш, PGC – синхронлашни киритиш ва PGM – паст кучланишли дастурлаш режимини танлашни киритиш.

PIC16F873A микроконтроллерининг дастурлаш хотира картаси 3.1-расмда келтирилган

D13	D0
Вектор сброса	H'0000'
.....	
Вектор прерываний	H'0004'
	H'0005'
Страница 0	H'07FF'
	H'0800'
Страница 1	H'0FFF'
Слово конфигурации	H'2007'

3.1-расм FLASH хотира дастурининг тузилиши

Оператив хотира маълумотлари – рўйхатланган файл

Оператив хотира маълумотлари микроконтроллер ишлаётган маълумотларни сақлаш учун мўлжалланган.

Маълумотларни ўқиш ва ёзиш маълумотлар хотирасида микроконтроллернинг ўзида ихтиёрий буйруқни бажаришда ишлаб чиқилади, амалда умумий ёки махсус тайинланган регистрлар сифатига эга бўлади. Маълумотлар хотирасига икки хил усул билан мурожаат қилиш мумкин: бевоита ва билвосита. Бевоита адреслашда адрес ячейка хотираси тўғридан-тўғри операнда буйруқларида кўрсатилади. Билвосита адреслашда ҳақиқий адрес ячейка хотираси FSR регистр адресига жойлаштирилади, буйруқнинг ўзида эса жисмонан амалда бўлмаган INDF регистри операнда сифатида кўрсатилади. Ҳамма хотира қурилмалари умумий ва махсус танланган регистрлар орасида тўртда банкка бўлиниб тақсимланади. Биринчи 32 та ячейка ҳар бир банкдаги МТР остида захираланади, 96 ячейка эса 0-банкда ва 1-банкда УТРни банд қилади. STATUS регистрининг мос разрядларининг ўзгаришлари орқали фаол банкни танлаш амалга оширилади: RP0 ва RP1 бевоита адреслашда, ёки IRP билвоситада.

D7	D0	D7	D0	D7	D0	D7	D0
INDF	H'00'	INDF	H'80'	INDF	H'100'	INDF	H'180'
TMR0	H'01'	OPTION_REG	H'81'	TMR0	H'101'	TMR0	H'181'
PCL	H'02'	PCL	H'82'	PCL	H'102'	PCL	H'182'
STATUS	H'03'	STATUS	H'83'	STATUS	H'103'	STATUS	H'183'
FSR	H'04'	FSR	H'84'	FSR	H'104'	FSR	H'184'
PORTA	H'05'	TRISA	H'85'		H'105'		H'185'
PORTB	H'06'	TRISB	H'86'	PORTB	H'106'	TRISB	H'186'
PORTC	H'07'	TRISC	H'87'		H'107'		H'187'
	H'08'		H'88'		H'108'		H'188'
	H'09'		H'89'		H'109'		H'189'
PCLATH	H'0A'	PCLATH	H'8A'	PCLATH	H'10A'	PCLATH	H'18A'
INTCON	H'0B'	INTCON	H'8B'	INTCON	H'10B'	INTCON	H'18B'
PIR1	H'0C'	PIE1	H'8C'	EEDATA	H'10C'	EECON1	H'18C'
PIR2	H'0D'	PIE2	H'8D'	EEADR	H'10D'	EECON2	H'18D'
TMR1L	H'0E'	PCON	H'8E'	EEDATH	H'10E'		H'18E'
TMR1H	H'0F'		H'8F'	EEADRH	H'10F'		H'18F'
TICON	H'10'		H'90'		H'110'		H'190'
TMR2	H'11'	SSPCON2	H'91'		H'111'		H'191'
T2CON	H'12'	PR2	H'92'		H'112'		H'192'
SSPBUF	H'13'	SSPADD	H'93'		H'113'		H'193'
SSPCON	H'14'	SSPSTAT	H'94'		H'114'		H'194'
CCPR1L	H'15'		H'95'		H'115'		H'195'
CCPR1H	H'16'		H'96'		H'116'		H'196'
CCP1CON	H'17'		H'97'		H'117'		H'197'
RCSTA	H'18'	TXSTA	H'98'		H'118'		H'198'
TXREG	H'19'	SPBRG	H'99'		H'119'		H'199'
RCREG	H'1A'		H'9A'		H'11A'		H'19A'
CCPR2L	H'1B'		H'9B'		H'11B'		H'19B'
CCPR2H	H'1C'		H'9C'		H'11C'		H'19C'
CCP2CON	H'1D'		H'9D'		H'11D'		H'19D'
ADRESH	H'1E'	ADRESL	H'9E'		H'11E'		H'19E'
ADCON0	H'1F'	ADCON1	H'9F'		H'11F'		H'19F'
Регистры общего назначения 96 байт	H'20'	Регистры общего назначения 96 байт	H'A0'		H'120'		H'1A0'
Банк 0	H'7F'	Банк 1	H'FF'	Банк 2	H'17F'	Банк 3	H'1FF'

3.2-расм Оператив хотира маълумотлари тузилиши

Оператив хотира маълумотлари картаси 3.2-расмда келтирилган

Таъкидлаш керак МТРга мурожаат қилишда дастурда уларнинг ҳақиқий ўн олтилик адресининг йўлини кўрсатиш мумкин, шундай уларнинг ҳарфий белгиларининг йўллари хам кўрсатиш мумкин. Охиргии ҳолатда дастурнинг бошланғич матнига Ассемблернинг `#include16f873a.inc` кўрсатмасини фаоллаштириш зарур, берилган микроконтроллер учун уланган файлларнинг ҳарфий ифодалари ва сон

кийматлари мос келиши тушиши керак. МТРнинг ҳарфий белгиларини алоҳида битларда ифода қилиш мумкин.

Энергияга боғлиқ бўлмаган EEPROM маълумотлар хотираси

Энергияга боғлиқ бўлмаган EEPROM маълумотлар хотираси микроконтроллернинг электр манбаи ўчганида ҳам сақланиб қолиши керак бўлган маълумотларни сақлаш учун мўлжалланган. EEPROM хотирага FLASH билан таққосланганда сон жиҳатидан устига кўп марта ёзиш мумкин. Ўчириш/ёзишнинг минимал цикли EEPROMда 100 мингга ташкил этади, FLASH хотирада эса – ҳаммаси бўлиб 1 минг.

EEPROM хотира картаси 3.3-расмда келтирилган



3.3-расм Энергияга боғлиқ бўлмаган EEPROM маълумотлар хотирасининг тузилиши

EEPROM маълумотлар хотираси ва FLASH дастурлаш хотирасидан маълумотларни ўқиш ва ёзиш учун махсус танланган регистрлар ишлатилади: EEDATA – маълумотлар регистри (14 разрядли хотира дастурларига мурожаат этишдаги кичик байтли маълумотлар), EEDATH – хотира дастурига мурожаат этишдаги катта байтли маълумотлар, EEADR – адреснинг регистри (4Кб хотирали дастурига мурожаат этишдаги кичик байтлар адреси), EEADRH –хотира дастурига мурожаат қилишдаги катта байтлар манзили, EECON1 – биринчи бошқарув регистри,EEPROM (FLASH), EECON2 – иккинчи бошқарув регистри,EEPROM (FLASH), INTCON – танаффуслар бошқаруви регистри, PIE2 – танаффусга рухсат берувчи иккинчи регистр ваPIR2 – танаффус байроқларининг иккинчи регистри.

EEPROMдан маълумотларни ўқиш учун, қуйидаги ишлар кетма-кетлигини бажариш зарур:

–EEADR регистри хотирасидаги зарур ячейкалар адресларини ёзиб олинади;

- EEPGD EECON1 регистрида «0» битга келтирилади;
- EECON1 регистрида RD «1» битини ўрнатиш билан ўқиш операцияси бошланади;
- EEDATA регистридан олинган маълумотларни ҳисобланади.

FLASH хотира дастуридан маълумотларни ўқиш аналогик тарзда амалга оширилади, ишларнинг кетма-кетлиги озгина қийинроқ:

- кичик байтли зарур бўлган ячейкаларни EEADR регистридан, катта бўлганини эса EEAADRH регистридан ёзиб олиш;
- EEPGD EECON1 регистрида «1» бит ўрнатилади;
- EECON1 регистрида RD «1» битини ўрнатиш билан ўқиш операцияси бошланади;

– иккита машинасозлик циклининг узилиш вақт узунлигини шакллантириш, мисол учун иккита салт NOP буйруғини бажариш йўли;

– EEDATA регистридан кичик байтдаги, EEAADRH регистридан эса катта байтдаги олинган маълумотларни ҳисобланади.

EEPROMдан ёзиб олинadиган маълумотлар кетма-кетлиги қуйидагича:

1. EECON1 регистридаги WR битининг ҳолатини текшириш ва «0» га тенглигига ишонч ҳосил қилиш, яъни ҳозирги вақтда EEPROM ёки FLASHда ёзиб олиш жараёни йўқ.

2. EEADR регистридаги керакли ячейкага адресни ёзиш.

3. EEDATAдаги ячейкага маълумотларни ёзиш

4. EEPGD EECON1 регистрида «0» битга келтирилади.

5. EEPROMда ёзиб олишга рухсат берувчи, EECON1 регистрига WREN «1» бити ўрнатилади.

6. Агар уларга рухсат берилган бўлса, танаффусни тақиқлаш.

7. Бешта командалар кетма-кетлиги албатта бажарилиши керак.

–EECON2 регистридаги H'55' қийматини ёзиб олиш (иккита команда, дастлаб Wдаги, кейин EECON2даги).

–EECON2 регистридаги H'AA' қийматини ёзиб олиш (иккита команда, дастлаб Wдаги, кейин EECN2даги).

–EECON1 регистрида WR«1» бити ўрнатилади.

8. Агар зарурат бўлса, танаффусга рухсат бериш.

9. EECN1 регистрида WREN«0» бит тозаланади.

10. Ёзиш циклининг охирига келиб автоматик тарзда EECN1 регистрининг WR«0» бититозаланади ва PIR2 регистрида EEIF узилиш ишораси «1»да кузатилади.

Стек

Стек деб, “биринчи кириб – охириги чиққишни” ташкил қилиш томоилига асосланган оператив хотира доирасига айтилади. PIC16 микроконтроллерида стек фақат дастур остидан қайтган адресларни сақлаш учун ишлатилади. Бошқа микропроцессор ва микроконтроллерлардан фарқли равишда, PIC16 микроконтроллерида маълумотларни стека ёзиш кўзда тутилмайди. Стекли хотирада бўш ячейканинг навбатини танлаш автоматик тарзда амалга оширилади, дастурда стекнинг кўрсаткичи мавжуд эмас.

Стекда ҳаммаси бўлиб, статик оператив хотиранинг саккизта 13-разрядли ячейкалари мавжуд (3.4. расм), шунингдек PIC16 микроконтроллери учунёзилган дастурда киритиладиган дастур остилар саккизтадан ошмаслиги керак, танаффус ишчилари(драйверлар) ҳам шулар жумласидан.

D12	D0
Стек, уровень 1	
Стек, уровень 2	
.....	
Стек, уровень 8	

3.4-расм Стекли хотира тузилиши

Ишни бажариш тартиби

Ушбу лаборатория ишида дастурни қайта ишлаш ва тузатиш, PIC16F873A микроконтроллернинг аниқланган хотира хажмига муурожаатни амалга ошириш зарур. Муайян вазифани ўқитувчи беради.

Вазифа сифатида қуйидаги вазифаларни кўрамиз: дастурни қайтаишлаш, 0-банкдаги барча умумий танланган регистрларни h'00' дан бошлаб ўсувчи тартибда тўлдириш ва EEPROM га ушбу маълумотларни кўчириш зарур.

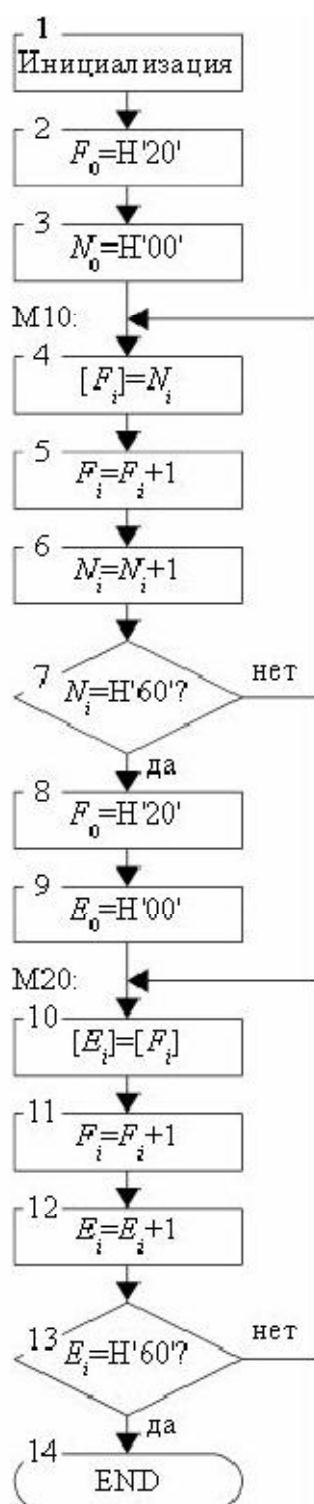
1.Қўйилган вазифа

Аналитик кўринишда масалининг бошланғич оғзаки шаклини тақдим этамиз. Бунинг учун регистрлар навбатини қайд қиладиган сонини N ҳарфи билан, регистрнинг адресини F ҳарфи билан, EEPROM ячейкаси адресини эса E ҳарфи билан белгилаймиз. 0-банкда УТР адреси H'20' дан бошланиб, H'7F' тугайди, $F \in [H'20', H'7F']$ шаклида ёзиш мумкин. Ушбу хотира массивида мос равишда H'00' дан H'5F' гача ёки $N \in [H'00', H'5F']$ сонлар мосланади. EEPROMга нусха олишда $E \in [H'00', H'5F']$ адреслардаги ячейкаларга иштирок қилади. Худди шундай $[F_0]=0$, $[F_i]=N_i$, $[F_{i+1}]=N_{i+1}$, $[E_i]=[F_i]$ ёзиш мумкин.

Охирги формуладаги квадрат қавслар F ва E ҳарфлари билан белгиланган хотира ячейканинг адреси эмас, балки ушбу адресдаги хотира ячейканинг мазмунини билдиради.

2. Дастурнинг алгоритмини ишлаб чиқиш

Дастурнинг кенгайтирилган алгоритми 3.5-расмда келтирилган.



3.5-расм Дастурнинг блок-схема алгоритми

Алгоритмнинг биринчи блогида Ассемблер дастурининг бошланғич созуламаси ишлаб чиқилади: асосий файлнинг матни ссилкага боғланади, дастурнинг бошланғич адреси берилади, УТР тақсимланади ва бошқалар.

Иккинчи блокдан еттинчигача 0-банкдаги регистр файлларининг ўсувчи сонлари ёзилади.

Иккинчи ва учинчи блокда ячейка адресининг бошланғич оператив хотира маълумотлари ва сони берилади, ушбу ячейкага ёзилади.

Тўртинчи блокда хотира ячейкасидаги хусусий ёзишлар сони ишлаб чиқилади.

Бешинчи ва олтинчи блокларда кейинги ячейка ва кейинги сон адреси ҳисобланиши ишлаб чиқилади (берилган мисолда оддийгина бирга оширилган).

Алгоритмнинг еттинчи блогида сонни уни охирги қиймати билан таққослаш бажарилади. Қуйидагаларни ҳисобга олсак, шу берилган мисолда таққослаш сонлар катталашгандан кейин амалга оширилади, шунинг учун соннинг охирги қийматини 5F деб эмас, 60 сифатида оламиз. Агар сон ўзининг охирги қийматига етмаса, унда дастур ушбу сон ёзилган навбатдаги ячейкага қайтади (4-блок, M10:), агар таққослаш натижаси қониқарли бўлса, дастур ОХҚ (ОЗУ)дан маълумотларни EEPROM га кўчиришга ўтади (саккизинчи блокдан ўттизинчигача).

Саккизинчи ва тўққизинчи блокларда оператив хотира маълумотлари ва EEPROMдаги ячейкалар адресларининг бошланғич қиймати берилади.

Ўнинчи блокда навбатдаги ячейкалар ОХҚ (ОЗУ)дан EEPROMга маълумотлар кўчириш бажарилади.

Ўн биринчи ва ўн иккинчида ОХҚ (ОЗУ) ва EEPROM ячейкалар адреси биттага ошиб боради.

Ўн учинчи блокда EEPROM ячейкалар адреси билан биттага ошадиган охирги қийматлар таққосланади. Агар ячейка адреси ўзининг охирги қийматига етмаса, дастур 10-блокка қайтади (M20:), бошқача айтганда – дастурнинг охирига ўтади. (ИЛОВА 1)

4. Дастурнинг бошланғич матнини ҳисоблагич кодларига ўгириш

Янги лойиҳа ва тўпламлар дастурини тузиш жараёни II бобда батафсил ёзилган.

5. Тест ўтказиш ва тузатиш

Дастурни тузатиш босқичида аввалги босқичларда пайдо бўлган барча хатоларни аниқлаш ва бартараф этиш зарур. Микроконтроллернинг дастурини ёзиш ва дастурни ишга тушириш жараёни II бобда келтирилган. Шунинг хисобга олиш зарурки, энергияга боғлиқ бўлмаган EEPROM маълумотлар хотираси фақат *Debugger* > *Read EEDATA* буйруғи бажарилганидан кейин кўрсатилган.

Кузатиш

ОМТ курсини ўрганишда ишлаб чиқиладиган барча дастурлар соф таълимий кўринишга эга бўлганлиги сабабли, уларнинг ишлаш имкониятини фақат лаборатория ишини ўқитувчига топшириш вақтига қадар сақлаб туриш керак бўлади, холос.

Ҳисоботнинг мундарижаси

Ҳисоботда берилган масалани, алгоритмнинг блок-схемаси ва Ассемблер тилида ёзилган тузатиш босқичида топилган тузатишлар билан дастур матнини келтириш зарур.

Назорат саволлари

1. PIC16F873A микроконтроллерида қанақа кўринишдаги хотиралар иштирок этади?
2. Дастурларнинг тузилишида маълумотлар хотирасини банкларга таъсирланиши бир қатор қийинчиликларни туғдиради: дастурчи доимий равишда ҳозир қайси банк билан ишлаётганини ҳақида ёдида тутиши керак, берилган назорат решистрининг аниқ бир битини ўрнатиш учун қайси банкка ўтиш кераклигини ҳам унитмаслиги керак. Бироқ PIC16 микроконтроллерининг маълумотлар хотираси банкларга бўлингандир. Сиз нима деб ўйлайсиз нега микроконтроллер яратувчилари бундай йўл тутишган?
3. Алгоритмнинг биринчи бўлимида EEPROM (FLASH) га ахборот ёзилиши EECON1 регистрининг WR байроғи орқали текширилади, яъни

хозирги вақтда микроконтроллер EEPROM (FLASH) хотирасига ахборот ёзиш билан банд эмаслигига ишонч ҳосил қилишимиз керак.

4. Қайси қўлланмалар PIC16 комплектидан маълумотларни стекка ёзади ва маълумотларни ундан ўчиради?

5. Нима учун стек хотира 13-разрядли ўлчамда бўлади?

3.2. PIC-микроконтроллерларининг параллел портларини ўрганиш бўйича лаборатория ишини ишлаб чиқиш

PIC-микроконтроллерларининг параллел портларини ўрганиш

Ишнинг мақсади: PIC16F873A микроконтроллерининг параллел портларини ишлашини ва дастурлашни ўрганиш.

PIC16F873A микроконтроллерида учта параллел кириш-чиқиш портлари бор: 6 разрядли А порти ва иккита саккиз разрядли В ва С портлари. Ташқи қурилмаларга кириш-чиқиш портлари мос равишда RA0...RA5, RB0...RB7 ва RC0...RC7 чиқишлари орқали уланади.

А порти чиқиш мултиплексорли киришдан рақамли-аналог тўғирлагич билан, В порти пастволтли дастурлаш схемаси (дастур-тузатувчи PICkit 2 ишлатилади) билан ва киришдан танаффус сўрови билан, С порти эса – Т1 интервал таймерининг схемаси билан, кенг-импульсли модуляторнинг кетма-кет шиналари ва кетма-кет портлари. Бундан ташқари В портининг киришидан ички тортувчи резисторлар улаш мумкин.

Лаборатория макетининг схемасида параллел портлар чиқиши қуйидагича тақсимланган: RA0 – аналог-рақамли тўғирлагич кириши, RA2 ва RA3 – пьезокерамик овоз тарқатувчига уланган чиқиши BZ1, RA5 – юқоридаги сариқ светодиод HL1, RC0 – яшил светодиод HL2, RC1 – қизил светодиод HL3, RC2 – КИМ чиқиши, RC3 – пастги сариқ светодиод HL4, RC4 – яшил йўл-йўл чизиқ HL5, RC5 – ойсимон-оқ светодиод HL6, RC6 – кетма-кет кириш-чиқиш портларининг чиқиши, RC7 – кетма-кет кириш-

чиқиш портларининг кириши, RB0 – SA6 кнопка, RB1 – SA5 кнопка, RB2 – SA4 кнопка, RB3 – пастволтли дастурлаш кириши, RB4 – SA3 кнопка, RB5 – SA2 кнопка, RB6 – PICkit 2 дастур-тузатувчисининг синхронизация кириши ва RB7 – PICkit 2 дастур-тузатувчисининг маълумотлари кириши.

Кириш-чиқиш портларининг ишлашини бошқариш учун қуйидаги MTP ишлатилади:

TRISA, TRISB ва TRISC кириш-чиқиш портлари орқали маълумотларни узатиш йўналишини аниқлайди, логик «0» ни ёзишда TRIS регистрининг қайсидир разряди мос равишда кириш-чиқиш портларининг разряди чиқиш бўлиб ишлашни бошлайди, «1» ни ёзишда эса – кириш бўлиб. Эслаб қолиш осон: «0» худди «O» – «Output», «1» худди «I» – «Input».

PORTA, PORTB ва PORTC – кириш-чиқиш портларининг регистрлари, агар порт маълумотларни чиқаришга созланган бўлса, унақада «0» ёки «1» ёзишда аниқланган разряд ушбу регистрлар параллел портларининг чиқишида вужудга келадиган мос сигналларига ўтказилади, агар портлар маълумотларни киритишга мосланган бўлса, унақада ушбу регистрларнинг, параллел портларнинг киришида қатнашувчилари билан ҳақиқий мантикий босқичи бир ҳил деб санаш мумкин (ушбу регистрларга аввал ёзилганига қарамасдан).

ADCON1 A портининг чиқишларидан қайси бири аналог сигналларини киритиш учун, қайсилари рақамли сигналларни киритиш ёки чиқариш учун ишлатилишини аниқлайди, берилган макетнинг схемасига аналог сигнал RA0 чиқишидан келади, шунинг учун A портини ишлатилишдан аввал кириш-чиқиш порти сифатида ADCON1регистрига H'0E' сонини ёзиб қўйиш зарур.

OPTION_REG B портининг ички тортувчи резистори чиқишига улашга рухсат беради ва RB0 чиқишида олдинги ёки кейинги фронтдаги импульсининг ташқи чақириқни тўхташини аниқлайди. OPTION_REG.-RBPU «0» разрядини қайта ўрнатишда ички тортувчи регистрини ёқишга,

«1» ни ўрнатишда эса – ўчиришга олиб келади, OPTION_REG.INTEDG разрядида «0» - орқа фронтдаги сигналининг RB0 киришда, «1» - олдиндагисини тўхтади.

Ишни бажариш тартиби

Берилган лаборатория ишида дастурни ишлаб чиқиш ва тузатиш, PIC16F873A микроконтроллерининг кириш-чиқиш портларига мурожаатни амалга ошириш зарур. Аниқ вазифани ўқитувчи таркатади.

Мисол сифатида кейинги масалани кўриб чиқамиз. Бошланғич ҳолатда барча светодиодлар узилган, товушли сигнал етказилмаётган бўлади. SA2 кнопкани босгандан кейин 1 кГц частотали товушли сигнал берилади. SA3 кнопкани босгандан кейин қизил светодиод миганияли режимида уланади. SA4 кнопкани босгандан кейин схемабошланғич ҳолатига қайтади.

Муаммонинг баёни

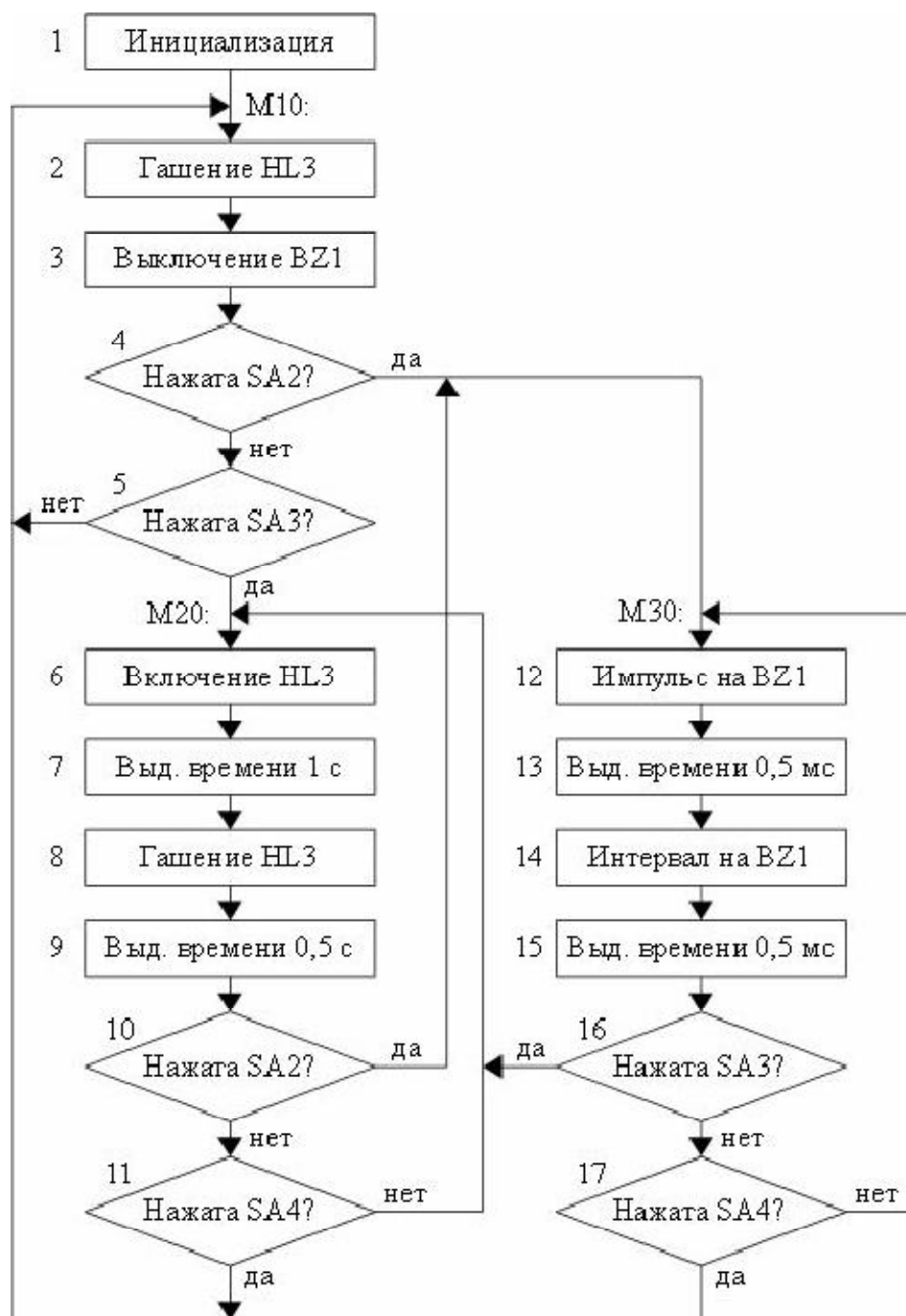
Муаммонинг бошланғич оғзаки формасини ўтиш графиги кўринишида келтирамиз (3.6 расм).



3.6-расм Дастурнинг ўтиш графиги

Дастурнинг алгоритмини ишлаб чиқиш

Асосий дастурнинг кенгайтирилган алгоритми 3.7-расмда келтирилган. Дастурда бир неча бор вақтни узиш блоги ишлатилади, келтирилган кетма-кетликдаги буйруқлар дастур ости кўринишида қайдланган, 3.8-расмда келтирилган алгоритм.



3.7-рasm Асосий дастурнинг блок-схема алгоритми

Алгоритмнинг биринчи блогида матнли файл МТР белгили ишоралар билан уланади, ишорали номлар учта умумий танланган регистрлардан танланади, вақтни санаш ролини бажаради, қайта ўрнатиш векторининг ва асосий дастурнинг бошланғич адреси берилади, параллел кириш-чиқиш портларининг мос тушувчи ишлаш режимида созланиши ишлаб чиқилади.

А ва С портлари, светодиодларга ва пьезокерамик овоз тарқатувчига уланган бўлади, маълумотлар чиқишига созланади, В порти эса кириш

кнопкалари контакларига уланади. В порти чиқишлари ички тортувчи резисторга уланади.

Иккинчидан бешинчига бўлган блоклар мос равишда устуннинг бошланғич ҳолатини ифодалайди. Иккинчи ва учинчи блокларда светодиодларнинг ўчиши ва овоз тарқатувчини ўчиришни амалга оширади. Тўртинчи ва бешинчи блокларда кнопка контактларининг ҳолатининг сўрови ишлаб чиқилади. Агар SA2 ва SA3 кнопка контактлари узилган бўлса, унақада дастур M10-белгига қайтади ва жараён бошидан такрорланади. Агар SA2 кнопка босилган бўлса, M30-белгига ўтиш амалга оширилади, агар SA3 босилган бўлса, унақада – M20 га. Олтинчидан ўн биринчигача блоклар қизил светодиоднинг миганияси учун жавоб беради. Олтинчи блокда светодиодга таъминот узатиш бўлади. Еттинчи блок дастур остига 1с. вақт давомида ушланишга чақиради. Саккизинчи блокда светодиод таъминотдан узилади. Тўққизинчи блок дастур остига 0,5с. вақт давомида ушланишга чақиради. Ўнинчи ва ўн биринчи блокларда кнопка контактлари ҳолати сўрови ишлаб чиқилади. Агар SA2 ва SA4 кнопка контактлари узилган бўлса, унақада дастур M20-белгига қайтади ва жараён бошидан такрорланади. Агар SA2 кнопка босилган бўлса, M30-белгига ўтиш амалга оширилади, агар SA4 босилган бўлса, унақада – M10га.

Ўн иккинчидан ўн еттинчигача блоклар овозли сигналнинг юборилиши амалга оширилади. Ўн иккинчи блокда овоз тарқатувчига бериладиган олдинги фронт импулси шаклланади. Ўн учинчи блок дастур остига 0,5с. вақт давомида ушланишга чақиради. Ўн тўртинчи блокда овоз тарқатувчига бериладиган орқа фронт импулси шаклланади. Ўн бешинчи блок яна дастур остини 0,5с. вақт давомида ушланишга чақиради. Ўн олтинчи ва ўн еттинчи блокларда кнопка контактлари ҳолати сўрови ишлаб чиқилади. Агар SA3 ва SA4 кнопка контактлари узилган бўлса, унақада дастур M30-белгига қайтади ва жараён бошидан такрорланади. Агар SA3 кнопка босилган бўлса, M20-белгига ўтиш амалга оширилади, агар SA4 босилган бўлса, унақада – M10га.

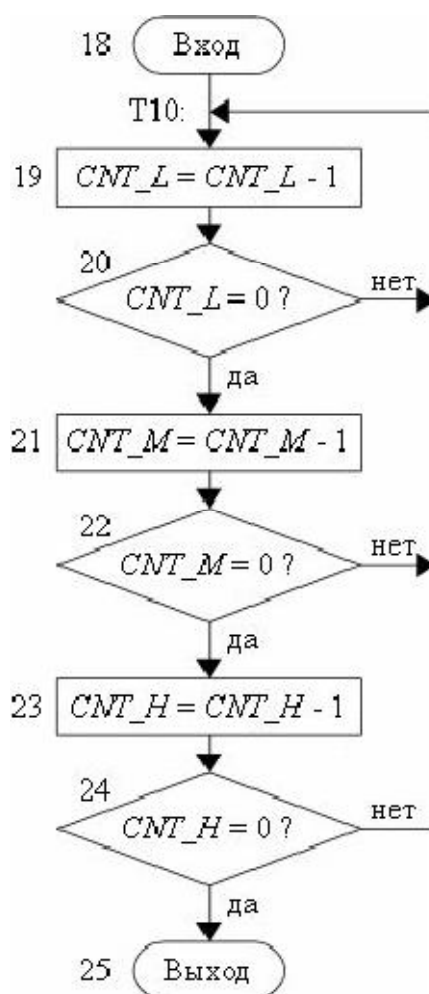
Дастур остини вақт узилишга чақиршдан аввал санаш-регистрида аниқланган соннинг қийматини ёзиб олиш зарур. Ушбу қийматларни ҳисоблаш методикаси пастда келтирилган.

Биринчи бўлиб, санаш-регистрларининг сонини аниқлаш зарур. PIC16F873A микроконтроллерининг тактли частотаси лаборатория макетида 4 МГц га тенг, ҳисоблаш жараёнининг узунлиги – тактли частотанинг тўртдан бирига ёки 1 мкс. га тенг. Микроконтроллернинг кўпчилик буйруқлари битта ҳисоблаш жараёнида бажарилади, ўтиш буйруқлари бундан мустасно, дастур остидан чақирув ва қайтиш иккита жараёнда бажарилади. Талаб қилинган жараён давомийлигини амалга оширишнинг энг осон йўли, кейинги буйруқларни ишлатиш:

T10: DECFSZ CNT,F ҳисоблагичнинг қийматини 1га камайтириш,
;агар 0 кескин ўзгариш

GOTO T10 ;ҳисоблагични камайтиришга қайтариш.

DECFSZ буйруғи бир ҳисоблаш жараёнида бажарилади, GOTO эса иккита, яъни жараёни бажариш вақти 3 мкс.ни ташкил этади. Битта санаш-регистрини ишлатишда узилиш вақти T ни 3 дан $3 \cdot 28 = 768$ мкс.гача шакллантириш мумкин, иккита санаш-регистрини ишлатишда $T \leq 3 \cdot 216 = 196\ 608$ мкс, иккита санаш-регистрини ишлатишда $T \leq 3 \cdot 224 = 50\ 331\ 648$ мкс ва ҳ.к. Бизниг мисолимизда учта санаш-регистри етарли.



3.8-расм Дастур ости узилиш вақти алгоритмининг блок-схемаси

Иккинчидан, ушбу регистрлардаги ҳар бир сонли қийматини ҳисоблаш зарур. Катта регистрдаги жараёнлар сони қуйидаги формула бўйича

$$H = \frac{T}{3 \cdot 2^{16}},$$

аниқланади:

$$M = \frac{\left(\frac{T}{3} - H \cdot 2^{16}\right)}{2^8}$$

Иккинчи регистрдаги жараёнлар сони -

$$L = \frac{T}{3} - (H \cdot 2^{16} + M \cdot 2^8).$$

Кичида эса -

Ҳисобланган барча жараёнлар сони, яъни олинган сон кичик томонга яхлитланади.

Учинчидан, DECFSZ буйруғида аввал камайтириш бажарилади ҳолос ва кейин регистрнинг таркиби нол билан таққосланади (қистартиришдан

олдин), яъни биринчи жараённинг бошида регистрда ёзилган сон, бирга камайтирилади, ҳисоблашда хатоликка олиб келади. Агар жараёнлар сони нолга тенг бўлса, бунақа хатолик давомий бўлиши мумкин. Шунинг учун ҳисобланган қийматга бирни қўшиш зарур:

$CNT_H = H + 1$, $CNT_M = M + 1$, $CNT_L = L + 1$. Бу қиймат киритилганда санаш-регистрида чакирувдан олдин дастур остида вақт узилади. Дастур ости вақт узилишининг ўзи алгоритмининг ўн саккизинчидан йигирма бешинчигача бўлган блокларида қўшилади. Дастур остига кириш T10-белгидан амалга оширилади. Ўн тўққизинчи, йигирма биринчи ва йигирма учинчи блкларида санаш-регистрлари кетма-кет қистартирилиши ишлаб чиқилади, йигирманчи, йигирма иккинчи ва йигирма тўртинчи блокларда эса – ушбу санашларнинг қийматини нол билан таққосланади. Барча санашлар нолга тиклангандан кейин йигирма бешинчи блокда дастурдан чиқиш рўй беради (Илова 2).

Дастур матнини ҳисоблаш кодларига ўгириш

Янги лойиҳа ва тўпламлар дастурини тузиш жараёни 1-лаборатория ишида батафсил ёзилган.

Тест ўтказиш ва тузатиш

Дастурни тузатиш босқичида аввалги босқичларда пайдо бўлган барча хатоларни аниқлаш ва бартараф этиш зарур. Микроконтроллернинг дастурини ёзиш ва дастурни ишга тушириш жараёни 1-лаборатория ишида келтирилган.

Кузатиш

ОМТ курсини ўрганишда ишлаб чиқиладиган барча дастурлар соф таълимий кўринишга эга бўлганлиги сабабли, уларнинг ишлаш имкониятини фақат лаборатория ишини ўқитувчига топшириш вақтига қадар сақлаб туриш керак бўлади, холос.

Ҳисоботнинг мундарижаси

Ҳисоботда берилган масалани, алгоритмнинг блок-схемаси ва Ассемблер тилида ёзилган тузатиш босқичида топилган тузатишлар билан дастур матнини келтириш зарур.

Назорат саволлари

1. Мультиплексорнинг кириш/чиқиш портлари нима деб аталади?
2. PORTB порти схемасининг 3 чиқишини чиқишга ростлаш учун, TRISB регистрига қандай қийматни ёзиш керак?
3. Алгоритм ёрдамида узилиш вақти қандай ташкиллаштирилади? Микроконтроллерда узилиш вақтини ташкиллаштиришни бошқача усули мавжудми?
4. Пьезотарқатувчига бериладиган овозли сигнални ташкил қилишқанақа шаклда рўй беради?
5. Фараз қилайлик, микроконтроллер 200 кГц частота мосланган. Битта регистр-ҳисоблагич ишлатиб, қанақа максимал қийматли узилиш вақтини таъминлаш мумкин?

3.3. PIC-micro микроконтроллерлари таймерларини ўрганиш бўйича лаборатория ишини ишлаб чиқиш

PIC-micro микроконтроллерлари таймерларининг ишини ўрганиш

Ишдан мақсад: PIC16F873A микроконтроллери таймерлари ишини ўрганиш ва дастурлаш.

PIC16F873A микроконтроллери тўртта – TMR0, TMR1, TMR2 ва WDT таймерига эга.

TMR0 таймери 8-разрядлиолдинги бўлувчи бўлган 8-разрядли импульс ҳисоблагичдан иборат. Ҳисоб импульслари манбаи сифатида импульсларининг келиш даври машина цикли($F_{osc}/4$) давомлилига тенгбўлган микроконтроллернингички тактлар генератори,ёки микроконтроллернинг RA4/T0CKI чиқишига узатиладиган ташқи

сигналкелиши мумкин. TMR0 таймери ёрдамида олдинги бўлувчидан фойдаланмаган ҳолда шакллантириш мумкин бўлган максимал вақт оралиғи ҳисоб импульсларининг 256 даврига, олдинги бўлувчидан фойдаланган ҳолда эса – 65 536 даврга тенг. TMR0 нинг яна бир хусусияти WDT кўрикчи таймери бўлган олдинги бўлувчидан биргаликда фойдаланишдан иборат.

Таймер ишини бошқариш OPTION_REG регистрининг олтита разряди ёрдамида амалга оширилади: T0SC бит ҳисоб импульслари манбаини танлайди, T0SE бит – ташқи ҳисоб импульсларининг олд ёки орқа фронтини танлайди, PSA бит TMR0 ёки WDT олдинги бўлувчини кўллашни белгилаб беради, учта PS0...PS2 битлари эса олдинги бўлувчининг бўлиниш коэффициентини берадилар. OPTION_REG регистрининг муайян регистрлари қийматлари 3.10-расмда берилган.

TMR0 таймерининг тузилмавий схемаси 3.10-расмда келтирилган. У ёзиб олиш учун ишлатиш мумкин бўлган ва махсус мақсадлар учун мўлжалланган TMR0 регистр-ҳисоблагичдан, дастурий жиҳатдан ишлатиб бўлмайдиган (программно не доступен) 8-разрядли олдинги бўлувчидан, бешта MUX мультиплексоридан, ташқи ҳисоб импульсларини синхронлаш SYNC узелидан, WDT кўрикчи таймерива инкорловчи ИЛИ логик элементидан иборат. Схема тўрт режимда ишлаши мумкин:

– ички тактлар генераторининг олдинги бўлувчисиз импульслар ҳисоблагичи. Бу режимга ўтиш учун T0SC бит «0» га туширилади, PSA эса «1» га кўтарилади. Ички тактлар генераторининг CLKOUT импульслари икки мультиплексор васинхронлаш узели орқали ўтиб, TMR0 регистр-ҳисоблагич киришига келиб тушадилар. Таймер шакллантирадиган вақт интервали T нинг давомлилиги қуйидаги формула бўйича аниқланади: $T = 2^{8-N}$, бунда N – TMR0 регистрига ёзиб олинган сон. Ҳисоблагич тўлиб кетганидан сўнг, яъни у H'FF' дан H'00' қийматига ўтишида, INTCON регистрида T0IF байроғи кўтарилади ва агар INTCON регистрининг GIE ва T0IE битлари «1» ини ўрнатиш билан рухсат

этилган бўлса, узилиш келтириб чиқарилади. Бундан кейин ҳисоблагичҳисобни Н'00' қийматидан бошлаб давом эттиришини (вақт оралиғи 256 машина цикли), яъни навбатдаги талаб этилган давомлиликдаги вақт интервалини шакллантириш учун TMR0 регистрга яна ҳисоблаб аниқланган рақамни ёзиш талаб этилади;

R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
-RBPU	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0
Бит 7							Бит 0

R – чтение бита
W – запись бита
U – не реализовано, читается как 0
-n – значение после POR
-x – неизвестное значение после POR

бит 7: **-RBPU:**

бит 6: **INTEDG:**

бит 5: **T0CS:** Выбор тактового сигнала для TMR0
1 = внешний тактовый сигнал с вывода RA4/T0CKI
0 = внутренний тактовый сигнал CLKOUT

бит 4: **T0SE:** Выбор фронта приращения TMR0 при внешнем тактовом сигнале
1 = приращение по заднему фронту сигнала (с высокого к низкому уровню) на выводе RA4/T0CKI
0 = приращение по переднему фронту сигнала (с низкого к высокому уровню) на выводе RA4/T0CKI

бит 3: **PSA:** Выбор включения предделителя
1 = предделитель включен перед WDT
0 = предделитель включен перед TMR0

биты 2-0: **PS2: PS0:** Установка коэффициента деления предделителя

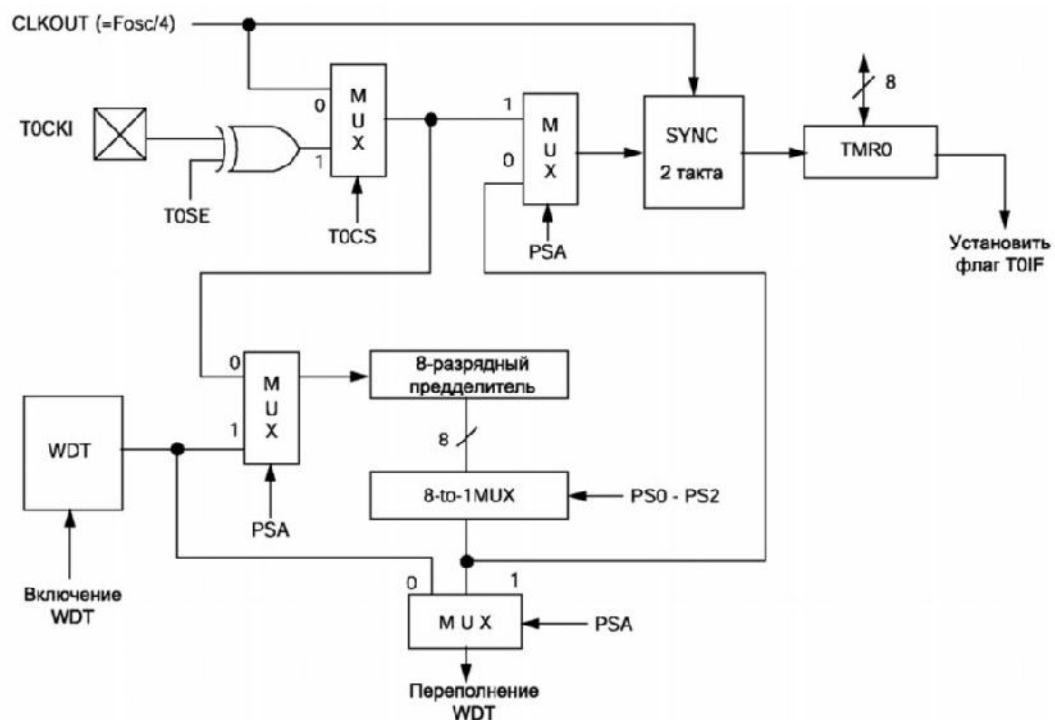
Значение	Для TMR0	Для WDT
000	1:2	1:1
001	1:4	1:2
010	1:8	1:4
011	1:16	1:8
100	1:32	1:16
101	1:64	1:32
110	1:128	1:64
111	1:256	1:128

– ички тактлар генераторининг олдингибўлувчисизимпульслар ҳисоблагичи. Мазкур режимга ўтиш учун PSA битга «0» ташлаш керак бўлади. Бунда CLKOUT импульслариаввал 8-разрядлиолдинги бўлувчи киришига, кейин унинг чиқишидан эса TMR0регистр-ҳисоблагичи киришига бориб тушади. Олдинги бўлувчининг қайта ҳисоблаш коэффициенти PS0...PS2 битлари билан берилади.

Таймер шакллантирадиган вақт интервали T нинг давомлилигикуйидаги формула бўйича аниқланади: $T = K(28-N)$, бунда K – олдинги бўлувчининг бўлиниш коэффициенти, N эса – TMR0 регистрга ёзиб олинган сон. Олдинги бўлувчини қўллашдавақт интервалини

шакллантириш дискретлилиги катталашиб, у олдинги бўлувчини қайта ҳисоблаш коэффициентига тенг. Қолган ҳолатларда таймер иши унинг биринчи режимдаги ишидан фарқ қилмайди;

– **ташқи тактларимпульсларининг олдинги бўлувчиси импульслар ҳисоблагичи.** Мазкур режимга ўтиш учун T0SC ва PSA битлар «1» га кўтарилади. Микроконтроллернинг T0CKI чиқишидан импульслар «Исключающее ИЛИ» логик элементи киришига келиб тушади. T0SE=0 битининг ҳолатида бу импульслару орқали инверсиясиз ўтади ва TMR0 ҳисоблагичининг навбатдаги ҳолатга ўчиб ўтиши ҳисоб импульсларининг олд фронти бўйлаб юз беради, T0SE=1 бўлганида эса ҳисоб импульслари инвертирланиб, ҳисоблагич ишлаб кетиши орқа фронт бўйлаб юз беради. Шундан сўнг ҳисоб импульслари иккита мультиплексор орқали ўтиб, синхронлаштириш схемасининг киришига тушадилар ва бу ерда уларнинг иккинчи ва тўртинчи машина тактларида стробирланиши юз беради. Шундай қилиб, ҳисоб импульсларининг келиш частотаси $F_{osc}/2$ дан кичик бўлиши шарт. Қолган ҳолатларда таймер иши унинг биринчи режимдаги ишидан фарқ қилмайди;



3.10-расм. TMR0 таймерининг тузилмавий схемаси

– ташқи тактларимпульсларининг олдинги бўлувчи импульслар ҳисоблагичи. Мазкур режимга ўтиш учун T0SC бит «1» га кўтарилиб, PSA эса «0» га туширилади. Олдинги бўлувчининг бу режимдаги иши 2-режимдаги каби бўлиб, ҳисоблагичнинг иши эса – 3-режимдаги билан бир хил. Таймер TMR1 импульсларнинг 3-разрядли олдинги бўлувчиси бўлган 16-разрядли ҳисоблагичи бўлиб келади. Мазкур таймернинг хусусияти микроконтроллернинг T1OSO ва T1OSI чиқишларига уланадиган алоҳида қуйи частотали кварцли резонатордан ишлаш, шунингдек синхронлаштириш узелини ўчириб қўйиш имконияти ҳисобланади. Юқорида санаб ўтилган хусусиятлар TMR1 таймерининг микроистеъмол қилиш режимидаги (SLEEP) ишлаш имкониятини таъминлаб беради. TMR1 таймери ёрдамида олдинги бўлувчидан фойдаланмаган ҳолда шакллантириш мумкин бўлган максимал вақт оралиғи 65 536 ҳисоб импульси, олдинги бўлувчи билан эса – 524 288 ҳисоб импульслари даврига тенг.

Таймер ишини бошқариш махсус мақсадлар учун мўлжалланган T1CON регистри ёрдамида амалга оширилади: TMR1ON бит TMR1 таймерини ёқади, TMR1CS бит эса ҳисоб импульслари манбаини бериб, T1SYNC бит синхронлаштириш узелини ёқади ёки ўчиради, T1OSCEN бит эса TMR1 таймерининг ички тактлар генераторини ёқишни бажариб, T1CKPS0 ва T1CKPS1 битлари кириш олдинги бўлувчининг бўлиниш коэффициентини беради. T1CON регистри разрядларининг аниқ қийматлари 3.11-расмда берилган.

U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
-	-	T1CKPS1	T1CKPS0	T1OSCEN	-T1SYNC	TMR1CS	TMR1ON
Бит 7							Бит 0

R – чтение бита
W – запись бита
U – не реализовано, читается как 0
-n – значение после POR
-x – неизвестное значение после POR

биты 7-6: **Не реализованы:** читаются как '0'

биты 5-4: **T1CKPS1:T1CKPS0:** Выбор коэффициента деления предделителя TMR1

11 = 1:8
10 = 1:4
01 = 1:2
00 = 1:1

бит 3: **T1OSCEN:** Включение тактового генератора TMR1
1 = генератор включен
0 = генератор выключен (инвертирующий элемент и резистивная обратная связь выключены для уменьшения тока потребления)

бит 2: **-T1SYNC:** Синхронизация внешнего тактового сигнала
TMR1CS = 1
1 = не синхронизировать внешний тактовый
0 = синхронизировать внешний тактовый

TMR1CS = 0
Значение бита игнорируется

бит 1: **TMR1CS:** Выбор источника тактового сигнала
1 = внешний источник с вывода RC0/T1OSO/T1CKI (активным является передний фронт сигнала)
0 = внутренний источник Fosc/4

бит 0: **TMR1ON:** Включение модуля TMR1
1 = включен
0 = выключен

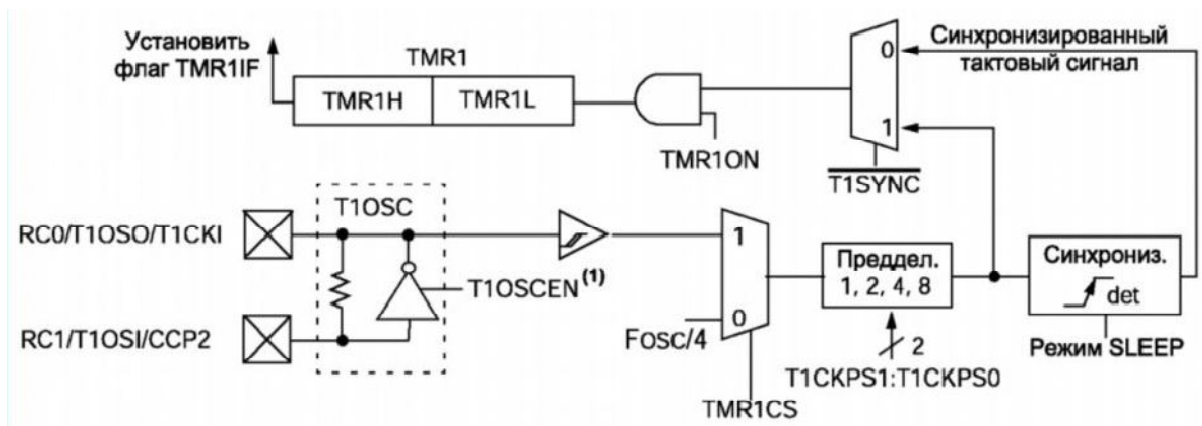
3.11-рasm. 1 T1CON таймерини бошқариш регистри

TMR1 таймерининг тузилмавий схемаси 3.12-расмда берилган. У махсус мақсадлар учун мўлжалланган икки регистр TMR1H ва TMR1L орқали ёзиб олиш ва ахборотни ўқиб олиш мумкин бўлган 16-разрядли TMR1 регистр-ҳисоблагичи, дастурий жихатдан фойдаланиб бўлмайдиган 3-разрядлиолдинги бўлувчидан, икки мультиплексордан, ташқи ҳисоб импульсларини синхронлаштириш узелидан, И логик элементидан, Шмит триггери ва тактлар импульслари генератори вазифасини бажараётган инвертордан иборат.

Схема уч режимда ишлаши мумкин.

Ички тактлар генераторининг импульслар ҳисоблагичи.Мазкур режимга ўтиш учун «1» ни TMR1ON битга кўтариш, TMR1SC битни эса «0» га тушириш талаб этилади. Ички тактлар генераторининг Fosc/4 частотали импульслари мультиплексор, олдинги бўлувчи,

синхронлаштириш узели, иккинчи мультиплексор, И логик элементи орқали ўтиб, TMR0 регистр-ҳисоблагичи киришига бориб тушади. Таймер шакллантирадиган вақт интервали T нинг давомлиги қуйидаги формула бўйича аниқланади: $T = K(2^{16} - N)$, бунда K – олдинги бўлувчининг бўлиниш коэффициенти, N эса TMR1H ва TMR1L регистрларига ёзиб олинган 16-разрядли сон. Ҳисоблагич тўлиб кетганидан сўнг, яъни унинг қиймати H'FFFF' дан H'0000' га ўтишида PIR1 регистрида TMR1IF байроғи кўтарилади ва INTCON регистри GIE ва T0IE битлари ҳамда PIE1 регистридаги TMR1IE бити «1» га ўрнатиш билан рухсат этилган бўлса, тўхталиш келтириб чиқарилади. TMR0 таймеридаги қаби вақт оралиғи бир марта шакллантирилади, яъни TMR1 таймерини такроран ишлатиб юбориш учун TMR1H ва TMR1L регистрларида ҳисобий қийматни дастурий юклаш талаб этилади.



3.12-расм. TMR1 таймерининг тузилмавий схемаси

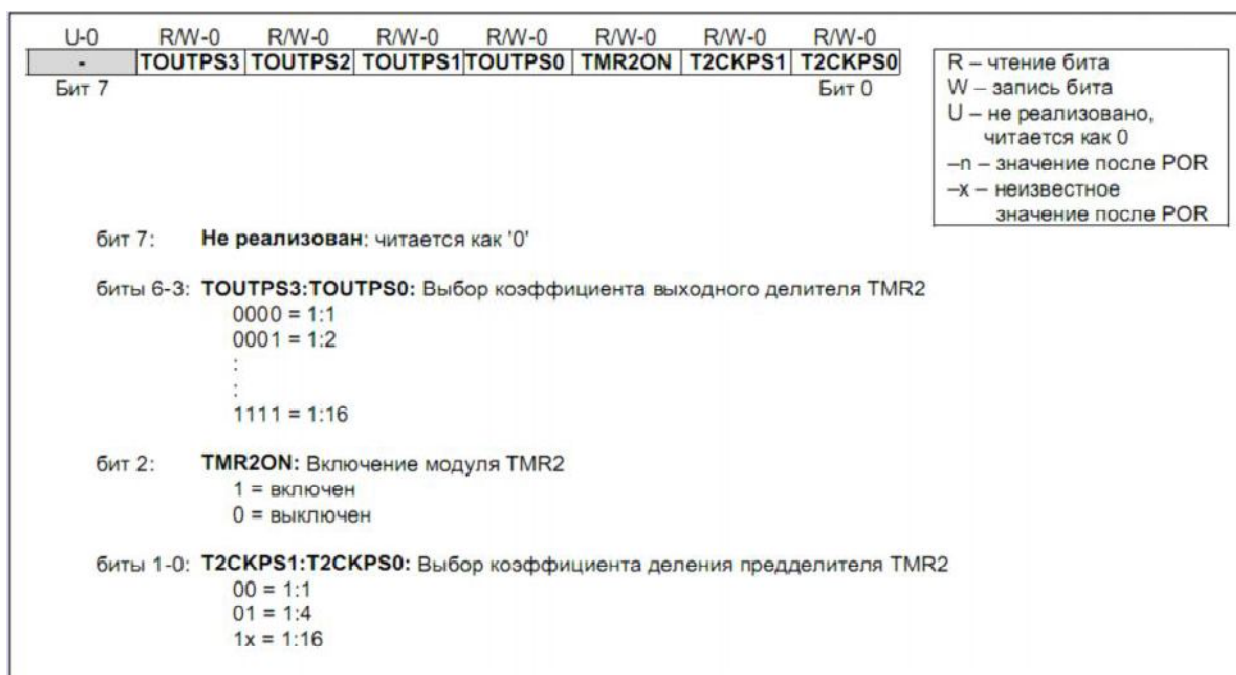
Ташқи тактлар импульслари ҳисоблагичи. Мазкур режимга ўтиш учун бити TMR1ON ва TMR1CS битлар «1» га кўтарилади, T1OSCEN бит эса «0» га туширилади. Микроконтроллернинг T1CKI чиқишидаги импульслар а через Шмитт триггери ва мультиплексор орқали олдинги бўлувчининг киришига келиб тушади. Шундан сўнг ҳисоб импульслари синхронлаштириш узели киришига бориб тушадилар. Микроконтроллернинг ишчи режимида, унинг тактлар генератори ёкилганида, ташқи ҳисоб импульсларини микроконтроллер иккинчи ва тўртинчи машина такти билан синхронлаштириш мумкин.

(TMR0таймеридаги каби), бунинг учун T1SYNC бит «0» га тушириб юборилади. Микроистеъмол режимига (SLEEPкомандаси) ўтиш олдида синхронлаштириш узелини ўчириб қўйиш зарур бўлиб, бунинг учун T1SYNC бит «1» га чиқарилади. Қолган ҳолатларда таймер иши унинг биринчи режимдаги ишидан фарқ қилмайди.

TMR1 таймерининг ичига ўрнатилган тактлар генератори импульслар ҳисоблагичи. TMR1 таймери, микроконтроллернинг T1OSO ва T1OSI чиқишларига уланадиган,инвертор вақуи частотали кварц резонатори асосида қурилганўз импульслар генераторига эга. Ушбу генератор микроконтроллернинг микроистеъмол режимига ўтишида ҳам ўчиб қолмайди. Кварц резонатори частотаси 200 кГц дан ошмаслиги керак бўлиб, «соатли» кварц резонатори учун стандарт қиймат32 768 Гц ни ташкил этади. Ана шу режимга ўтиш учун TMR1ON, TMR1CS ва T1OSCEN битлари «1» га чиқарилади (кўтарилади). Қолган қисмида таймер иши иккинчи режимдаги каби бўлиб, хусусан таймер шунингдек ўз ишини “ухлаш” (суст) режимда ҳам давом эттириши мумкин.

TMR2 таймери 4-разрядлиолдинги бўлувчиси ва4-разрядличикиш бўлишига эга бўлган 8-разрядли импульслар ҳисоблагичи бўлиб ҳисобланади.Мазкур ҳисоблагичнинг хусусияти берилган давомлиликдаги вақт интервалларининг чексиз кетма-кетлигини генерациялаш имкониятидан иборат (ҳисоблагични дастурий қайта юклаш талаб этилмайди).Таймер ёрдамида шакллантириладиган максимал вақт оралиғиҳисоб импульсларининг 256 даврига, бўлгичлардан фойдаланган ҳолда эса – 65 536 га тенг.

Таймер иши махсус мақсадлар учун мўлжалланган T2CON регистри ёрдамида бошқарилади: TMR2ON бит TMR2таймерни ёқиб,T2CKPS0 ва T2CKPS1 битлари киришолдинги бўлувчининг бўлиниш коэффициентини, TOUTPS0...TOUTPS3 битлари эса – чиқиш бўлгичининг (делителининг) бўлиниш коэффициентини берадилар. T2CON регистри разрядларининг аниқ қийматлари 3.13-расмда берилган.

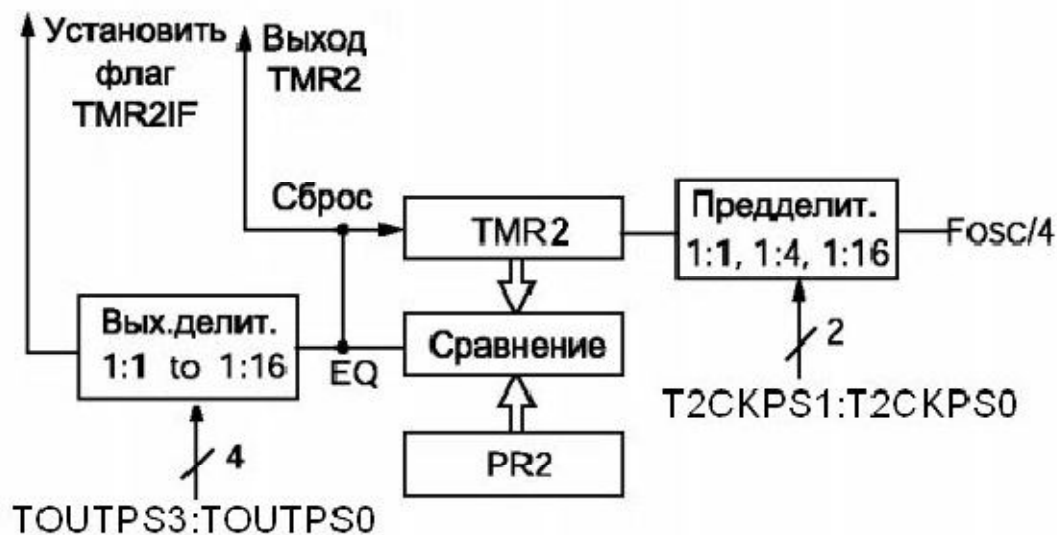


3.13-расм. 2 T2CON таймерини бошқариш регистри

TMR2 таймерининг тузилмавий схемаси 3.14-расмда берилган. У махсус мақсадлар учун мўлжалланган регистр кабиёзиб олиш ва ахборотни ўқиб олиш мумкин бўлган 8-разрядли TMR2 регистр-ҳисоблагичи, 4-разрядли олдинги бўлувчи, 4-разрядли чиқиш бўлгичидан (дастурий жиҳатдан фойдаланиб бўлмайди) PR2 давр регистри ва қиёсий схемадан ташкил топган.

Схема қуйидагича ишлайди. Таймерни ёқиш олдидан TMR2ON битни «1» ўрнатиш билан PR2 давр регистрига таймер ҳар бир циклда ҳисоблаб аниқлайдиган импульслар сонини ёзиб олиш талаб қилинади. FOSC/4 частотали ички тактлар генератори импульслари олдинги бўлувчи орқали ўтиб, TMR2 регистр-ҳисоблагичи киришига келиб тушади. PR2 давр регистри ахбороти ва қиёслаш схемаси чиқишидаги TMR2 ҳисоблагичи кўрсаткичлари тенглигига эришилганидан сўнг EQ сигнал ишлаб чиқилиб, у ҳисоблагични қайта Н'00' ҳолатга тушириб ташлайди ва ҳисоблагични тўлдириш жараёни яна қайтадан бошланади. Чиқиш бўлгичи орқали EQ импульслари таймер чиқишига келиб тушади ва PIR1 регистрида TMR2IF байроғини тиклайди. TMR2IF байроғи INTCON регистри GIE ва T0IE битлари ҳамда бита PIE1 регистрида TMR2IE битга «1» ўрнатиш

билан рухсат этилган бўлса, узилиш чақириғини келтириб чиқариши мумкин. Таймер шакллантирадиган вақт интервали T нинг давомлилигикуйидаги формула бўйича аниқланади: $T = K1 \cdot P \cdot K2$, бунда $K1$ – олдинги бўлувчининг бўлиниш коэффиценти, P – $PR2$ давр регистрига ёзиб қўйилган сон, $K2$ – чиқиш бўлгичининг бўлиниш коэффиценти.



3.14-расм. TMR2таймерининг тузилмавий схемаси

WDT қўриқчи таймер дастурий издан чиқиш (тўхталиш, осилиб қолиш ва ҳ.к.) ҳолатида микроконтроллерни фавқулодда ўчириш учун мўлжалланган. Дастур нормал ишлаганида қўриқчи таймер қўриқчи таймернингтўлиб кетиш давридан ортиқ бўлмаган интервал билан CLRWDT командаси томониданузиб қўйилади. Дастурий издан чиқиш ҳолатида қўриқчи таймер тўлиб кетади ва микроконтроллерни узиш сигналини ишлаб чиқариб, бунда дастурни бажариш $H'000'$ ни узиш вектори адресидан бошланади.

Қўриқчи таймер такт импульсларини алоҳида ўрнатилган RC генераторидан олиб, бу унинг ҳаттомикроистеъмол (SLEEP) режимида ҳам ишлашини таъминлайди. Қўриқчи таймерининг ёкилиши «1»га WDTE разрядини ўрнатиш билан амалга оширилади. 2007 конфигурация ячейкаси ёкилади. Қўриқчи таймернинг тўлиб-тошиб кетиш даври микроконтроллер таъминоти кучланиши, вақт тайинлаб берадиган RCзанжири ҳарорати ва параметрлари технологик тарқоқлигига боғлиқ бўлиб, 7 дан 33 гача мс ни

ташкил этади. Тўлиш даври эса TMR0 таймери билан бирга қўлланадиган чиқиш бўлгичини улаш билан 128 мартагача катталаштирилиши мумкин(3.9 расмни қар.). Бунда OPTION_REG регистридаги PSA бит «1» га чиқарилиб, PS0...PS2 битлари бўлгични қайта ҳисоблаш коэффициентини берадилар.

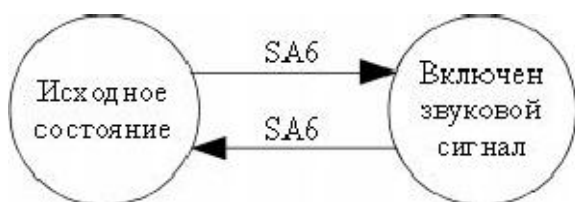
Ишнинг бажарилиш тартиби

Мазкур лаборатория ишида микроконтроллер таймерлари ёрдамида вақт интервалларини шакллантирадиган дастурни ишлаб чиқиш ва созалб олиш талаб этилади. Муайян вазифа ўқитувчи томонидан берилади.

Мисол тариқасида қуйидаги вазифани кўриб чиқамиз. Бошланғич ҳолатда товуш сигнали йўқ. SA6 тугмачасига босганда сигнал частотси 2 кГц ва янграш даври 1 с бўлган узукли зуммер жаранглайди. SA6 тугмачасига қайта босишда товуш ўчади.

Вазифанинг қўйилиши

Вазифанинг сўзлар билан берилган бошланғич шаклини ўтишлар графи кўринишида 3-лабораторияишидаги каби ўтишлар графи (3.15-расм) кўринишида тақдим этиш мумкин.



3.15-расм. Дастур бўйича ўтишлар графи

Расмдан кўриниб турибдики, дастурнинг бор-йўғи икки ҳолати ва улар орасида иккита ўтиш мавжуд. Ягона муаммо шундаки, ўтишлар биттаю-битта тугмачани босиш билан амалга ошади, маълумки, контактларнинг туташуви зудлик билан рўй бермай, балки «дребезг» номини олган ҳодиса, яъни электр занжирининг кўп марта туташishi ва узилишибилан кечади. Шундай қилиб, яна бир бор SA6 тугмачасига босилганидан сўнг дастур қайси ҳолатда бўлишини аниқ билиш жуда қийин. Контактлар дребезгининг олдини олиш мақсадида қатор усуллар мавжуд бўлиб,

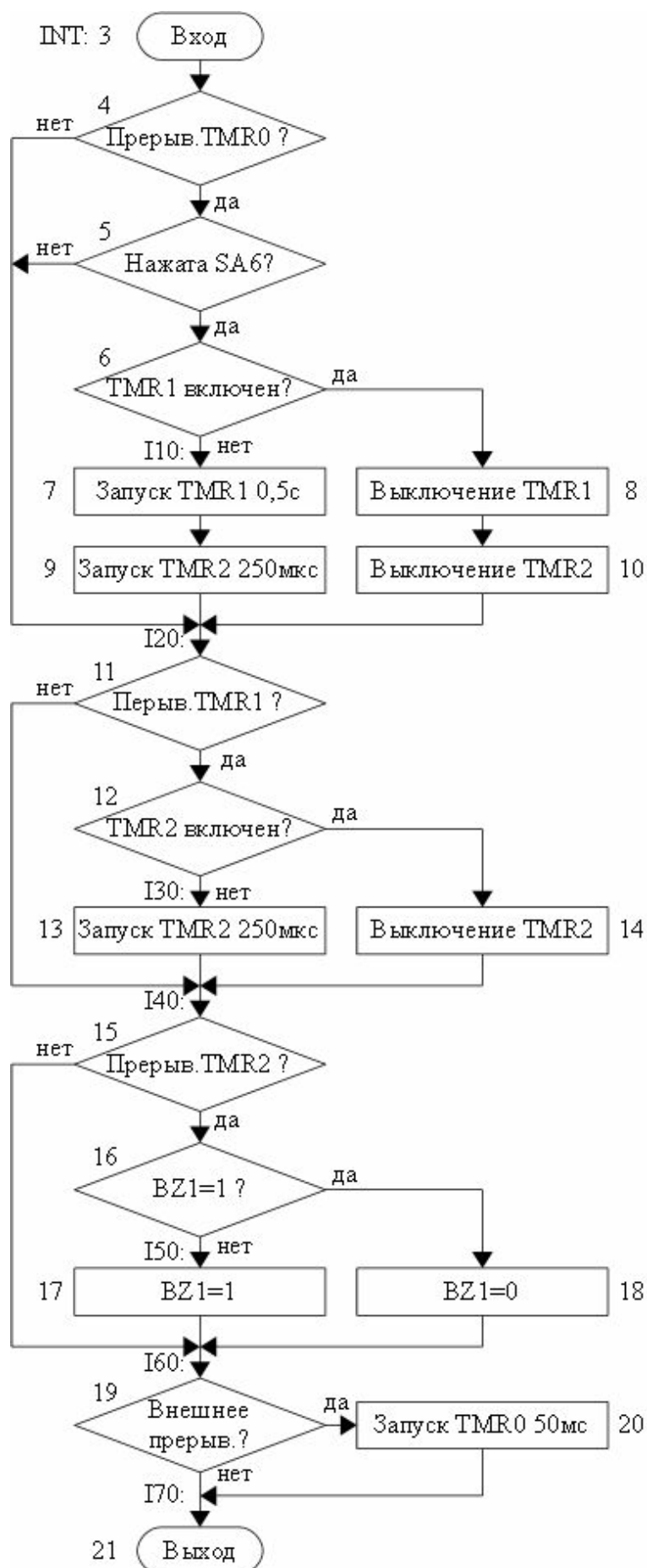
улардан энг соддасимуайян вақт давомида контактларнинг очик ёки ёпик ҳолатда эканлигини текширишдан иборат. Аксарият вазиятларда бу вақт 50 мс дан ошмайди.

Дастур алгоритмини ишлаб чиқиш

Асосий дастур алгоритми 3.16-расмда, узилишлар драйвери алгоритми эса – 3.17-расмда берилган.



3.16-расм. Асосий дастур алгоритмининг блок-схемаси



3.17-рasm. Узилишларга ишлов берувчи алгоритмнинг блок-схемаси

Мазкур дастурда PIC16F873A микроконтроллерининг барча уч таймеридан фойдаланилади. TMR0 тугмача контактларини титрашидан химоя қилиш учун 50 мс ли сақлаш вақт оралиғини, TMR1 таймери эса зуммер ярим даври жаранглашининг ярмига, яъни 0,5 с га тенг вақт оралиғини шакллантиради. TMR22 кГц частота даврининг ярмига тенг вақт оралиғини шакллантиради.

Алгоритмнинг биринчи блокада MTP рамзли белгиланишлари бўлган матнли файл уланади.

BZ1A товуш тарқатгич уланган А порти, ахборот чиқаришга, тугмачалар контактлари уланган В порти эса – ахборот киритишга ростланади. В порти чиқишларига ички тортиб қўядиган резисторлар уланади.

Таймерлардан узилишлар, шунингдек SA6 тугмачаси улаб қўйилган INT узилишлар сўровининг ташқи киришидан келган узилишларга рухсат этилади. Таймерлартегишли иш режимлари ва вақт оралиқларига сошлаб қўйилади.

Иккинчи блокда дастур рухсат берилган манбаларнинг биридан узилишлар чақирувини кутади.

Қолган барча ишлов бериш ишлари узишлар драйвериди амалга оширилади.

Узилиш чақириғидан (3-блок) сўнгузилишни келтириб чиқарган манбани аниқлаш учун узилишлар байроқларини сўраб чиқиш талаб этилади. Бунда бир неча белги бир вақтнинг ўзида киритилиши мумкинлигини унутмаслик керак. 4 блокда TMR0 таймеридан узиш белгиси текширилади. Агар белги ташланган бўлса, у ҳолда дастур TMR1 таймеридан узиш белгисининг сўровига ўтади. Агар TMR0 таймеридан узилиш белгиси кўтарилган бўлса, у ҳолда SA6 тугмача ҳолати (5 блок), агар у туширилган бўлса, демак бу контактлар дребезги ҳали тугалланмаганлигини, ёки контактлар дребезги тугмача қўйиб юборилганидан кейин юзага келганлигини англатади. Ушбу ҳолда дастур

TMR1таймеридан узилиш байроғи сўровига ўтади. Агар тугмача контактларитуташган бўлса, у ҳолда дастур TMR1 таймери ҳолатини текширишга ўтади (6 блок). Агар таймер ўчирилган бўлса, у 0,5с вақт оралиғига ростланиб, ёқилади (7 блок), 250мкс вақт оралиғига ростланади ва товуш сигнаolini шакллантирадиган TMR2 таймери ёқилади (9 блок). Агар TMR1 таймери аввалроқ ёқилган бўлса, ҳар иккала таймер (TMR1 ва TMR2) ўчирилади (8 ва 10 блоклар) ва товуш сигнали тўхтади.

11 блокда TMR1 таймеридан узилиш байроғи текширилади. Агар байроқ туширилган бўлса, унда дастур TMR2 таймеридан узилиш байроғи сўровига ўтади. Агар TMR1таймеридан узилиш байроғи кўтарилган бўлса, у ҳолда TMR2 таймерининг ҳолати текширилади (12 блок). Товуш импульси пайтида TMR2 таймери 250 мкс вақт оралиғига ростланиб, ёқилади (13 блок), интервал пайтида эса ўчади (14 блок).

15 блокда TMR2 таймеридан узилиш байроғи текширилади. Агар байроқ туширилган бўлса, унда дастур ташқи манбадан узилишни текширишга ўтади (SA6 тугмаси). Агар TMR2 таймеридан узилиш байроғи кўтарилган бўлса, у ҳолда А порти иккинчи разрядининг жорий аҳволи (16 блок) ваунинг тескари ҳолатга ўзгариши (17 ва 18 блоклар) текширилади.

19 блокда INTF ташқи манбаидан узилиш байроғи текширилади. Агар байроқ туширилган бўлса, унда дастур узилишлар драйверидан чиқади (21 блок), байроқ кўтарилган ҳолида (SA6 тугма контактлари туташуви рўй берган), у ҳолда TMR0 таймер 50 мс вақт оралиғига ростланиб, ёқилади(20 блок). Ундан сўнг дастур узилишларга ишлов берувчидан навбатдаги узилиш юзага келмагунича асосий дастурга чиқади.(ИЛОВА 3)

Дастур матнини ҳисоблаш кодларига ўгириш

Янги лойиҳа ва тўпламлар дастурини тузиш жараёни 1-лаборатория ишида батафсил ёзилган.

Тест ўтказиш ва тузатиш

Дастурни тузатиш босқичида аввалги босқичларда пайдо бўлган барча хатоларни аниқлаш ва бартараф этиш зарур. Микроконтроллернинг дастурини ёзиш ва дастурни ишга тушириш жараёни 1-лаборатория ишида келтирилган.

Кузатиш

ОМТ курсини ўрганишда ишлаб чиқиладиган барча дастурлар соф таълимий кўринишга эга бўлганлиги сабабли, уларнинг ишлаш имкониятини фақат лаборатория ишини ўқитувчига топшириш вақтига қадар сақлаб туриш керак бўлади, холос.

Назорат саволлари

1. Микроконтроллер асосий вақт давомида дастур-намунанинг қайси фрагментини бажариш билан банд?
2. Таймер-ҳисоблагичларда олдинги бўлувчи нима учун керак?
3. «Узилиш вектори»нинг ўзи нима?
4. Қўриқчи таймер ишининг қандай хусусиятлари бор?

Шбоб бўйича хулосалар

Магистрлик диссертациясининг ушбу бобида микроконтроллерлар периферия қурилмалари билан ишлаш, уларга дастур тузиш бўйича амалий ва назарий кўникмалар мажмуаси ҳақида баён этилди. Талабалар томонидан микропроцессор қурилмалари соҳаси бўйича билимлар кўникмасини мустаҳкамлаш учун қуйидаги асосий масалалар кўриб чиқилди. PIC микроконтроллерининг ишлаш ва дастурлаш хотирасини ўрганиш. PIC микроконтроллери таймерлари ишини ўрганиш ва дастурлаш. PIC микроконтроллерининг параллел портларини ишлашини ва дастурлашни ўрганиш.

Хулоса

Темир йўлларда поездлар ҳаракатини хавфсиз бошқариш ва назорат қилиш бевосита автоматика ва телемеханика қурилмаларининг ишончли ва хавфсиз ишлаши билан боғлиқ. Хозирги кунда мамлакатимиз темир йўлларида мавжуд реле-контактли тизимлар ўрнига замонавий микропроцессорли бошқариш тизимлари жорий қилинмоқда. Шу сабабли замонавий автоматика ва телемеханика тизимларига хизмат кўрсатувчи малакали миллий кадрларни тайёрлаш Ўзбекистон Темир Йўллари олдидаги энг устивор вазифалардан бири ҳисобланади.

Диссертациянинг алоҳида бўлимларида кўтарилган долзарб масалалар миллий кадрлар тайёрлаш учун асос бўлиб хизмат қилади. Хусусан микропроцессор тизимлари ҳозирги кунда нафақат темир йўлларда, балким ишлаб чиқаришнинг барча соҳаларининг асоси бўлиб хизмат қилмоқда.

Илмий изланиш даврида яратилган микропроцессор қурилмаларини ўрганиш бўйича лаборатория мажмуалари талабаларда замонавий автоматика тизимлари билан ишлаш, уларга техник хизмат кўрсатиш бўйича билимлар кўникмасини беради.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Каримов И.А., «Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана», Ташкент, март 2009
2. Майоров С.А. и др. Введение в микроЭВМ - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988.-304 с.: ил.
3. Горбунов В.Л., Панфилов Д.И. Микропроцессоры: Лабораторный практикум: Учеб. Пособие для втузов / Под ред. Л.Н. Преснухина. М.: Высшая школа, 1984. 104с.
4. Микропроцессорные комплекты интегральных схем: Состав и структура: Справочник / В.С. Борисов, А.А. Васенкова и др.; Под ред. А.А. Васенкова, В.А. Шахнова. М.: Радио и связь, 1982. 192с.
5. Проектирование цифровых систем на комплектах микропрограммируемых БИС / С.С. Булгаков, В.М. Мещеряков, В.В. Новоселов, А.А. Шумилов; Под ред. В.Г. Колесникова. М.: Радио и связь, 1984. 240с.
6. Е.Д.Баран, Н.В.Голошевский, П.М.Захаров, Б.М.Рогачевский. Виртуальная лаборатория для дистанционного обучения методам проектирования микропроцессорных систем.: Сборник трудов // Международная научно-практическая конференция. Москва, 2003г. – М.: Изд-во РУДН, 2003.
7. Белов А.В. Конструирование устройств на микроконтроллерах. – СПб.: Наука и Техника, 2005. – 256 с.: ил.
8. Предко М. Справочник по PIC-микроконтроллерам. Пер с англ – М ДМК Пресс, 2002, ООО «Издательский дом «Додэка-XXI», 2002. – 512с.:ил.

9. Яценков В.С. Микроконтроллеры Microchip. Практическое руководства – Москва: Горячая линия - Телеком, 2002. – 296 с.: ил.

10. Информационные технологии в профессиональной деятельности и научной работе: Сборник материалов региональной научно-практической конференции. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 178 с.

11. Николаенко. М.Н. Самоучитель по радиоэлектронике. – М.: НТ Пресс, 2006. – 224 с.: ил

12. Гуртовцев А.Л., Гудыменко С.В. Программы для микропроцессоров: Справ. Пособие. – Мн.: Выш.шк., 1989. – 352с.: ил.

13. Белов А.В. Создаем устройства на микроконтроллерах. – СПб.: Наука и Техника, 2007. – 304 с.: ил.

14. Белов А.В. Самоучитель по микропроцессорной технике. – СПб.: Наука и Техника, 2003 – 224 с.: ил.

15. Токхайм Р. Микропроцессоры: Курс и упражнения / пер. с англ., под ред. В.Н. Грасевича. М.: Энергоатомиздат, 1988. – 336 с.: ил.

16. Бродин В.Б., Калинин А.В. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики – М.: Издательство ЭКОМ, 2002 – 400 с.: илл.

17. Тавернье К. PIC-микроконтроллеры. Практика применения: Пер. с фр. М.: ДМКПресс, 2003. – 272с.:ил.

18. PonyProg2000 - Serial Device Programmer. Version 2.06f Beta Mar 5 2005. <http://www.LancOS.com>

19. www.microchip.ru официальный сайт микроконтроллеров PIC

20. Ўзбекистон Республикасининг “Кадрлар тайёрлаш миллий дастурида”ги Қонуни // Олий таълим: Меъёрий – ҳуқуқий ва услубий хужжатлар тўплами. – Тошкент: 2004. – Б. 16-17.

ИЛОВАЛАР

3. Ассемблер тилида дастур матнини териш

Дастурнинг бошланғич матнида қуйидагилар келтирилган:

; дастлабки созламаар

#include p16f873a.inc

CONFIG _HS_OSC

ORG H'000'

CNT EQU H'A0'

BCF STATUS,RP1

BSF STATUS,RP0

MOVLW H'20'

MOVWF FSR

CLRF CNT

M10: MOVF CNT,W

MOVWF INDF

INCF FSR,F

INCF CNT,F

MOVF CNT,W

XORLW H'60'

BTFSS STATUS,Z

GOTO M10

MOVLW H'20'

MOVWF FSR

CLRFCNT

M20: BSFSTATUS,RP1

BSFSTATUS,RP0

BTFSC EECON1,WR

GOTO M20

BCFSTATUS,RP1

```
BSF STATUS,RP0
MOVF CNT,W
BSF STATUS,RP1
BCF STATUS,RP0
MOVWF EEADR
MOVF INDF,W
MOVWFEEDATA
BSFSTATUS,RP1
BSF STATUS,RP0
BCF EECON1,EEPGD
BSFEECON1,WREN
BCFINTCON,GIE
MOVLW H'55'
MOVWF EECON2
MOVLW H'AA'
MOVWF EECON2
BSF EECON1,WR
BCFEECON1,WREN
BCFSTATUS,RP1
BSFSTATUS,RP0
INCFFSR,F
INCF CNT,F
MOVF CNT,W
XORLW H'60'
BTFSS STATUS,Z
GOTO M20
M30: GOTO M30
END
```

Дастурнинг матнини Ассемблер тилида ёзиш

Дастурнинг бошланғич матни қуйида келтирилган:

;дастлабки созламалар

#include p16f873a.inc

__CONFIG __HS_OSC ;

CNT_L: EQU H'20'

CNT_M: EQU H'21'

CNT_H: EQU H'22'

ORG H'000'

GOTO H'05'

ORG H'05'

BCF STATUS,RP1

BSF STATUS,RP0

MOVLW B'00001110'

MOVWF ADCON1

MOVLW B'00000001'

MOVWF TRISA

MOVWF OPTION_REG

MOVLW B'11111111'

MOVWF TRISB

MOVLW B'11000000'

MOVWF TRISC

M10: BCF STATUS,RP1

BCF STATUS,RP0

CLRF PORTC

CLRF PORTA

BTFSS PORTB,5


```
GOTO M30
BTFSS PORTB,4
GOTO M20
GOTO M10
M20: BSF PORTC,1
MOVLW D'6'
MOVWF CNT_H
MOVLW D'23'
MOVWF CNT_M
MOVLW D'22'
MOVWF CNT_L
CALL T10
BCF PORTC,1
MOVLW D'3'
MOVWF CNT_H
MOVLW D'140'
MOVWF CNT_M
MOVLW D'11'
MOVWF CNT_L
CALL T10
BTFSS PORTB,5
GOTO M30
BTFSS PORTB,2
GOTO M10
GOTO M20
M30: BCF PORTC,1
BSF PORTA,2
MOVLW D'1'
MOVWF CNT_H
MOVLW D'1'
```

```
MOVWF CNT_M
MOVLW D'168'
MOVWF CNT_L
CALL T10
BCF PORTA,2
MOVLW D'1'
MOVWF CNT_H
MOVLW D'1'
MOVWF CNT_M
MOVLW D'168'
MOVWF CNT_L
CALL T10
BTFSS PORTB,4
GOTO M20
BTFSS PORTB,2
GOTO M10
GOTO M30
T10: DECFSZ CNT_L,F
GOTO T10
DECFSZ CNT_M,F
GOTO T10
DECFSZ CNT_H,F
GOTO T10
RETURN
END
```

Дастур матнини Ассемблер тилида ёзилиши

Дастурнинг бошланғич матни қуйида келтирилган:

;бошланғич созуламалар

#include p16f873a.inc

__CONFIG _HS_OSC

ORG H'000'

GOTO BEGIN

ORG H'004'

GOTO INT

BEGIN: BSF STATUS,RP0

MOVLW B'00001110'

MOVWF ADCON1

MOVLW B'00000001'

MOVWF TRISA

MOVWF OPTION_REG

MOVLW B'11111111'

MOVWF TRISB

MOVLW B'00100111'

MOVWF OPTION_REG

BCF STATUS,RP0

MOVLW D'60'

MOVWF TMR0

MOVLW B'00110000'

MOVWF T1CON

MOVLW H'0B'

MOVWF TMR1H

```
MOVLW H'DC'
MOVWF TMR1L
MOVLW B'00000000'
MOVWF T2CON
BSF STATUS,RP0
MOVLW D'250'
MOVWF PR2
MOVLW B'11110000'
MOVWF INTCON
BSF PIE1,TMR1IE
BSF PIE1,TMR2IE
M10: GOTO M10
INT: BCF STATUS,RP0
BTFSS INTCON,T0IF
GOTO I20
BCF INTCON,T0IF
BSF STATUS,RP0
BSF OPTION_REG,T0CS
BCF STATUS,RP0
BTFSC PORTB,0
GOTO I20
BTFSS T1CON,TMR1ON
GOTO I10
BCF T1CON,TMR1ON
BCF T2CON,TMR2ON
GOTO I20
I10: MOVLW H'0B'
MOVWF TMR1H
MOVLW H'DC'
MOVWF TMR1L
```

```
BSF T1CON,TMR1ON
BSF T2CON,TMR2ON
I20: BTFSS PIR1,TMR1IF
GOTO I40
BCF PIR1,TMR1IF
MOVLW H'0B'
MOVWF TMR1H
MOVLW H'DC'
MOVWF TMR1L
BTFSS T2CON,TMR2ON
GOTO I30
BCF T2CON,TMR2ON
GOTO I40
I30: BSF T2CON,TMR2ON
I40: BTFSS PIR1,TMR2IF
GOTO I60
BCF PIR1,TMR2IF
BTFSS PORTA,2
GOTO I50
BCF PORTA,2
GOTO I60
I50: BSF PORTA,2
I60: BTFSS INTCON,INTF
GOTO I70
BCF INTCON,INTF
MOVLW D'60'
MOVWF TMR0
BSF STATUS,RP0
BCF OPTION_REG,T0CS
I70: RETFIE
```

END