

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ



Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтық техника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Абылгазинова Сана Нурлановна

«STM32 микроконтроллерлері негізінде энергоресурстарды есептеу жүйелеріне арналған модем әзірлеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071600 – Аспап жасау мамандығы

Алматы 2020



SATBAYEV
UNIVERSITY

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтық техника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

РТжАТҚ кафедра меңгерушісі

техника ғылым кандидаты



Қ.А. Ожикенов

«23» мамыр 2020 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «STM32 микроконтроллерлері негізінде энергоресурстарды есептеу жүйелеріне арналған модем әзірлеу»

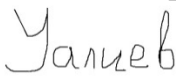
5B071600 – Аспап жасау мамандығы бойынша

Орындады

Абылгазинова Сана

Ғылыми жетекшісі

PhD докторы

 Уалиев Ж.Р.

« 23 » мамыр 2020 ж.



Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтық техника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

5B071600 – Аспап жасау

БЕКІТЕМІН

РТжАТҚ кафедра меңгерушісі

техника ғылым кандидаты



Қ.А. Ожикенов

«23» қаңтар 2020 ж.

ТАПСЫРМА

дипломдық жұмысты орындауға

Білім алушыға Абылгазинова Сана Нурлановна

Тақырыбы: STM32 микроконтроллерлері негізінде энергоресурстарды есептеу жүйелеріне арналған модем әзірлеу

Университет ректорының бұйрығымен бекітілген №726-б «27» қаңтар 2020 ж. Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «15» мамыр 2020 ж.

Дипломдық жұмысқа бастапқы мәліметтері: STM32 микроконтроллерін зерттеу, ақпаратты жинау және беру құрылғысын әзірлеу.

Дипломдық жұмыста әзірленуге жататын мәселелер тізімі:

- а) STM32CubeMX бағдарламасын зерттеу, түсіну
- б) Коммуналдық қызметтерді есепке алудың автоматтандырылған жүйесін зерттеу
- в) Бастапқы үлгіні жасау;
- г) Аппараттық бөлікті құрастыру;
- д) Ақпаратты жинау және беру құрылғысын бағдарламалау;

Графикалық материалдың тізбегі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып): ұсынылған 9 слайд жұмыс презентациясы

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 20 әдебиеттер тізімі


Дипломдық жобаны дайындау

КЕСТЕСІ


Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпе
Технологиялық бөлім	22.01 – 15.02.2020 ж.	Орындалды
Бағдарламалық бөлім	15.03 – 20.04.2020 ж.	Орындалды

Аяқталған дипломдық жобаға және оған қытысты бөлімдерінің кеңесшілері мен қалып бақылаушының

ҚОЛТАҢБАЛАРЫ

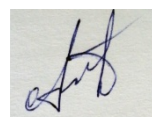
Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекшілер, кеңесшілер, (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қол
Қалып бақылаушы	Ж.С.Бигалиева, техника ғылымдары магистрі, лектор	23.05.2020 ж.	

Ғылыми жетекшісі



Уалиев Ж.Р.

Тапсырманы білім алушы орындауға қабылдады



Абылгазинова С.Н.

Күні «23» мамыр 2020 ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста тұрғын үй кешеніндегі коммуналдық қызметтерді есепке алу мәселелері қарастырылды. Коммуналдық қызметтерді есепке алудың автоматтандырылған жүйесінің өзіндік ерекшеліктері талданды. Су, газ, энергия санауыштарынан мәнді автоматты түрде оқу үшін модем жасау идеясы негізделеді. Модемді әзірлеуге, оның құрылымдық схемасы мен жұмыс принципіне көп көңіл бөлінеді. STM32 микроконтроллерлер жұмысына негізделетін модемнің өзіндік ерекшеліктері сипатталады. Дипломдық жұмыс тұтынылған энергия мөлшерін өлшеуден басқа бірнеше тарифтік жоспарларды, өлшеу нәтижелеріне қашықтықтан қол жеткізуді орындайтын модем жұмысының ұғымының мазмұнын ашады.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе рассмотрены проблемы учета коммунальных услуг в жилом комплексе. Проанализированы характерные особенности автоматизированной системы учета коммунальных услуг. Обосновывается идея о том, чтобы создать модем для автоматизированного считывания значения с счетчиков воды, газа, энергии. Значительное внимание уделяется разработке модема, его структурной схеме и принципе работы. Выделяются и описываются характерные особенности модема, который основывается на работе STM32 микроконтроллера. Дипломная работа раскрывает содержание понятия работы модема, который помимо измерения количества потребленной энергии выполняет несколько тарифных планов, дистанционный доступ к результатам измерений.

ABSTRACT

This diploma project discusses the problems of accounting for utilities in a residential complex. The characteristic features of the automated utility accounting system are analyzed. The idea of creating a modem for automated reading of values from water, gas, and energy meters is substantiated. Considerable attention is paid to the development of the modem, its structural scheme and the principle of operation. The characteristic features of the modem, which is based on the operation of the STM32 microcontroller, are highlighted and described. The diploma project the content of the concept of modem operation, which in addition to measuring the amount of energy consumed performs several tariff plans, remote access to the measurement results.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесі	10
1.1 Энергия тұтынуды есепке алу және бақылау мәселелері	10
1.2 Кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесінің мақсаттары	11
2 Ақпаратты жинау және беру құрылғысын әзірлеу	13
2.1 Жалпы ақпарат. Ақпаратты жинау және беру құрылғысы	13
2.2 Компоненттер базасын таңдау	15
2.3 Аспаптың жұмыс жасау алгоритмі және принципіалды сұлбасы	20
2.4 Конструкторлық бөлім. Аспаптың конструкциясы	22
3 Ақпаратты жинау және беру құрылғысын бағдарламалау	25
3.1 STMCubeMX, IAR Embedded Workbench бағдарламаларына шолу	25
Қорытынды	
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	

КІРІСПЕ

Қазіргі таңда, энергия ресурстарының саудасы адамның қатысуын барынша азайтатын өлшеу, жинау және өңдеу кезеңінде және энергия ресурстарын жеткізуші тарапынан да, тұтынушы тарапынан да түрлі тарифтік жүйелерге бейімді болатын сенімді, дәл, жедел, икемді есепке алуды қамтамасыз ететін автоматтандырылған аспаптық энергия есебін пайдалануға негізделген. Қазіргі заманғы коммуналдық қызметтерді кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесін әзірлеу және енгізу энергия есебінің саласындағы өнеркәсіптік және коммуналдық кәсіпорындармен байланысты. Автоматтандырылған жүйені енгізу мынадай мақсаттарды қарастырады:

- электр энергиясының сапасын қосымша бақылауға мүмкіндік беретін электр энергиясының, газдың, судың зияткерлік микропроцессорлық есептеуіштерін қолдана отырып, барлық энергия ресурстарын кешенді коммерциялық есепке алуды жүргізу және электр тұтыну, газ тұтыну;

- бастапқы көрсеткіштер мен бағдарламалық қамтамасыз етуді пайдаланатын коммерциялық және есептік бағдарламаларды жасау;

- объектілерде коммерциялық есептер үшін электр, су, газ және қуатты тұтыну туралы ақпаратты жинауды, сақтауды, жинақтауды, өңдеуді, көрсетуді және беруді жүзеге асыру сертификатталған және рұқсатсыз қол жеткізуден қорғалған ақпараттық – өлшеу жүйелерінің көмегімен жүргізіледі.

Дипломдық жұмыстың мақсаты: коммуналдық қызметтерді кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесіне негізделе отырып, ақпаратты жинау және беру құрылғысын әзірлеу, соның нәтижесінде санауыштардан алынған көрсеткіштерді автоматты түрде коммуналдық мекемелерге жіберу.

1 Кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесі

1.1 Энергия тұтынуды есепке алу және бақылау мәселелері

Қазақстан Республикасындағы энергияны тұтынуды бақылау және есепке алу процесі әлі күнге дейін көп жағдайда бақылаушы органдардың қызмет көрсетуіне алып келеді, олар әр ай сайын санауыштардан алынған көрсеткіштерді журналдарға кезең – кезеңімен енгізеді. Тұрмыстық секторда тұрғындар ай сайын тұтынушылардың энергия ресурстарын төлеуге қажетті санауыштын көрсеткіштерін жазады. Мұндай қолмен енгізу және ақпаратты өңдеу кезінде кідіріс, төмен дәлдік, әрі қателік болары сөзсіз.

Энергия тұтынуды есепке алудың негізгі кемшіліктеріне мыналарды жатқызуға болады:

1. Санауыштан көрсеткіштерді алудың ең аз үлкен кезеңдері;
2. Көрсеткіштерді кезеңмен бір мезгілде және нақты уақытта алу мүмкін еместігіне байланысты елеулі қателіктер;
3. Адам факторының сөзсіз әсері;
4. Тәулік аймақтары бойынша есеп жүргізудің мүмкін еместігі

Қазақстан бойынша электр энергиясын тұтынудың негізгі үлесін ірі өнеркәсіп кәсіпорындары алады, олардың республика бойынша жалпы тұтынудың үлесі 38% - ын құрайды [1].

Санауыштардың энергия есебін және оны автоматтандыруды ең алдымен, энергияны көп тұтынатын өндірістің, кәсіпорынның басшылары және энергия шаруашылығында бірден бір орын алатын тәртіп орнатуға ұмтылған бастамашы энергетиктер енгізді. Көптеген кәсіпорындар энергия ресурстарын жеткізушілермен өлшеу көрсеткіштерін қолмен түсіруді талап ететін, дәлдігі мен сенімділігі төмен жекелеген аспаптардан алынған мәліметтер арқылы есеп айырысатын. Мұндай энергия есебінің барлық шығындары кәсіпорындар үшін энергия ресурстарының арзандауына алып келеді.

Энергия ресурстарының көрсеткіштерін өлшеу және жеткізу толық автоматтандырылған бақылау жүйелерімен және энергия тұтынуды есепке алумен қамтамасыз етіледі [3-5].

Өнеркәсіптік кәсіпорын, тұрғын уй кешенінің тұрғындары өзінің энергия тұтыну процесін тек коммуналдық қызметтерді есепке алудың заманауи автоматтандырылған жүйесі бар болған жағдайда ғана толықтай бақылай алады және энергия ресурстарын жеткізушілермен келісе отырып, өздерінің энергия шығындарын айзайтып, әр түрлі тарифтік жүйелерге икемді көшу мүмкіндігіне ие болады.

Бүгінгі таңда коммуналдық қызметтерді кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесі кәсіпорындарда қажетті механизм болып табылады, онсыз келесі мәселелерді шешу мүмкін емес:

1. Энергияны тасымалдаушыларға бағалардың өсуі кезінде энергияға тәуелді кәсіпорындар өз өнімінің өзіндік құнында энергия тасығыштар үшін төлемақының үлесін жоспарлы түрде төмендету үшін энергияны тұтынуды

автоматтандырылған жүйе арқылы басқару мүмкіндігіне ие болуы тиіс. Бұл тек қана энергияны тасымалдағыштардың коммерциялық және техникалық есебі кезінде мүмкін болады.

2. Кәсіпорындарда қолданылатын коммуналдық қызметтерді кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесі энергия тасымалдаушылардың нақты есебін алуға мүмкіндік береді.

3. Энергия тасымалдаушыларды техникалық есепке ала отырып, автоматтандырылған жүйені нақты уақытқа әлдеқайда жақын режимде әрбір объектінің энергияны тұтыну көрінісін алуға және тиісінше, объектілерді барынша тиімділікпен қосуды жоспарлауға мүмкіндік береді.

Қазіргі заманғы автоматтандырылған есепке алу жүйесінің көмегімен өнеркәсіптік кәсіпорын энергияны тұтыну процесін толығымен басқарады және энергия жеткізушілерімен келісе отырып, энергияны тұтынуды азайтуға және әртүрлі тарифтік жүйелерге көшуге мүмкіндік алады.

1.2 Кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесінің мақсаттары

Кешенді автоматтандырылған энергия ресурстардың коммерциялық және техникалық есебі көмегімен (техникалық аспаптарға қарамастан энергия ресурстарын жеткізу, тұтыну) мынадай мақсаттарды қарастырса болады:

1. Энергия есебі көрсеткіштерінің дұрыстығын бақылай отырып, нарықтың әрбір субъектісі бойынша электр энергиясының теңгерімін жедел түрде анықтау және оның қосалқы құрылымын зерттеу.
2. Электр энергиясының шығыны мен сапа көрсеткіштерін жедел түрде анықтау.
3. Барлық есептеу аспаптарының (санауыштардың) техникалық жай – күйін және нормативтік техникалық құжаттарға сәйкес болатынын бақылау.
4. Энергия тұтыну режимдерін тез, әрі жылдам басқару.
5. Кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесінен алынған барлық мәліметтерді жинау және өңдеудің заманауи сандық технологияларын қолдану.
6. Өлшеу ақпараттарының дәлдігін, сенімділігін және жедел түрде түсуін арттыру есебінен коммерциялық және техникалық шығындардың шамасын азайту.
7. Электр энергиясын, газ және су санауыштарынан алынған көрсеткіштерді коммерциялық есепке алуды өлшеудің синхрондылығы.
8. Санауыштан алынатын көрсеткіштерді, дәл ақпаратты барлық деңгейлерде рұқсатсыз қол жеткізуден қорғау.
9. Әр кезең сайын жасалынатын графиктер негізінде энергия тұтыну мен жүктемені талдауды қамтамасыз ету.
10. Газ, су және электр энергиясын жоғалту орындарын жедел анықтау және жою.
11. Есептеулер мен аналитикалық материалдарды дайындауды автоматтандыру.

Коммуналдық қызметтерді кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесін ұйымдастыру принципі – иерархиялық, екі деңгейлі болып келеді. Басында коммуналдық қызметтерді кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесі екі деңгейлі жүйе ретінде жобаланды: бірінші деңгей – бастапқы өлшеуіш түрлендіргіштер (БӨТ) – тікелей немесе ауқымды түрлендіргіштер арқылы қоректендіруші фидерлерге қосылған импульстердің ендірілген телеметриялық датчиктері бар индукциялық – ток пен кернеудің өлшеуіш трансформаторлары, екінші деңгей – электр энергиясын есепке алу мен бақылаудың мамандандырылған өлшеуіш ақпараттық жүйелері (ЭӨАЖ).



1.1 сурет – Коммуналдық қызметтерді кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесінің структуралық сұлбасы

Коммуналдық қызметтерді кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесін дамытудағы жаңа кезең сандық интерфейстері бар қазіргі заманғы микропроцессорлық көпфункционалды электрондық санауыштардың пайда болуымен басталды, оларды жаппай енгізу 20 ғасырдың аяғында басталды. Жаңа коммуналдық қызметтерді кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесін сандық деп атаймыз, өйткені оларда өлшеуіш ақпаратты берудің модульдік принципін сандыққа алмастырдық (өлшеуіш деректерді екілік сандар арқылы санауыштардан алу).

2 Ақпаратты жинау және беру құрылғысын әзірлеу

2.1 Жалпы ақпарат. Ақпаратты жинау және беру құрылғысы.

Кез келген коммуналдық қызметтерді кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесінің негізгі элементі тұтынылған электр энергиясы туралы ақпаратты жинауға және жүйенің орталық компьютеріне ақпаратты беруге арналған құрылғы болып табылады [8].

Ақпаратты жинау және беру құрылғысы – бұл арнайы бағдарламалық қамтамасыздандыруы бар микроконтроллерге ие интеллектуалды құрылғы. Аумақ бойынша бөлінген электр энергиясының санауыштарынан көп санынан интеграцияланған ақпаратты жинауға, бастапқы өңдеуге, уақытқа байланыстыруға, ақпаратты жинау және өңдеу орталықтарына байланыс арналары бойынша жіберуге және сақтауға, көрсетуге арналған.

Ақпаратты жинау және беру құрылғысы шын мәнінде ақпараттық – өлшеу жүйесі немесе энергиялық есептің ендірілген бағдарламалық қамтамасыз етуі бар көпфункционалды бағдарламаланатын түрлендіргіш болып табылады. Коммуналдық қызметтерді кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесін дамыту шешуші күшейткіштер базасында аспаптардан заманауи микропроцессорлық мамандандырылған микроконтроллерге дейінгі жолдан өткен ақпаратты беру құрылғысын жетілдірумен тығыз байланысты. Ақпаратты жинау және беру құрылғылары енді үздіксіз жетілдіруде, жаңартылған модификациялар, аспаптардың жаңа түрлері жасалу үстінде. Мысалы, РФ-да әр түрлі өндірушілер ақпаратты жинау және беру құрылғыларының жиырмадан астам түрін шығарады, ал энергетикалық объектілерде пайдаланылатын аспаптар саны 5000 бірліктен асады. Олардың құны 312\$ (АЖжБҚ 164-01Б) бастап 9000\$ (АЖжБҚ RTU-300) дейін өзгереді. Сондай – ақ, ақпаратты жинау және беру құрылғыларын өндірушілердің саны да үнемі артып отырады. Ақпаратты жинау және беру құрылғыларын қолдану сандық ақпараттық шығысы бар электр энергиясының санауыштары орнатылған коммуналдық қызметтерді кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесінің объектілері үшін және сандық интерфейсі бар микропроцессорлық көпфункционалды электр санауыштары бар коммуналдық қызметтерді кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесінің объектілері үшін қажет.

Құрылғылардың көптеген жаңа түрлерін үнемі жетілдіру және әзірлеу ақпаратты жинау және беру құрылғысына техникалық талаптарды біріздендіру міндетін қояды.

[9-10] сүйене отырып, әзірленген ақпаратты жинау және беру құрылғысына қойылатын талаптарды келесідей жазамыз.

2.1.1 Ақпаратты жинау және беру құрылғысына қойылатын талаптар:

Ақпаратты жинау және беру құрылғысы қамтамасыз етеді:

- барлық бақыланатын санауыштарды бір уақытта оқу;
- рұқсатсыз кіруден және константалар мен есептеу ақпаратындағы

өзгерістерден қорғау;

- нысандар туралы қажетті ақпаратты сақтау: тәулік бойғы кезекшілік бойынша кемінде 5 күн, топтық кеңселерден тыс жерде қызмет көрсету бойынша кемінде 45 күн;
- жинақталған ақпаратты уақытылы сақтау.

2.1.2 Техникалық талаптар:

- ақпаратты жинау мен берудің әрбәр құрылғысының жад өлшемі ақпаратты іріктеу аралығы кезінде (15 минут) 45 күн ішінде барлық өлшенген мәндерді сақтау керек;

- 15 минуттан кейін өзгертін энергия туралы ақпаратты уақыт интервалымен таңдау үшін бағдарламалық және аппараттық құралдармен қамтамасыз ету қажет (әр кезең 1 сағатта аяқталуы керек).

- электр энергиясын коммерциялық есептеу ақпараттары әр 15 минут сайын ақпаратты жинауға және жіберуге арналған құрылғыға береді. Ақпарат берілмеген жағдайда, бір уақытта бірнеше 15 минуттық интервал үшін көрсеткіштерді жинау мүмкіндігі қамтамасыз етілуі керек;

- ақпарат жинауға және беруге арналған құрылғы үшін үздіксіз қуат көзі әр құрылғы үшін жеке сақтандырғыштармен қамтамасыз етілуі керек;

- егер модем ақпарат жинауға және беруге арналған құрылғыға байланысты болса, осы құрылғыдан бөлек орналасса, онда ол жеке сақтандырғышы бар үздіксіз қуат көзімен жабдықталуы керек;

- электр қуаты өшіп қалған жағдайда, ақпаратты жинауға және беруге арналған құрылғы үнемі дабыл сигналын бір жерге бір уақытта жіберіп отыруы керек;

- ақпаратты жинауға және беруге арналған құрылғыда қуаттың көзінің бұзылуы кезінде, оны өшіру кезеңінде ақпаратты сақтап, дәл уақытты үнемдеуге тиіс;

- электр қуатын құрылғыға қосу кезеңіне байланысты электр энергиясының аралық мәні және сәйкесінше электр энергиясын құрылғыға беру мерзіміне байланысты коммерциялық есепке алу жүйесінде сәйкестендірудің нәтижесі мәні белгіленуі керек;

- электр қуаты ұзақ уақыт бойы өшіріліп тұрған кезінде, күнтізбе және барлық мәліметтер сыртқы қуат көзін қоспай 45 күн жұмыс істеуі керек;

- ақпаратты жинау және беру үшін бөлек құрылғы және бөлек байланыс желісі болуы керек. Егер ақпаратты жинау және берудің жеке құрылғысы қолданылса, онда оны бірнеше коммерциялық санауыштардан алынған көрсеткіштерді сақтау үшін пайдалануға болады;

- ақпаратты оқуға арналған кез-келген операция коммерциялық есепке алудың сақталатын деректерінің жоғалуына немесе өзгеруіне әкелмеуі керек;

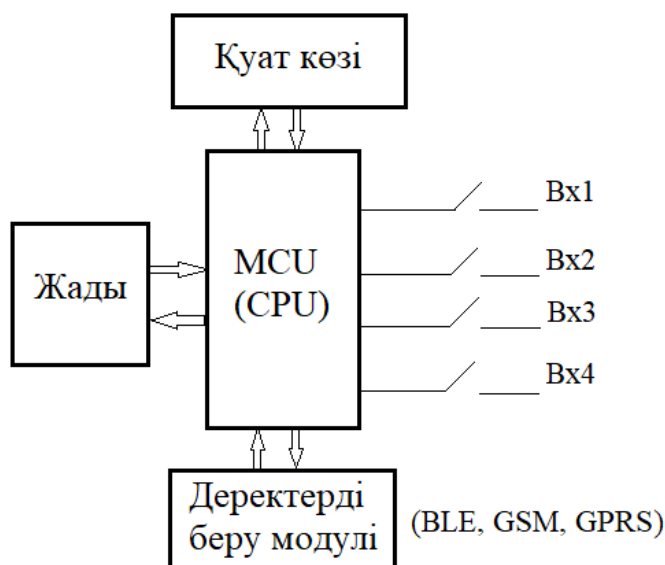
- коммерциялық есепке алу жүйесінің талабы бойынша ақпаратты жинау және беру құрылғысы сақталған ақпараттың кез келген көлемін шығаруы керек.

2.1.3 Сенімділікке қойылатын талаптар

- 1) Ақпаратты жинауға және жіберуге арналған құрылғы толық қызмет көрсету мерзімі кезінде тоқтамай жұмыс істеуге арналған қалпына келтірілетін көпфункционалды өнім болуы керек.
- 2) Ақау туралы ақпаратты жинауға және жіберуге арналған құрылғының орташа жұмыс уақыты қалыпты жұмыс жағдайында кемінде 30000 сағатты құрауы керек.
- 3) Ақпаратты жинау және беру құрылғысының қызмет ету мерзімі кемінде 20 жыл болуы керек.
- 4) Ақпаратты жинауға және беруге арналған құрылғының кепілдік мерзімі кемінде 24 айды құрауы керек.
- 5) Ақпаратты жинауға және жіберуге арналған құрылғыны қалпына келтірудің орташа уақыты 2 сағаттан аспауы керек және дұрыс жұмыс істемейтін диагностикалық нәтижелер анықталған функционалды модульдерді ауыстыру арқылы қамтамасыз етілуі керек [9-10].

2.2 Компоненттер базасын таңдау. STM32 микроконтроллерімен жұмыс

2.2.1 – суретте ақпаратты жинауға және беруге арналған әзірленген құрылғының кеңейтілген функционалды сұлбасы көрсетілген.



2.1 сурет – Ақпаратты жинауға және беруге арналған құрылғының функционалды сұлбасы

Ақпаратты жинау және беру құрылғысы мынандай компоненттерден тұрады. Оларға: сыртқы корпус, STM32F103C8 микроконтроллері, HC – 08 Bluetooth модулі, папа – мама сымдары, ER18505 батареясы.

Ақпаратты жинау және беру құрылғысының негізгі элементі - микроконтроллер (МК). Санауыштар сандық шығыстарды қолдана отырып, ақпаратты жинауға және беруге арналған құрылғыға қосылған.

Әр санауыш 0 және 1 күйлерінен тұрады, сондықтан ақпарат микроконтроллерге сандық түрде беріледі. Санауыштар кезекпен сұралады, олардың қазіргі күйі алдыңғы күймен салыстырылады, күй өзгерген кезде ақпарат (күні, уақыты, мемлекет) микроконтроллерге қосылған Flash жадында сақталады. Жоғарыда, ақпаратты жинау орталығының (АЖО) сұранысы бойынша Flash жадында жинақталған күйдің өзгеруі туралы мәліметтер тізбектелген порт арқылы беріледі.

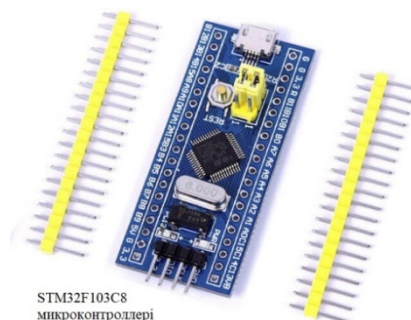
Ақпаратты жинау орталығы ақпаратты жинау және беру құрылғысының құрамына кірмейді. Санауыштардың үлкен қашықтықтарында жоғары жылдамдықта ақпаратты беру мүмкін емес, сондықтан берілу жылдамдығын таңдағанда келесі пайымдауларды ескеру қажет:

- жылдамдық төмен болған сайын, кедергіден қорғалу соғұрлым жоғары;
- жылдамдық жоғары болған сайын, санауыштарды сұрау уақыты аз.

Санауыштың саны 32-ден асатын мұндай құрылғылардың жұмыс тәжірибесі, берілу жылдамдығы 9600-ден кем болмауы керек. Сонымен, қатар бір санауыштың минималды уақыты – 5 мс құрайды. Санауыштар әр 25 мс уақыт аралығымен дәйекті түрде сұралады.

Микроконтроллер кез келген интернет құрылғысының, соның ішінде санауыштың орталық элементі болып табылады. Бұл құрал сенсорлардан алынған ақпаратты өңдеуді, қолданушы сервермен және жүйемен өзара әрекеттесуді, басқару функцияларын қамтамасыз етеді. Басқа түйіндерден айырмашылығы, микроконтроллерлердің өзегі үнемі жұмыс істеуі керек, сондықтан оның үнемділігі мен тиімділігіне, әсіресе батареяны қуаттайтын құрылғыларға қатаң талаптар қойылады [6].

STM32 микроконтроллері ақпаратты жинау және беру құрылғысының микроконтроллері ретінде таңдалды. [7] сүйене отырып, STMicroelectronics өнімдерінің ассортиментінде тоғыз отбасы бар екенін, олар интернет құрылғыларында, соның ішінде электр санауыштарында қолдануға болатын STM32 микроконтроллерлерінің 700-ге жуық жоғары өнімді және үнемді модельдерін қамтитынын білеміз.

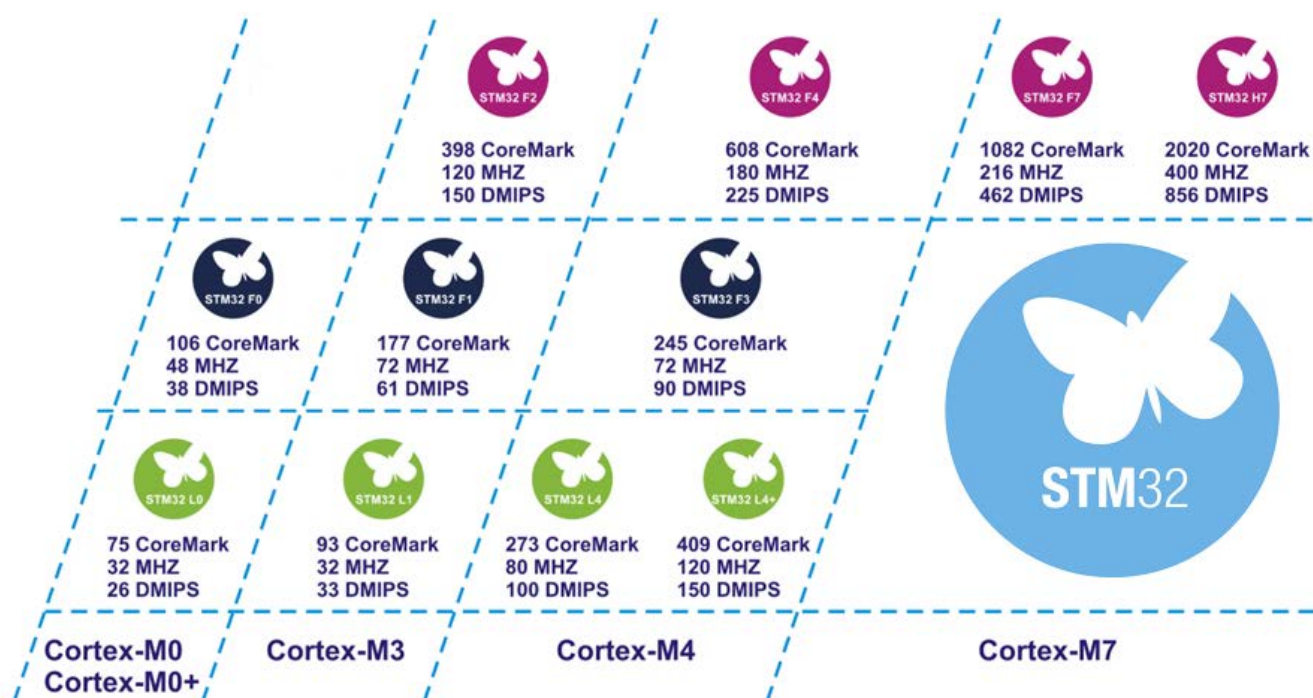


2.2 сурет – STM32 микроконтроллері

ARM Cortex-M процессорына негізделген 32 биттік STM32 микроконтроллерлерінің тобы әзірлеушіге жеке қосымшаны құруда барынша еркіндік береді. Төмен кернеумен жоғары өнімділіктің үйлесімі сандық сигналдарды өңдеуге және құрылғыны нақты уақыт режимінде минималды энергиямен басқаруға мүмкіндік береді, ал перифериялық модульдердің кең таңдауының болуы компоненттердің санын азайтады және кез келген бағдарламаның дамуын жеңілдетеді.

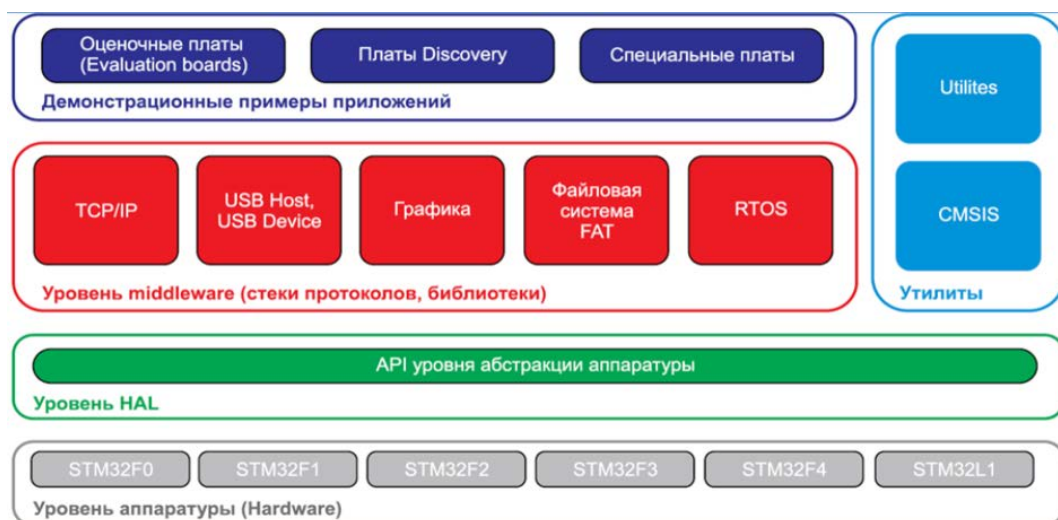
Стандартты ядросы бар STM32 микроконтроллерлерінің кең спектрі көптеген құралдар мен бағдарламалық қамтамасыздандыруды қолдайды, бұл оларды кішігірім жобалар үшін де, бүкіл платформа үшін де пайдалануға мүмкіндік береді. Микроконтроллерлердің жаңа тобының бірі – ақылды үйде және интернет құрылғыларында (Ultra Low Power) пайдалануға арналған ультра төмен заттарды тұтыну тобы.

STM32CubeMX – STMicroelectronics микроконтроллерлері басқарылатын бағдарлама. Өңделетін ақпаратты жинау және беру құрылғысын бағдарламалау STM32CubeMX бағдарламасының көмегімен жүзеге асырылды. STM32CubeMX – бұл графикалық көмекшілерді пайдалана отырып, Си тілінің негізінде кодты құруға мүмкіндік беретін STM32 тобының микроконтроллерлерін конфигурациялау үшін визуалды графикалық редактор. STMicroelectronics компаниясы жасаған STM32CubeMX бағдарламалық пакеті ARM Cortex ядроларының негізінде жасалған 32-биттік STM32 микроконтроллерлері негізінде жүйелерді әзірлеушілерге арналған осы автоматтандырылған жұмыс орнын білдіреді.



2.3 сурет – STM32 микроконтроллерлерінің тобы

Бұл микроконтроллерді толығымен конфигурациялау үшін ыңғайлы орта, оны өңдеу және баптау жүйелерінде қолдануға болады және әрі қарай қолдануға жарамды инициализация файлдарының пакетін бере отырып, микроконтроллердің басқару кодын орнатуға болады. STM32CubeMX ендірілген бағдарламалық жасақтаманы дамытуға айтарлықтай ықпал етеді, бұл процесті тездетеді, алғашқы мамандардан бастап, микроконтроллердің құжаттамасын мұқият зерттеуді қажет етпейді, контроллердің ақпараттық және бағдарламалық архитектурасы және бағдарламалық кітапханасының мүмкіндітері туралы алғашқы ақпаратпен танысуға мүмкіндік береді. STM32CubeMX мүмкіндіктерін зерттей отырып, алғашқы жобаларыңызбен жұмысты тиімді үйлестіруге мүмкіндік береді [7].



2.4 сурет – STM32CubeMX құрамы

Ақпаратты жинау және беру құрылғысының маңыздылығы бойынша 2-ші компонент – HC – 08 Bluetooth модулі.

HC – 08 Bluetooth модулі – бұл өте төмен энергияны тұтынатын жаңа модуль. Бұл модульде ең жаңа Bluetooth байланыс протоколы v4.0 BLE қолданылады, бұл сізге таратқышты тек ақпаратты беру кезінде қосуға мүмкіндік береді, бұл CR2032 батареясында бірнеше жыл жұмыс істеуге мүмкіндік береді [11].

[11] сүйене отырып, HC – 08 Bluetooth модулінің техникалық сипаттамасын береміз:

- CC2540 Texas Instruments чипінде жасалған;
- Байланыс протоколы Bluetooth v4.0 BLE;
- Эсер ету радиусы – 8-10 метр;
- SPP бар, ол барлық Bluetooth адаптерлерімен үйлесімді;
- Радисигнал жиілігі - 2.40 - 2.48 ГГц
- Интерфейс USB 1.1/2.0 немесе UART
- Жұмыс және энергия тұтыну режиміне байланысты энергия тұтыну – 0,4 мкА-дан 21 мА-ға дейін.

- Мөлшері: 27 x 13 X 1,8 мм



2.5 сурет – HC – 08 Bluetooth модулі

Ақпаратты беру және жинау құрылғысы қорек көзімен қамтамасыз етілуі үшін батареяға қосылған. ER18505 – бұл цилиндрлік аккумулятор, тионилхлоридтің әдеттегі кепілдік мандерін ұсынады. Литий тионилхлоридті цилиндрлі аккумулятор катодты белсенді материал (жоғары кернеу), анодты материалына жоғары металл құю әрекеті үшін қолданылады [12].



2.6 сурет – ER18505 батареясы

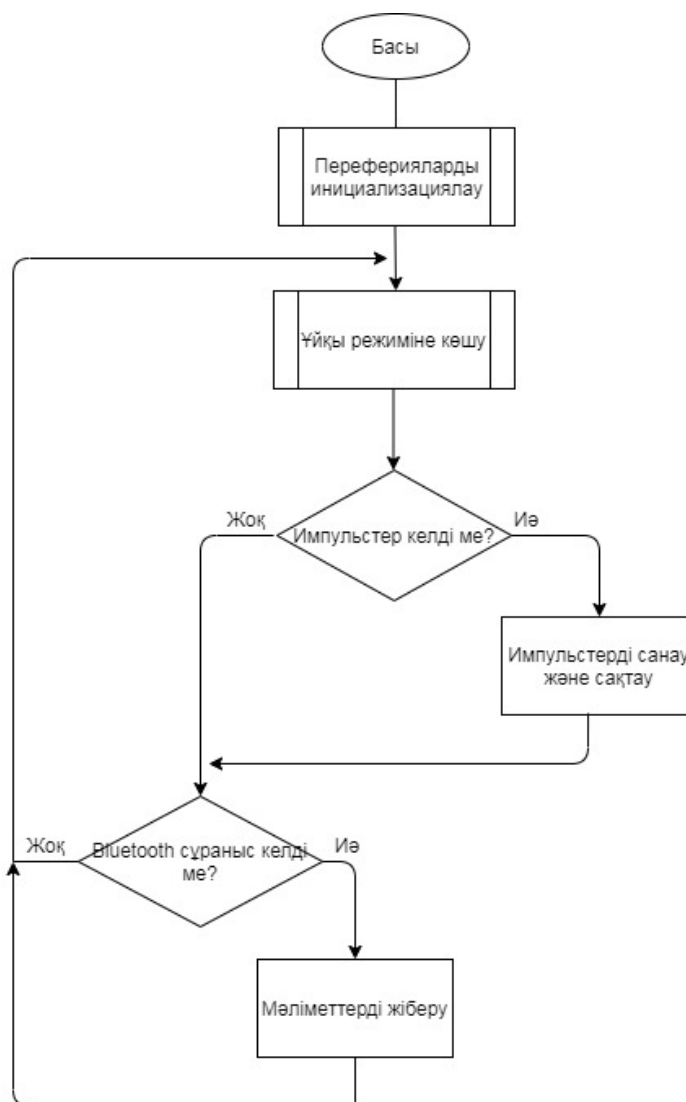
[12] сүйене отырып, жазылған батареяның қолданылуы:

- Су санауыштары
 - Газ санауыштары
 - Киловатт-сағаттық санауыштар
 - Электронды тұрақ санауыштары
 - ПК нақты уақыт сағаты
 - Медициналық жабдықтар
 - CMOS (комплементарлық металлоксидті жартылай өткізгіш) жадының сақтық көшірмесі
- Жалпы сипаттамасы:
- Үлгі: ER18505
 - Номиналды Кернеу: 3,6 Вольт
 - Сыйымдылығы: 4 Ah
 - Стандартты разряд тогы: 2.0 mA
 - Үздіксіз разряд кезінде ең жоғары ұсынылатын ток: 120 mA
 - Импульстік разряд кезінде ең жоғары ұсынылатын ток: 200 mA
 - Жұмыс температурасы диапазоны: -55°C~ + 85°C
 - Номиналды салмағы: шамамен 30г

2.3 Аспаптың жұмыс жасау алгоритмі және принципіалды сұлбасы

Аспаптың жұмыс жасау алгоритмі келесідей:

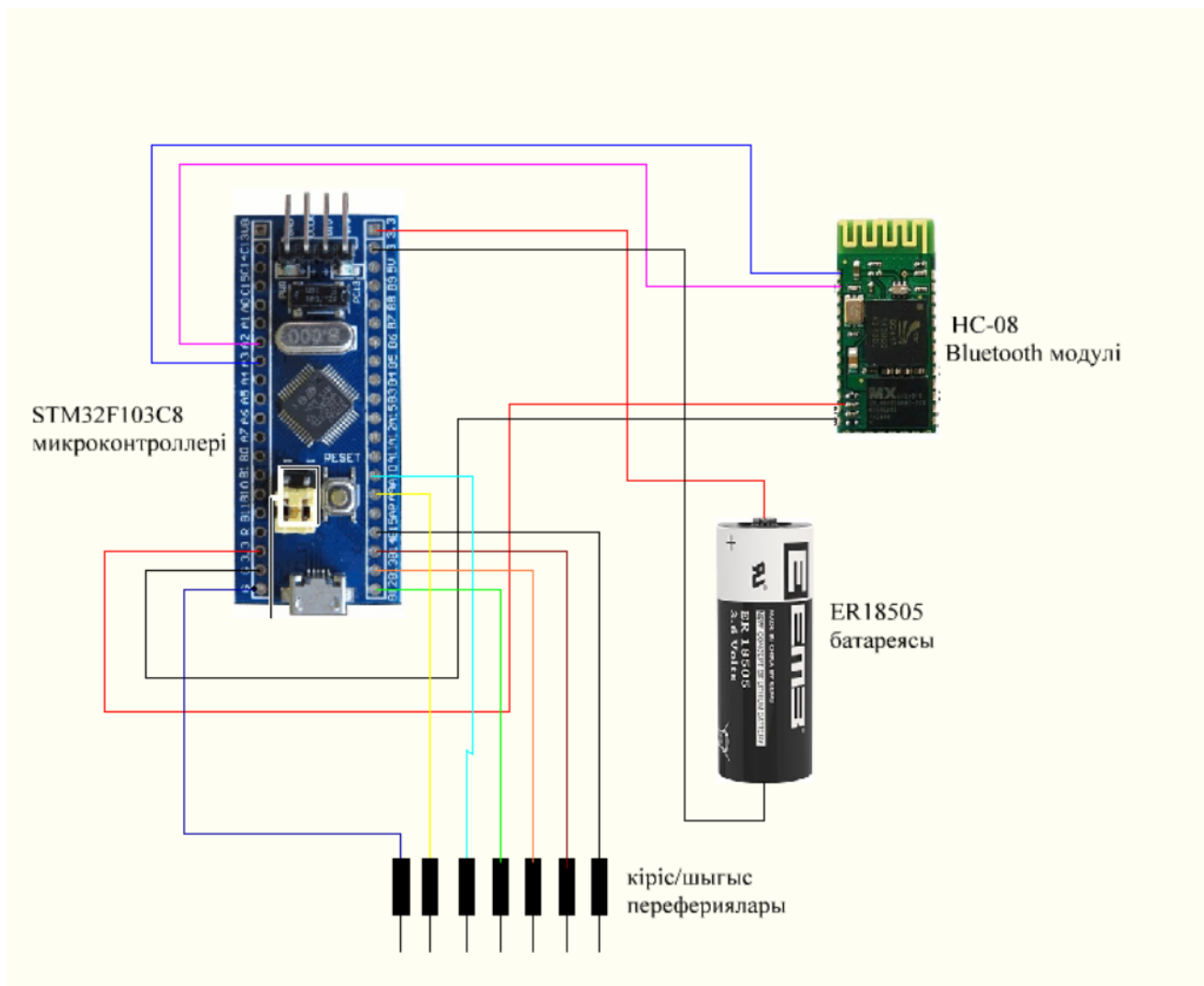
- Аспап бірінші қосылу кезінде барлық кіріс/шығыс периферияларын инициализация жасай отырып, барлық модульдерді іске қосады;
 - Аспап үнемі ұйқы режимінде болады, бұл өз кезегінде аспаптың энергия тұтынуын төмендетеді соның арқасында бірнеше жылға автономды түрде жұмыс жасайтын болады;
 - Егер 4 импульсті кірістен ұзу келетін болса, сол кезде микробақылаушы ядросы оянып ақпаратты жадыға жазып сақтап қайта ұйқыға кетеді;
 - Аспапқа Bluetooth модуль арқылы қосылған жағдайда оянып сұратылған ақпаратты немесе кейбір баптауларды орнатуға мүмкіндік береді.
- Жоғарыда көрсетілген алгоритмге сәйкес блок сұлбаны құрастырамыз. Блок сұлба 2.3 – суретте бейнеленген.



2.7 сурет – Блок сұлба

Аспаптың принципіалды сұлбасы STM32F103C8 микронконтроллері, HC-08 bluetooth модулі, қорек көзі болып келетін ER18505 цилиндрлік

батареясының кіріс/шығыс периферияларына қосылу сұлбасы болып келеді. Оны төмендегідей, сурет 2.3.2 – ден көре аламыз.



2.8 сурет – Ақпаратты жинау және беру құрылғысының принципіалды сұлбасы

Сұлбада көрсетілгендей, компоненттер мынандай шықпаларының қосылулары арқылы өзара байланысады:

- 3.3 V (STM) – 3 V (Bluetooth) – корек көзі
- GND (STM) – GND (Bluetooth) – жерлендіру
- A3 (STM) – TX (Bluetooth) – ақпаратты жіберу
- A2 (STM) – RX (Bluetooth) – ақпаратты қабылдау
- 3.3 V (STM) – (+) батарейка
- GND (STM) – (-) батарейка

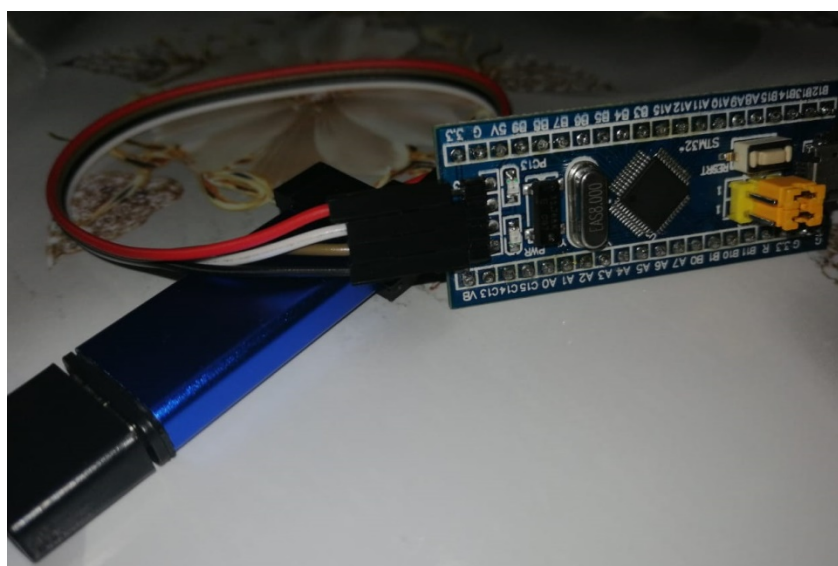
7 кіріс/шығыс перифериялары: 1-GND, 2-A9 шықпасы, 3-A10 шықпасы, 4-B12 шықпасы, 5-B13 шықпасы, 6-B14 шықпасы, 7-B15 шықпасы

2.4 Конструкторлық бөлім. Аспаптың конструкциясы

Ақпаратты жинау және беру құрлығысының моделін жасау кезінде, ең бірінші корпус таңдадым. Корпусы ақ пластикалық қораптан жасалған.

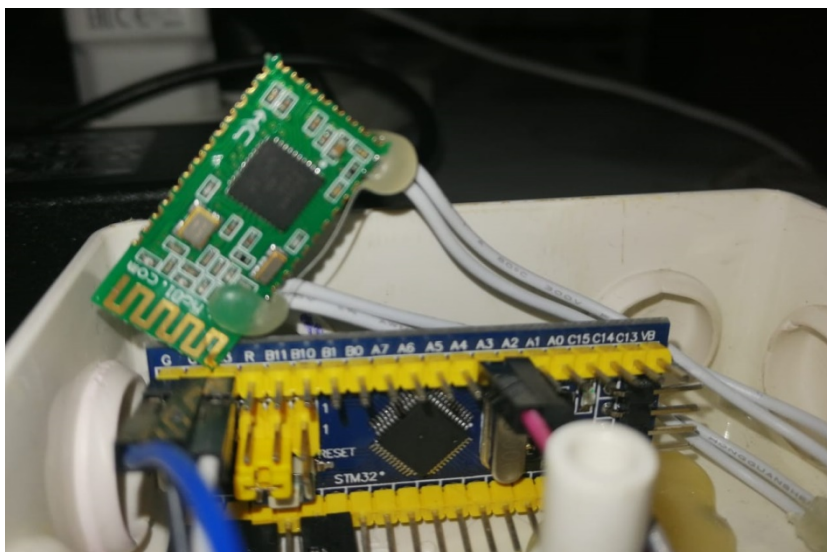


2.9 сурет – Ақпаратты жинау және беру құрылғысының сыртқы корпус
Содан кейін, микробақылауышты орналастырдым.



2.10 сурет – STM32F103C8 микронконтроллері

STM32F103C8 микронконтроллерін орналастырғаннан кейін, HC – 08 bluetooth модулін қостым. STM микронконтроллері мен bluetooth модульді папа – мама сымдары арқылы байланыстырдым.



2.11 сурет – HC – 08 bluetooth модулі

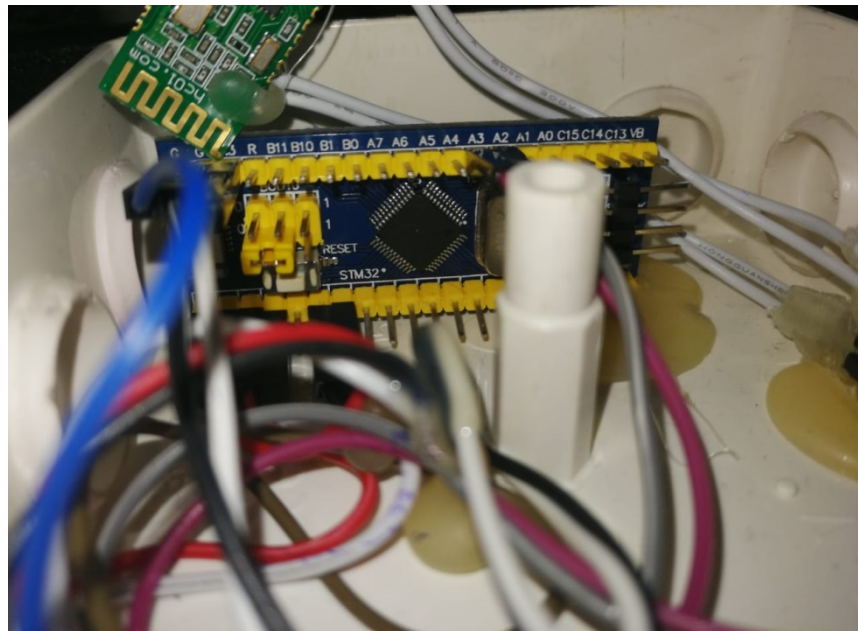
Импульстер кірістерін STM32F103C8 микронконтроллерімен байланыстырдым. Ақпаратты жинау және беру құрылғысының толық жиналған макетін төмендегі сурет 2.4.4 – те көрсетілген.



2.12 сурет – Ақпаратты жинау және беру құрылғысы



2.13 сурет – 7 импульстік кірістер

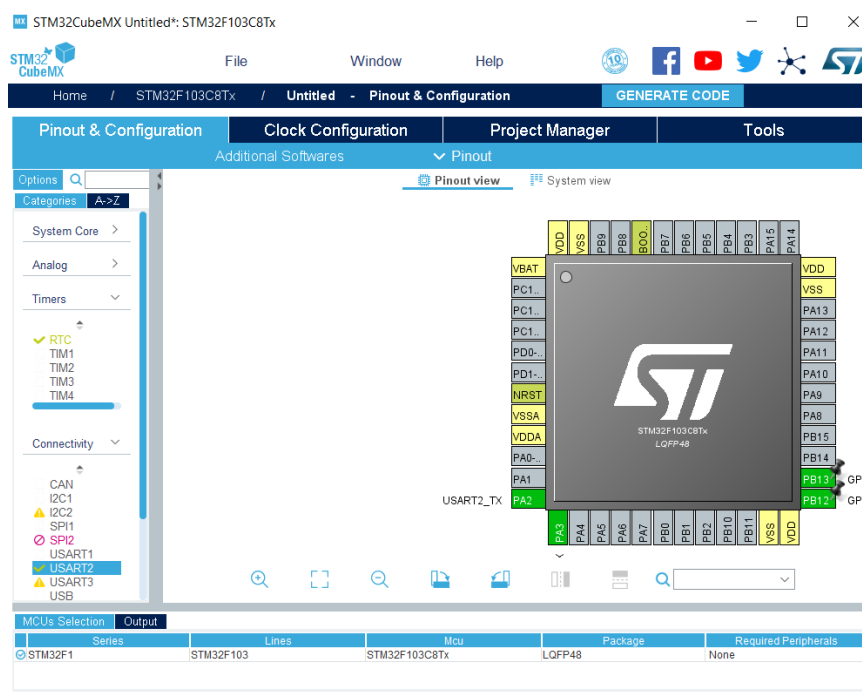


2.14 сурет – Аспаптың ішкі құрылысы

3 Ақпаратты жинау және беру құрылғысын бағдарламалау

3.1. STMCubeMX, IAR Embedded Workbench, Android studio бағдарламаларына шолу

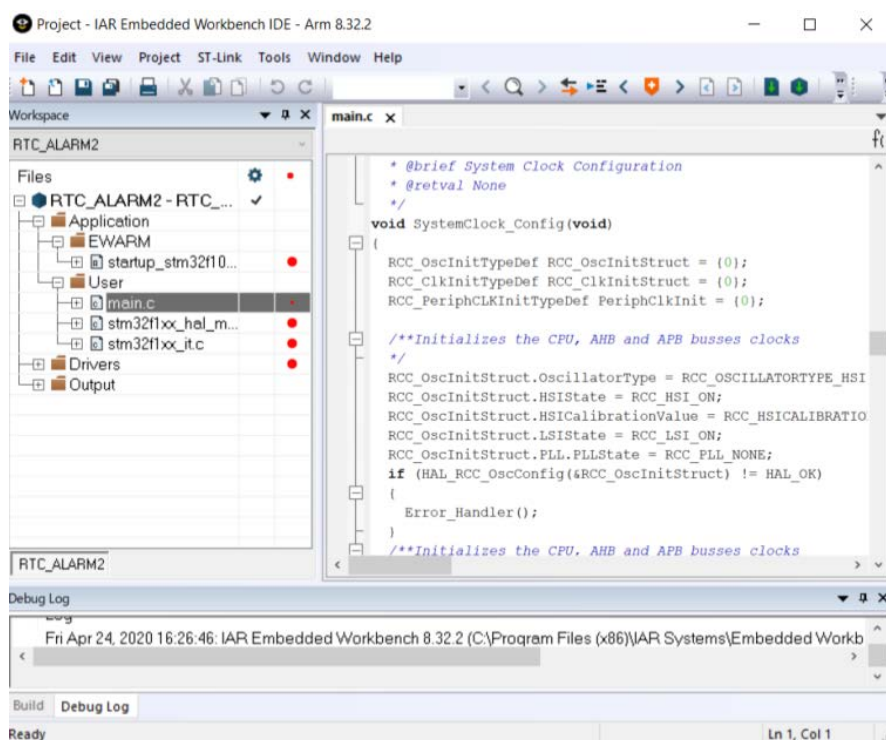
Ақпаратты жинау және беру құрылғысын бағдарламалау STMCubeMX бағдарламасына негізделеді. STMCubeMX бағдарламасына сілтемені 2.2 бөлімнен оқи аласыздар. IAR Embedded Workbench STMCubeMX бағдарламасымен тығыз байланыста болады. Екі бағдарлама да өзара байланысып жұмыс жасайды. IAR Systems - ендіруге арналған құралдардың әлемдегі жетекші тәуелсіз провайдері. IAR Embedded Workbench 8, 16 және 32-биттік микроконтроллерлерге негізделген қосымшалар үшін C/C ++ компиляциялау және баптау құралдарының жоғары өнімді жиынтығы болып табылады, оның ішінде барлық Ренесас MCU спектрлері бар. Ол бағдарламалаудың бір интеграцияланған ортасында компилятор, ассемблер, құрыстырушы және реттеушіні біріктіреді [13].



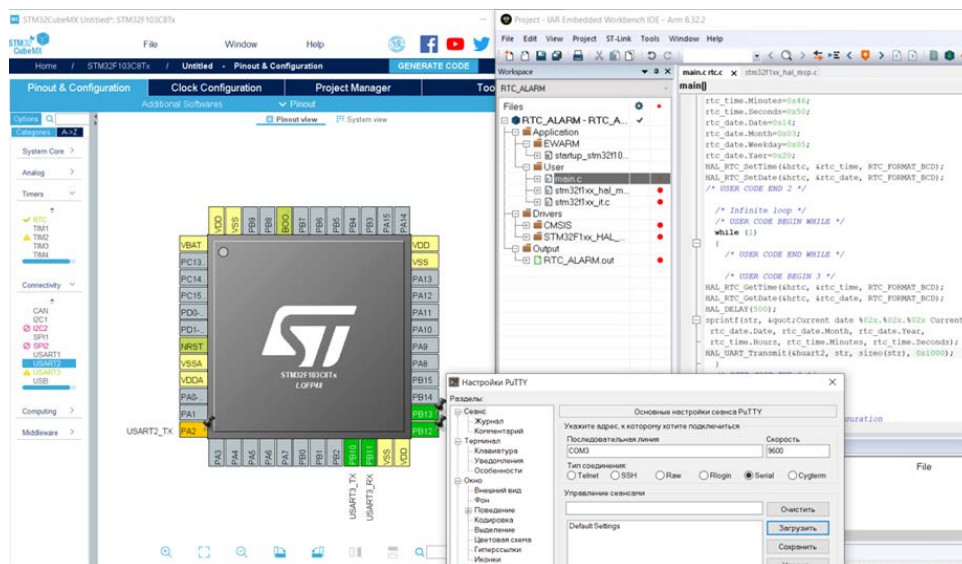
3.1 сурет – STMCubeMX бағдарламасында микроконтроллер таңдау

Android Studio – Android платформасымен жұмыс істеу үшін арналған интеграцияланған бағдарламалау ортасы (IDE). JetBrains компаниясынан IntelliJ IDEA бағдарламалық жасақтамасына негізделген Android Studio - Android қосымшаларын әзірлеудің ресми құралы. Android эмуляторы нақты құрылғыға қарағанда қосымшаларды жылдам орнатады және іске қосады, прототиптерді жасауға және Android құрылғысының түрлі конфигурацияларында: телефондарда, планшеттерде, Android Wear және Android TV құрылғыларында

бағдарламаны сынауға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, GPS орналасуы, желі кідірісі, қозғалыс датчиктері және мультитап енгізу сияқты түрлі аппараттық функцияларды имитациялауға мүмкіндік бар [14].



3.2 сурет – IAR Embedded Workbench IDE-да жұмыс жасау барысы



3.3 сурет – PuTTY арқылы COM порт таңдап, берілген микроконтроллерге ақпарат құю

Ақпаратты жинау және беру құрылғысының үзу бойынша сигналдарды өңдеу кодының фрагменті

```

/**
 * Импульстар келген кезде таймер бойынша үзілу
 */
void TIM7_IRQHandler(void)
{
/* USER CODE BEGIN TIM7_IRQn 0 */

/* USER CODE END TIM7_IRQn 0 */

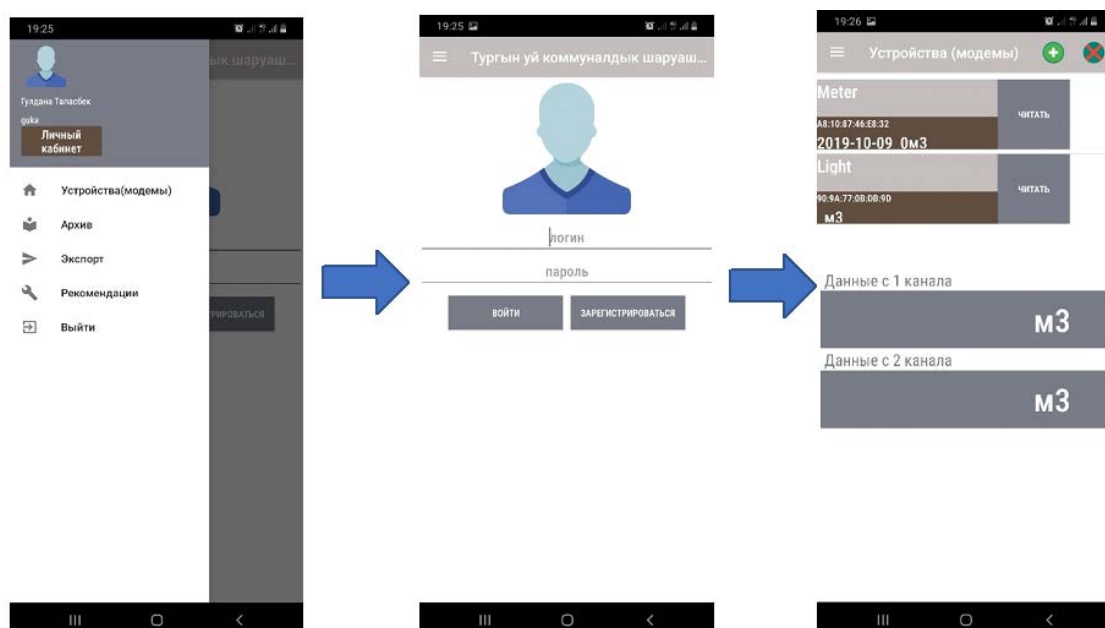
HAL_TIM_IRQHandler(&htim7);

/* USER CODE BEGIN TIM7_IRQn 1 */
Counter1++; // 1-ші канал
Counter2++; // 2-ші канал
Counter3++; // 3-ші канал
Counter4++; // 4-ші канал
}

```

Ақпаратты жинау және беру құрылғысында 4 импульстік перифериялар арқылы берілген су, газ, энергия санаушытарынан күнделікті алынып отыратын көрсеткіштерді оқи аламыз. Жоғарыда көрсетілгендей, импульстар келген кезде таймер бойынша үзу осылайша жазылады.

Ақпаратты жинауға және жіберуге арналған модем арқылы автоматты түрде алынған мәліметтер бағдарламаға жіберіліп отырады.



3.4 сурет – “Тұрғын үй коммуналдық шаруашылық” бағдарламасы

ҚОРЫТЫНДЫ

Бүгінгі таңда, ТК-тің тұрғындары коммуналдық қызметтерді төлеу барысында көптеген қиыншылықтарға тап болады. Үйлерде орналасқан энергия, су, газ санауыштарының ай сайынғы шығып тұратын көрсеткіштерін, әр үйге жауап беретін бақылаушылар жазып алып отырады. Бақылаушылар өз кезегінде көп жағдайда көрсеткіштерді журналдарға қолмен енгізіп отырады. Соның нәтижесінде, кей кезде адам факторының әсерінен санауыштардан алынған көрсеткіштерде бірқатар қателіктер туындауы мүмкін. Осындай жағдайға тап болмас үшін, автоматты түрде санауыштардан ақпаратты жинауға және берілген коммуналдық мекемелерге жіберуге арналған модем әзірледім. Дипломдық жұмысымда, толыққанды модем жасау процесі көрсетілген. Модемді жасау барысында автоматтандырылған жүйені зерттеу, модемді жасауға компоненттер базасын таңдау және берілген компоненттерге қысқаша шолу жұмыстары жасалды. STM32 микроконтроллерін импульстің перифериялы кірістерге қосу жұмыстары жүргізілді. Нәтижесінде, коммуналдық қызметтерді кешенді есепке алудың автоматтандырылған жүйесінің структуралық және функционалды сұлбасы келтірілді. Ақпаратты жинау және беру модемінің жұмыс жасау алгоритмі түсіндіріліп, блок сұлбасы келтірілді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Обзор электроэнергетической отрасли Республики Казахстан в 2013 году. Материалы Департамента стратегии и информации Банка развития Казахстана. Астана: 2014. – 25с.
2. Сарангов А.В., Джумамухамбетов Н.Г., Внедрение автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии в Атырау – Вестник АИНГ, 2015г., №4(36), стр. 55-56.
3. Гуртовцев А. Комплексная автоматизация энергоучета на промышленных предприятиях и хозяйственных объектах. – СТА. 1999, № 3. с.34–47.
4. Макешева К.К., Асқар А. Автоматизированный комплекс учета контроля потребления электроэнергии. // Тр. Международных сатпаевских чтений: «Роль и место молодых ученых в реализации новой экономической политики Казахстана», Т.IV – Алматы: КазНТУ, 2015. с.756–761.
5. Ожегов А.Н. Системы АСКУЭ. Учеб.пособие.Ч.1. – Киров: ПРИП ВятГУ, 2006. –102с.
6. Internet of things, microcontrollers:
<https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/microcontroller>
7. STM32 Microcontrollers: <https://www.compel.ru/lib/89207>
8. Автоматизация учета энергопотребления. / Молокан Э., Бирюков И., Хатламаджиев Л. и др. – СТА. 1996, № 1. с.74–76.
9. Электросетевые правила РК. Утверждены приказом Заместителя Премьер-Министра Республики Казахстан – Министра энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан от 24.12.2001 г. №314.
10. Типовая инструкция по учету электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении. Утверждена приказом Председателя Комитета Гос. энергоназора и контроля Министерства индустрии и новых технологий РК от 19.11.2012г. №106–п.
11. HC-Bluetooth module: <https://www.smart-prototyping.com/HC-08-4-0-BLESerial-Bluetooth-Module-CC2540>
12. ER18505 battery:
<http://ultran.ru/sites/default/files/catalog/svetodiody/brend/datasheets/er18505.pdf>
13. IAR Embedded Workbench:
<https://www.renesas.com/eu/en/products/software-tools/tools/ide/iar-embedded-workbench.html>
14. Android studio: https://ru.wikipedia.org/wiki/Android_Studio
15. Волощук Л.А., Розновец О.И. Эффективное управление потреблением электроэнергии на основе использования АСКУЭ // «Новые и нетрадиционные технологии в ресурсо- и энергосбережении», Украина, Одесса, 19-20 мая 2009 г., стр. 18-22.
16. Шаров В.В., Фатыхов Р. И., Автоматизированная система учета электроэнергии с использованием web технологий/ Sharov V.V., Fatyhov R.I., Automated system of electricity using web technologies, Проблемы энергетики, 2015г., №9.

17. Плачкова С.Г., Современные автоматизированные системы контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ), Энергетика, 2013г.
18. Арсентьев О.В., Жданов Е.В7., Автоматизированная система учета электроэнергии, Современные технологии и научно-технический прогресс, 2018г., стр. 127-128.
19. Асқар А. Устройство хранения данных для информационно измерительных комплексов контроля и учета энергопотребления. // Тр. Международных сатпаевских чтений: «Конкурентоспособность технической науки и образования», Т.І – Алматы: Изд. КазНИТУ, 2016. с.892–896.
20. Чичев С.И., Глинкин Е.И. Принципы автоматизации информационно-измерительной системы центра управления сетей региональной сетевой компании. – Вестник ТГУ, т.14. Тамбов: 2009. – вып.3. с.521-525.