

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ. И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ
УНИВЕРСИТЕТІ



Автоматика және ақпараттық технологиялар институты
«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Жүзімбек Мейрамбек Арыстанбекұлы

«Көп функциялы интеллектуалды датчикті жобалау»

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

5B071600 – Аспап жасау мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ. И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ
УНИВЕРСИТЕТІ



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ
РТЖАТҚ кафедра меңгерушісі
техника ғылымдарының кандидаты
К.А. Ожикенов
« 24 » мамыр 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: «Көп функциялы интеллектуалды датчикті жобалау»

5B071600 – Аспап жасау мамандығы бойынша

Орындады



техн. ғылым кандидаты
қауымдастырылған профессор

Жаменкеев Е.К

« 27 » мамыр 2022 ж.

Жүзімбек М.А.

Ғылыми жетекшісі
техн. ғылым магистрі

Базарбай Л.

« ___ » мамыр 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ. И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ
УНИВЕРСИТЕТІ



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

5B071600 – Аспап жасау



БЕКІТЕМІН

РТЖАТҚ кафедра меңгерушісі
техника ғылымдарының кандидаты
К.А. Ожикенов
« 24 » мамыр 2022 ж.

ТАПСЫРМА

дипломдық жобаны орындауға

Білім алушыға Жүзімбек Мейрамбек Арыстанбекұлы

Тақырыбы: Көп функциялы интеллектуалды датчикті жобалау

Университет ректорының бұйрығымен бекітілген № 489-П/Ө 24.12.2021 ж.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі « » мамыр 2022 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы мәліметтері: Көп функциялы интеллектуалды датчиктер талдау (болжау) және бақылау жасайтын, бір немесе бірнеше негізгі түрлендіргіштері бар интеллектуалды датчиктер туралы түсініктер.

Дипломдық жобада әзірленуге жататын мәселелер тізімі:

- а) Көпфункционалды интеллектуалды датчиктің құрылымы.
- б) Көпфункционалды интеллектуалды датчиктің аппараттық бөлігі, сұлбасымен танысу.
- в) Arduino ортасында инфрақызыл термометрі негізінде интеллектуалды температураны өлшеу жүйесін жасау.

Графикалық материалдың тізбегі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):

12 слайд

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 15 әдебиеттер тізімі


Дипломдық жобаны дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпелер
Теориялық бөлім	23.01-16.02.2022ж	орындалды
Бағдарламалық бөлім	17.02-21.03.2022ж	орындалды
Зерттеу бөлімі	22.02-16.04.2022ж	орындалды
Қорытынды бөлім	16.04-24.04.2022ж	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	Көшербай М.А. Техника ғылымдарының магистрі.	25.05.22	

Ғылыми жетекшісі



Базарбай Л.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

Жүзімбек М.А.

Күні

«__» мамыр 2022 ж.

АҢДАТПА

Көп функциялы интеллектуалды датчиктер – негізгі өлшеу және қосымша функцияларды орындайтын, талдау және бақылау жасайтын, бір немесе бірнеше негізгі түрлендіргіштері бар интеллектуалды сенсорлар.

Мұнда өңдеу процестері кезінде дайындаманың температурасын жазу үшін MLX90614 инфрақызыл термометр датчигі арқылы Arduino негізіндегі температураны өлшеу жүйесі ұсынылды.

Arduino үйлесімді MLX90614 инфрақызыл термометр датчигы температураны өлшеу мақсатында құрғақ ұнтақтау процесінде температураны өлшеу жүйесі ретінде жасалған.

Arduino – да жоғары жылдамдықты цифрлық сигналдарды өңдеу технологиясы, байланыс үшін минималды сымдар бар, содан кейін адамдарға ыңғайлы, жылдам, тиімді және тиімді әдісті ұсынады. Ол Arduino көмегімен температура датчигының модулі арқылы температура деректерін алу үшін MLX 90614 инфрақызыл термометрін анықтайды, бұл деректерді талдауды ыңғайлы етеді.

АННОТАЦИЯ

Многофункциональные интеллектуальные датчики – это интеллектуальные датчики с одним или несколькими основными преобразователями, выполняющие основные измерения и дополнительные функции: анализ (прогнозирование) и мониторинг.

Здесь мы представляем систему измерения температуры на основе Arduino, использующую датчик инфракрасного термометра MLX90614 для регистрации температуры.

Инфракрасный термометр MLX90614, совместимый с Arduino, предназначен для измерения температуры.

Arduino имеет технологию высокоскоростной цифровой обработки сигналов с минимальным количеством проводов для связи, а затем предлагает людям удобный, быстрый, эффективный и действенный метод. Он обнаруживает инфракрасный термометр MLX 90614, для получения данных о температуре в процессе сглаживания через модуль датчика температуры с использованием Arduino, что упрощает анализ данных.

ANNOTATION

Multifunction smart sensors are smart sensors with one or more main transducers that perform basic measurements and additional functions: analysis (forecasting) and monitoring.

Here we present an Arduino – based temperature measurement system using an MLX90614 infrared thermometer sensor to record the temperature of a workpiece during processing.

The Arduino compatible infrared thermometer MLX90614 is designed to measure temperature during dry grinding.

Arduino has high-speed digital signal processing technology with a minimum of communication wires, and then offers people a convenient, fast, efficient and effective method. It detects the MLX 90614 infrared thermometer, which is connected to Microsoft Excel, to obtain temperature data in the smoothing process through the temperature sensor module using Arduino, which makes it easy to analyze the data.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Негізгі бөлім	10
1.1 Интеллектуалды датчиктер	10
1.2 Көпфункционалды датчиктер	12
1.3 Интеллектуалды датчиктің жалпылыма теңдеуі	14
2 Көпфункционалды интеллектуалды датчиктер	16
2.1 Көпфункционалды интеллектуалды датчиктің құрылымы	16
2.2 Көпфункционалды интеллектуалды датчиктің сұлбасы	16
2.3 Көпфункционалды интеллектуалды датчиктің аппараттық бөлігі	17
2.4 Көпфункционалды интеллектуалды датчиктің бағдарламалық бөлігі	26
3 Arduino ортасында MLX90614 инфрақызыл термометрі негізінде интеллектуалды температураны өлшеу жүйесін жасау	28
3.1 MLX90614 инфрақызыл термометр	29
Қорытынды	34
Пайдаланған әдебиеттер тізімі	35
Қосымша А	37
Қосымша Б	39

КІРІСПЕ

Қандай да бір объектіні немесе құбылысты эксперименттік зерттеу, өнеркәсіп өнімдерін сынау, механизмдерді немесе процестерді бақылау объектінің күйін сипаттайтын физикалық шамаларды өлшеусіз мүмкін емес. Сондықтан кез келген өлшеу, сынау немесе басқару жүйесінің құрамына ең маңызды құрамдас бөліктер ретінде бастапқы өлшеу түрлендіргіштері – датчиктер кіреді. Датчиктердің негізгі функциясы әртүрлі физикалық шамалардың мәндерін электрлік сигналдың кернеуіне, тоқына, жиілік-уақыт параметріне түрлендіру болып табылады.

Өлшеу жүйелерін әзірлеу мен қолдануда шешуді қажет ететін мәселелер тізімінде ең маңыздыларының бірі – бір емес, әртүрлі физикалық шамаларды, мысалы, қысымды, тербелістерді, айналу жылдамдығын, деформацияларды өлшеу қажет және тағы басқаларды өлшеу, датчиктердің негізгі әрекетіне, сипаттамаларына және дизайнына сәйкес әртүрлі принциптерді пайдалануға болады [2].

Мамандар көп жылдар бойы жүргізген датчиктерді пайдалана отырып ақпаратты алу мәселелерін талдау, датчиктерді жүйелерге біріктіру ерекшеліктерін ескере отырып, осы мәселелерді кешенді түрде шешу қажет екенін көрсетті. Датчиктер өздерінің негізгі функциясын – физикалық шамаларды түрлендіруді ғана емес, сонымен қатар өлшеу жүйесінің кейінгі түйіндерімен жүзеге асырылатын бірқатар функцияларды, сондай-ақ кейбір арнайы функцияларды орындайды.

Мұндай датчиктер смарт (Smart Sensor) деп аталады және нақты сезгіш элементтен басқа олар мыналарды қамтуы мүмкін: сәйкес өлшеу тізбегі, аналогтық түрлендіргіштер (күшейткіш, сүзгі және т.б.), аналогты-цифрлық түрлендіргіш, микропроцессор (сандық үшін өңдеу, мысалы, сызықтандыру, диагностика), өндірісіік желі контроллері.

Стандарттардың бұл тобы белгілі бір датчиктердің деректерін сақтауды ұйымдастыруды және датчикті сыртқы жүйелермен алмасу хаттамаларын сипаттайды. Көрсеткіштерді түзететін датчиктерді әзірлеу туралы жарияланымдар бар. Дегенмен, әртүрлі өңдеу алгоритмдерін орындауға қабілетті бірнеше түрлендіргіштері бар көп функциялы датчиктерді құру және жұмыс істеуге әлдеқайда аз көңіл бөлінеді.

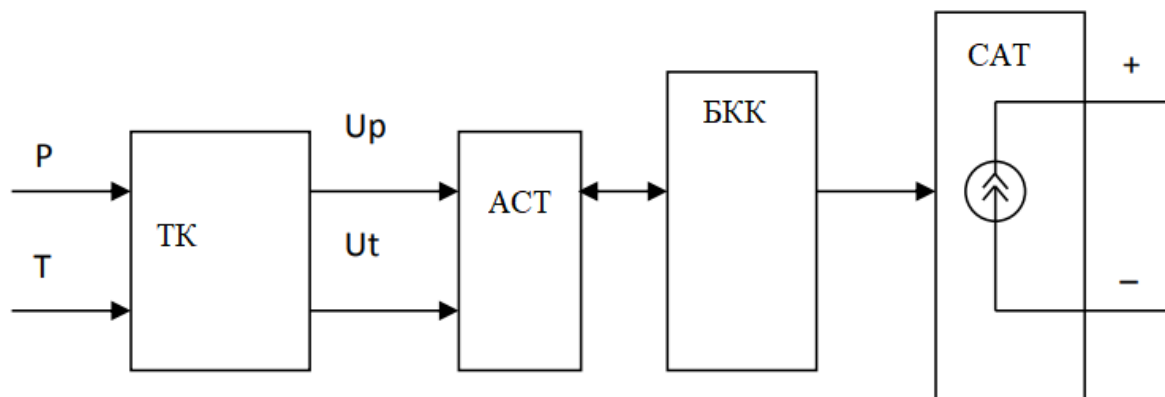
Сондықтан негізгі міндет әртүрлі бастапқы түрлендіргіштерді, күрделі функционалдығы бар интеллектуалды датчиктерді пайдалана отырып, икемді жасауға мүмкіндік беретін көп функциялы интеллектуалды датчикті жобалау және пайдалану үшін технологиялар мен алгоритмдерді әзірлеу болып табылады [6].

1 Негізгі бөлім

Қазіргі уақытта «интеллектуалды датчиктер» тіркесі тек ақпараттық-өлшеу жүйелерін жасаушылардың ғана емес, қарапайым тұтынушылардың да лексиконына мықтап енді.

1.1 Интеллектуалды датчиктер

Артық қысымды түрлендірудің жалпы әдістері сапфир технологиясында кремнийді қолдану арқылы жасалған резистивті тензометрлік көпірді пайдалануға негізделген. Бұрын тензометрлік көпірдің кемшіліктеріне байланысты қатені азайту үшін аналогтық түрдегі түзету әдістері қолданылды. Бүгінгі күні қуаттылығы төмен бір чипті микроконтроллерлердің, кірістірілген дәлдіктегі АСТ және тұрақты деректер жадысының болуымен жетекші компаниялар қателерді түзетудің аналогтық әдістерінен цифрлық әдістерге көшті. Мұндай датчиктер интеллектуалды деп аталады. 1.1-суретте интеллектуалды артық қысым датчигінің құрылымдық схемасы көрсетілген.



Сурет 1.1 – Интеллектуалды датчиктің құрылымдық сызбасы

P – қысым, T – температура, ТК – тензокөпір, U_p – ТК диаганалынан алынатын керуе, U_t – тензометрлік көпірдің диагональды қоректендіру тізбегіне кіретін резистордағы кернеудің төмендеуі, ОМК – біркристалды микроконтроллер [12]

Қазіргі заманғы қысым датчиктер – бұл әртүрлі компоненттердің күрделі жиынтығы, сезімталдығы жоғары сенсорлар, электронды схемалар, микропроцессорлар.

Өте жеңілдетілген түрде құрылғының жұмысын келесідей сипаттауға болады:

бір кристалды кремний элементіне негізделген сенсор қысымды электрлік сигналға түрлендіреді, ол күшейтіледі және құрылғының өзінде орнатылған микропроцессорға беріледі, ал классикалық схемаларда орталық контроллерге (АСТ) берілетін. Сондықтан олар «интеллектуалды қысым датчиктері» деп аталады.

Интеллект құрылғысы қысымды өлшеу процесінде тікелей ақпаратты математикалық өңдеуді жүзеге асыратын, сонымен қатар өлшеу процесін белсенді түрде басқаратын микропроцессор болып табылады. Құрылғының өзінде деректерді өңдеу интеллектуалды датчиктер мен басқа қысымды өлшейтін құралдар арасындағы негізгі айырмашылық болып табылады.

Әлемдік нарықта интеллектуалды датчиктер деп аталатын жаңа класс пайда болды, яғни кірістірілген есептеу құрылғысы (микронтроллер) бар датчиктер.

Электрлік өлшемдер тәжірибесінде және әртүрлі электрлік сигналдармен ұсынылған көп өлшемді ақпараттық массивтерді өлшеу түрлендірулерінде өлшеудің (өлшеу түрлендіруінің) негізгі мақсатымен бірге бірқатар байланысты міндеттер қойылады: режекция (басу) және селекция (таңдау) бірнеше сигналдардың біреуінің берілген атрибутына сәйкес, ақпараттық белгісі бойынша сигналдарды ранжирлеу және сұрыптау, сигналдар жиынын ішкі топтарға бөлу, берілген ақпараттық ерекшелігі бар сигнал әсер ететін тарату арналарының бірінің адресін анықтау, басқару сигналдар жиынының берілген рангтық жағдайының болуы туралы және т.б.

Жоғарыда аталған ілеспе және басқа операциялары және (немесе) өңдеу алгоритмдері бар, автоматтандырылған немесе автоматты режимдерде формальды негізде жұмыс істейтін өлшемдер (өлшеу түрлендірулері) әдетте интеллектуалды деп аталады.

Көбінесе «интеллектуалды» термині оларда ақпаратты өңдеуді қолданудың арқасында (әдетте микропроцессорға негізделген) жаңа функционалдылыққа ие болатын құрылғыларға қатысты тар мағынада қолданылады.

Мысалы, интеллектуалды датчик сызықты еместігін немесе температураға тәуелділігін өтеу үшін сандық есептеулерді пайдалану арқылы дәлірек көрсеткіштерді қамтамасыз ете алады. Мұндай датчик әртүрлі типтегі датчиктердің кең ауқымымен жұмыс істей алады, сондай-ақ екі немесе одан да көп өлшемдерді бір жаңа өлшемге біріктіреді (мысалы, физиологиялық параметрлердің өлшемдерін денсаулықтың жиынтық көрсеткішіне біріктіреді). Ақырында, интеллектуалды датчик басқа өлшеу диапазондарына немесе жартылай автоматты калибрлеуге, сондай-ақ техникалық қызмет көрсетуді жеңілдететін ішкі өзін-өзі диагностикалау функцияларына реттеуге мүмкіндік береді. Өнімділік жақсартуларымен қатар интеллектуалды құрылғылардың қосымша функционалдығы басқару жүйесі арқылы сигналды өңдеудің өлшемділігін азайтады және көптеген әртүрлі құрылғылардың бір құрылғы үлгісімен ауыстырылуына әкеледі, нәтижесінде

өндіріс пен техникалық қызмет көрсету шығындарының артықшылығы болады.

Анықтамаларды талдай отырып, «интеллекттің» келесі жалпы факторларын бөлуге болады:

– 1-Датчикте есептеу блогының (микроконтроллер, микропроцессор) және датчиктің өзінде бастапқы деректерді өңдеудің болуы;

– 2-Есептеу бірлігінің түзету функциясын орындауы (сыртқы факторлардың әсерін азайту);

– 3-Есептеу бірлігінің статистикалық деректерді өңдеуді, калибрлеуді және өзін-өзі диагностикалауды, деректерді сақтауды, деректерді келесі деңгейге әртүрлі беру форматтарына түрлендіруді қоса алғанда, басқа қосымша функцияларды орындауы.

Айта кету керек, деректерді одан әрі өңдеу және датчиктерді өлшеу жүйелері мен кешендеріне біріктіру үшін өлшеу деректерін сандық нысанда шығару өте қажет. Сонымен қатар, жартылай өткізгіштер өнеркәсібінің дамуына байланысты есептеу қуаты артып, электр энергиясын тұтыну азайып келеді, бұл датчик атқаратын функцияларды кеңейту үшін алғышарттарды жасайды.

Жоғарыда айтылғандардың барлығына сүйене отырып, «интеллектуалды датчик» анықтамасының келесі тұжырымы ұсынылады.

Интеллектуалды датчик – бір немесе бірнеше бастапқы түрлендіргіштері бар түрлендіргіш және өлшенген деректерді сандық түрде көрсетуге арналған АСТ және әсер етуші факторларды ескере отырып, өлшенген мәнді түзетуге және қосымша функцияларды орындауға арналған есептеу блогымен жабдықталған: өңдеу, түрлендіру, сақтау және деректерді беру [9].

1.2 Көпфункционалды датчиктер

Көпфункционалы датчиктер – әртүрлі физикалық сипаттағы бірнеше әртүрлі бастапқы ақпараттық сигналдар бір уақытта қалыптасатын және пайдаланылатын датчиктер.

Көп функционалды датчиктер негізгі функциядан басқа (өлшеу сигналының мөлшерін анықтау және генерациялау) бірқатар қосымша функцияларды орындай алады, мысалы, сүзу функциялары, аналогтық сигналдарды өңдеу және т.б. Басқаша айтқанда, көп функциялы датчик бірнеше өлшеу функцияларын орындайды.

Микроконтроллері бар сенсорлар сенсор элементінің бірегейлігін өтеуді, әсер ету параметрлерін ескере отырып, кедергілер мен жалған дабылдарды сүзуді, калибрлеу кестелерін датчиктің жадында сақтауды, өлшенген мәндерді есептеуді қамтамасыз ететін датчик сигналын цифрлық өңдеуге қабілетті жинақталған нәтижелер мен оқиғалар мұрағаттарын сақтай отырып, стандартты жабдыққа тәуелсіз блоктарда.

Көпфункционалды датчиктер стандартты далалық желілерге қосылатын көп функциялы бағдарламаланатын өлшеу құралдары болып саналады. Бұл жұмыста көп функционалдылық қалаған мәнді қабылдау және сигналды түрлендіру (түрлендіру функциялары, өзін-өзі диагностикалау, ақпараттық функциялар және т.б.) әдеттегі функциялардан басқа кез келген басқа функцияларды орындау ретінде түсініледі.

Көріп тұрғандай, бірінші анықтамада көп функциялы датчик бірнеше шамаларды өлшейтін датчик болып табылады. Көп өлшемді және көп функциялы датчиктер болып бөлінеді, көп өлшемді датчиктер бірнеше кіріс мәндерін қабылдайтын датчик ретінде түсініледі.

Интеллектуалды датчиктердің функцияларының жоғарыда келтірілген тізімін ескере отырып, көп функциялы датчиктердің анықтамасын тұжырымдаймыз.

Көп функциялы интеллектуалды – негізгі өлшеу және қосымша функцияларды орындайтын (талдау (болжау) және басқару) бір немесе бірнеше негізгі түрлендіргіштері бар интеллектуалды датчик. Суретте «интеллектуалды датчик» және «көп функциялы интеллектуалды датчик» ұғымдарының арасындағы байланыс диаграммасы көрсетілген.



Сурет 1.1 – Интеллектуалды және көп функциялы және интеллектуалды датчиктердің тұжырымдамалық диаграммасы [5]

1.3 Интеллектуалды датчиктің жалпылыма теңдеуі

Интеллектуалды датчиктің жұмысын бір жүйеге келтіру үшін оның жұмысын жүйелеу қажет. Жалпы, өлшеу нәтижесіне әсер ететін компоненттерді оқшаулау қажет. Содан кейін бұл компоненттер ресми тілде сипатталады, бұл оларды жүйелеуге мүмкіндік береді.

Тікелей интеллектуалды датчиктің жұмысын жүйелендіру мыналарға мүмкіндік береді:

- 1-өлшеу нәтижесінің барлық компоненттері көрінетін теңдеуді алу;
- 2-сандық түрде датчиктердің сипаттамаларын кодтау;
- 3-одан әрі пайдалану үшін өлшеу нәтижесінің құрамдастарының каталогын алуға;

4-интеллектуалды датчиктің бағдарламалық қамтамасыз етуді біріздендіру үшін бір теңдеуді қолдану.

Жалпыланған теңдеусіз біз әрбір интеллектуалды датчикті нөлден құруға тура келеді: оның параметрлерін анықтау, әсер етуші параметрлердің тізімін құрастыру, тәуелділік теңдеулерін қайта кодтау. Мұндай шығындар өнімсіз ғана емес, сонымен қатар бағдарламалық жасақтаманың әрбір нұсқасын сынау қажеттілігі түріндегі шығындарды тудырады.

Жалпыланған теңдеудің мақсаты - өнімділігі жоғары, нәтижелердің кепілдендірілген дәлдігі, олардың өндірісінің өзіндік құнын төмендете отырып, датчикті құру үшін негізді қамтамасыз ету.

Интеллектуалды датчиктің жалпылама теңдеуін іздеу кезінде екі тәсілді қолдануға болады:

- 1-Датчиктің статистикалық сипаттамаларына негізделген жалпылама теңдеу;
- 2-Датчиктің паспорттық сипаттамаларына негізделген жалпылама теңдеу.

Негізгі сипаттаманы эмпирикалық немесе теориялық түрде анықтауға болады. Бірінші әдісте табу датчик сериясын сынауға және сынақ нәтижелерінен қисық теңдеуді табуға дейін қысқарады. Екінші әдісте өндіріс материалын, қолданылатын техникалық шешімдерді және физикалық құбылыстарды біле отырып, аналитикалық жолмен осы модельдің барлық даналары үшін жарамды негізгі сипаттаманы алуға болады.

Көп функциялы интеллектуалды датчиктің жалпыланған теңдеуі осы датчиктің жұмыс алгоритмінің негізі болып табылады. Бұл теңдеуді пайдаланған кезде бастапқы түрлендіргіштер мен сенсорлардың сипаттамаларын цифрлық түрде көрсетуге болады. Осының арқасында нақты бастапқы түрлендіргіштердің сипаттамаларына инвариантты болатын көп функциялы интеллектуалды датчиктің бағдарламалық жасақтамасының жұмыс істеу алгоритмін құру мүмкін болады.

Жалпыланған теңдеу мыналарға мүмкіндік береді:

- өлшеу нәтижесінің барлық әсер етуші факторларын есепке алу және күрделі тәуелділіктердің екі немесе одан да көп өлшемді интерполяциясын жүзеге асыру;
- өлшемдерде қолдану үшін компоненттерді сандық түрде кодтау;

- интеллектуалды датчиктің бағдарламалық қамтамасыз етуді біріздендіру;
- интеллектуалды датчиктің сипаттамаларын оның бағдарламасын өзгертпей, теңдеудің параметрлерін өзгерту арқылы ғана орнату;
- өлшеу жүйелерін жобалау және өндіру құнын төмендету.

Осылайша, жалпыланған теңдеу жылдам процестермен (t бір миллисекундтан аз) немесе өлшеу дәлдігін арттыруды талап ететін есептер үшін жарамсыз деп қорытынды жасауға болады. Мүмкін қолданудың негізгі саласы - экология және қоршаған орта параметрлерін бақылау; жасанды құрылымдардың жағдайын бақылау және бақылау [9].

2 Көпфункционалды интеллектуалды датчиктер

2.1 Көпфункционалды интеллектуалды датчиктің құрылымы

Жалпы алғанда, датчик екі компоненттен тұрады: аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз ету бөлімінен. Аппараттық құрамдас - бұл негізгі датчик және қосымша әсер етуші датчиктер қосылған тақта. Датчиктер өздерінің жадысы бар немесе онсыз болуы мүмкін. Сонымен қатар, бір немесе бірнеше сандық шығыстарды қосуға болады. Датчик платасында мыналар бар: флэш-жады бар микроконтроллер, АСТ және САТ, сыртқы есептеу жүйелері бар интерфейс микросхемалар және аналогтық байланыс. Интеллектуалды датчиктің барлық функционалдығы микроконтроллермен орындалатын бағдарлама арқылы жүзеге асырылады.

Бұл шешімнің ерекшелігі қоршаған орта жағдайларына байланысты көрсеткіштерді түзетуге қабілетті интеллектуалды датчикті жүзеге асыруда емес, ең алдымен, барлық деректер базасын пайдалана отырып, әртүрлі типтегі датчиктермен біртұтас жұмыс істеу мүмкіндігінде. Бұған интеллектуалды датчик бағдарламасы жалпыланған теңдеу мен жалпыланған датчик алгоритмін жүзеге асыратындықтан қол жеткізілді. Жүйе бір және бір интеллектуалды датчикке белгілі бір тапсырманы орындау үшін әртүрлі функционалдылықпен қамтамасыз етуге немесе бірдей негізгі түрлендіргішпен әртүрлі интеллектуалды датчик жасауға мүмкіндік береді. Интеллектуалды датчиктің орындалуы (қолданудың мақсатты шарттарына және шешілетін мәселеге байланысты) өзгеруі мүмкін, бірақ конфигурациялау және жобалау процесі және түрлендіру теңдеулерінің өзі өзгермейді.

Датчикті конфигурациялау IBM PC компьютерінде бөлек бағдарламалық ішкі жүйені қолдану арқылы орындалады және визуалды түрде жобалауға мүмкіндік береді: негізгі түрлендіру теңдеуі, қосалқы датчиктердің түрлендіру теңдеулері, датчиктерді калибрлеу сипаттамаларын көрсету, түзету теңдеулерін қолдану шарттарын көрсету, параметрлерді орнату, басқа датчик функцияларын көрсету [13].

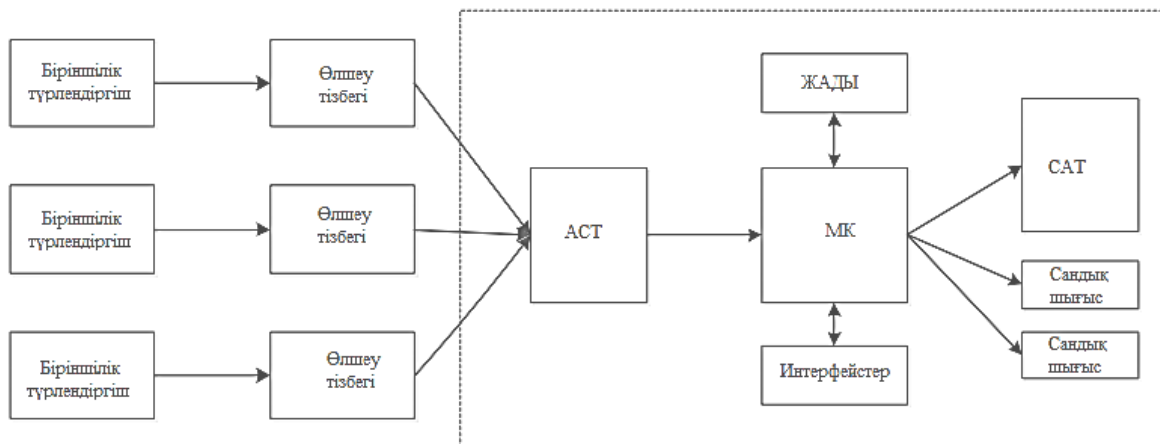
2. 2 Көпфункционалды интеллектуалды датчиктің сұлбасы

Функционалды сұлба төрт блоктан тұрады: өлшенген мәндердің түрлендіргіші, есептеу ядросы, цифрлық мәндерді аналогтыққа түрлендіргіш және интерфейс блогы.

Блок-сұлба 2.1-суретте көрсетілген.

Бастапқы түрлендіргіш (датчик/сенсор) электрлік емес сигналды электрлік

сигналға түрлендіретін құрылғы, кіріс әрекетін қабылдайтын құрылғы.



Сурет 2.1 – Датчиктің функционалды сұлбасы [1]

Өлшеу тізбегі – бастапқы түрлендіргіштің жұмысына, сондай-ақ кіріс сигналын масштабтауға, сүзуге қажетті электрондық элементтер жиынтығы. Өлшеу тізбегі элементтерінің саны, мақсаты және параметрлері бастапқы түрлендіргіштердің түріне және параметрлеріне байланысты.

АСТ – аналогты-сандық түрлендіргіш - кернеуді екілік цифрлық кодқа түрлендіретін электрондық құрылғы.

МК – микроконтроллер – электронды құрылғыларды басқаруға арналған микросұлба. Кәдімгі микроконтроллер процессор мен перифериялық құрылғылардың функцияларын біріктіреді, оперативті жады немесе ROM бар. Шын мәнінде, бұл қарапайым тапсырмаларды орындауға қабілетті бір чипті компьютер.

Жад – флэш-жад, өлшеу деректерін, интеллектуалды датчиктердің конфигурация параметрлерін сақтауға арналған.

Интерфейстер – жоғарғы деңгейдегі өлшеу жүйелері сияқты сыртқы есептеу жүйелеріне интерфейстерге арналған микросұлбалар.

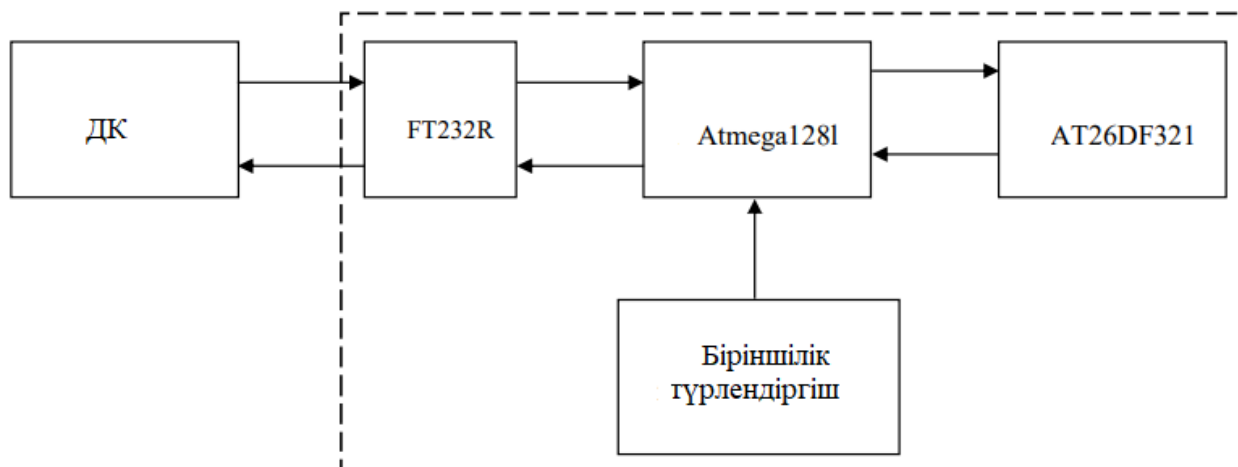
САТ – сандық-аналогтық түрлендіргіш – цифрлық сигналды аналогқа түрлендіруге арналған құрылғы.

Сандық шығыс – сыртқы ортаға дискретті сигналдарды беруге арналған құрылғы.

2.3 Көпфункционалды интеллектуалды датчиктің аппараттық бөлігі

Жобаланатын датчиктің негізгі есептеу құрылғысы ретінде Atmel компаниясының Mega отбасының AVR Atmega 1281 микроконтроллері таңдалды.

Осы микроконтроллердің техникалық сипаттамалары



Сурет 2.2 – Интеллектуалды датчиктің құрылымдық сұлбасы

Барлық Atmel AVR микроконтроллерлері сияқты, Mega отбасы микроконтроллерлері ендірілген қолданбаларға арналған 8-биттік микроконтроллерлер болып табылады. Олар жетілдірілген RISC архитектурасымен бірге ең жақсы өнімділік/қуат арақатынасына қол жеткізетін төмен қуатты технологиясын қолдану арқылы жасалған. Сипатталған отбасының микроконтроллерлері AVR микроконтроллерлерінің ең дамыған өкілдері болып табылады [10].

Максималды өнімділікке қол жеткізу үшін AVR микроконтроллерлері бөлек жады, бағдарламалар және деректер шиналары бар Гарвард архитектурасын пайдаланады. Бағдарлама жадындағы нұсқаулар бір деңгейлі конвейер арқылы орындалады. Бір команданы орындау кезінде келесісі алдын ала программа жадынан оқылады. Бұл концепция бір машина цикліне бір команданы орындауға мүмкіндік береді.

Кесте 2.1 – AVR Atmega 1281 микроконтроллерінің техникалық сипаттамасы

Flash	128 KB
EEP ROM	4 KB
RAM ROM	8 KB
Қосымша ішкі RAM	64 KB дейін
ISP (I), Self-Prog (S)	I, S
I/O (Pins)	51
Келтіруші интерфейс	JTAG
Интерфейстер	2 USART, SPI, I2C
8/16-bit Timer	2/4
N-каналды КИМ\ШИМ	4+6
Аналогты компаратор	+
N-каналды АСТ 10-bit	8
Ішкі RC-генератор	+
Күзетші таймер	+
Көбейткіш	+
Инструкций саны	135
Vcc (V)	1.8-5.5, 2.7-5.5
Тактілі жиілік, Мгц	0-8, 0-16
Корпус типі	TQFP64, MLF64

Бағдарлама жады – жүйе ішіндегі бағдарламаланатын флэш-жад бар.

Mega тобының AVR микроконтроллерлерінің өзегі, сондай-ақ Classic және Tiny отбасыларының микроконтроллерлерінің өзегі жақсартылған RISC архитектурасына (жақсартылған RISC) сәйкес жасалған. Барлық есептеулерді орындайтын арифметикалық логикалық блок (АЛУ) регистр файлында біріктірілген 32 жұмыс регистріне тікелей қосылған. Осыған байланысты АЛУ бір операцияны (регистрлердің мазмұнын оқу, операцияны орындау және нәтижені регистр файлына қайта жазу) бір машиналық циклге орындайды.

Құрылымдық сұлбадағы келесі элемент ішкі жад flash –
AT26DF321 жады, оның техникалық сипаттамасы келесі кестеде ұсынылған.

Кесте 2.2 – AT26DF321 техникалық сипаттамасы

Сыйымдылығы, бит	32М
Жұмыс жиілігі, МГц (макс)	66
Бет өлшемі, байт	256
Vcc, В	2.7-3.6
Интерфейс типі	Serial (SPI)
Буфер SRAM, байт	+
Функция Lockdown	-
Сериялы номер (ID)	+
Корпус типі	SOIC8, SOIC16
Температуралы диапазон	I

Бұл микросұлба электрондық кестелерді сақтау үшін пайдаланылады және датчикпен бірге қосылады.

AT26DF321 – flash жады қолданбалардың кең ауқымы үшін Atmel әзірлеген SPI флэш-жады.

Құрылымдық сұлбадағы келесі элемент электрлік емес шаманы электрлікке түрлендіретін біріншілік түрлендіргіш.

Дербес компьютер мен интеллектуалды датчиктің арасындағы байланыс USB интерфейсі арқылы болады. Atmega1281 микроконтроллері USB интерфейсін қолдамайды. ДК мен микроконтроллердің байланысы үшін FTDI Chip әзірлеген FT232R микросұлбасы таңдалды (суретте көрсетілген). Бұл микросұлба COM интерфейсін USB интерфейсіне түрлендіру үшін қолданылады.

FTDI FT232R микросұлбасы (FT232RL және FT232RQ) жоғары интеграцияланған USB – COM адаптері болып табылады, ол микроконтроллердегі сыртқы құрылғы мен USB шинасы арқылы компьютер арасында сериялық деректер алмасуды ұйымдастыру үшін ең аз сыртқы компоненттерді (қосқыш және пассивті компоненттер) пайдалануға мүмкіндік береді. Микросұлба bit-bang режимінде және тізбекті алмастыру режимде жұмыс істей алады [5].

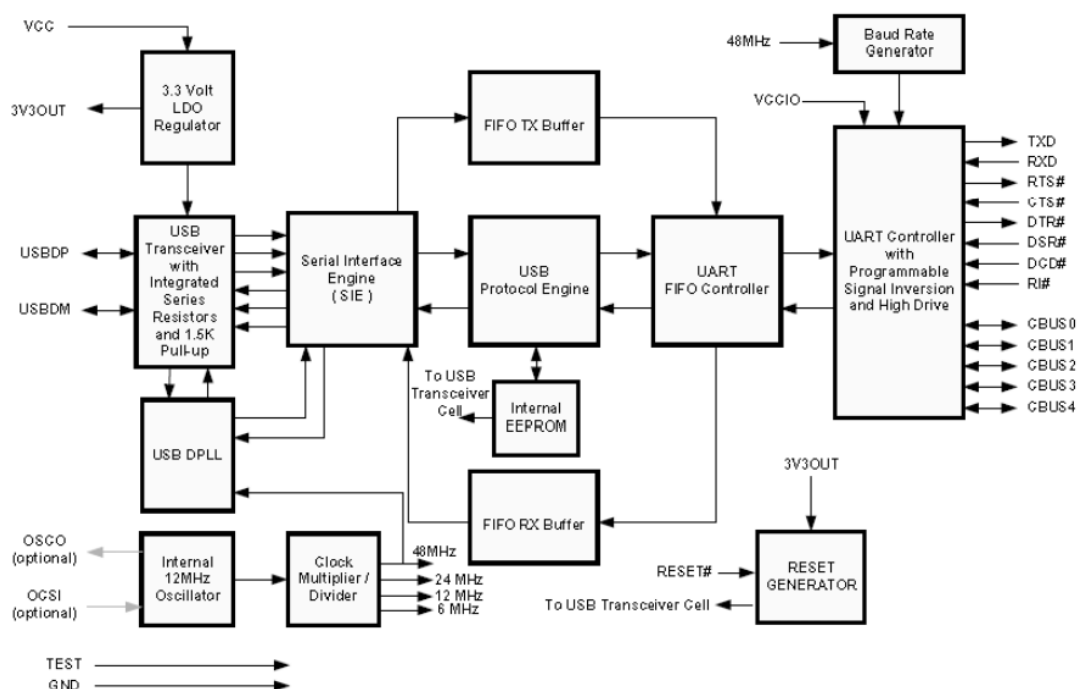
FT232R микросұлбаның сипаттамалары мен ерекшеліктері:

- USB-ден адаптерлі чиптің асинхронды тізбекті интерфейске (UART)

ауысу;

- USB протоколы микросұлбада толығымен жүзеге асырылады;
- UART интерфейсі 7 және 8 деректерді беру режимдерін, 1 және 2 тоқтату биттерін, әртүрлі паритет режимдерін қолдайды;
- RS422/RS485/TTL үшін 300-ден 3 мегабадқа дейін және RS-232 үшін 300-ден 1 мегабадқа дейін жеткізу жылдамдығы;
- әзірлеушілерге арналған тегін VCP (виртуалды COM порты) және D2XX (DLL) драйверлері;
- жаңа мүмкіндік - кірістірілген бірегей сәйкестендіру нөмірі (FTDIChip-ID™) - қауіпсіздік кілтін жасау үшін пайдаланылуы мүмкін;
- сыртқы жарықдиодты шамдарға қабылдау/беру күйін шығару мүмкіндігі;
- кеңейтілген жұмыс температурасы диапазоны: -40°C-тан +85°C дейін (өнеркәсіптік).

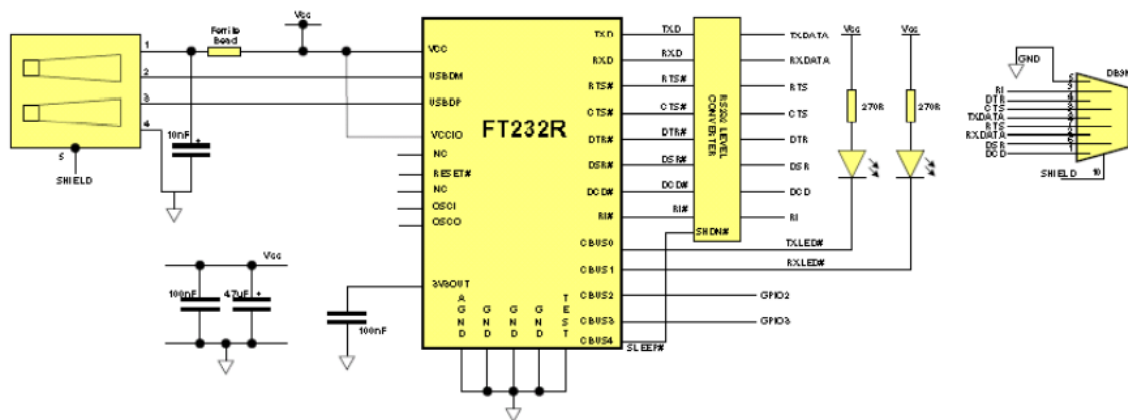
2.3 -суретте FT232R микросхемасының ішкі құрылымы көрсетілген.



Сурет 2.3 – FT232R микросхемасының ішкі құрылымы

Төмендегі 2.4-суретте USB-COM түрлендіргішінің принципіалды сұлбасы көрсетілген. Бұл мысал FT232R құрылғысын USB-RS232 түрлендіргіші ретінде қосу жолын көрсетілген. TTL - RS232 I.C. деңгейінің конверторы. RS232 деңгейін түрлендіру үшін FT232R сериялық UART жүйесінде пайдаланылады.

Мұны, мысалы, танымал «213» TTL-қатардан RS232 деңгейге дейінгі түрлендіргіштердің арқылы жасауға болады. Бұл құрылғыларда 28-LD SSOP пакетінде 4 таратқыш және 5 қабылдағыш бар және 5 В (номиналды) VCC-ті RS232 талап ететін +/-9 В түрлендіру үшін кірістірілген кернеу түрлендіргіші бар. Бұл құрылғылардың маңызды ерекшелігі USB тоқтата тұру режимінде болған кезде нөлге тез қалпына келтірілетін SHDN# істікшелі болып табылады.



Сурет 2.4 – USB – COM түрлендіргішінің принципіалды сұлбасы

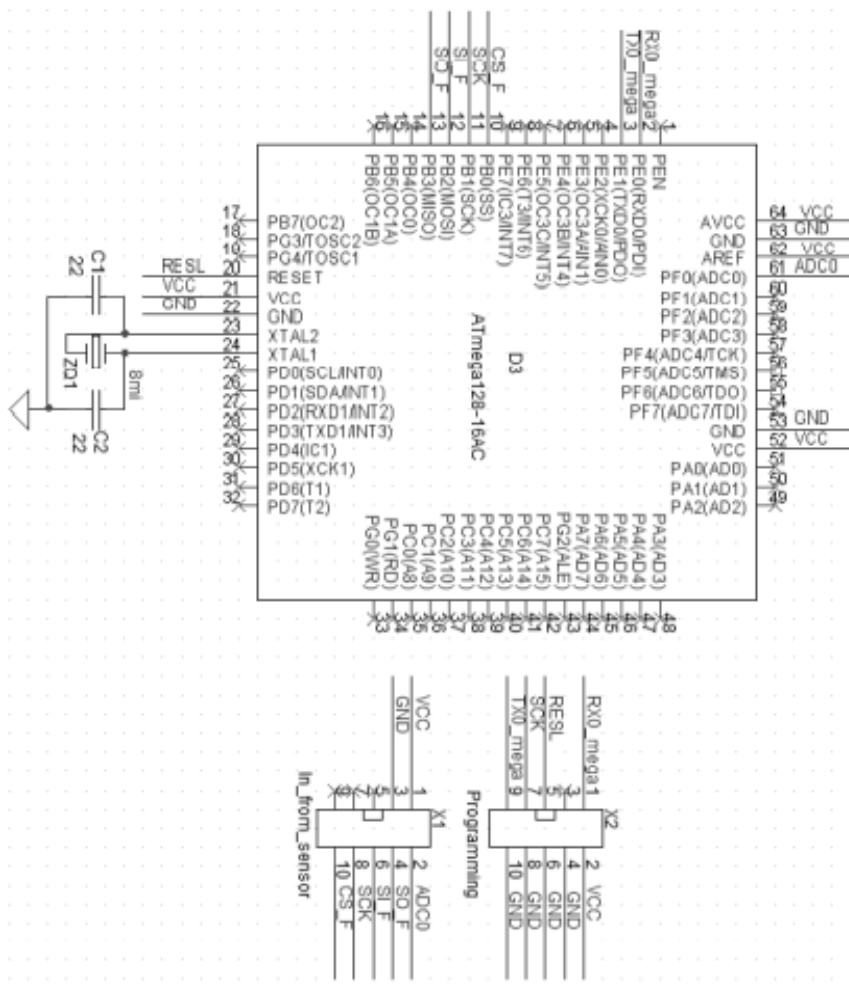
Құрылымдық сұлбадағы келесі элемент ДК дербес компьютер – интеллектуалды датчиктің мәліметтерін қабылдауға, сақтауға және өңдеуге мүмкіндік беретін арнайы бағдарламалық жасақтамасы бар дербес компьютер.

Бүкіл көпфункционалы интеллектуалды датчик екі бөлікке бөлінген: есептеу бөлігі және кестелерді сақтауға арналған сыртқы жады бар бастапқы түрлендіргіш.

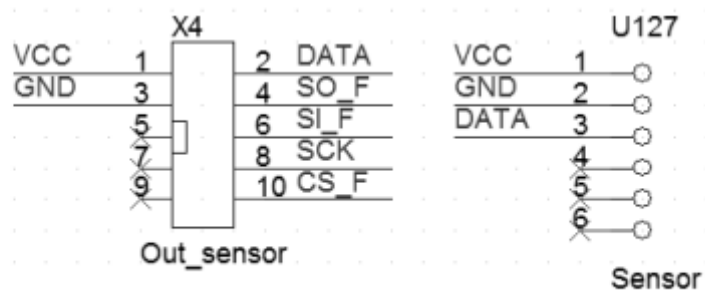
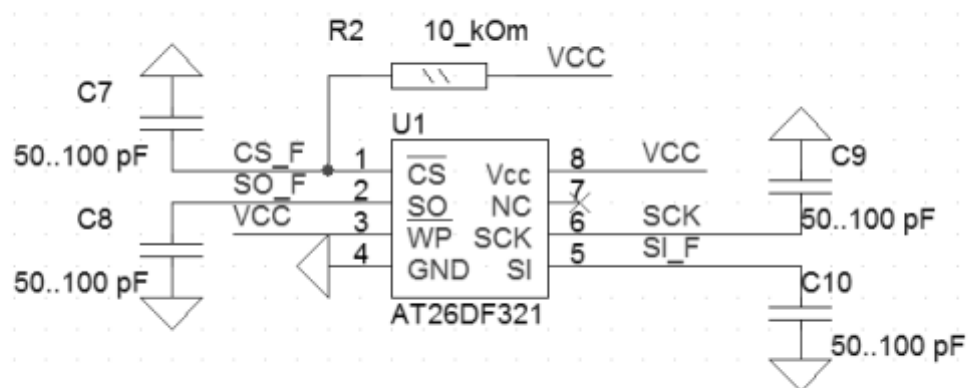
Есептеу бөлігі микроконтроллерден, дербес компьютермен өзара әрекеттесуге арналған микросұлбалардан тұрады. Бұл интеллектуалды датчиктің негізгі модулі, миы. Бұл бөлік тікелей ДК-ге қосылады және бастапқы түрлендіргіштен алынған деректерді өңдеуге, оларды ДК-ге жіберуге, интеллектуалды датчиктің барлық бөліктерін басқаруға және ДК-ден алынған командаларды орындауға жауап береді.

Біріншілік түрлендіргіштің бөлігі біріншілік түрлендіргіштің өзінен және электрондық кестені сақтау микросұлбасынан тұрады. Бұл бөлік есептеу бөлігіне қосылған бөлек модуль болып табылады. Электрондық кестелердегі деректерді оқығаннан кейін осы бастапқы түрлендіргіштің барлық сипаттамалары бар, бұл датчиктен алынған деректерді дәлірек өңдеуге (өлшеу нәтижелерін түзету, кедергі әсерін азайту және т.б.), сондай-ақ жауап беруге мүмкіндік береді. Уақыт өте келе бастапқы түрлендіргіштің сипаттамалары өзгереді, сондықтан алынған өлшемдер дұрыс болмайды. Мұны датчиктің сипаттамаларын түзету арқылы болдырмауға болады. Сондықтан осы жұмыста электрондық кестелердегі кейбір өрістерді

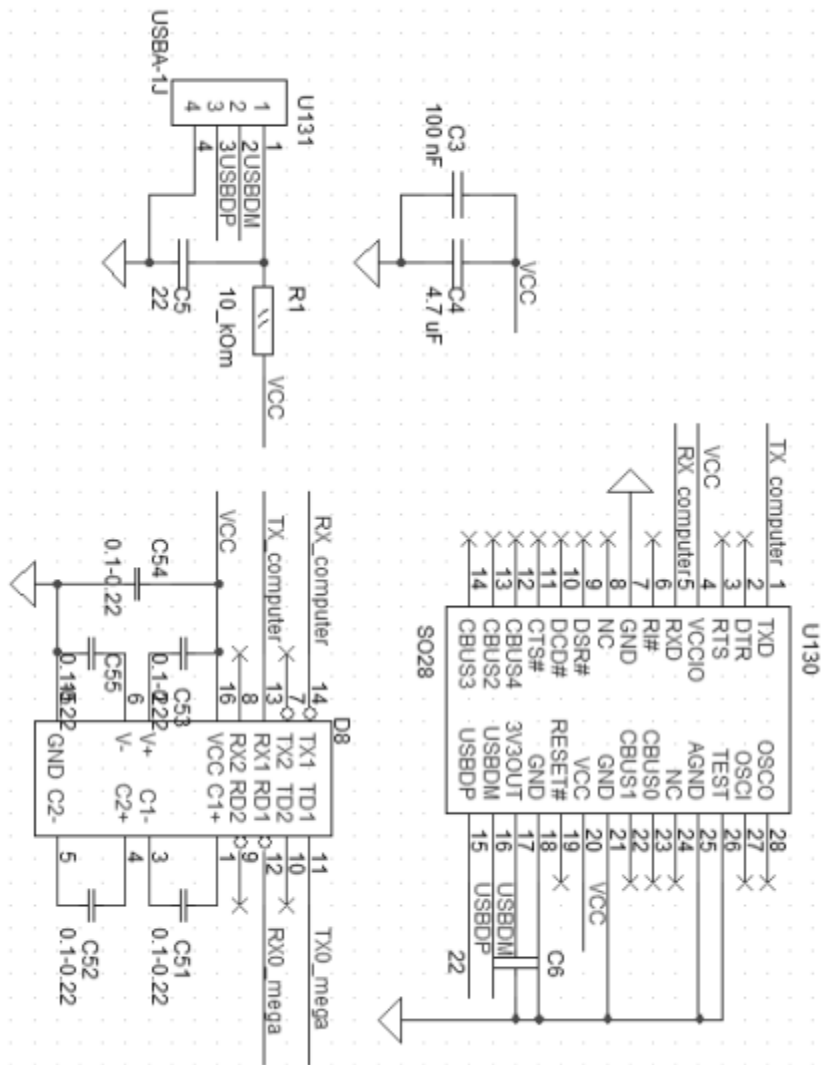
өңдеуге және оларды жадқа қайта жазуға мүмкіндік беретін жазылатын сыртқы жадты пайдаланылды. Интеллектуалды датчиктің бұл бөлігі есептеу бөлігімен басқарылады [2].



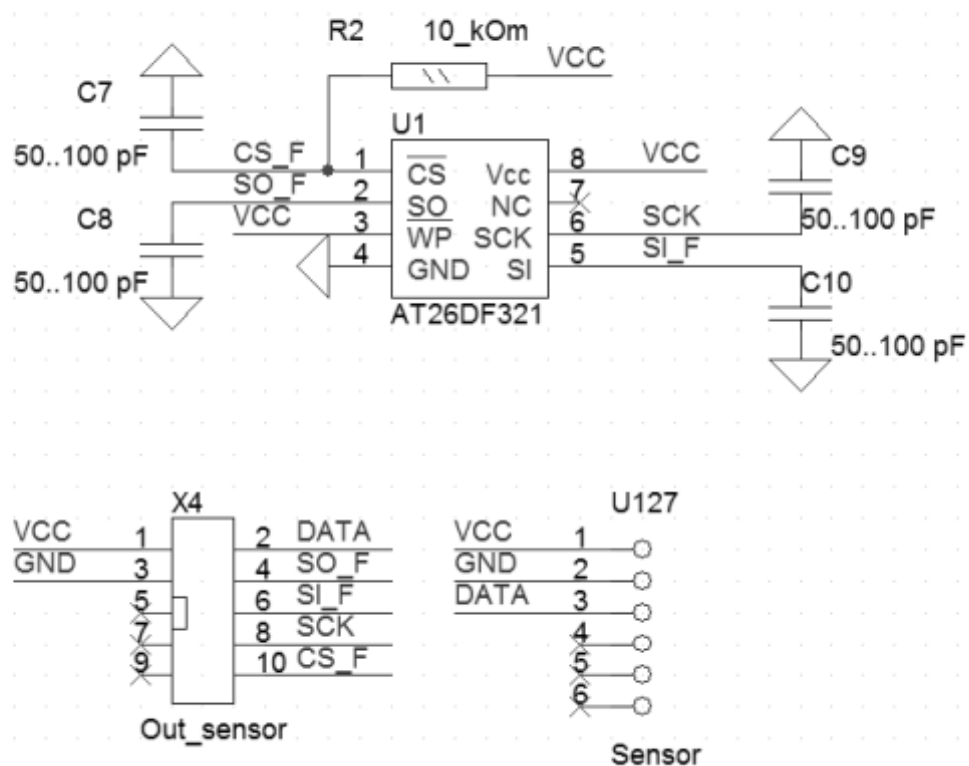
Сурет 2.5 – Көпфункционалды интеллектуалды датчиктің принципіалды сұлбасы



Сурет 2.6 – Көпфункционалды интеллектуалды датчиктің принципіалды сұлбасы



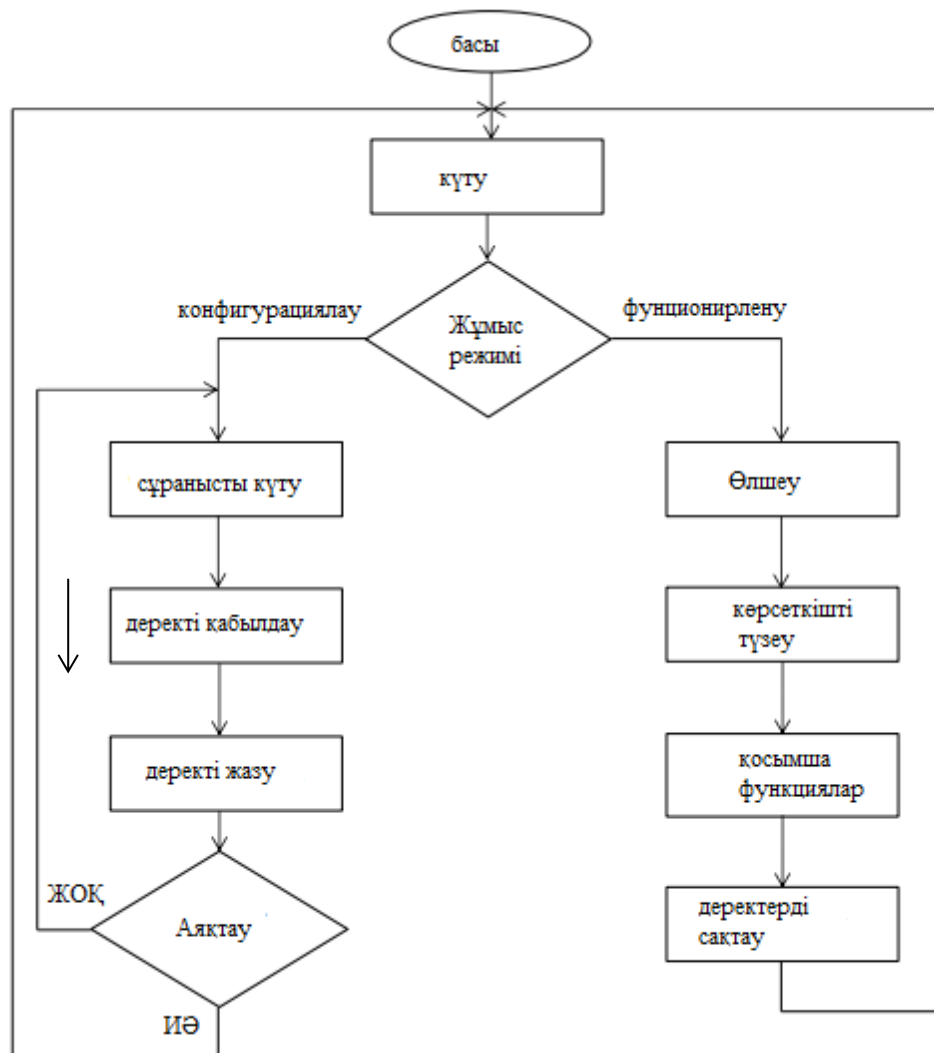
Сурет 2.7 – Көпфункционалды интеллектуалды датчиктің принципалды сұлбасы [2]



Сурет 2.8 – Көпфункционалды интеллектуалды датчиктің біріншілік түрлендіргіштің принципалды сұлбасы

2.4 Көпфункционалды интеллектуалды датчиктің бағдарламалық бөлігі

Бағдарламаның жұмыс істеу алгоритмінің құрылымдық схемасы суретте көрсетілген.



Сурет 2.9 – Алгоритмнің блок-сұлбасы

Интеллектуалды датчиктің бағдарламасы екі негізгі бөліктен тұрады: конфигурациялау процесіне қызмет көрсету және өлшеу бөлігі (2.9-сурет). Негізгі жұмыс режимі - өлшеу. Бағдарламаның әрбір циклінде конфигурация режиміне кіруге сұраныстың болуы тексеріледі. Ол пайда болған кезде бағдарлама шағын циклге өтеді - конфигурацияға қызмет көрсету. Конфигурациялау кезінде әртүрлі сұрауларды кез келген ретпен алуға болады, сондықтан конфигурация режимінен шығу үшін датчикке бөлек хабарлама жіберіледі. Ол анықталғаннан кейін интеллектуалды датчик бағдарламасы негізгі режимге оралады [7].

3 Arduino бар MLX90614 инфрақызыл термометрі негізінде интеллектуалды температураны өлшеу жүйесін жасау

Бөлшектерді өндіру процесінде температураны өлшеу жүйесі интеллектуалды өлшеуге айналды. Бұл дәстүрлі емес өңдеу процестерінде және сандық басқаруы бар станокта (СПБ) қолданылады. Бұл жүйе өңдеу кезінде өнімнің температурасын өлшейді. Қазіргі уақытта түрлі жылу түсіргіш құралдарды (жылу түсіргіш\тепловизорлар) өңдеу кезінде температураны өлшеу үшін пайдаланылуда. Бұл өлшеу жүйесі интеллектуалды, температураны өлшеу кезінде тек температураны өлшеу деректерін компьютермен байланыстыру мүмкін емес болады.

Бұл бөлімде Arduino басқаратын MLX90614 инфрақызыл термометр датчигі арқылы алюминий қорытпасының материалында СПБ (сандық басқарылатын станоктар\станки с ЧПУ) фрезерлік процесінің температурасын өлшеуге арналған жұмыс берілген. Бұл құралдың көмегімен температураны өлшеу деректері тікелей компьютерге енгізіледі, өйткені MLX90614 инфрақызыл термометр датчигі үйлесімді және Arduino арқылы байланысады.

Arduino бұл – денсаулық сақтау, ауыл шаруашылығы, трафикті бақылау, робототехника және автоматтандыру салаларындағы заттар интернеті (IoT) қолданбаларында микроконтроллермен кеңінен қолданылатын микроэлектрондық технологияның электрондық құрылғысы. Дегенмен, өңдеу саласында Arduino негізіндегі технологияны пайдалану әлі де өте шектеулі.

Бұл бөлімде Arduino негізіндегі температураны өлшеу жүйесінің фрезерлік технологиялық қолданбаларға арналған өнімділігін зерттеу ұсынылған.

Мұнда өңдеу процестері кезінде дайындаманың температурасын жазу үшін MLX90614 инфрақызыл термометр датчигі арқылы Arduino негізіндегі температураны өлшеу жүйесі ұсынылды.

Arduino үйлесімді MLX90614 инфрақызыл термометр датчигі температураны өлшеу мақсатында құрғақ ұнтақтау процесінде температураны өлшеу жүйесі ретінде жасалған. MLX90614 инфрақызыл термометр датчигімен температураны өлшеу тиімді болады.

Өнеркәсіптік өндірісте кесу процесінің температурасы өте маңызды. Бұл жұмыс аяқталғаннан кейін өнімнің сапасының өзгеруіне әкеледі. Дайын өнімді өндіру кезінде өңдеу процесінің әсерінен температураның жоғарылауына назар аудару қажет, бұл беттің кедір-бұдыры сияқты өңдеу сипаттамаларына, әсіресе алюминий негізіндегі материалдарға теріс салдарларға әкеледі. Кескіш құралдың өнімділігі, әрине, геометриялық құралдардың пішінінің тұрақтылығына, жұмыс тиімділігіне және қара немесе түсті емес материалдық процестерге қатысты құралдың жылу өткізгіштігіне байланысты.

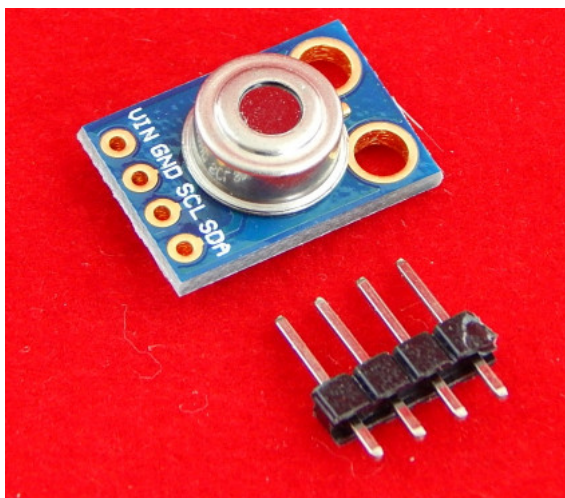
Температураны өлшеу жүйесі өңдеу кезінде кез келген температураны

бақылайды. Ақпараттық-коммуникациялық технологияның (АКТ) көмегімен бұлттық есептеулер, соның ішінде робототехника мен автоматтандыру, заттар интернеті (IoT) және машиналық оқыту сияқты құралдар процесс температурасын бақылау жүйесі үшін қолайлы шешім болды. Бұл технологиялар өңдеу өнеркәсібін ақылды етеді және сапаны жақсарту, барған сайын дараланған талаптар және қысқартылған жеткізу уақыттары сияқты тұрақты өзгерістерге жауап беруге қабілетті етеді.

3.1 MLX90614 инфрақызыл термометр

MLX90614 инфрақызыл термометр - Arduino үйлесімді құрылғыларға арналған жанаспайтын температура датчик модулі. Инфрақызыл термометр объектінің температурасын өлшеу үшін жұмыс істейді және объект шығаратын жарық арқылы электромагниттік толқын түріндегі инфрақызыл сәулелену.

MLX90614 - өте төмен шу күшейткіші және 17-биттік АЦТ бар қуатты инфрақызыл зондтау құрылғысы. Ол температура туралы ақпаратты объектінің кез келген бетіне тигізбестен жинау үшін жанасусыз температураны өлшеуді пайдаланады. Бұл жоғары дәлдік пен ажыратымдылықтағы өлшемдерді алуға мүмкіндік береді. Ол қоршаған орта температурасы үшін -40°C -тен 125°C -қа дейінгі кең температура диапазонында және ± 0 стандартты дәлдікпен нысан температурасы үшін -70°C -ден 380°C -қа дейінгі кең температура диапазонында Сандық жүйені басқару шинасы (SMBus) арқылы зауытта калибрленген.



Сурет 3.1– MLX90614 байланыссыз температура датчигы

Адам денесінің температурасына жақын шектеулі температура

диапазонында $\pm 0,2$ °C дәлдігі бар медициналық қолдану үшін арнайы нұсқасы бар.

Техникалық сипаттамасы:

Қоректендіру кернеуі: 3 - 5 В

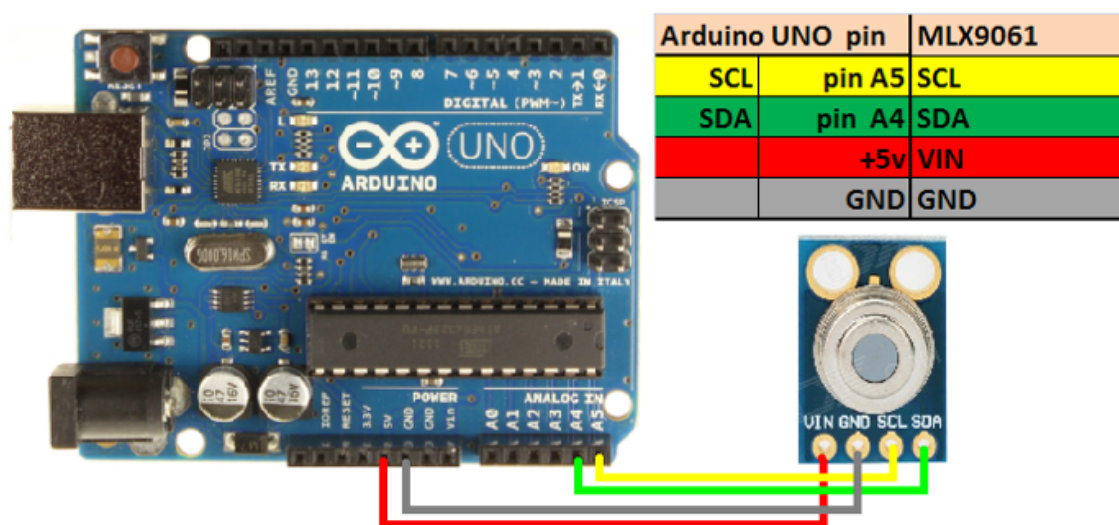
Ағымдағы тұтыну: 2,5 мА дейін

Өлшеу температурасының диапазоны: -70 - +380 °C

Дәлдік: $\pm 0,5$ °C

Көру бұрышы: 90°

I2C байланыс хаттамасының мекенжайы 0x5A

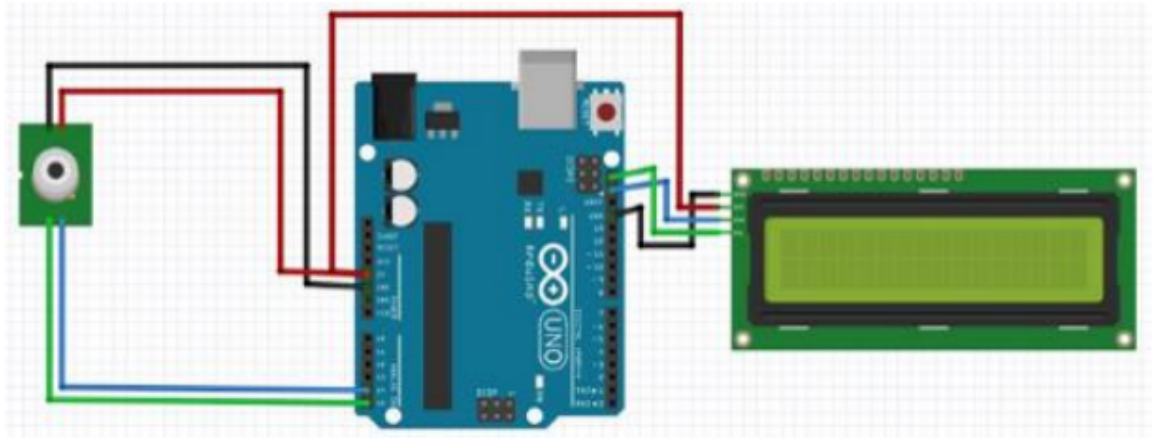


Сурет 3.2 – Қосылу сұлбасы

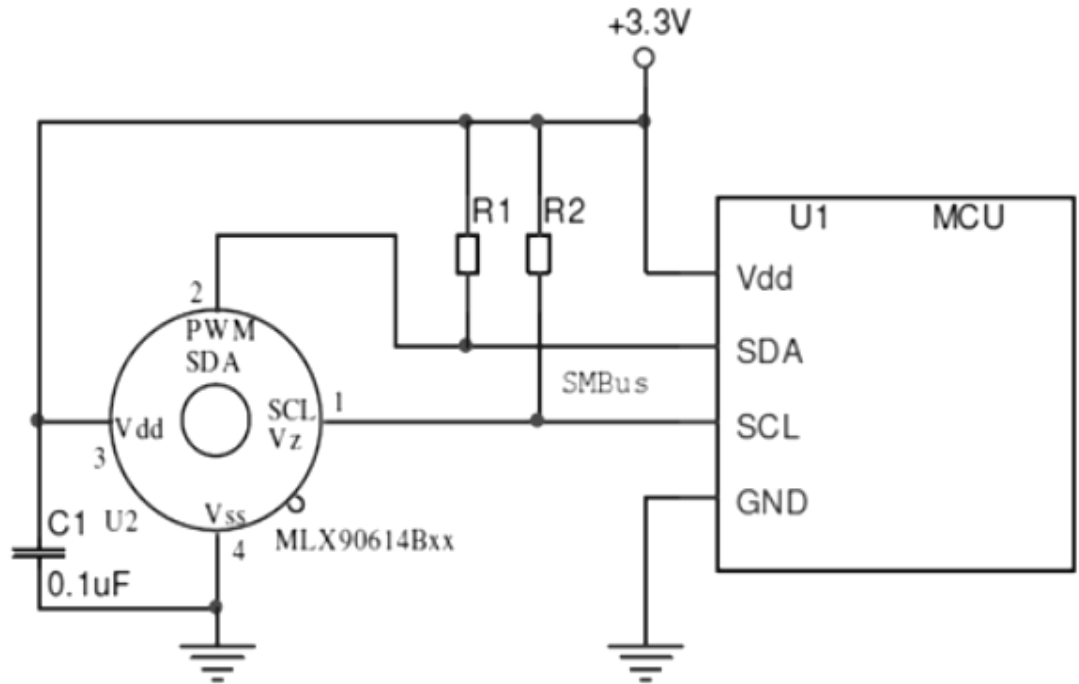
Arduino-да жоғары жылдамдықты цифрлық сигналдарды өңдеу технологиясы, байланыс үшін минималды сымдар бар, содан кейін адамдарға ыңғайлы, жылдам, тиімді және тиімді әдісті ұсынады. Ол Arduino көмегімен температура датчигының модулі арқылы тегістеу процесінің әсерінен температура деректерін алу үшін Microsoft Excel бағдарламасымен байланыстырылған MLX 90614 инфрақызыл термометрін анықтайды, бұл деректерді талдауды ыңғайлы етеді.

MLX90614 инфрақызыл термометрін Arduino-ға қосу керек. Ол үшін MLX90614 датчигы қосылымы мыналардан тұрады:

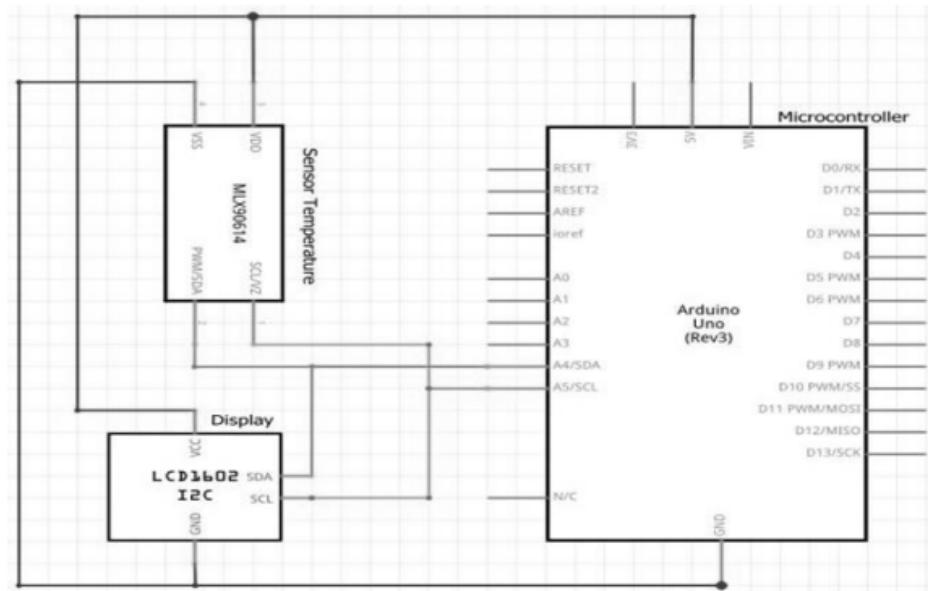
- Arduino
- СКД (сұйық кристалды дисплей) 16x2
- MLX90614



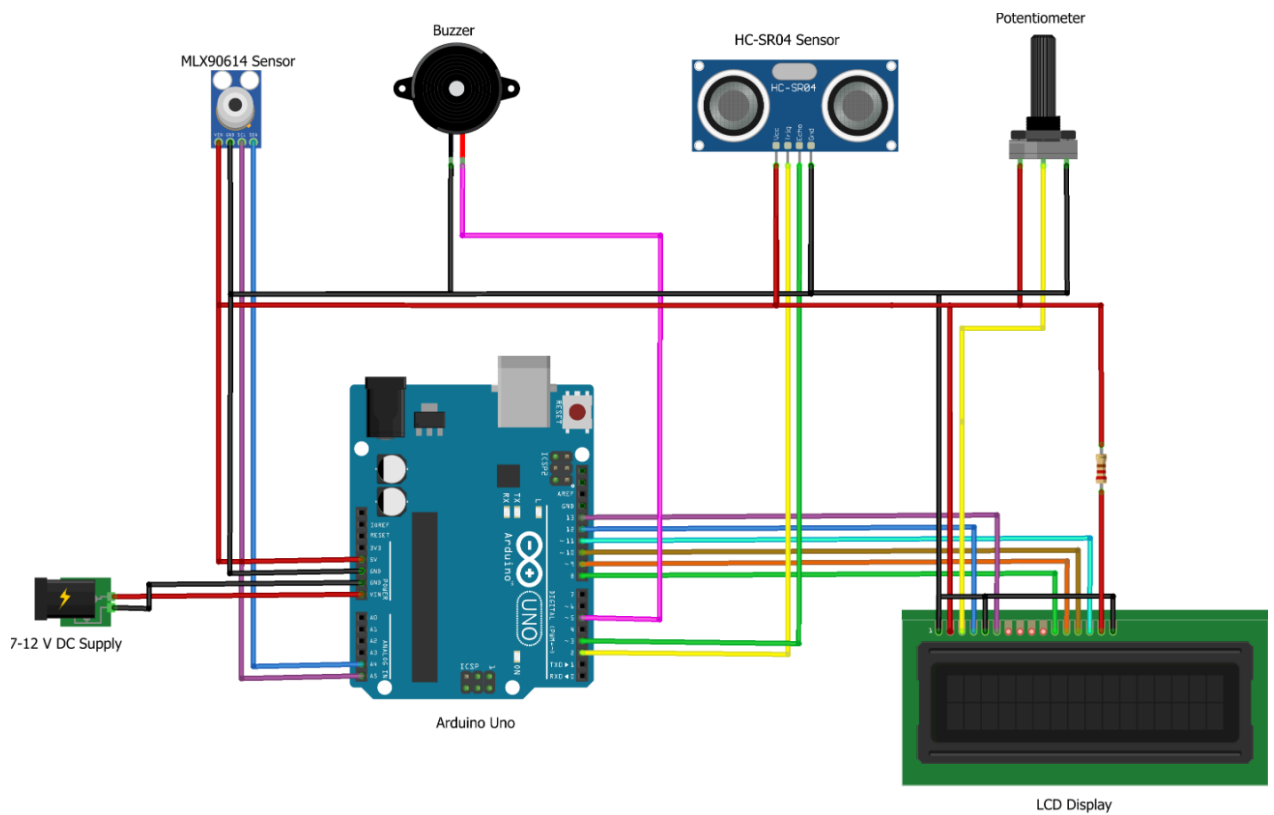
Сурет 3.3 – MLX90614 инфрақызыл термометр жалғанған Arduino және LED дисплей



Сурет 3.4 – MLX90614 қосылымы



Сурет 3.5 – MLX90614 инфрақызыл термометрінің схемасы



Сурет 3.6 – Arduino ортасында MLX90614 инфрақызыл термометрі негізінде интеллектуалды температураны өлшеу жүйесі

Arduino блогымен байланысу үшін бағдарламалау кодтары қажет. Төменде MLX90614 инфрақызыл термометріне арналған температураны өлшеуді бағдарламалау кодтары берілген. Ұсынылған бағдарлама СКД экранында оқылатын Цельсий градусындағы нақты температураны өлшеуді түсіндіреді. Бір уақытта деректер әр 1000 миллисекунд сайын Microsoft Excel бағдарламасына жеткізіледі.

Инфрақызыл термометрдің жұмыс принципі толығымен қара дененің сәулеленуіне негізделген және молекулалар абсолютті нөлден жоғары температурада кез келген материалда қозғалады. Температура жоғары болған кезде молекулалар жылдамырақ қозғалады. Молекулалар қозғалыс кезінде инфрақызыл сәуле шығарады және қыздырылған кезде көрінетін жарықты қосқанда көбірек сәуле шығарады.

MLX90614 датчигы өлшеу ретінде сәуле шығаруды да, сәулеленуді де пайдалана отырып, объектінің температурасын онымен жанаспастан оқи алады.

Сәуле шығару қабілеті - теориялық идеалды қара дене көзімен салыстырғанда объектінің инфрақызыл сәулеленуді қаншалықты жақсы шығаратынын көрсететін фактор. Бұл сәулеленуді MLX90614 нысанның температурасын есептеу үшін пайданылады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қоршаған орта жағдайларына байланысты көрсеткіштерді түзетуге қабілетті интеллектуалды датчикті жүзеге асыруда емес, ең алдымен барлық деректер базасын пайдалана отырып, әртүрлі типтегі датчиктермен біртұтас жұмыс істеу мүмкіндігінде. Бұған интеллектуалды датчик бағдарламасы жалпыланған теңдеу мен жалпыланған датчик алгоритмін жүзеге асыратындықтан қол жеткізілді. Жүйе бір және бір интеллектуалды датчикке белгілі бір тапсырманы орындау үшін әртүрлі функционалдылықпен қамтамасыз етуге немесе бірдей негізгі түрлендіргішпен әртүрлі интеллектуалды датчик жасауға мүмкіндік береді. Интеллектуалды датчиктің орындалуы (қолданудың мақсатты шарттарына және шешілетін мәселеге байланысты) өзгеруі мүмкін, бірақ конфигурациялау және жобалау процесі және түрлендіру теңдеулерінің өзі өзгермейді.

Қорыта келгенде осы жұмысты орындалған тапсырмалар,

Көп функциялы интеллектуалды датчиктерге анықтамалары берілген.

Интеллектуалды датчиктердің функцияларының классификациясы ұсынылған. Ұсынылған жалпылама теңдеу көрсетілген.

Көп функциялы интеллектуалды датчик әртүрлі факторлардың әсер етуші тәуелділіктерін есепке алуға, сондай-ақ бұл тәуелділіктерді цифрлық түрде сипаттауға мүмкіндік береді.

Бастапқы түрлендіргіштердің көп түрлерін пайдалана отырып, қажетті параметрлері бар датчиктерді қалыптастыру мүмкіндігі бар. Сондай-ақ датчиктің жұмыс операциясының алгоритмі жалпыланған теңдеу негізінде жасалған.

Көп функциялы интеллектуалды датчик құрамы айтарлықтай жеңілдетеді. Жалпыланған теңдеу және жалпылама негізінде алгоритмі, принципіалды сұлбалары ұсынылды.

Бұл дипломдық жобада Arduino микроконтроллерімен ұштастыра отырып, MLX90614 инфрақызыл термометрі негізінде температураны өлшеуге арналған интеллектуалды жүйенің дамуы ұсынылған.

Толық дизайн және сыналған Arduino үйлесімді MLX90614 инфрақызыл термометрі өнеркәсіптік инженерия зерттеушілері үшін қолайлы және қолайлы температураны өлшейтін құралды құрайды.

MLX90614 инфрақызыл термометр - ақылды, ықшам және Arduino-үйлесімді құрылғы және өндірісте өңдеу кезінде өнімнің температурасын өлшеу үшін пайдалануға өте ыңғайлы.

Сондықтан бұл өлшеу өңдеу процесіне арналған интеллектуалды температураны өлшеу жүйесі болып табылады.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Алейников А.Ф. Датчики (перспективные направления развития): учеб. пособие для вузов/ А.Ф. Алейников, В.А. Гридчин, М.П. Цапенко. –Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 285 с.
- 2 Ицкович, Э.Л. Современные интеллектуальные датчики общепромышленного назначения, их особенности и достоинства / Э.Л. Ицкович // Датчики и Системы. –2002. – №2. – С. 42.
- 3 Тесленко В.А. Датчики в системах сбора данных и управления / В.А.Тесленко // ПиКАД: Промышленные измерения, контроль, автоматизация, диагностика – 2004. – №2. С. 50–56.
- 4 Тайманов, Р.Е. Метрологический самоконтроль датчиков /Р.Е. Тайманов, К.В. Сапожникова // Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения (УКИ'10): тр. конф. с междунар. участием (18–20 окт. 2010 г., Москва, Россия). ИПУ РАН. – М., 2010. – CD-ROM. – С. 1088–1099.
- 5 Рейзман А.Я. Интеллектуальные датчики: новые средства разработки и новый уровень полевой автоматики / А.Я. Рейзман, М.А. Островский, В. Е. Красовский. // Датчики и Системы. – 2007. – № 10, стр. 8–11.
- 6 Иванов В.Н. Интеллектуальные средства измерения // Приборы и системы управления. - 1986. - № 2. - С.21-23.
- 7 Орнатский П.П., Туз Ю.М. Интеллектуальные измерительные комплексы // Приборы и системы управления. - 1989. - № 7. -С.15-16
- 8 Соболев В.С. Актуальные вопросы развития теории интеллектуальных измерительных систем // Приборы и системы управления. - 1989. - № 3. - С. 16-19.
- 9 Цветков Э.И. Уровни интеллекта процессорных измерительных средств // Приборы и системы управления. - 1988. - № 4. - С. 15-17.
- 10 Бунин В.И. О термине «интеллектуальные средства измерений» // Приборы и системы управления. – 1992. - № 7. - С. 14-15.
- 11 Цапенко М.П. Интеллектуальные функции измерительных информационных систем (ИИС) // Приборы и системы управления.-1992. - № 2. - С.16-19.
- 12 Романов В.Н., Соболев В.С., Цветков Э.И. Интеллектуальные средства измерений. - М.: РИЦ Татьянаин день, 1994.
- 13 Стасенко, К. С. Интеллектуальная информационно-измерительная система допускового контроля теплопроводности теплоизоляционных материалов [Текст]: дисс. канд. техн. наук: 05.11.16. / Стасенко Константин Сергеевич. - Тамбов: б.н., 2014. - 234 с.
- 14 Артемова, С.В. Методология построения интеллектуальных информационно-управляющих систем тепло-технологическими аппаратами [Текст]: дисс. докт. техн. наук: 05.11.16. / Артемова СветланаВалерьевна. - Тамбов:

б.н., 2013. - 347 с.

15 Слепцов В.В., Подбельский А.Н. Задачи проектирования интеллектуальных измерительных датчиков. Вестник МГУПИ - М.: МГУПИ. 2012, №38 - с. 81-84.

Қосымша А

```
#include <NewPing.h>
#include <Adafruit_MLX90614.h>
#include <LiquidCrystal.h>

#define BUZZER_PIN 5
#define CUT_OFF_TEMPERATURE 25 //This is temperature in degreeC
#define DISTANCE_TO_CHECK 10 //This is in cm

NewPing ultrasonicSensor(2,3,400); //Ultrasonic sensor pins
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();

const int rs = 8, en = 9, d4 = 10, d5 = 11, d6 = 12, d7 = 13;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

void setup()
{
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.clear();

  analogWrite(BUZZER_PIN, 0);
  mlx.begin();
}

void tempHighTone()
{
  for (int i = 0; i < 10; i++)
  {
    analogWrite(BUZZER_PIN,100);
    delay(100);
    analogWrite(BUZZER_PIN,0);
    delay(100);
  }
}

void tempOkTone()
{
  analogWrite(BUZZER_PIN, 100);
  delay(2000);
}
```

```

    analogWrite(BUZZER_PIN, 0);
}

void loop()
{
    String displayString;
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Check Temp");

    int distance = ultrasonicSensor.ping_cm();
    if (distance > 0 && distance < DISTANCE_TO_CHECK)
    {
        delay(2000);
        float temperature = mlx.readObjectTempC();
        distance = ultrasonicSensor.ping_cm();
        if (distance > 0 && distance < DISTANCE_TO_CHECK && temperature <=
CUT_OFF_TEMPERATURE)
        {
            displayString = displayString + "Temp OK : " + int(temperature);
            lcd.clear();
            lcd.setCursor(0, 0);
            lcd.print(displayString); lcd.print((char)223); lcd.print("C");
            tempOkTone();
            delay(2000);
            lcd.clear();
        }
        else if ( !(distance > 0 && distance < DISTANCE_TO_CHECK))
        {
        }
    }
    else
    {
        displayString = displayString + "Temp HIGH : " + int(temperature);
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print(displayString); lcd.print((char)223); lcd.print("C");
        tempHighTone();
        delay(2000);
        lcd.clear();
    }
}
}

```

}

Қосымша Б

Кодка түсініктеме:

Скетч `dafruit_MLX90614` кітапханасын қосу арқылы басталады. Бірдей жаһандық ауқымда `mlx` деп аталатын `dafruit_MLX90614` нысаны анықталған.

```
#include <Adafruit_MLX90614.h>
```

```
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();
```

Параметрлерде біз дербес компьютермен сериялық байланысты инициализациялаймыз және `begin()` функциясын шақырамыз.

`begin()` функциясы I2C интерфейсін инициализациялайды. Бұл функция параметрді қосымша қабылдайды (сенсордың 7 биттік мекенжайы), бірақ бос қалдырылған болса, мекенжай әдепкі (0x5A) болып есептеледі.

```
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
  while (!Serial);  
  
  if (!mlx.begin()) {  
    Serial.println("Error connecting to MLX sensor. Check wiring.");  
    while (1);  
  };  
}
```

Циклда біз `readAmbientTempC()/mlx.readAmbientTempF()` және `readObjectTempC()/readObjectTempF()` функцияларын пайдаланып ағымдағы қоршаған орта мен нысан температурасын басып шығарамыз.

```
void loop() {  
  Serial.print("Ambient = "); Serial.print(mlx.readAmbientTempC());  
  Serial.print(" *C\tObject = "); Serial.print(mlx.readObjectTempC());  
  Serial.println(" *C");  
  Serial.print("Ambient = "); Serial.print(mlx.readAmbientTempF());  
  Serial.print(" *F\tObject = "); Serial.print(mlx.readObjectTempF());  
  Serial.println(" *F");  
  Serial.println();  
  delay(500);} 
```