

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної кваліфікаційної роботи магістра на тему:

«ВИМІРЮВАЧ ВИТРАТ РІДИНИ»

Завідувач кафедри ЕКТ

А. С. Опанасюк

Керівник роботи

В. В. Гриненко

Консультант з економічної частини

О.М. Маценко

Студент групи ЕС.м-91

Д. І. Калінін

РЕФЕРАТ

Робота містить: 74 сторінок, 31 рисуноків, 10 таблиць, 21 джерел літератури.
Об'єктом дослідження роботи - вимірювач витрат рідини.

Мета роботи полягає у розробці приладу, який буде визначати кількість втраченої рідини, при цьому взявши до уваги мікросхему вимірювача

У ході виконання роботи були розглянуті методи вимірювання витрат, особливо ультразвуковий, також опис ультразвукового вимірювач та принцип його роботи.

За основу було взято схему MAX35101, мікроконтролер AT89C51CC03, індикатор DV16210, таймер реального часу DS1305, модуль енергонезалежної пам'яті AT25128A/256A, клавіатура MAX6818, GSM – модуль SIM900D.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедрою Опанасюк О.А.

«___» _____ 20__р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи: *«Вимірювач витрат рідини»*

Затверджена наказом по університету від "___" _____ 20__р. № _____

2. Термін здачі студентом закінченої роботи: 18.12.2020р;

3. Вихідні дані до роботи:

Реалізувати систему на базі мікроконтролеру. 2. Основні компоненти: вимірювач, мікроконтролер, РК – індикатор, енергонезалежна пам'ять, клавіатура, таймер реального часу, GSM-модуль;

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що належить розробити):

1. Огляд літератури та поставлення задачі роботи; 2. Науково-дослідна робота; 3. Розробка алгоритму роботи та структурної схеми; 4. Розробка функціональної схеми; 5. Розробка та розрахунок принципових електричної схем вузлів та блоків пристрою; 6. Економічна частина; Висновок; Використана література;

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Схема алгоритму функціонування; 2. Схема електрична структурна; 3. Схема електрична функціональна; 4. Схема електрична принципова;

Консультанти з кваліфікаційної роботи:

Розділи	Консультанти	Завдання видав	Завдання прийняв
Техніко- економічна частина	Маценко О. М.		

6. Дата видачі завдання: 20.09.2020р;

КЕРІВНИК _____

(підпис)

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів курсового проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Огляд літератури	15.11.2020	
2	Науково-дослідна частина	20.11.2020	
3	Розробка алгоритму функціонування та структурної схеми	30.11.2020	
4	Розробка схеми електричної функціональної	05.12.2020	
5	Розробка схеми електричної принципової	10.12.2020	
6	Розробка техніко-економічної частини	12.12.2020	
7	Оформлення графічної частини	15.12.2020	
8	Оформлення пояснювальної записки	17.12.2020	
9	Рецензування та підготовка до захисту	18.12.2020	

Студент _____

Керівник _____

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ	7
1.1 Витратоміри	7
1.2 Види витратомірів	10
1.3 Принцип роботи витратоміру на прикладі ультразвукового.....	12
2. НАУКОВО - ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	16
3. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОБОТИ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ.....	24
4. РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ.....	32
5. РОЗРОБКА ТА РОЗРАХУНОК ПРИНЦИПОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ВУЗЛІВ ТА БЛОКІВ ПРИСТРОЮ.	34
5.1.1 Розробка блоку мікроконтролера	34
5.1.2 Розробка блоку вимірювача	43
5.1.3 Розробка блоку годинника реального часу	47
5.1.4 Розробка блоку енергонезалежної пам'яті.....	51
5.1.5 Розробка блоку GSM - модуля.....	53
5.1.5 Розробка блоку клавіатури.....	57
5.1.5 Розробка блоку LCD - модуля	58
6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	67
6.1 Розрахунок собівартості розроблюваного пристрою.	67
ВИСНОВОК.....	70
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	71

					<i>ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Калінін			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Гриненко				3	
Реценз.					<i>СумДУ, ЕС.м-91</i>		
Н. Контр.							
Затверд.		Опанасюк					

*Вимірювач витрат рідини.
Пояснювальна записка.*

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ ТА СКОРОЧЕННЯ

САГ – струйний автогенератор;

УЗС - ультразвуковий сигнал;

ППР - первинний перетворююч;

УЗС - ультразвуковий сигнал;

ППР - первинний перетворююч;

ПЕП - п'єзоелектронний перетворювач;

РКІ-дисплей - рідкокристалічний дисплей;

МК - мікроконтролер;

АЦП - аналогово-цифровий перетворювач;

ЦАП - цифро-аналоговий перетворювач;

SPI - послідовний периферійний інтерфейс;

ОЗП - оперативний запам'ятовувальний пристрій.

					ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

На сьогоднішній день для України велике значення має організація ефективного обліку топливно-енергетичних та водних ресурсів - що є однією із найважливіших задач енергозберігання. У зв'язку з щоденним зростанням цін на різні види енергії важливим завданням сучасності є максимально точний контроль витрати рідких і газоподібних середовищ. Контроль витрати рідких і газоподібних середовищ є важливим для металургії, харчової промисловості, будівництва, біохімії, виробництва збагачення руди та інших галузей промисловості.

Основна проблема комерційних відносин при поставках рідких і газоподібних середовищ - дизбаланс, що виникає при фізичному обліку від постачальника до споживача. Спільними факторами, що визначають виникнення цього дизбалансу, є похибки у вимірі обсягу речовини, відсутність достовірного обліку через невисоку точності і обмежений діапазон лічильника, несправності вузлів обліку. Щоб уникнути такого дисбалансу, необхідно вибрати витратомір, що має всі необхідні характеристики для забезпечення точного вимірювання витрати.

За останні 10 років спостерігається тенденція, згідно якої, спостерігається цікавість, що зростає до застосування ультразвукових технологій для розрахунку кількості природного газу/рідини при виробництві і передачі. На сьогоднішній день ця технологія розглядається як конкурентноздатна альтернатива сучасним засобам, таким як турбінні лічильники. Одним із найбільш поширених приладів виміру втрат і кількості рідини або газів є витратоміри і лічильники з ультразвуковими перетворювачами.

Підвищення вимог до точності і надійності інформації, зниження загальних витрат на її отримання при постійному контролі й обліку витрати речовини і енергії актуально завжди. Метрологічні характеристики засобів вимірювань, що використовуються для вирішення цих завдань, як правило, відповідають поточному стану існуючих трубопровідних систем, що,

					ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

очевидно, не виключає необхідність подальшого поліпшення точності і надійності приладів і систем контролю і обліку витрати речовини і енергії. Крім удосконалення метрологічних якостей приладів і систем контролю, призначених для вирішення цих завдань, істотне значення має здатність їх первинних вимірювальних перетворювачів або датчиків не створювати перешкод руху середовища і, таким чином, виключити втрати тиску і знизити навантаження на технологічні апарати і лінії, що виробляють і передають теплову енергію. Для вирішення завдань контролю і обліку речовини і енергії зазвичай використовуються традиційні витратоміри змінного перепаду (діафрагми), турбінні і вихрові витратоміри, датчики яких, встановлені всередині труби, призводять до дисипації енергії, знижуючи, при цьому, подачу енергії і тепла споживачеві. Крім того, монтаж/демонтаж датчиків таких приладів вимагає переривання технологічного процесу (відключення технологічної лінії) і досить значних витрат часу на ці операції.

З іншої сторони, вимірювання об'ємної або вагового витрати (або кількості) рідини при її напірному перебігу в трубопроводі має величезне народногосподарське значення як основа для забезпечення технологічного обліку в енергозберігаючих та ресурсозберігаючих технологіях і для проведення комерційного розрахунку за споживані ресурси. Народногосподарське значення вимірювання витрати також і в тому, що в промисловості, на транспорті витрата рідин є одним з основних технологічних параметрів, контролювання якого забезпечує керованість виробничих процесів. Прикладом є контроль об'ємної витрати теплоносія в ядерних енергетичних і технологічних установках. У комунальному господарстві вимірний витрата рідини лежить в основі розрахунків за споживання води, за водовідведення та за теплову енергію.

					<i>ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1. Витратоміри

В даному блоці розглянемо пристрій контролю витрат, який має назву – *витратомір* та методи їх побудови. Огляд типових пристроїв та методів, що будуть застосовуватися. Для вимірювання кількості транспортуємої по трубопроводах рідини, газу в одиницю часу або отримання даних про витрати за проміжок часу використовуються витратоміри.

Як уже сказано, об'єктами вимірювання є магістральні і розподільні трубопроводи.

Магістральні трубопроводи – трубопроводи і відгалуження (відводи) від них діаметром до 1420мм включно з надлишковим тиском, що транспортується не вище 10 МПа, призначені для транспортування:

1. природного/нафтового вуглеводневого газу з районів їх видобутку до місць споживання;
2. товарної продукції в межах головних і проміжних газокompресорних, нафто- і нафтопродуктових станцій, станцій підземного зберігання газу, газорозподільних станцій, вимірювальних пунктів.

Розподільний трубопровід – трубопровід, що призначений для підведення води від магістрального трубопроводу безпосередньо в культивацийні споруди (теплиці, парники, укриття). Магістральні та розподільні трубопроводи повинні проходити по всій обслуговується площі на належному відстані один від одного - через кожні 900 м - і з'єднуватися в кільця для підвищення надійності і взаємовпливу.

Варіанти підключення відображені на рисунках 1.1, 1.1, 1.3.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7



Рисунок 1.1 – Варіант підключення УВ на трубопроводі – 1



Рисунок 1.2 – Варіант підключення УВ на трубопроводі – 2



Рисунок 1.3 – Варіант підключення УВ на трубопроводі – 3

					ЕЛІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Регулятор потоку являє собою прилад, здатний вимірювати витрату проходить через перетин трубопроводу рідкого або газоподібного речовини в одиницю часу. Особливий попит ці прилади мають в промисловості, на теплоцентралях і в комунальних службах для комерційного обліку водопостачання та опалення. Не меншою популярністю користуються витратоміри в нафтопереробній та газовидобувній промисловості. Вимірювання витрати та маси речовин (рідких, газоподібних, сипучих, твердих, парів і т. п.) В хімічних виробництвах широко застосовується як в ПЗ товарного і звітних операціях, так і при контролі, регулюванні і управлінні технологічними процесами.

Витрата речовини - це маса або об'єм речовини, що проходить через дане перетин каналу засоби вимірювання витрати в одиницю часу. Залежно від того, в яких одиницях вимірюється витрата, розрізняють об'ємну витрату або масова витрата. Об'ємна витрата вимірюється в м³/с (м³/год і т.л.), а масовий - у кг/с (кг/год, т/год і т.п.). Витрата речовини вимірюється за допомогою витратомірів, що представляють собою вимірювальні прилади для обліку витрати. Багато витратомірів призначені не тільки для вимірювання витрат, але і для вимірювання маси або обсягу речовини, що проходить через засіб протягом будь-якого, довільно взятого проміжку часу. У цьому випадку вони називаються витратомірами з лічильниками або просто лічильниками. Маса або об'єм речовини, що пройшов через лічильник, визначається по різниці двох послідовних в часі показань відлікового пристрою або інтегратора. За принципом дії поділяються на такі основні групи: змінного перепаду тиску; обтікання - постійного перепаду тиску; тахометричні; електромагнітні; змінного рівня; теплові; вихрові; акустичні. Крім того, відомі витратоміри, засновані на інших принципах дії: резонансні, оптичні, іонізаційні та ін. Однак багато хто з них знаходяться в стадії розробки і широкого застосування поки не отримали.

					ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Види витратомірів

Сьогодні існує величезна кількість витратомірів, які використовують для комерційного і технологічного контролю потоків рідин, газу і пари. На основі проведеного аналізу методів контролю витрат речовини і вже існуючої класифікації запропонована нова, удосконалена класифікація, в основі якої лежать чотири основні класифікаційні ознаки, а саме: по вимірюваній величині витрат, по фізичних явищ, за принципом роботи, по ефектів, які лежать в основі роботи і особливістю конструкції.

Таким чином, по вимірюваній величині розрізняють *об'ємні і масові витратоміри*.

За фізичним явищам, покладеним в роботу, витратоміри обсягу ділять на:

- *Механічні;*
- *Електродинамічні;*
- *Хвильові.*

Згідно з принципом роботи до об'ємним механічним витратомірів належать:

- *Тахометричні;*
- *Осцилюючі витратоміри;*
- *Інерційні.*

За використовуваним ефектів, в тахометричних витратомірах можна виділити три основні групи:

- *камерні (інші назви: діафрагменні або мембранні);*
- *турбінні;*
- *такульові.*

Найчастіше використовують перші два види.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Камерні витратоміри призначені для вимірювання витрати прозорих рідин в замкнених трубопроводах .

Витратоміри постійного перепаду тиску - ротаметри - застосовуються для вимірювання витрат однорідних потоків чистих і слабозабруднених рідин і газів, що протікають по трубопроводах і не схильних до значних коливань. Ротаметри мають великий діапазон виміру.

Камерні тахометричні витратоміри представляють собою один або кілька рухомих елементів, відмірюють або відтинають при своєму русі певні обсяги рідини або газу. Існує велика кількість конструкцій, камерних витратомірів рідин і газів (поршневі лічильники, лічильники з овальними шестернями і дискові лічильники).

Електромагнітні (індукційні) витратоміри призначені для вимірювання витрати різних рідких середовищ, в тому числі пульп з маленькими неферомагнітними частинками, з гарною електричною провідністю, що протікають в закритих повністю заповнених трубопроводах.

Витратоміри змінного рівня – прилад, що застосовується для вимірювання витрат забруднених рідин.

Теплові витратоміри – прилади, що можуть застосовуватися при вимірюванні невеликих витрат практично будь-яких середовищ при різних їх параметрах. Крім того, вони дуже перспективні для вимірювання витрати дуже в'язких матеріалів. Принцип дії їх заснований на використанні залежності ефекту теплового впливу на потік речовини від масової витрати цієї речовини.

Вихрові витратоміри - в даний час розроблені і мають досить широкі перспективи застосування вихрові витратоміри, принцип дії яких заснований на залежності від витрати частоти коливань тиску середовища, що виникають в потоці в процесі вихороутворення.

					ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.3. Принцип роботи витратоміру на прикладі ультразвукового

Принцип дії ультразвукового витратоміра (частота понад 20 кГц) рідини і газу базується на явищі зміщення звукового коливання, що проходить через рідку середу, що рухається.

Вперше акустична технологія вимірювання витрати рідини і газу була запропонована в 1935 р, а перший працюючий прототип ультразвукового витратоміру був представлений в 1948 році. Завдяки прориву в електроніці перші надійні ультразвукові витратоміри з'явилися в середині 1960-х років.

До переваг можемо віднести:

- Відсутність гідравлічного тиску;
- Висока точність;
- Швидкодія;
- Завадостійкість.

Для вимірювання витрати рідини і газу ультразвуком в основному використовують два методи:

- *Фазовий метод виміру витрат:*

Принцип дії цих ультразвукових витратомірів базований на вимірі різниці зрушень двох ультразвукових коливань, спрямованих по потоку рідини газу та проти нього.

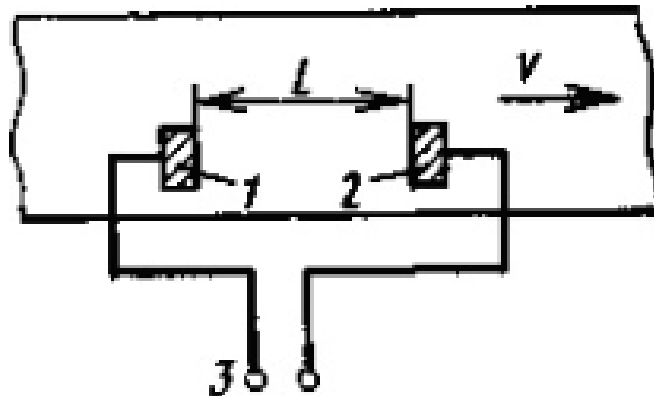


Рисунок 1.4 – Принципова схема фазового ультразвукового витратоміра

На поверхні трубопроводу (Рисунок 1.4) розташовані два п'єзоелектричних елемента [1,2]. Ультразвукові витратоміри в якості п'єзоелектричних елементів використовують пластини титаната барію, що володіють найбільш високим п'єзомодулем в порівнянні з іншими. П'єзоелемент 1 за допомогою механічного перемикача 3 підключений до генератора високочастотних синусоїдальних електричних коливань. П'єзоелемент перетворює електричні коливання в ультразвукові, що направляються в контрольоване середовище через стінки трубопроводу. П'єзоелемент 2 сприймає ультразвукові коливання, що пройшли в рідині відстань L , і перетворює їх у вихідні електричні коливання. Наявність в схемі механічного перемикача обмежує можливість виміру мінливих витрат внаслідок невеликої частоти перемикачів (порядку 10Гц). Це можна виключити, якщо в трубопроводі встановити дві пари п'єзоелементів так, щоб в одній парі випромінювач безперервно створював коливання, спрямованих по потоку, а в іншій - проти потоку. В такому витратомірі на фазометр будуть неперервно надходити два синусоїдальних коливання, фазовий зсув між якими пропорційний швидкості потоку рідини або газу.

Частотний метод виміру витрат

Принцип дії цих ультразвукових витратомірів заснований на вимірюванні частот імпульсно-модульованих ультразвукових коливань, які направляються одночасно потоку рідини або газу і проти нього. Генератори Г (Рисунок 1.5) створюють синусоїдальні коливання високої частоти (10 МГц) і подають їх через модулятори М на випромінюючі п'єзоелементи П1 і П3. П'єзоелемент П1 створює спрямовані ультразвукові випромінювання (з частотою 10 МГц), що сприймаються п'єзоелементом П2. При нерухомій рідині час розповсюдження випромінювань при відстані L між п'єзоелементами одне. Якщо рідина переміщується по трубі зі швидкістю v , то складова швидкості в направленні руху ультразвукових коливань дорівнює, відповідно, часу переміщення коливань між п'єзоелементами П1 і П2 по потоку рідини.

						ЕЛІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
							13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Якщо рідина переміщується по трубі зі швидкістю v , то складова швидкості в напрямленні руху ультразвукових коливань дорівнює, відповідно, часу переміщення коливань між п'єзоелементами П1 і П2 по потоку рідини.

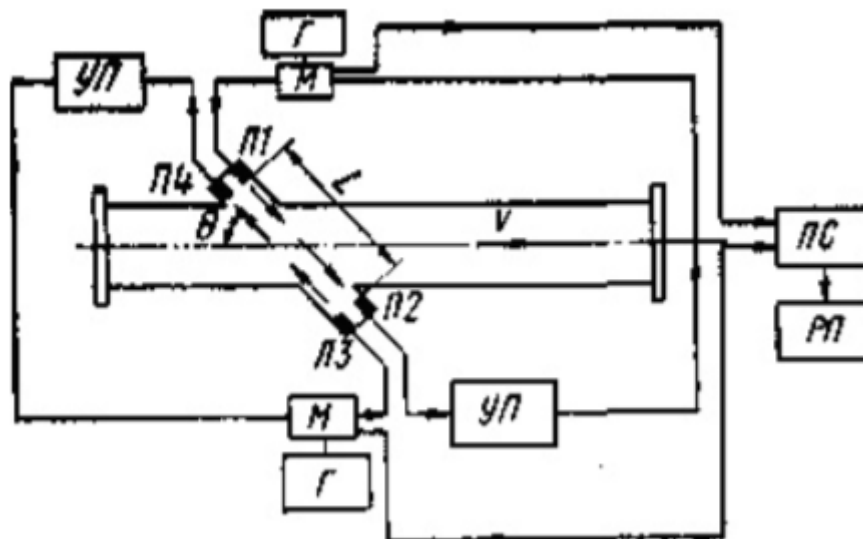


Рисунок 1.5 – Принципова схема частотно-пакетного ультразвукового витратоміра

Генератори Г (Рисунок 1.5) створюють синусоїдальні коливання високої частоти (10 МГц) і подають їх через модулятори М на випромінюючі п'єзоелементи П1 і П3. П'єзоелемент П1 створює спрямовані ультразвукові випромінювання (з частотою 10 МГц), що сприймаються п'єзоелементом П2. При нерухомій рідині час розповсюдження випромінювань при відстані L між п'єзоелементами одне. Якщо рідина переміщується по трубі зі швидкістю v , то складова швидкості в напрямленні руху ультразвукових коливань дорівнює, відповідно, часу переміщення коливань між п'єзоелементами П1 і П2 по потоку рідини. Відповідно час переміщення коливань між п'єзоелементами П3 і П4 проти напрямлення потоку. Модулятор спільно з двома п'єзоелементами підсилювачем-перетворювачем УП включені в схему періодичного модулювання.

Як тільки перші коливання, що надходять на приймальні п'єзоелементи П2 і П4, досягнуть модуляторів, які працюють в тригерному режимі,

відбудеться відключення генераторів від п'єзоелементів П1 і П3, і випромінювання ультразвукових коливань переривається. Воно відновлюється в ті моменти, коли останні ультразвукові коливання перших пакетів досягнуть прийомних п'єзопретворювачів і генерація електричних коливань припиниться. В ці моменти модулятори знову пропускають електричні коливання від генератора п'єзоелементи і процес повторюється. Частота модулювання сигналів залежить від швидкості потоку і напрямку ультразвукових коливань (по потоку чи проти нього). Різниця частот, яка визначається перерахункових схемою ПС, пропорційна швидкості потоку і не залежить від швидкості поширення звуку в середовищі. Це є перевагою частотного методу, так як виключається вплив фізичних параметрів середовища (щільність, температура) на показання приладу.

Метою даної роботи є розробка витратоміра на основі ультразвукового методу вимірювання з наступними параметрами:

- Діаметр трубопроводів: 40 – 1800 мм;
- Найменша середня об'ємна витрата: 0,75 м³/ч;
- Тиск в трубопроводі: не більше 1,6;
- Діапазон температур: від 0 до 90;
- Відносна погрішність: ± 2%;
- Живлення: змінний струм ~ 200 – 240 (50+-1) Гц;
- Дисплей: РК індикатор;
- Наявність GSM-модуля для відправки результатів вимірювання в мережі;
- Забезпечити зберігання результатів вимірювання в енергонезалежній пам'яті;
- Передбачити можливість налаштування приладу з-за допомогою клавіатури та РКІ-індикатора.

						ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			15

2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Однією з найважливіших завдань сучасної енергетики є забезпечення максимально точного контролю витрат рідких і газоподібних середовищ. Сьогодні існує безліч методів вимірювання витрати. Кожен з яких має свої переваги і недоліки, залежно від яких знаходить своє застосування в промисловості. У зв'язку з цим в даній частині роботи будуть проаналізовані існуючі методи вимірювання витрати.

Витрата речовини – це кількість речовини (рідини або газу), що протікає через перетин трубопроводу за одиницю часу. Розрізняють об'ємну витрату Q_v , яку вимірюють в одиницях об'єму за одиницю часу, і масова витрата Q_m відповідно:

$$Q_v = \frac{V}{t}; \quad (2.1)$$

$$Q_m = \frac{M}{t}, \quad (2.2)$$

де V – об'єм рідини або газу, які пройшли через перетин труби за час t ;

M – маса рідини або газу, які пройшли через перетин труби за час t .

Принцип роботи камерних витратомірів заснований на різниці тисків, що є наслідком закону збереження енергії, згідно з яким звуження каналу проходження потоку речовини викликає збільшення швидкості потоку, а отже, і збільшення кінетичної енергії. Це призводить до падіння тиску речовини у вузькій частині такого каналу, оскільки кінетична енергія збільшується за рахунок енергії тиску. При цьому відбувається переміщення рухомих перегородок вимірювальних камер під тиском досліджуваного газу. Залежність між падінням тиску і витратою описують:

$$Q = K\sqrt{\Delta P}, \quad (2.3)$$

де Q – витрати речовини, K – константа для пристрою, ΔP – різниця тиску на кінцях звуження.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Камерні витратоміри характеризують такі переваги:

- Можливість використання в трубах з великим діаметром;
- Не вимагають значних витрат при монтажі;
- Забезпечення надійної роботи протягом багатьох років;
- Відсутність рухомих частин;
- Місце установки, монтажне положення і напрямок потоку не впливають на їх роботу

До недоліків вищеписаних витратомірів відносять:

- Динамічний діапазон обмежений значенням 4:1 або 5:1;
- Можливе блокування системи через вигину діафрагми від гідравлічного удару;
- Установча довжина вимірювальної системи може мати велике значення;
- через ерозію може змінюватися геометрія кромки отвору, що знижує точність всієї системи.

Струменеві лічильники знайшли широке застосування в теплоенергетиці, медицині, паливної і хімічної промисловості, їх також використовують для комерційного і технологічного контролю потоків рідин, газу і пари.

Струменеві витратоміри дозволяють вимірювати невеликі витрати рідини/газу, оскільки володіють низьким порогом чутливості. Принцип роботи полягає в вимірі частоти перемикання струминного автогенератора (САГ), пропорційної швидкості витрати рідини/газу. Частота коливань потоку пропорційна витраті через сопло САГ:

$$f = Sh * \frac{q}{lbn}, \quad (2.4)$$

де Sh – число Хрусталя;

l,b,n – відповідні розміри: довжина камери, ширина і глибина сопла струйкового елемента.

					ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У відповідності з формулою витрат:

$$q = \mu * h * b \sqrt{\frac{2 * \Delta p}{\rho}}. \quad (2.5)$$

Звідси отримуємо, що частота потоку коливань САГ пропорційна перепаду тиску на струйковому елементі (швидкості потоку через нього) і щільності середи:

$$f = Sh * \frac{\mu}{l} * \sqrt{\frac{2 * \Delta p}{\rho}}. \quad (2.6)$$

До стандартних звужує пристроїв відносять діафрагми, сопла і труби Вентурі.

Перевагами такого методу є можливість реалізації методу без використання складних мікропроцесорних пристроїв, вимірювання витрати при малих швидкостях протікання рідин або газів (0,1...0,5 м/с) і висока стійкість до забрудненої вимірюваної середовищі.

Недоліками таких пристроїв є:

- висока трудомісткість монтажу;
- невисока точність при невеликому діапазоні вимірювання витрати (1:3);
- значна втрата тиску на звужуючих пристроях, яка в свою чергу призводить до додаткових витрат на роботу насосів.

Саме тому було доцільним введення нового методу «площа-швидкість» з використанням усередненої напірної трубки.

Цей прилад створює перепад тисків пропорційно квадрату швидкості потоку відповідно до теореми Бернуллі: сумою енергій в будь-якій точці труби є сума статичної енергії (тиск, що створюється речовиною у всіх напрямках); кінетичної (швидкість речовини) і потенційної (гравітаційна складова).

									Арк.
									18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕЛІТ 8.171.00.10.136 ПЗ				

В такому випадку теорема Бернуллі записують:

$$\frac{v_1}{2g} + \frac{p_1}{\rho} = \frac{v_2}{2g} + \frac{p_2}{\rho}, \quad (2.7)$$

де v – швидкість потоку, g – гравітаційна стала, p – тиск, ρ – щільність речовини.

Усереднена напірна трубка застосовується більш, ніж в мільйон витратомірних вузлів і в трубах з великим діаметром. Це пояснюється стабільною і точної роботою з хорошою повторюваністю результату. Також прилад має істотні переваги перед традиційними звужуючими діафрагмами завдяки простоті установки і низьким втрат тиску.

Недоліком витратомірів змінного перепаду тиску є низька точність їх застосування при вимірюванні малих витрат в трубах невеликого діаметра (менше 50 мм) і пульсуючих потоків.

На сьогоднішній день набув популярності ще один метод вимірювання витрати - ультразвуковий. Він полягає в залежності часу поширення ультразвукових коливань через потік газу в трубопроводі заданого діаметра. Різниця часу $\Delta\tau$ прямо пропорційна швидкості потоку v :

$$\Delta\tau = \frac{2L}{c^2} v, \quad (2.8)$$

де c – швидкість звуку в середовищі, L – відстань проходження ультразвукових коливань.

В ультразвуковому лічильнику знаходяться пари первинних перетворювачів. Наявність декількох пар дозволяє отримувати більш точні значення витрати. Кожен з датчиків здатний приймати і передавати сигнал. Вимірювання часу проходження сигналу між кожною парою відбувається одночасно. Сигнал генерують п'єзоелектричні кристали, до яких прикладається напруга, і навпаки, коли ультразвукова хвиля вдаряється об кристал, на кристалі з'являється напруга. Збільшуючи кількість пар датчиків, можна точно визначити і математично компенсувати спотворення профілю потоку у всьому перерізі труби. Коли в трубі відсутній рух речовини, час

					ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

передачі сигналу однакове по потоку і проти потоку. Як тільки речовина починає текти по вимірювальній трубці, швидкість звукових сигналів збільшується в тому напрямку, в якому тече рідина і зменшується в протилежному напрямку.

Ультразвукові витратоміри є найбільш перспективними для комерційного обліку, оскільки мають ряд переваг:

- відсутність рухомих частин і частин, які виступають в потік;
- не створюють додаткових втрат напору;
- протягом тривалого часу можуть працювати від вбудованого автономного джерела харчування;
- точність може калібрувати до $< 0,1\%$;
- вимірювання є відносно точними, навіть коли датчик виходить з ладу.

Незважаючи на очевидні переваги ультразвукових лічильників, існують такі недоліки методу:

- обмеження по мінімальній швидкості потоку;
- складність і висока вартість пристроїв, яка при інших рівних умовах в 3-4 рази перевищує вартість тахометричних і електромагнітних витратомірів;
- вплив на показання лічильника бульбашок повітря в потоці;
- необхідність значних довжин лінійних ділянок до і після перетворювача.

Враховуючи вказані вище переваги, та той факт, що даний метод є найбільш перспективним – для розробки пристрою в даній роботі було вибрано саме цей метод – ультразвуковий.

При розробці ультразвукового витратоміра, враховуються наведені параметри:

Час поширення УЗС ультразвукового витратоміра:

$$t_1 = \frac{L_d - L_a}{C_0} + \frac{L_a}{C_0 + V * \cos \alpha}, \quad (2.9)$$

					ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$$t_2 = \frac{L_d - L_a}{C_0} + \frac{L_a}{C_0 - V * \cos \alpha}, \quad (2.10)$$

де t_1, t_2 - час поширення ультразвукового імпульсу по потоку і проти потоку, с;

L_d - відстань між мембранами п'єзоперетворювачів, мм;

L_a - довжина активної частини акустичного каналу, мм;

C_0 - швидкість ультразвуку в нерухомій воді, м/с;

V - швидкість руху рідини в УПР, м/с;

α - кут між осями трубопроводу і датчиків ПЕП, градуси.

В ультразвуковому витратомірі використовується метод прямого, високоточного вимірювання часу поширення кожного УЗС від одного ПЕП до іншого. З формул (2.9) і (2.10) отримуємо:

$$V = \frac{\Delta t * C_0^2}{2 * L_a * \cos \alpha}, \quad (2.11)$$

$$\Delta t = t_2 - t_1, \quad (2.12)$$

де Δt - різниця часів поширення УЗС по потоку і проти потоку.

З формули (2.11), множачи середню швидкість потоку V на перетин трубопроводу D , отримуємо значення витрати води F , що протікає в місці установки п'єзоперетворювачів:

$$F = \frac{\pi * D^2 * K}{4} * \frac{\Delta t * C_0^2}{2 * L_a * \cos \alpha}, \quad (2.13)$$

де D - діаметр трубопроводу на місці установки п'єзоперетворювачів, мм; K - коефіцієнт корекції.

Важливим фактором є вибір типорозміру витратоміра, що визначається діапазоном витрат в трубопроводі, де буде встановлюватися ППР. Якщо діапазон витрат для даного трубопроводу укладається в діапазон витрат декількох типорозмірів витратоміра, то визначати потрібний типорозмір рекомендується виходячи з заданого граничного значення втрат напору.

Вихідні дані для визначення втрат напору:

- Q (м³/г) - об'ємна втрата рідини в даному трубопроводі;

					ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

- D_y підводячого трубопроводу (мм);
- D_y ППР (мм);
- D_y відводячого трубопроводу(мм);
- Кут конусності дифузора (град);
- Кут конусності конфузора (град);
- Довжина прямолінійної ділянки (мм).

Схема трубопроводу відображено на рисунку 2.1.

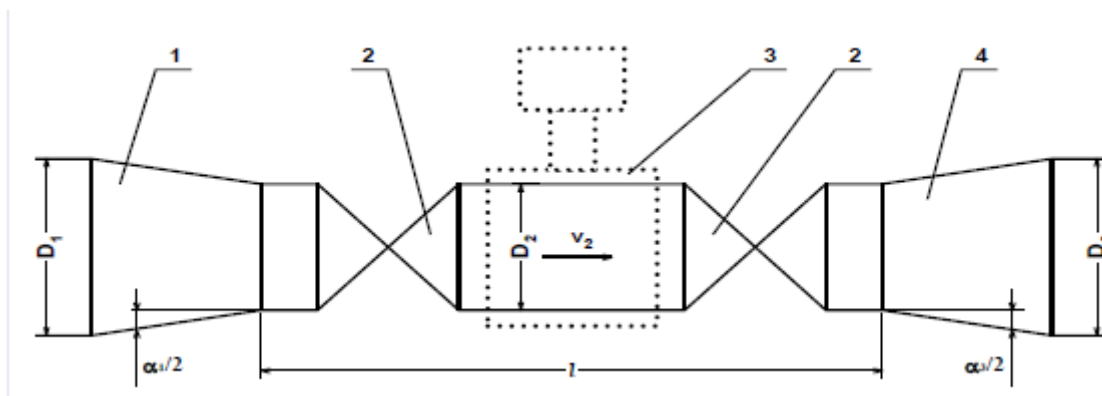


Рисунок 2.1 – Схема трубопроводу на місці установки ППР

Відповідно принципу суперпозиції, сумарні втрати напору h_n складаються з місцевих втрат напору в конфузорі $h_{н1}$ прямолінійній ділянці $h_{н2}$ і дифузори $h_{н3}$.

Втрати напору в дифузори визначаються по графікам, що наведені на рисунках 2.2, 2.3, 2.4:

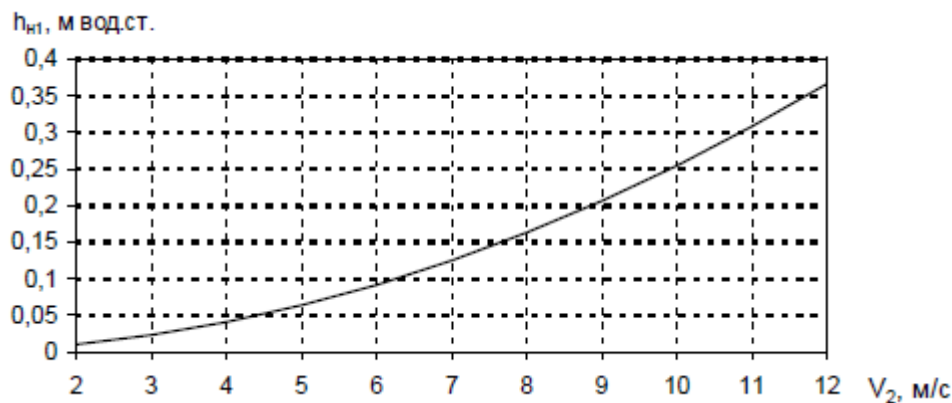


Рисунок 2.2 – Графік втрати напору в дифузори

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Для визначення швидкості потоку рідини по значенню об'ємних витрат Q можна використати відповідну формулу:

$$v = \frac{Q}{0,9 * \pi * D_y^2} \quad (2.14)$$

Втрати напору в прямолінійній ділянці визначаються по графіку:

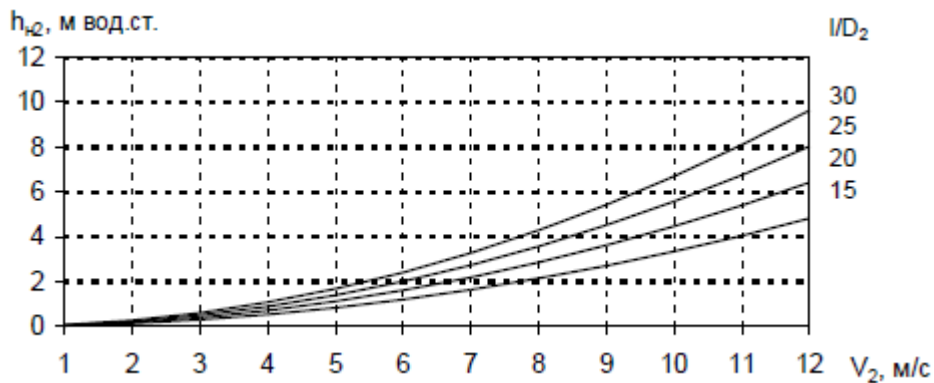


Рисунок 2.3 – Графік втрати напору в прямолінійній ділянці

Втрати напору в дифузорі визначаються по графіку:

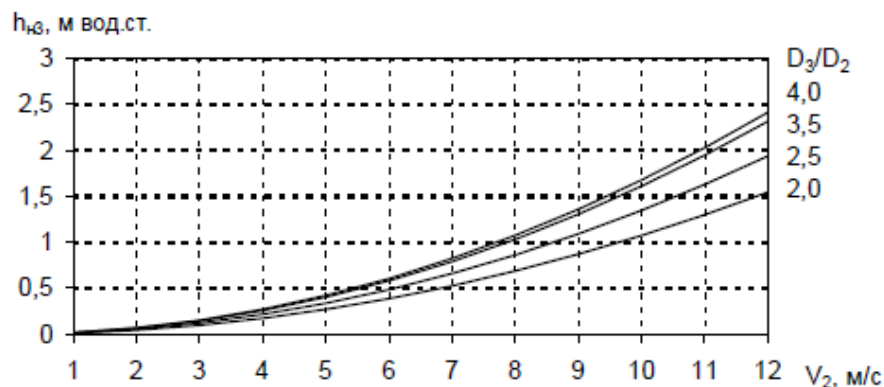


Рисунок 2.4 – Графік втрати напору в дифузорі

Значення втрат напору в системі <конфузор - ППР - дифузор> будуть використовуватися при розрахунку витрат рідини. Графік залежності втрат напору від швидкості потоку розрахований для відношення довжини прямолінійної ділянки до діаметру 15, 20, 25, 30. Графік залежності втрат напору від швидкості потоку розрахований для кута конусності дифузора і відношення найбільшого діаметра дифузора до найменшого 2.0, 2.5, 3.5, 4.

3. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОБОТИ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ

Метод вимірювання ультразвуковими витратомірами ґрунтується на співвідношенні швидкостей поширення акустичних коливань в нерухомому середовищі і самого середовища. Різноманіття параметрів, які залежать від швидкості вимірюваного середовища, і зумовило велику кількість способів вимірювання затримки проходження сигналу від випромінювача до приймача і назад.

Метод, заснований на різниці часів поширення ультразвукових хвиль, спрямованих за потоком і проти нього. Ультразвукові коливання переміщуються рухомий середовищем. Поверхнею відображення для імпульсу зондування є природна внутрішня поверхня трубопроводу або спеціальний екран безпосередньо в вимірюваній середовищі. При цьому середня швидкість вимірної середовища може визначатися на підставі ефекту знесення ультразвукового коливання рухомої середовищем і зміни часу проходження променя як векторна різниця швидкостей ультразвукових коливань у напрямку руху вимірювального середовища і проти неї.

Такий принцип дії, відображено на рисунку 3.1.

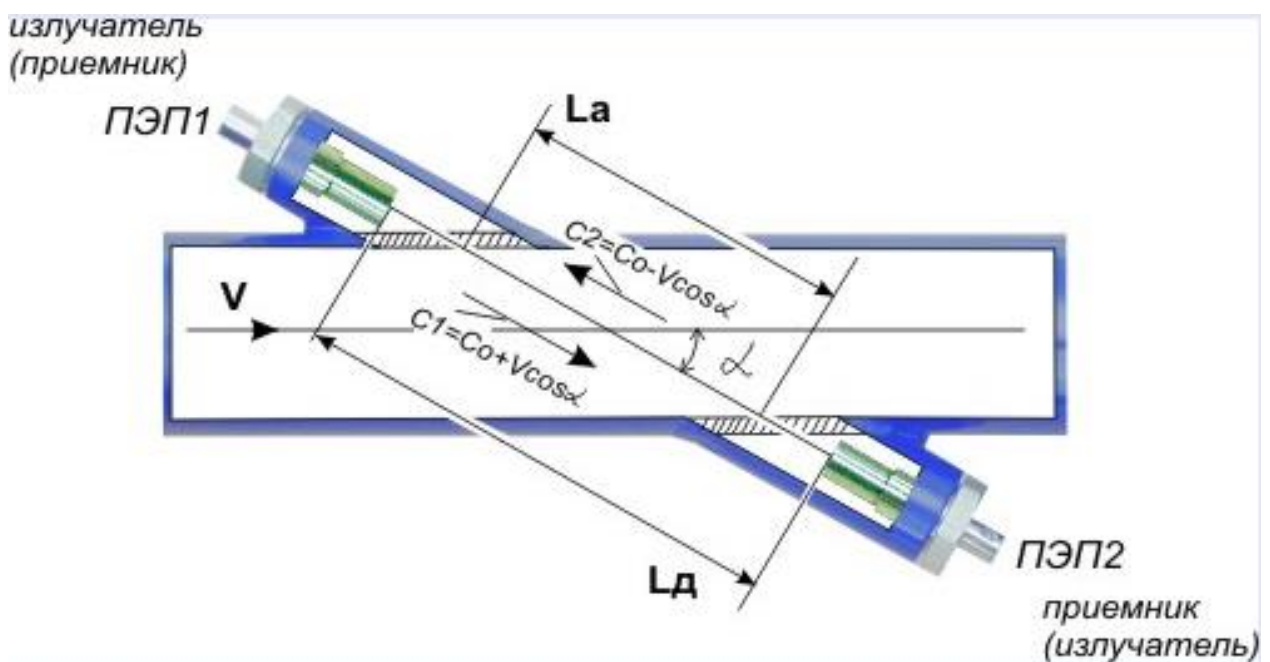


Рисунок 3.1 – Принцип дії ультразвукового витратоміра

Для визначення часу проходження імпульсу по потоку, генератор подає імпульс на п'єзоелемент П1, який посиляє в рідину затухаючі коливання. У момент передачі звукових коливань включається зарядний пристрій, який починає виробляти напругу. У момент приходу сигналу на п'єзоелемент П2 зарядний пристрій відключається. Максимальне значення напруга пропорційно часу проходження ультразвукової хвилі по потоку рідини. Таким же чином за час проходження ультразвукового імпульсу проти потоку від П2 до П1 виробляється напруга, пропорційне часу.

Швидкість поширення ультразвукового сигналу від випромінювача до приймача в рідині, що заповнює трубопровід, являє собою суму швидкостей ультразвуку в нерухомій воді і швидкості потоку води V в проекції на даний напрям. Час поширення ультразвукового імпульсу від ПЕП 1 до 2, t_1 , і від ПЕП 2 до 1, t_2 , залежить від швидкості руху води відповідно до формул: 2.9 – 2.13.

Генератор створює імпульси (усереднені характеристики: амплітуда ~ 650 В, тривалість $\sim 0,2$ мкс, частота слідування ~ 800 Гц), які подаються на п'єзоперетворювачі. Саме п'єзоперетворювачі відправляють в рідину, що тече по трубах, короткочасні затухаючі ультразвукові імпульси. Графік розповсюдження імпульсів відображено на рисунку 3.2.

При проходженні рідини в трубопроводі відбувається «знесення» ультразвукової хвилі(сигналу), який призводить до зміни часу поширення ультразвукового сигналу: по потоку рідини (від ПЕП 1 до ПЕП 2) час проходження зменшується, а проти потоку (від ПЕП 2 до ПЕП 1) - зростає. Різниця часів проходження УЗС через рідину у напрямку і проти напрямку потоку пропорційна швидкості потоку V і, отже, об'ємній витраті Q .

Система включає в себе 2 п'єзоелементами, що монтуються з зовнішньої сторони трубопроводу по Z/V схемі. Вони являються одночасно і випромінювачами ультразвукового сигналу і його приймачами. Генератор видає синусоїдальні коливання, що мають коливання з частотою 20кГц. Після включення пристрою, відбувається початкова установка регістрів мікропроцесора; за допомогою клавіатури вводяться вхідні дані: діаметр

										Арк.
										25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ</i>					

трубопроводу, тип рідини, щільність рідини. Мікроконтролер управляє вимірювачем, який підключає п'єзоелементи, тим самим регулюючи який з них буде випромінювачем, а який приймачем ультразвукового сигналу. П'єзоелемент, як було сказано вище, збуджується генератором, якщо він є випромінювачем, а якщо він є приймачем, то ультразвуковим сигналом, які прийшли з п'єзоелемента - випромінювача.

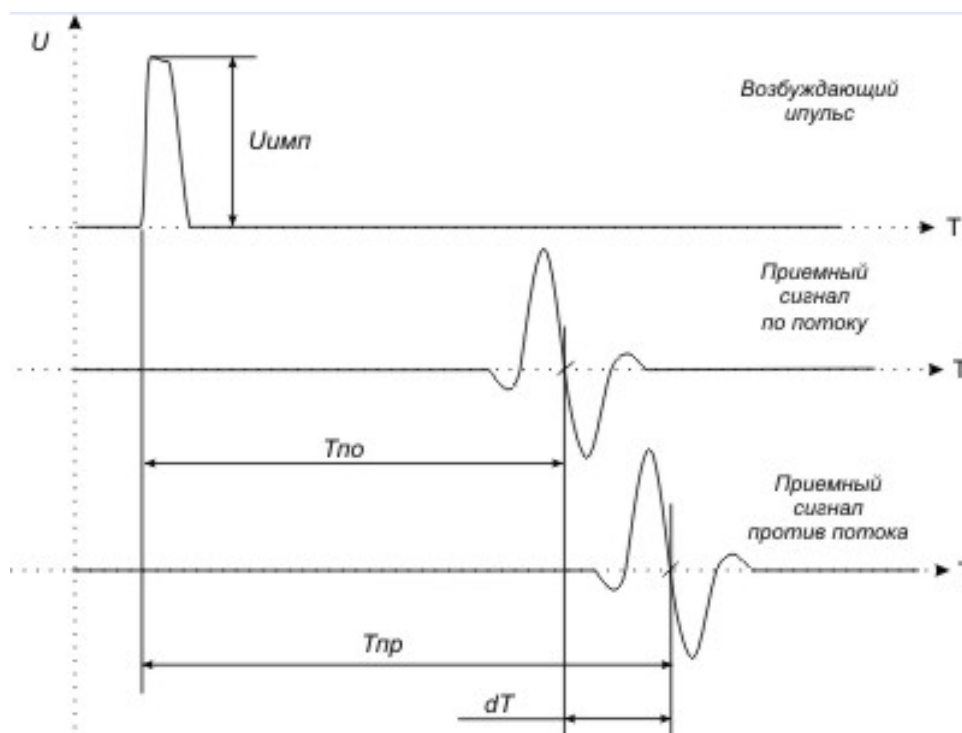


Рисунок 3.2 – Графік розповсюдження імпульсів під час роботи ультразвукового витратоміра

Сигнал, генерований п'єзоелементом - випромінювачем, приймається п'єзоелементом - приймачем. Потім він надходить через вимірювач на повторювач, призначення якого полягає в узгодженні опорів на вході підсилювача і виході комутатора.

Потім сигнал надходить на підсилювач, де він посилюється до певного рівня. Після цього він подається на вхід фільтра, який виділяє корисний сигнал з частотою ультразвуку (в нашому випадку це 20 кГц). Через випрямляч перетворює змінний сигнал в постійний, сигнал проходить на вхід

					ЕЛІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

мікроконтролера. Застосування мікроконтролерів дозволяє апаратно перебудувувати прилад для вимірювання витрати різних речовин при різних діаметрах трубопроводу. Ультразвуковий контроль витрати рідини дозволяє з необхідною точністю вимірювати витрату рідини в широкому динамічному діапазоні при внутрішньому діаметрі труби від 10 мм до 5000 мм без прямого контакту з нею. Результати вимірювань можуть передаватися через GSM-модуль, або відображатися в модулі клавіатури.

Робота витратоміра відбувається у відповідності до наведеного алгоритму роботи, що відображений на рисунку 3.3.

Структурна схема ультразвукового витратоміра представлена на рисунку 3.4.

Вона включає в себе такі елементи:

- Об'єкт вимірювання.

В даному випадку, об'єктами вимірювання є трубопроводи. В структурній схемі, що проектується, трубопровід буде позначений, відповідно об'єкт вимірювання. До основних функцій, які виконує даний модуль:

- 1) Модуль, на який кріпиться пристрій, що проектується, – витратомір;
- 2) Виконує роль транспортування об'єкта виміру, тобто рідини.

- Вимірювач:

Генератор створює імпульси, які подаються на п'єзоперетворювачі. Саме п'єзоперетворювачі відправляють в рідину, що тече по трубах, короткочасні затухаючі ультразвукові імпульси. При проходженні рідини в трубопроводі відбувається «знесення» ультразвукової хвилі (сигналу), який призводить до зміни часу поширення ультразвукового сигналу: по потоку рідини (від ПЕП 1 до ПЕП 2) час проходження зменшується, а проти потоку (від ПЕП 2 до ПЕП 1) - зростає. Різниця часів проходження УЗС через рідину у напрямку і проти напрямку потоку пропорційна швидкості потоку V і, отже, об'ємній витраті Q . Саме ці параметри будуть відправлені на мікроконтроллер для подальшої обробки.

					ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

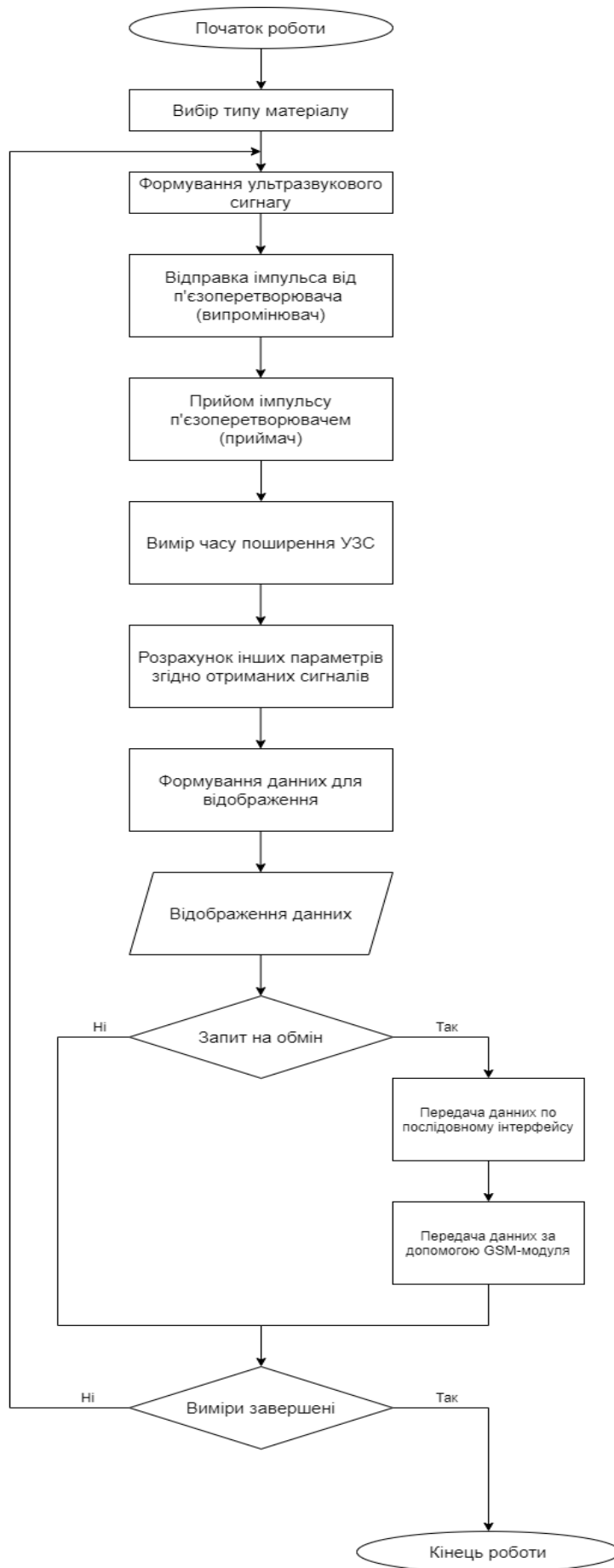


Рисунок 3.3 – Алгоритм роботи ультразвукового витратоміра

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Рисунок 3.4 – Структурна схема ультразвукового витратоміра

- Клавіатура:

Модуль клавіатури в структурній схемі призначений для налаштування роботи пристрою. Введення на клавіатурі початкових даних (параметри трубопроводу), далі пристрій переходить в контрольний режим і розпочинається процес вимірювання.

- Пристрій управління та розрахунку:

За управління та розрахунок параметрів витрату рідини в схемі відповідає мікроконтролер (МК).

В даній структурній схемі, мікропроцесор виконує роль «координатора» схеми. Він обробляє дані, в нашому випадку це прийом даних вимірювання, які проходять етап прийому, обробки, формування даних, та їх послідууючої відправки на індикатор для відображення та GSM-модуль для подальшої відправки через мережу на віддалений диспетчерський пункт. Також виконує

функцію прийому та обробки запитів і команд від клавіатури на обслуговування зовнішніх пристроїв.

- Індикатор:

В схемі, що проектується будуть застосовуватися РКІ – дисплей.

В структурній схемі, індикатор виконує функцію відображення отриманої інформації в цифровому вигляді. Інформацію, отримує від мікроконтролера.

- GSM – модуль:

В структурній схемі відіграє роль провідника. Тобто дає змогу відправляти отримані дані через мережу. А також для віддаленого керування схемою самого витратоміра.

Запропонована схема працює таким чином:

Спочатку, модуль клавіатури приймає вхідні дані. Після їх отримання, пристрій переходить в контрольний режим і розпочинається процес вимірювання. Далі, модуль вимірювача розпочинає виконувати свої функції. Відбувається це наступним чином:

Генератор створює імпульси, які подаються на п'єзоперетворювачі. Саме п'єзоперетворювачі відправляють в рідину, що тече по трубам, короткочасні затухаючі ультразвукові імпульси. При проходженні рідини в трубопроводі відбувається «знесення» ультразвукової хвилі(сигналу), який призводить до зміни часу поширення ультразвукового сигналу: по потоку рідини (від ПЕП 1 до ПЕП 2) час проходження зменшується, а проти потоку (від ПЕП 2 до ПЕП 1) - зростає. Різниця часів проходження УЗС через рідину у напрямку і проти напрямку потоку пропорційна швидкості потоку V і, отже, об'ємній витраті Q . Саме ці параметри будуть відправлені на мікроконтролер для подальшої обробки.

Далі, мікроконтролер обробляє дані, в нашому випадку це прийом даних вимірювання, які проходять етап прийому, обробки, формування даних, та їх послідууючої відправки на індикатор для відображення та GSM-модуль для подальшої відправки через мережу.

					<i>ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Таймер реального часу

В структурній схемі цей модуль виконує функцію контроль передачі даних вимірювання. Тобто, наша схема працює по наступній схемі: передача інформації на модуль відображення та по мережі з періодичністю в певний період (для прикладу 30 хв). По закінченню 30 хвилин, таймер реального часу посилає інформаційних сигнал на мікроконтролер, який зчитує інформацію з блоку енергонезалежної пам'яті і далі відправляє результати вимірювання. Цикл буде повторюватися кожні 30 хвилин.

- Енергонезалежна пам'ять

В структурній схемі даний модуль виконує основну функцію зберігання даних. Оскільки вона енергонезалежна, то отримані дані будуть захищені від втрати. Дані будуть зберігатися на протязі деякого часу (30 хв) і далі будуть зчитані мікроконтролером за вказівкою таймера реального часу.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.136 ПЗ</i>	Арк.
						31
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4. РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ

Функціональна схема витратоміра зображена на рисунку 4.1.

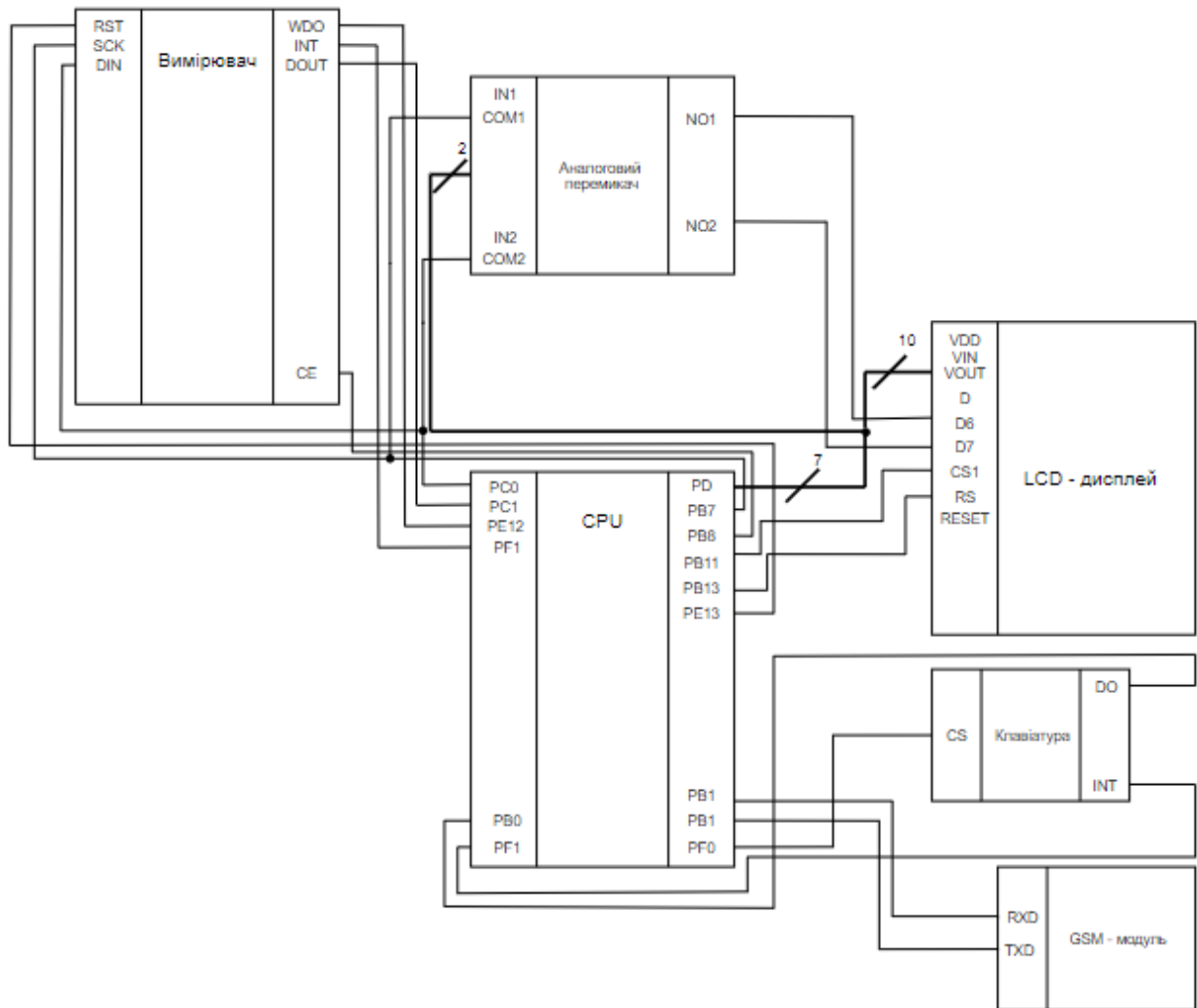


Рисунок 4.1 – Функціональна схема ультразвукового витратоміра.

Функціональну схему можна описати таким чином:

Вхід дозволу виходу (EN) на клавіатурі дозволяє перемикати виходи на шині даних в третій стан. Крім цього, визначається зміна стану на входах і формується сигнал CN низького рівня по кінця часу затримки.

Якщо сигнал дозволу виходу не використовується, то підключення виходу EN на "землю" "завжди дозволяє" виходи IC (при цьому CN завжди знаходиться в високому стані).

Вимірювач «спілкується» за допомогою SPI-інтерфейсу (SCK, DOUT,

DIN, CE через які передають/приймають цифрові сигнали: MOSI, MISO, SCK, CS). За допомогою паралельного з'єднання також по SPI підключається таймер реального часу та енергонезалежна пам'ять.

Після того, як мікроконтролер отримав дані вимірювання, використовуючи шину даних оброблена інформація передається на ПКІ модуль через виходи P2.0 – P2.7. Також по технології шини даних, через виходи OT1 – OT8 передається інформація про введені початкові дані з клавіатури. Щодо GSM – модуля, «спілкування» відбувається через виходи RxD, TxD. Control – вихід, що призначений для контролю чи включений модуль. В робочому стані на цій лінії знаходиться низький рівень. Якщо мікроконтролер виявить високий рівень, виконується функція повторного запуску модуля.

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.10.136 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		33

5. РОЗРОБКА ТА РОЗРАХУНОК ПРИНЦИПОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ВУЗЛІВ ТА БЛОКІВ ПРИСТРОЮ

5.1.1 Розробка блоку мікроконтролера

Мікроконтролер виконує роль «координатора» схеми. Він обробляє дані, в нашому випадку це прийом даних вимірювання, які проходять етап прийому, обробки, формування даних, та їх послідууючої відправки на індикатор для відображення та GSM-модуль для подальшої відправки через мережу. Також виконує функцію прийому та обробки запитів і команд від клавіатури на обслуговування зовнішніх пристроїв. Оскільки сам МК має свою власну пам'ять, то має можливість читати дані з власної пам'яті та зберігати її.

В даній схемі буду використовувати мікроконтролер з сімейства с серії восьмирозрядних CAN-мікроконтролерів, що в першу чергу заточений на роботу з CAN-мережею. Але також отримав широке використання не тільки в автомобільних додатках, а і в промисловості, де потрібна гарантована доставка даних і висока надійність каналу зв'язку. Тому, обрав мікроконтролер AT89C51CC03, адже він має переваги: достатня кількість портів, 8-розрядний мікроконтролер з CAN – контролером і флеш-пам'яттю, повнофункціональний CAN-контролер AT89C51CC03 містить 64 кбайт флеш-пам'яті з функцією внутрішньо-системного програмування, 2 кбайт завантажувального сектора на основі флеш-пам'яті, 2 кбайт ЕСППЗП і 2048 байт розширеного ОЗП.

Основні параметри:

- Архітектура ядра 80C51;
- 256 байт вбудованого ОЗП;
- 2048 байт вбудованого розширеного ОЗП;
- 64 кбайт вбудованої флеш-пам'яті;
- Три 16-розрядних таймера-лічильника;
- Максимальна частота кварцу 40 МГц;
- 5 портів: 32 + 4 цифрові лінії вводу/виводу;

					ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

- Повнофункціональний CAN-контролер;
- 21-розрядний таймер;
- 10-розрядний АЦП з 8 мультипл. входами;
- Економічні режими;
- Напруга живлення: 3 ... 5.5В;
- Вбудований контроль напруги живлення;
- Вбудована логіка емуляції;
- Температурний діапазон: -40°...+85°С;
- Варіація в плані вибору корпусів.

Структурна схема АТ89С51СС03 відображена на рисунку 5.1.

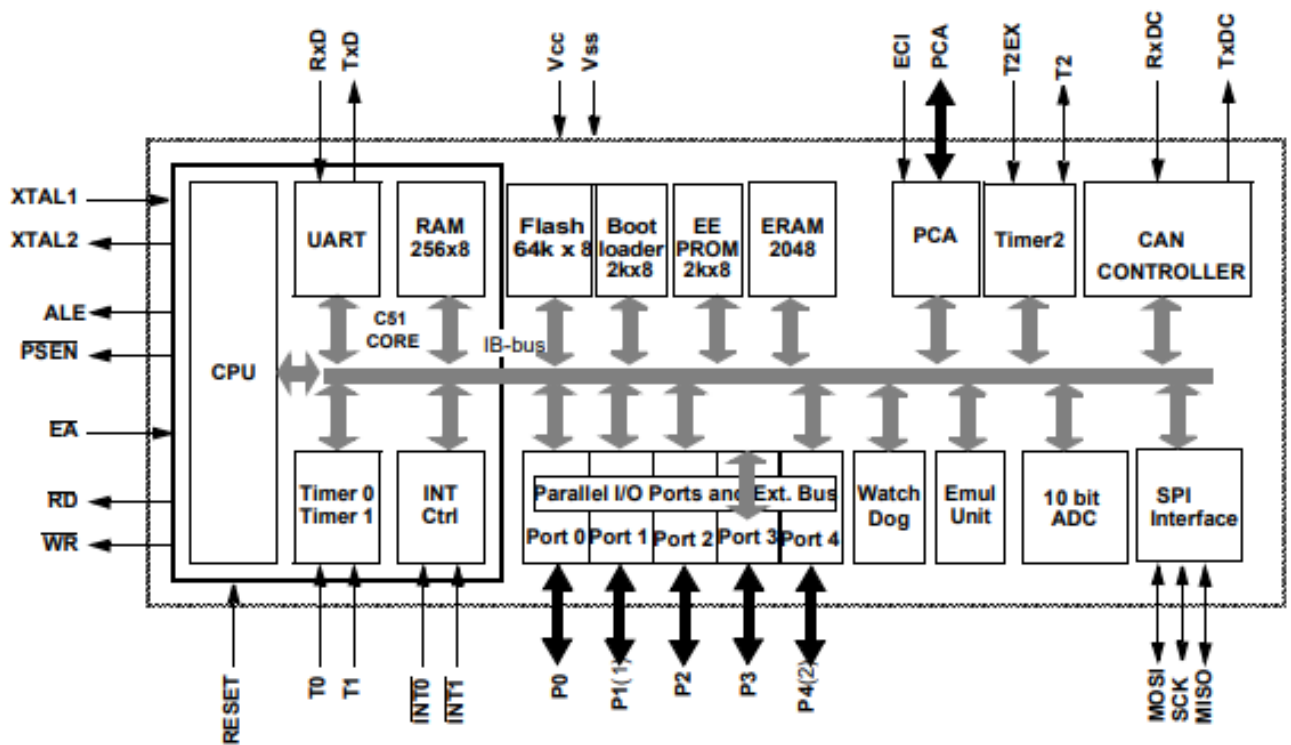


Рисунок 5.1 – Структурна схема АТ89С51СС03

Розташування виходів, а також відображення мікроконтролера в корпусі VQFP44 відображено на рисунку 5.2.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

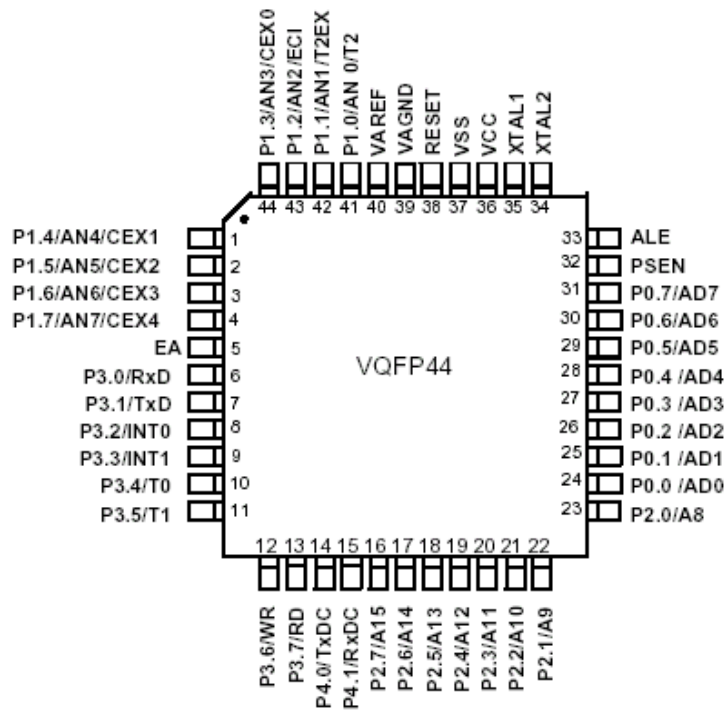


Рисунок 5.2 – Мікроконтролер в корпусі VQFP44

Розташування виходів, а також відображення мікроконтролера в корпусі PLCC44 відображено на рисунку 5.3.

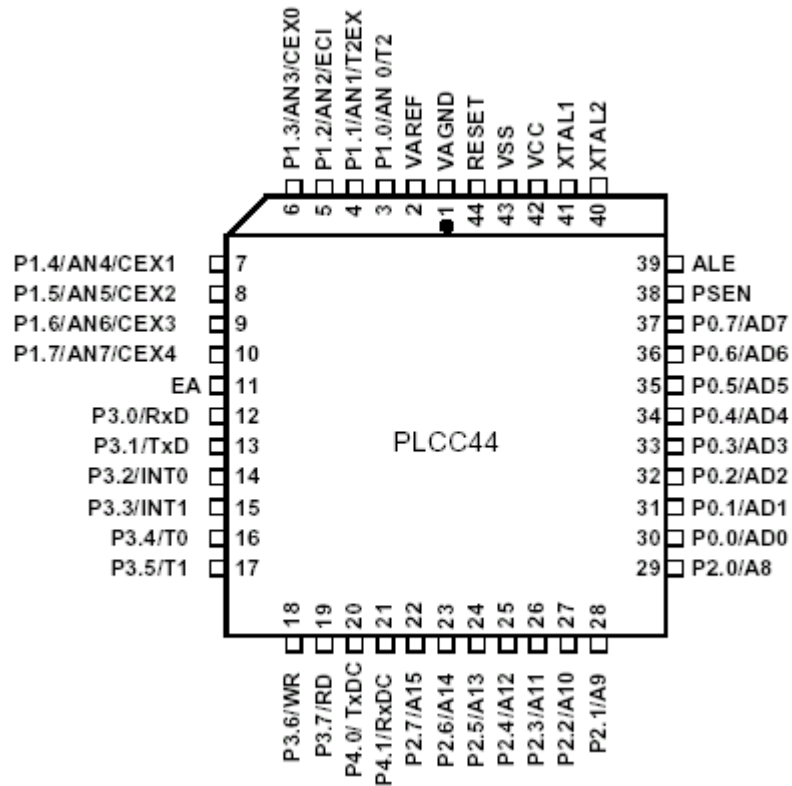


Рисунок 5.3 – Мікроконтролер в корпусі PLCC44

Позначення мікроконтролера, наведено на рисунку 5.4.

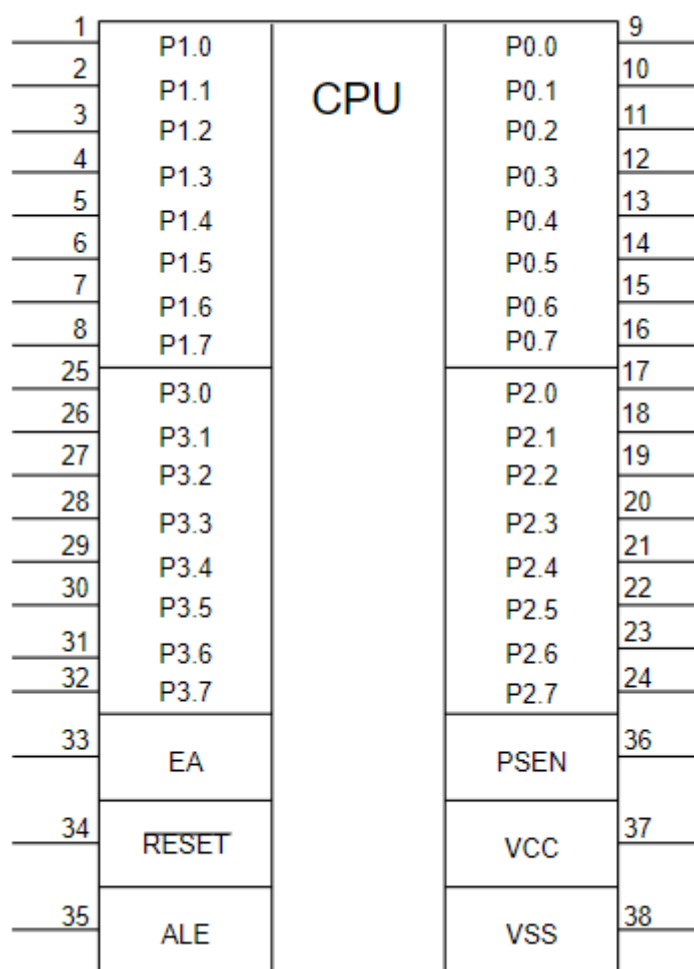


Рисунок 5.4 – Схема блоку мікроконтролера

Опис виходів мікроконтролера приведено в таблиці 5.1:

Таблиця 5.1 – Опис виходів мікроконтролера.

Позначення	Функція виводу
VSS	Схема заземлення
VCC	Схема живлення
P0.[0-7]	8-розрядний двосторонній порт вводу-виводу. Порти 0 контактів, на яких записано 1, в цьому стані можуть використовуватися як високоомні входи. Порт 0 також є мультиплексованою адресою низького порядку та шиною даних під час доступу до зовнішньої програми та пам'яті даних. У цьому режимі він використовує сильні внутрішні підтягування при випуску одиниць.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

спеціалізовані контролери та ін. Варіанти підключення SPI: найпростіше та незалежне відображено на рисунках 5.4, 5.5.

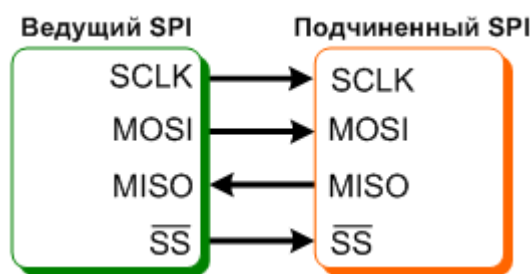


Рисунок 5.4 – Найпростіше підключення до шини SPI

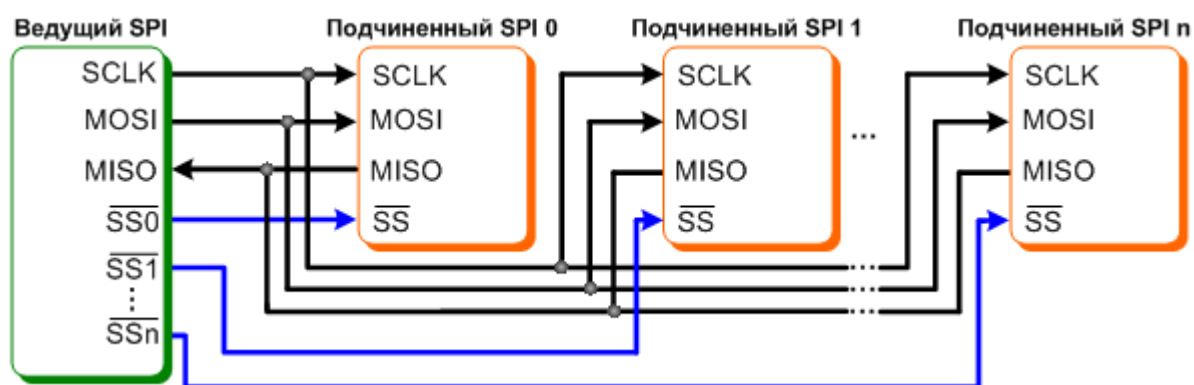


Рисунок 5.5 – Незалежне підключення до шини SPI

Головним складовим блоком інтерфейсу SPI є звичайний зсувний регістр, сигнали синхронізації і введення/виводу бітового потоку якого і утворюють інтерфейсні сигнали. Таким чином, протокол SPI правильніше що назвати не протоколом передачі даних, а протоколом обміну даними між двома зсувними регістрами, кожен з яких одночасно виконує і функцію приймача, і функцію передавача. Неодмінною умовою передачі даних по шині SPI є генерація сигналу синхронізації шини. Цей сигнал має право генерувати тільки ведучий шини і від цього сигналу повністю залежить робота підлеглого шини.

Підключення до електромережі:

Існує три типи підключення до шини SPI, в кожному з яких беруть участь чотири сигналу (їх основне і альтернативні позначення наведені в таблиці 5.3).

лінії зв'язку. Щоб підпорядкована ІС приймала і передавала дані, крім наявності сигналу синхронізації, необхідно також, щоб лінія SS була переведена в низький стан. В іншому випадку, підпорядкована ІС буде неактивна. Коли використовується тільки одна зовнішня ІС, може виникнути спокуса виключення і лінії SS за рахунок жорсткої установки низького рівня на вході вибору підпорядкованої мікросхеми. Таке рішення вкрай небажано і може привести до збоїв або взагалі неможливості передачі даних, тому що вхід вибору мікросхеми служить для перекладу ІС в її початковий стан і іноді ініціює висновок першого біта даних.

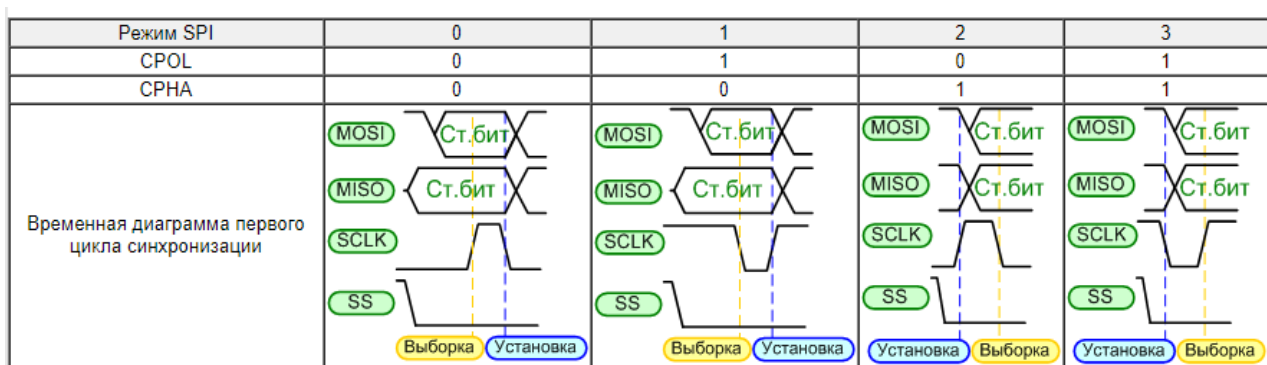


Рисунок 5.8 – Режимы SPI

Переваги шини SPI:

- Простота програмної реалізації протоколу SPI;
- Всі лінії шини SPI є однонаправленими, що спрощує рішення задачі перетворення рівнів і гальванічної ізоляції мікросхем;
- Гранична простота протоколу передачі на фізичному рівні обумовлює високу надійність і швидкодію передачі. Граничне швидкодія шини SPI вимірюється десятками мегагерц і, тому, вона ідеальна для потокової передачі великих обсягів даних і широко використовується в високошвидкісних ЦАП/АЦП, драйвери світлодіодних дисплеїв і мікросхемах пам'яті.

По інтерфейсу SPI під'єднується модуль годинника реального часу модуль енергонезалежної пам'яті.

5.1.2 Розробка блоку вимірювача

Даний блок призначений для формування ультразвукових сигналів для управління п'єзовимірювачами, що розташовані на трубі. Відповідно, по різності часу проводяться необхідні виміри. Для реалізації цих функцій було вибрано мікросхему *MAX35101*. Мікросхема представляє собою вбудований цифровий перетворювач часу, вимірювач, підсилювач, націлені як повний аналог інтерфейсного рішення (AFE) для ультразвукового лічильника тепла та ринку витратомірів. З точністю вимірювання часу 20 с і автоматичним диференціальним вимірюванням часу прольоту (TOF) цей пристрій дозволяє спростити обчислення потоку рідини.

Раннє виявлення краю забезпечує проведення вимірювань послідовними хвильовими моделями, що значно покращують точність та усунути помилкові вимірювання. Можливість Multihit з можливістю зупинки пристрою, який слід налаштувати відповідно до програми. Внутрішні аналогові перемикачі, автонульові підсилювач/компаратор, годинник реального часу (RTC) та програмована чутливість приймача забезпечує аналоговий інтерфейс та управління мінімальним впливом електричної накладної. RTC надає режим синхронізації подій, який можна налаштувати і працює циклічно, алгоритми мінімізації мікропроцесорної інтерактивності та збільшити час автономної роботи. Вбудований арифметичний логічний блок забезпечує вимірювання різниці TOF. Програмований акумулятор потрапляє в приймач використовувати для мінімізації доступу до головного мікропроцесора і таким чином мінімізувати поточне споживання.

Простий 4-провідний інтерфейс SPI дозволяє будь-якому мікроконтролеру ефективно налаштувати пристрій за призначенням вимірювання. MAX35101 є енергонезалежним з можливістю налаштування. Конфігурацію можна викликати в будь-який час за допомогою команди SPI.

Особливості та переваги:

- ультразвуковий час прольоту Early Edge Detect;

					ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- час цифрової точності до 20 с;
- діапазон вимірювання до 8 мс;
- можливість Multihit;
- забезпечення підвищеної точності;
- програмований акумулятор ударів TOF;
- вбудований пульсометр;
- автонульовий компаратор приймача;
- програмована чутливість акустичного відновлення;
- автоматичний двоімпульсний алгоритм для диференціального TOF вимірювання.

Схема блоку вимірювача, відображена на рисунку 5.9, а призначення виводів наведено в таблиці 5.4.

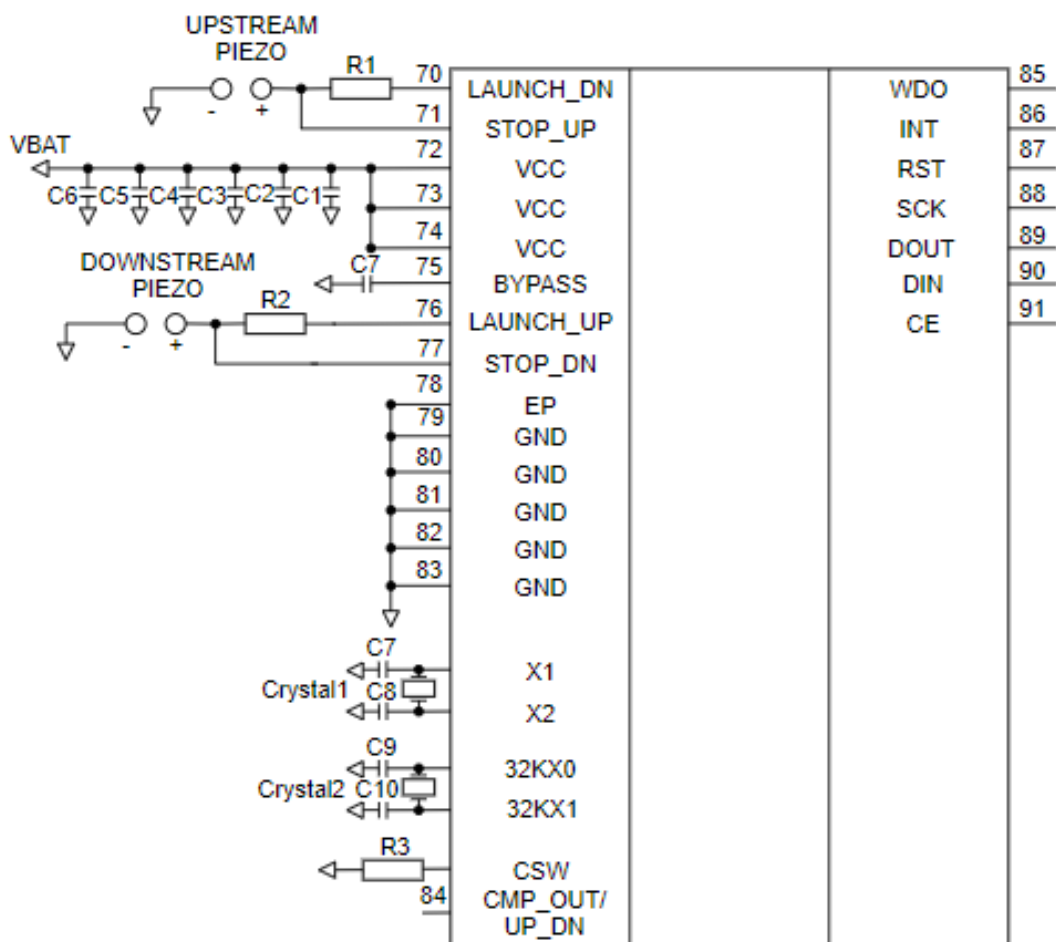


Рисунок 5.9 – Схема блоку вимірювача

Таблиця 5.4 - Призначення виходів мікросхеми MAX35101.

Позначення	Функція виводу
GND	Вихід заземлення
BYPASS	Вихід, що підключається до землі за допомогою конденсатора, щоб забезпечити стабільність вбудованого регулятора, який використовується для живлення схеми.
VCC	Вихід живлення
LAUNCH_DN	Вихід, для передачі імпульсів у напрямі потоку води.
LAUNCH_UP	Вихід, для передачі імпульсів у напрямі потоку води.
CMP_OUT/UP_DN	Вихід CMOS. Вказує напрямок (вище або нижче за течією) на якому знаходиться пускова установка в даний час. Запускаються імпульси АБО вихід компаратора.
INT	Вихід переривання
CE	Периферійний інтерфейс для введення даних
SCK	Цифровий вхід. Послідовний периферійний інтерфейс часового введення.
DIN	Цифровий вхід. Послідовний периферійний інтерфейс введення даних.
DOUT	Вихід CMOS. Вихід даних послідовного периферійного інтерфейсу.
RST	Цифровий вхід скидання
WDO	Вихід сторожового таймера
CSW	Цифровий вхід CMOS. Вхід з активним високим рівнем, що використовує логіку CMOS
32KX0/32KX1	Підключення до кварцового кристалу 32,768 кГц. Зовнішній генератор CMOS 32,768 кГц також може додатково керувати MAX35101. У цій конфігурації вихід 32KX1, що підключений до зовнішнього генератора 24 сигналу і вихід 32KX0 залишаються без зв'язку.
STOP_DN	Аналоговий вхід STOP. Використовується для сигналу, що надходить від нижчого потоку передачі, вимірювання часу польоту сигналу.
STOP_UP	Аналоговий вхід STOP. Використовується для сигналу, що надходить від вищого потоку передачі, вимірювання часу польоту сигналу.
X2/X1	Підключення для кварцового кристалу 4 МГц. Також може бути використаний керамічний резонатор.
EP	Тепловідводяща площадка. Під'єднується до GND

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Внутрішня структура вимірювача, відображено на рисунку 5.10.

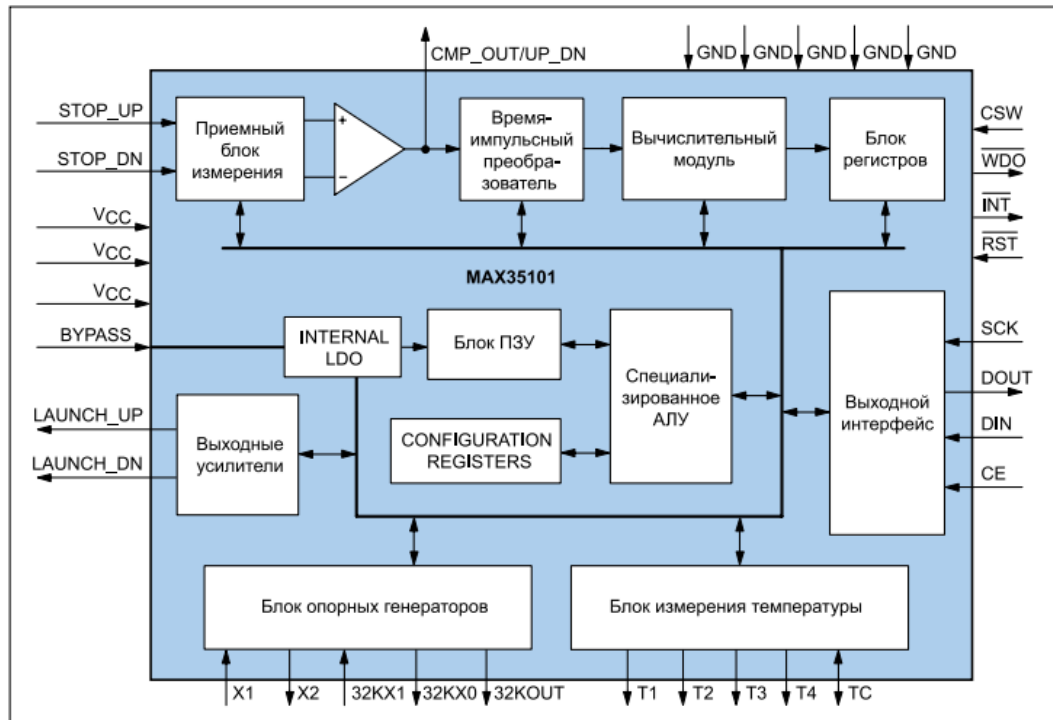


Рисунок 5.10 – Внутрішні компоненти вимірювача

Принцип роботи вимірювача:

Спочатку, *LAUNCH_UP/DN* – виходи, що відправляють сигнали на п'єзоперетворювачі. Далі відбувається процес вимірювання, і через *STOP_UP/DN* входи надходять вхідні дані з результатами вимірювання в аналоговій формі. Наступний крок, обробка, тобто проходження через блок вимірювання -> часово-імпульсний вимірювач -> обчислюваний модуль і далі на вихідний інтерфейс. В якому за допомогою входів/виходів відбувається спілкування з мікроконтролером. *BYPASS* – в даній схемі, використовується, як запасний вихід, для того, щоб підтримувати стабільність функціонування схеми при аварійних ситуаціях. *VCC* – виконує роль живлення, *GND* – відповідно заземлення.

Дана мікросхема передає інформацію через SPI-інтерфейс на мікроконтролер.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

5.1.3 Розробка модулю годинника реального часу

Модуль годинника реального часу відіграватиме роль лічильника, який буде запрограмований на деякий період часу, під час настання якого система повинна бути зберігати результати вимірювання .

Для даної схеми було обрано годинник реального часу з послідовним інтерфейсом та будильником DS1305. Який виконує функцію підрахунку реального часу в секундах, хвилинах, годинах, датах місяця, місяцях, днях тижня і роках з урахуванням високосного поточного року аж до 2100р.

DS1305 – годинник реального часу з послідовним інтерфейсом і будильником, які містять годинник-календар з поданням інформації в двійковій-десятковому коді і можливістю їх передачі по простому послідовному інтерфейсу. Інформація про реальному часі і календарі представляється в секундах хвилинах, годинах, дні, дати, місяць і рік. Якщо поточний місяць містить менше 31 дня, то мікросхема автоматично визначить кількість днів у місяці з урахуванням високосного поточного року. Годинники працюють або в 24-годинному або 12-годинному форматі з індикатором АМ/РМ (до полудня/після полудня). Додатково є 96 байт енергонезалежного ОЗУ для зберігання даних. Вихід живлення інтерфейсної логіки VCCIF дозволяє DS1305 прив'язати рівні висновків SDO і PF до рівня інтерфейсної логіки. Це дозволяє легко підключитися до 3-х вольтової логіки в системах зі змішаним харчуванням. DS1305 дозволяє реалізувати подвійне резервне живлення (висновки VCC2 і VBAT). До виходу VCC2 може бути підключена схема підзарядки резервного регенерованого джерела енергії (наприклад, іоністори або акумулятора). Вихід VBAT призначений для підключення резервної регенерується батареї. DS1305 функціонує при харчуванні від 2.5 до 5.5В. Мікросхема містить два будильника з програмованим часом спрацьовування. Кожен будильник програмується завданням комбінації секунд, хвилин, годин, дня тижня і генерує при спрацьовуванні сигнал переривання. Для відключення будильника необхідно задати неіснуюче час спрацьовування. Будильники можуть бути запрограмовані так, щоб

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

генерувати або два різних сигналу переривання або один загальний. Обидва виходи переривань функціонує при наявності напруги живлення на VCC1, VCC2 або VBAT. DS1305 підтримує різні послідовні інтерфейси: SPI - інтерфейс або стандартний 3-х провідний інтерфейс. Реалізовано два механізми передачі даних: читання/запис одного байту (передається 1 байт адреси + 1 байт даних) і читання/запис N байт (передається 1 байт стартового адреси + N байт даних).

Основні характеристики:

- 96 байт енергонезалежного ОЗУ для зберігання даних;
- Дві установки будильника, програмовані комбінацією секунд, хвилин, годин і дня тижня;
- Підтримка послідовного SPI-інтерфейсу або стандартного 3-х проводного інтерфейсу;
- Можливість читання/запису інформації в режимах передачі одного байту даних або потоку байт даних;
- Подвійна організація підключення основного і резервного джерел живлення;
- Можливість включення вбудованої ланцюга заряду для підзарядки резервного джерела живлення;
- Виконання всіх функцій при напрузі живлення 2.5-5.5 В
- Можливість поставки в промисловому діапазоні температур: від -40°C до + 85°C (Ind);
- Можливість замовлення в 20 вивідному TSSOP корпусі.

Розташування виходів мікросхеми DS1305 наведено на рисунку 5.11, а їх опис наведено в таблиці 5.5.

					ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

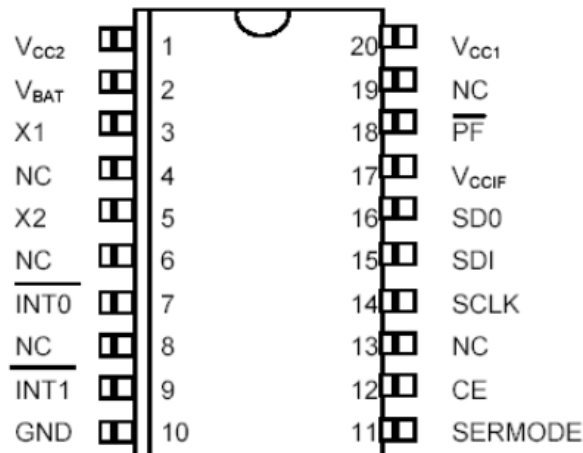


Рисунок 5.11 – Розташування виходів годинника реального часу

Таблиця 5.5 - Опис виходів модуля годинника

Позначення	Функція виводу
NC	Не використовується
VCC1	Основне джерело живлення
VCC2	Резервне джерело живлення
VBAT	Вхід підключення батареї живлення (+3 В)
VCCIF	Вхід живлення інтерфейсної логіки
GND	Вихід заземлення
X1, X2	Підключення кварцевого резонатора
INT0/INT1	Виходи переривання
SDI	Введення даних в послідовному форматі
SDO	Виведення даних в послідовному форматі
CE	Активація мікросхеми
SCLK	Синхронізація послідовної зв'язку
SERMODE	Вибір типу послідовного інтерфейсу
PF	Вихід, який сигналізує про неприпустимий рівень основного джерела живлення

Структурна схема DS1305 відображена рисунку 5.12.

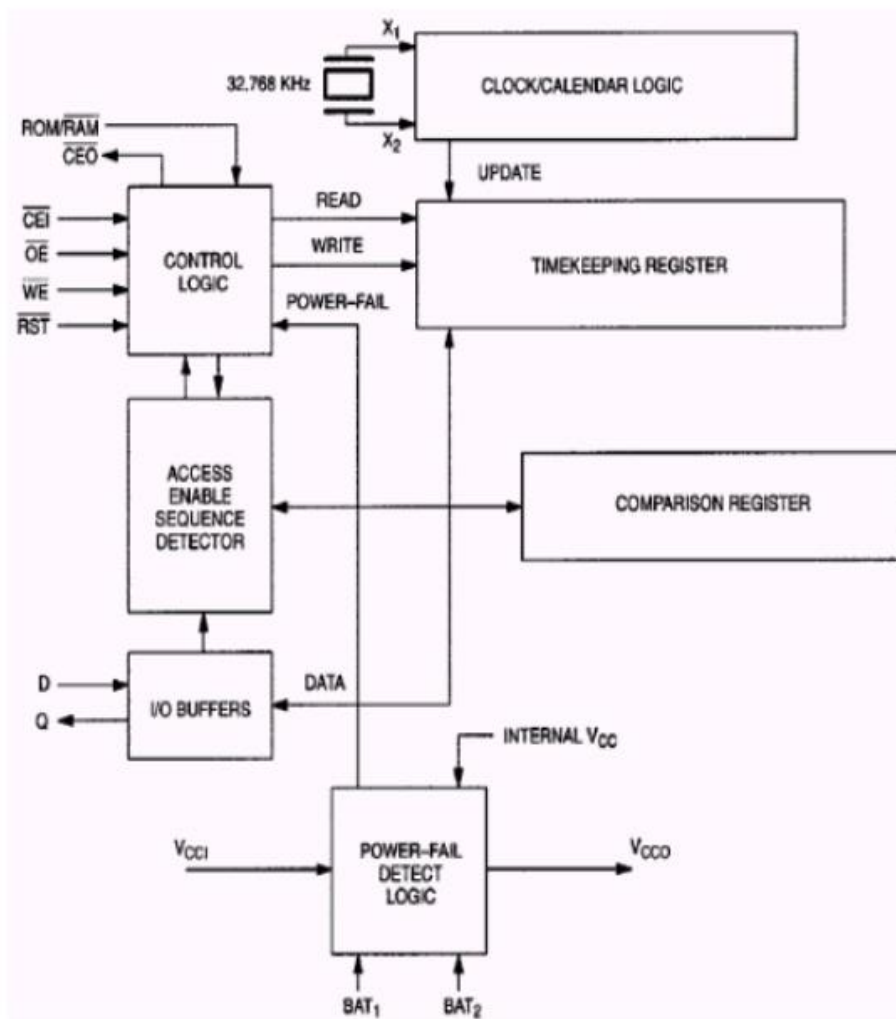


Рисунок 5.12 – Структурна схема DS1305

Схема підключення модулю годинника реального часу відображено на рисунку 5.13.

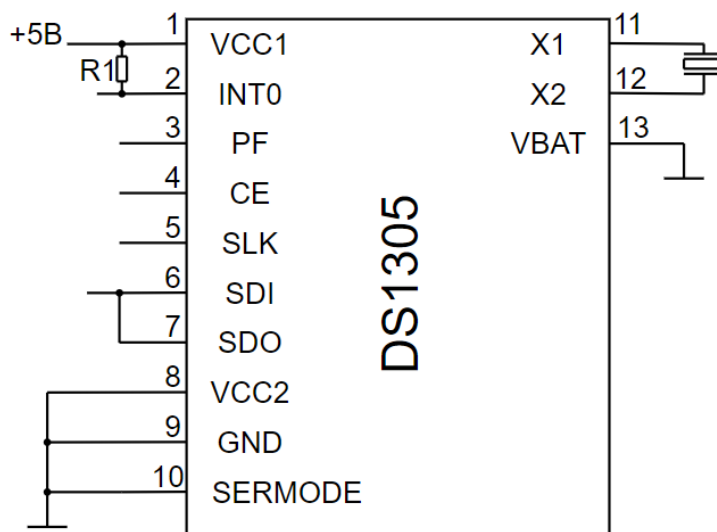


Рисунок 5.13 – Схема модуля годинника реального часу

5.1.4 Розробка модулю енергонезалежної пам'яті

Загальне поняття енергонезалежної пам'яті – збереження інформації навіть у випадку відсутності живлення. Для реалізації енергонезалежної пам'яті було вибрано пристрій AT25128A/256A.

Даний пристрій забезпечує 131 072/262 144 біт послідовної електричної програмованої пам'яті. Пристрій оптимізовано для використання в багатьох промислових/комерційних цілях, де використовується низький рівень живлення та низький рівень напруги. Наведений пристрій доступний в таких оболочках: 8-контактний PDIP, 8-контактний JEDEC SOIC, 8-контактний E1AG SOIC. Крім того, вся сімейка пристроїв доступна в 5.0, 2.7 V.

Схема розташування виходів схеми пам'яті AT25128A/256A для різних типів корпусів відображена на рисунку 5.14, призначення виводів наведено в таблиці 5.6, а внутрішня структура на рисунку 5.15.

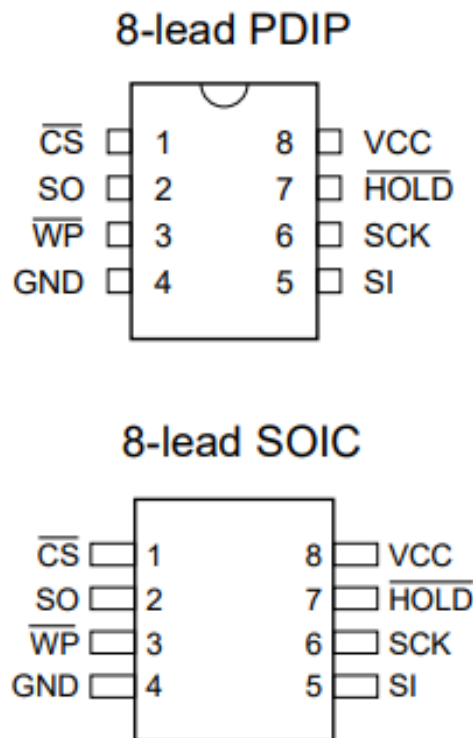


Рисунок 5.14 – Розташування виходів схеми пам'яті

Таблиця 5.6 – Призначення виходів модуля схеми пам'яті.

- Захист даних;
- Близько 1000000 циклів запису;
- Зберігання даних – 100 років.

Підключення модуля енергонезалежної пам'яті до мікроконтролера відбувається через SPI-інтерфейс

5.1.5 Розробка блоку GSM-модуля

GSM/GPRS-модуль відіграє роль провідника. Тобто дає змогу відправляти отримані дані через мережу. А також для віддаленого керування схемою самого витратоміра.

При передачі даних у режимі GSM найменший час з'єднання досягається при використанні GSM-терміналів протоколу і прозорого асинхронного режиму передачі. У цьому випадку необхідність встановлення з'єднань може бути зменшена до 2 секунд.

У стандартних телеметричних завданнях пристроїв, доступних яким необхідно отримати, надано інтерфейс RS-232. При цьому часто для роботи використовуються лише лінії даних RXD і TXD, а також протоколи обміну Modbus, Vitbus та їм подібні. У простішому випадку використовується режим асинхронної передачі, 8 біт, без чіткості, на швидкості 9600 біт/с.

Як правило, само обладнання не вміє керувати модемами. Тому в налаштуваннях режиму, в режимі автоматичного відтворення повинні бути відключені реакції на DTR, RTS, зміщення даних, інформаційні повідомлення, контроль передачі, виправлення помилок та включений режим «прозорого з'єднання». У такому режимі модем передає дані з порта RS-232 без будь-яких корекцій, не міняє розмірів блоків та не додає спеціальну інформацію. Цей момент є ключовим для забезпечення безперебійної роботи протоколів типу Modbus.

GSM-модеми реєструються в стільниковій мережі оператора зв'язку GSM, підтримуючи послугу пакетної передачі даних GPRS. За допомогою цієї послуги кожен модем отримує доступ до Інтернету.

					ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При доставці даних за GPRS поверх TCP/IP протоколів використовується додатковий протокол з шифруванням та підтвердженням доставки, завдяки чому виконується використання та дублювання даних не тільки протягом активного сеансу GPRS-з'єднань, але і при розширенні / відновлення GPRS-з'єднань.

Система дозволяє реалізовувати безпроводні мережі із структурою «зірка»: в системі «центру» розміщується «база», на «променях» - відмінні моделі. База «слеш» (приймає дані) всі віддаленими моделі, кожен із віддалених модемів «слеш» лише базу.

Можливості двох типів пакетної передачі даних за GPRS:

- Системи з віртуальним SOM-портом у вашому базі, дозволяє використовувати систему для здійснення обміну даними між кількома віддаленими модемами (до 255 штук) та складеним програмним забезпеченням (напр., SCADA систематичною VisualIntellect 2.0) на диспетчерському комп'ютері. «Конфігуратор Squid» створює віртуальний COM-порт і забезпечує прозорий канал обміну даними між модемами та прикладним програмним забезпеченням (ПО). Встановлюється «Конфігуратор Squid» на тому же комп'ютері, що і прикладне програмне забезпечення.

- Системи з модемом у якісних базах, використовуються, коли в центральній системі використовується обладнання з послідовним портом RS-232. Модеми між собою встановлюють з'єднання TCP / IP. Сервер має або заборону відомого та постійного IP-адреси (статичний), або динамічний IP-адрес. Сервер у відеомодемі, підтримує роботу лише з 8 модемами-клієнтами.

У обох випадках система забезпечує прозорий дуплексний канал обміну даними між базовими та віддаленими модемами. Прозрачність у даному випадку означає, що прикладне ПО або обладнання як обставляється напругою з відключеним обладнанням, якщо це обладнання було підключено до напруги до послідовного порту базового комп'ютера або обладнання. Інші слова, технологія передачі даних повністю закрита від прикладного ПО (або обладнання) та відключеного обладнання.

					ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

GSM-маршрутизатор RIO-GSM дозволяє будувати системи віддаленого збору даних на обладнанні, розробленому на провідних послідовних інтерфейсах зв'язку без модифікацій самого обладнання та без змін прикладного ПО

SIM900D – це GSM/GPRS модуль, що дозволяв не використовувати коштовні технології монтажу, установки, також вбудований TCP/IP стек.

SIM900D – модифікація модуля SIM900. Крім цього, SIM900D на відмінну від SIM900 має вбудований блок заряду акумулятора і два аудіоінтерфейса. Функції виводів мікросхеми наведено в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Функції виходів GSM-модуля *SIM900D*

Позначення	Функція виводу
RxD (Receive Data)	Вхідний порт модуля. Приймає потік даних, що надходять.
TxD (Transmit Data)	Вихідний порт модуля. Передає потік даних з модуля.
SIM_DATA/SIM_CLK/SIM_RST	Порти модуля. Для спілкування з SIM-картою.
SIM_VDD	Порт, що призначений для забезпечення живлення SIM карти.
VRTC	Вихід, що підключається до батареї.
ANT	Модуль передачі зв'язку
STATUS	Вихід, що призначений для контролю чи включений модуль. В робочому стані на цій лінії знаходиться низький рівень. Якщо мікроконтролер виявить високий рівень, виконується функція повторного запуску модуля.

Основні характеристики:

- GSM: 850/900/1800/1900 МГц;
- Протоколи TCP/IP, UDP/IP;
- Напруга живлення 3,2...4,8 В;
- Робочий температурний діапазон: -40°...+85°С;
- Розміри: 33*33*3 мм;

- Маса: 6,2 г;
- Аудиокодеки HR, FR, EFR, AMR.

SIM900D по суті є закінченим пристроєм, який здатний задіяти більшість послуг стільникового зв'язку: здійснювати і приймати дзвінки, надсилати і отримувати SMS та MMS, використовувати GPRS.

Принципова схема блока GSM-модуля, відображена рисунку 5.16.

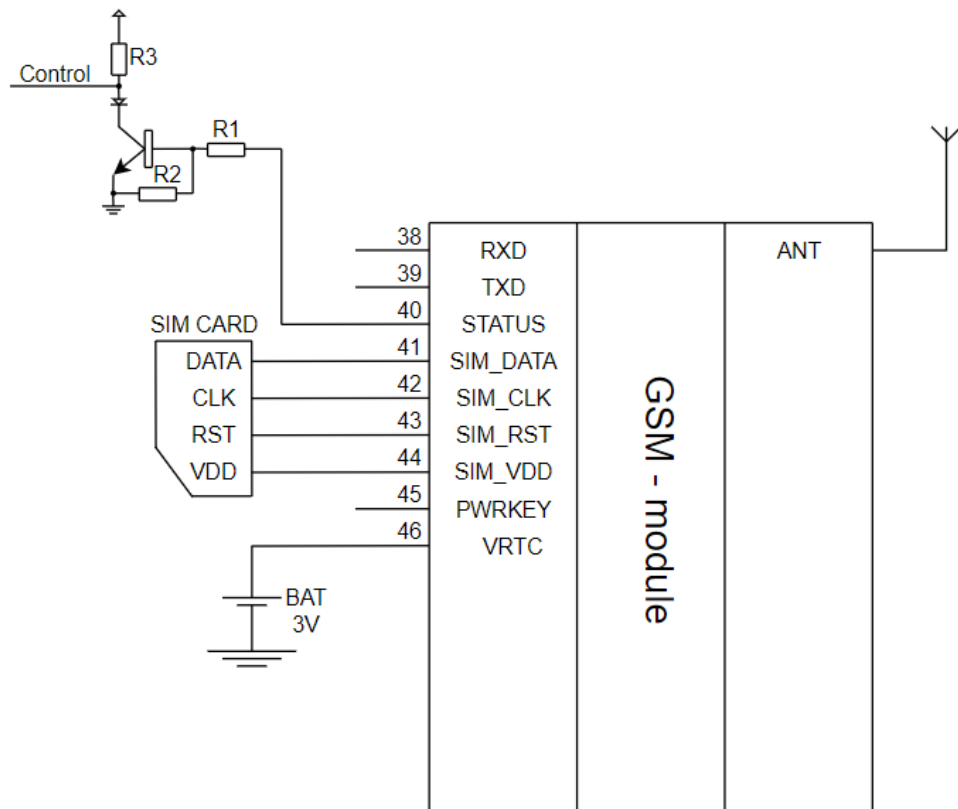


Рисунок 5.16 – Схема GSM-модуля

Модуль необхідно живити постійною напругою в діапазоні 3,2-4,5 вольт. Плюс харчування підводиться до висновків 38-39 (VBAT). Земля підводиться до всіх висновків GND.

Споживання в режимі очікування складає всього 1 мА, але слід враховувати що під час реєстрації мережі або при поганому сигналі модуль задирає потужність і споживання короткочасно може підніматися до 2 А.

Наступним основним елементом є сім карта. Це ключ до входу в мережу. Для роботи з модулем необхідні сім карти з напругою живлення 3 або 1,8 вольт

Схема включення мікросхеми MAX6818 забезпечує підключення восьми кнопок клавіатури приведена на рисунку 5.17.

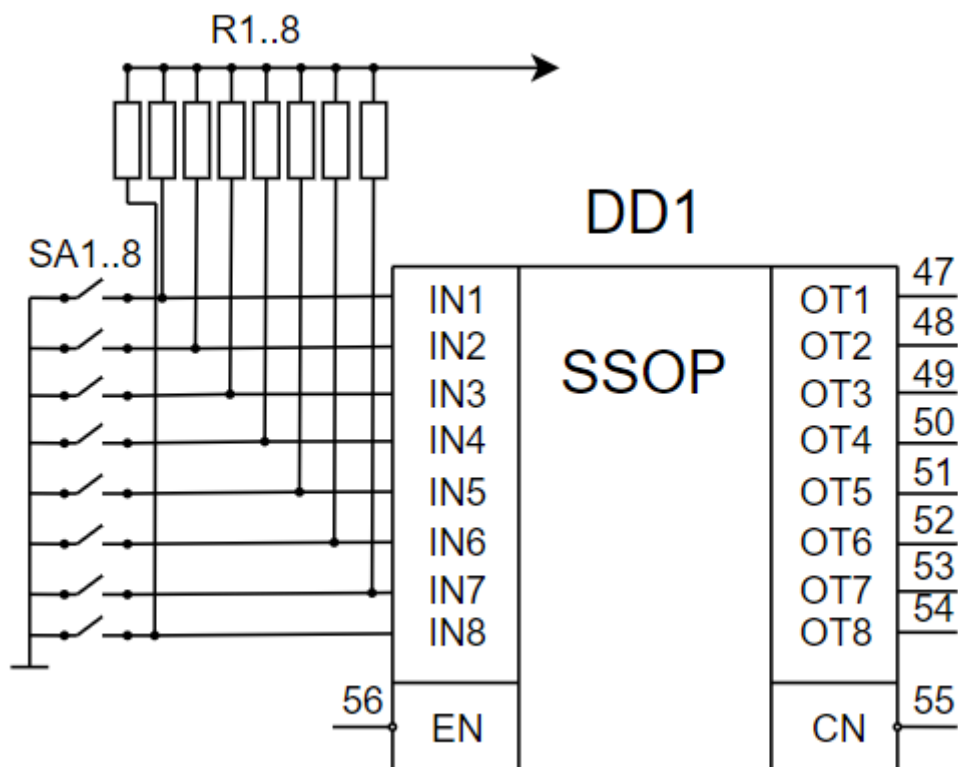


Рисунок 5.17 – Схема модуля клавіатури

Мікросхема MAX6818 має кілька додаткових виводів, які розширюють її функціональні можливості при роботі з мікроконтролерами. Вхід дозволу виходу (EN) дозволяє перемикає виходи на шині даних в третій стан. Крім цього, визначається зміна стану на входах і формується сигнал CN низького рівня до кінця часу затримки.

Якщо сигнал дозволу виходу не використовується, то підключення виведення EN на "землю" "завжди дозволяє" виходи IC (при цьому CN завжди знаходиться в високому стані).

5.1.7 Розробка блоку LCD - модуля

Для відображення інформації скористаємося з рідкокристалічним індикатором (РКІ). Алфавітно-цифрові РКІ-модулі являють собою недороге і зручне рішення, що дозволяє заощадити час і ресурси при розробці нових

виробів, при цьому забезпечують відображення великого обсягу інформації при хорошій розрізненні низькому енергоспоживанні.

Можливість оснащення РКІ-модулів заднім підсвічуванням дозволяє експлуатувати їх в умовах зі зниженою або нульовою освітленістю, а виконання з розширеним діапазоном температур (-20°C ... + 70°C) в складних експлуатаційних умовах, в тому числі в переносний, польовий і навіть, іноді, в бортовий апаратурі.

Багато фірм випускають рідкокристалічні індикатори з вбудованими контролерами, які полегшують реалізацію інтерфейсу РКІ і мікропроцесора на базі контролера HD44780.

Контролер HD44780 фірми Hitachi фактично є промисловим стандартом і широко застосовується при виробництві алфавітно-цифрових РКІ-модулів. Аналоги цього контролера або сумісні з ним по інтерфейсу і командній мові мікросхеми, випускають безліч фірм, серед яких: Epson, Toshiba, Sanyo, Samsung, Philips. Ще більша кількість фірм виробляють РКІ-модулі на базі даних контролерів. Ці модулі можна зустріти в найрізноманітніших пристроях: вимірювальних приладах, медичному обладнанні, промислового і технологічного обладнанні, офісній техніці - принтерах, телефонах, факсимільних і копіювальних апаратах.

Контролер HD44780 потенційно може керувати 2-мя рядками по 40 символів в кожній (для модулів з 4-ма рядками по 40 символів використовуються два однотипних контролера), при матриці символу 5x7 точок. Контролер також підтримує символи з матрицею 5x10 точок, але в останні роки РКІ-модулі з такою матрицею практично не зустрічаються, тому можна вважати, що фактично бувають тільки символи 5x7 точок.

Для з'єднання РКІ-модуля з керуючою системою використовується паралельна синхронна шина, яка налічує 8 або 4 (вибирається програмно) ліній даних DB0 ... DB7, лінія вибору операції R/W, лінія вибору регістра RS і лінія стробування/синхронізації E. Крім ліній керуючої шини є дві лінії для подачі напруги живлення 5В - GND і VCC , і лінія для подачі напруги живлення

										ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							59

драйвера РКІ - V0. Зазначені вище назви ліній шини є стандартними, але існує безліч різних варіантів розташування контактів у кожного конкретного конструктиву РКІ-модуля.

Основні елементи з якими доводиться взаємодіяти при програмному управлінні індикатором: реєстр даних (DR), реєстр команд (IR), відеопам'ять (DDRAM), ОЗУ знакогенератора (CGRAM), лічильник адреси пам'яті (AC), прапор зайнятості контролера.

Перевизначення значень прапорів проводиться спеціальними командами, записуваними в реєстр IR, при цьому комбінації старших бітів визначають групу прапорів або команду, а молодші містять власне прапори.

Управління контролером ведеться за допомогою інтерфейсу керуючої системи. Основними об'єктами взаємодії є реєстри DR і IR. Вибір адресується реєстра проводиться лінією RS, якщо $RS = 0$ - адресується реєстр команд (IR), якщо $RS = 1$ - реєстр даних (DR).

Дані через реєстр DR, в залежності від поточного режиму, можуть поміщатися (або прочитуватися) в відеопам'ять (DDRAM) або в ОЗУ знакогенератора (CGRAM) за поточним адресою, що вказується лічильником адреси (AC). Інформація, яка потрапляє в реєстр IR, інтерпретується пристроєм виконання команд як керуюча послідовність.

Прочитання реєстра IR повертає в 7-ми молодших розрядах поточне значення лічильника AC, а в старшому розряді прапор зайнятості (BF).

Підключення до керуючої системи, інший варіант - дуже простий шлях обміну з РКІ-модулем виконується чисто програмними засобами, через порти введення-виведення управляють мікро-ЕОМ.

Послідовності дій, які необхідно виконувати керуючій системі при здійсненні операцій запису і читання для 8-ми розрядної шини

Операції запису для 8-ми розрядної шини:

- Встановити значення лінії RS;
- Вивести значення байту даних на лінії шини DB0 ... DB7;
- Встановити лінію $E = 1$;

					ЕЛІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- \$ 0С включає відображення на екрані РКІ-модуля, без відображення курсорів;
- \$ 0б встановлює режим автоматичного переміщення курсору зліва-направо після виведення кожного символу.

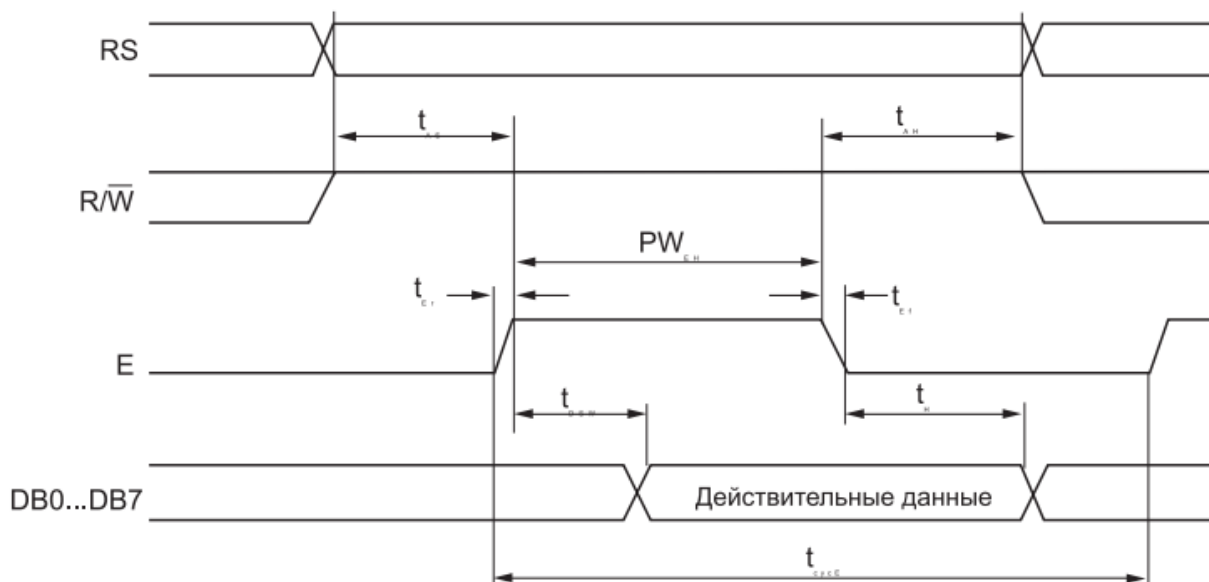


Рисунок 5.19 – Часова діаграма операції читання

Таблица 5.8 – Комбінації управління бітів регістру IR

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Призначення
0	0	0	0	0	0	0	1	Записує код 0x20 (пробіл) у всі комірки DDRAM, встановлює лічильник адреса DDRAM в 0x00
0	0	0	0	0	0	1	-	Встановлює лічильник адреса DDRAM в 0x00 і повертає курсор в початкову позицію. Вміст DDRAM не змінюється
0	0	0	0	0	1	I/D	S	Задає напрямлення переміщення курсору (I/D) і дозволяє зрушення відразу всіх символів
0	0	0	0	1	D	C	B	Установлює/відключає біти, що відповідають за включення дисплея (D), відображення курсора (C), мерехтіння курсора (B)

Продовження таблиці 5.8

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Призначення
0	0	0	1	S/C	R/L	-	-	Біт S/C визначає те, що буде переміщатися – видима область дисплея або курсор (при S/C = 1 переміщається видима область, при S/C = 0 - курсор), R/L задає напрямок переміщення. DDRAM не змінюється
0	0	1	DL	N	F	-	-	Визначає розрядність шини інтерфейсу (DL = 1 8-біт, DL = 0 4-біта), кількість рядків на дисплеї (N = 1 - два рядки, N = 0 - один рядок) і розміру символів (F = 1 - 5 × 11 точок, F = 0 5 × 8 точок).
0	1	AG	AG	AG	AG	AG	AG	Присвоєння лічильнику AC адреси в області CGRAM

Схема блоку LCD-дисплея відображена на рисунку 5.20.

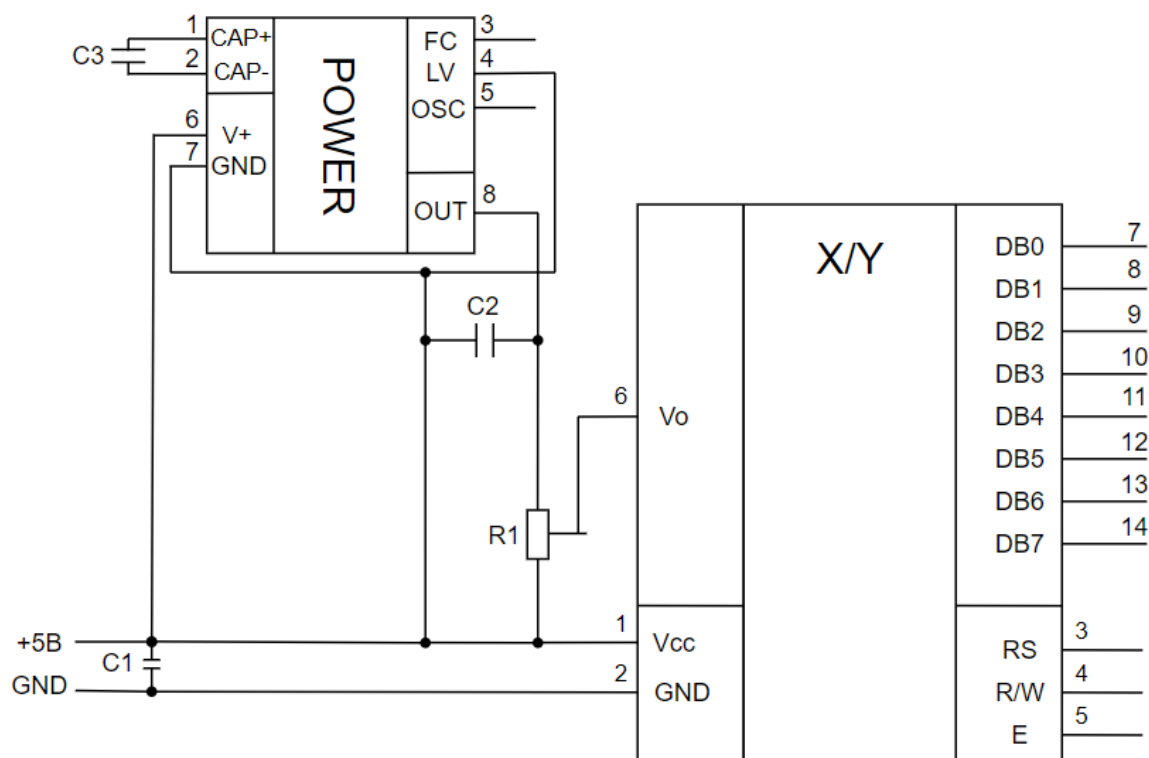


Рисунок 5.20 – Схема блоку LCD-дисплея

Для схеми було вибрано індикатор DV-16210 - алфавітно-цифровий РК-модуль, що спроектований фірмою Data_Vision. Має такі параметри:

- 16-ти символний;
- 2-рядковий;
- Розмір модуля 122.0x44.0 мм;
- Розмір екрану 99.0x24.0 мм;
- Розмір символу 4.84x8.06 мм;
- Розмір точки: 0.92x1.10 мм;
- Крок точок: 0.98x1.16 мм.

Функції виходів відображено в таблиці 5.9.

Таблиця 5.9 – Функції виходів LCD-дисплея

Назва	Функція
VSS	Загальний (GND)
VDD	Напруга живлення
V0	Контрастність
RS	Команди/Дані
R/W	Читання/Запис
E	Вибір модулю
DB0-7	Лінії даних

При включенні РКІ-індикатора, розрахованого на розширений діапазон температур, через особливості застосовуваних в них РК-матеріалів, з огляду на те, що ці РКІ вимагають підвищеної напруги живлення і при живленні напругою 5 В зображення може або бути відсутнім зовсім, або буде слабкоконтрастним. Для подолання такої ситуації необхідно подати на вивід V0 індикатора негативної напруги (напруга на РКІ визначається різницею VCC і V0), що становить в граничному випадку - 5 В.


```
POP      ACC
MOV P2,A
SETBP3.6
CLR  P3.6
RET;
```

Запис команди в РКІ з акумулятора

```
WR_C:    PUSH      ACC
         SETBP1.7
         CLR  P1.6
WAITRC:  SETBP3.6
         MOV  A,P2
         JB   ACC.7,WAITRC ; Очікування готовності
         CLR  P1.7
         POP      ACC
         MOV P2,A
         SETBP3.6
         CLR  P3.6
         RET
```

					ЕЛІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1. Розрахунок собівартості розроблюваного пристрою.

В даній дипломній роботі було розроблено електронну схему витратоміра. Тобто результатом буде готовий функціонуючий прилад. Метою даного розділу є розрахунок витрат.

Для розрахунку собівартості необхідно врахувати:

- Оплата праці інженера;
- Витрати на комплектуючі даного пристрою;
- Затрати електроенергії;
- Накладні витрати.

1) Оплата праці інженера-конструктора:

Зважаючи на час роботи інженера, що склав 20 робочих 8 – годинних днів, знайду фактичну кількість відробленого часу.

$$T_{\phi} = K_{ВД} * T_{РД}, \quad (6.1)$$

, де T_{ϕ} - фактично відпрацьований час, год;

$K_{ВД}$ – кількість відпрацьованих днів, дн;

$T_{РД}$ – тривалість робочого дня, год.

$$T_{\phi} = 20 * 8 = 160 \text{ (год)}.$$

Беручи до уваги, що часова заробітна плата інженера-конструктора складає 75 грн, отримаю основну заробітну плату:

$$Z_{осн} = T_{\phi} * T_{ч}, \quad (6.2)$$

, де $T_{ч}$ – часова тарифна ставка інженера – конструктора.

$$Z_{осн} = 160 * 75 = 12000 \text{ (грн)}$$

Для знаходження загальної суми витрат на оплату праці необхідно врахувати доплати і надбавки. Прийму до врахування, що доплати і надбавки будуть в розмірі 15% від основної заробітної плати:

$$Y_{дод} = Z_{осн} * 0.15, \quad (6.3)$$

, де $Y_{дод}$ - сума, розрахована на доплати і надбавки.

$$Y_{дод} = 12000 * 0.15 = 1800 \text{ (грн)}$$

									Арк.
									67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕлІТ 8.171.00.10.136 ПЗ				

Звідси знаходимо загальні витрати на оплату праці:

$$P_{\text{заг}} = Z_{\text{осн}} + Y_{\text{дод}}, \quad (6.4)$$

$$P_{\text{заг}} = 12000 + 1800 = 12180 \text{ (грн)}$$

Далі визначу єдиний соціальний податок, у відповідності зі ставкою він складає 22% від витрат на оплату праці, що буде складати:

$$O_{\text{соц}} = P_{\text{заг}} * 0,22, \quad (6.5)$$

$$O_{\text{соц}} = 12180 * 0,22 \sim 2679 \text{ (грн)}$$

2) *Витрати на комплектуючі даного пристрою:*

Електричні компоненти представлені в наведеній нижче таблиці:

Таблиця 6.1 – Ціни комплектуючих пристрою

Назва	Ціна, грн
«AT89C51CC03» мікроконтролер	11
«SIM900D» GSM - модуль	260
«MAX35101» вимірювач	285
Клавіатура, на основі «MAX6818» мікросхеми	100
«DV-16210» індикатор	150
Блок живлення	150
Дроти	25
«EEPROM AT25» елемент пам'яті	7
«DS1305» годинник реального часу	195

З цієї таблиці, можна зробити висновок, що загальна ціна комплектуючих буде дорівнювати 1183 грн.

3) *Затрати на електроенергію:*

Місце роботи, де буде виготовлятися пристрій, буде користувачем електричної енергії мережі змінного струму, напругою 220В. Сумарна потужність складає $M_c = 250 \text{ Вт/год}$.

Грошові витрати, що пов'язані з енергоспоживанням технічних засобів можна знайти по формулі:

$$P_e = K_{ВД} * T_{РД} * M_3 * C_{ЕЛ} \quad (6.5)$$

, де $K_{ВД}$ – кількість відпрацьованих днів, дн;

$T_{РД}$ – тривалість робочого дня, год;

M_3 – потужність, що споживається технічними засобами, кВт*год;

$C_{ЕЛ}$ – ціна електроенергії по діючим тарифам, грн/кВт*год. $C_{ЕЛ} = 0,9$ грн.

$$P_e = K_{ВД} * T_{РД} * M_3 * C_{ЕЛ}$$

$$P_e = 20 * 8 * 0,25 * 0,9 = 36$$

4) Накладні витрати:

Витрати на утримання та експлуатації обладнання. Значення = заробітна плата * ВУЕУ, % потрібно брати, приблизно 120-150%.

Звідси отримуємо: $12000 * 1,3 = 15600$.

Загальновиборничі витрати включають в себе: витрати на службові відрядження, амортизаційні відрахування.

Визначаються в розмірі 150 – 250% від заробітної плати: $1200 * 1,5 = 18000$.

Витрати на збут включають в себе рекламні витрати та на підготовку. Приблизно ці витрати беруться як 5-10% від собівартості товару. Тобто ці витрати будуть дорівнювати 49 грн.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

При вирішенні задачі розробки пристрою в роботі показано основні схеми проектуемого пристрою (функціональна, принципова), проведений огляд основних складових, мікросхем витратоміра та вивчено основні параметри складових пристрою, принцип роботи витратомірів. Задача, що поставлена в цій роботі – при проектуванні пристрою, використати в схемі уже готову мікросхему вимірювача – MAX35101, що в даному випадку виконує вимірювальну функцію і підібрати під нього підходящі складові пристрою.

Таким чином, задача вирішена, мета, що сформульована на початку дипломної роботи, була виконана, тобто, розроблено пристрій-вимірювач, побудований на мікросхемі MAX35101.

Практична значимість нашої роботи полягає в тому, що мікросхема MAX35101 – є досить функціональною і може замінити ряд комплектуючих, які використовуються в звичайних пристроях, а отже, можливо витратити менше коштів при проектуванні/виготовленні проектуемого пристрою.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.136 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. [http://www.c-o-k.com.ua/content/view/376/;](http://www.c-o-k.com.ua/content/view/376/)
20. <http://npopramen.ru/information/other-flowmeters/physycal-phenomena/9-acoustic-flowmeters;>
21. [https://docplayer.ru/36597564-Princip-deystviya-ultrazvukovyh-rashodomerov-zhidkosti-i-gaza.html.](https://docplayer.ru/36597564-Princip-deystviya-ultrazvukovyh-rashodomerov-zhidkosti-i-gaza.html)

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.10.136 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		72