

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та
робототехніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Система автоматизованого обліку витрати води

Назва теми

КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Шифр, назва

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

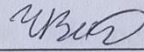
Шифр, назва

Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Назва

Виконав:

студент IV курсу, група АКІТс-21-1

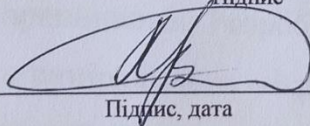


Підпис

Владислав ЧУБАТЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник

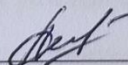


Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер



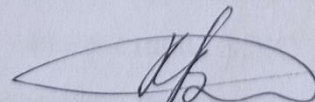
Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:

зав. кафедри автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих
технологій та робототехніки



Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«23» червня 2024 р.

Хмельницький 2024

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Освітній рівень перший (бакалаврський)

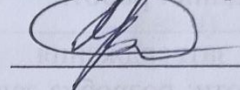
Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня-професійна програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри АКІТтаР



Валерій МАРТИНЮК

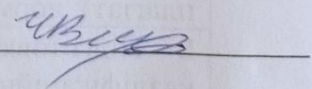
10.01.2024р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

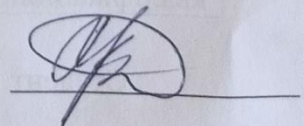
Чубатюк Владислав Миколайович

- 1 Тема роботи: Система автоматизованого обліку витрати води керівник роботи Валерій МАРТИНЮК, д.т.н, професор
Затверджено наказом по університету від «15» лютого 2024р. №8.
- 2 Строк подання студентом роботи на кафедру: 01.06.2024р.
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування
- 4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Огляд методів розв'язання поставленої задачі. Розробка схемотехнічних рішень. Розробка алгоритму роботи програмного забезпечення. Висновки
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)
- 7 презентаційних слайдів

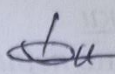
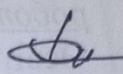
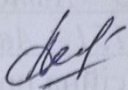
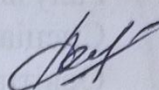
Завдання отримав



Керівник



6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

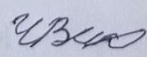
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКІТтаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКІТтаР		

7. Дата видачі завдання 10.01.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Вибір та затвердження теми кваліфікаційної роботи; розробка завдання на кваліфікаційну роботу; складання календарного графіка виконання кваліфікаційної роботи	01.03.2024	виконано
2 Вивчення предметної області, в якій планується використання системи автоматизації; аналіз вимог до системи автоматизації	15.03.2024	виконано
3 Проектування та розробка загальної архітектури і структури системи автоматизації, інтерфейсу користувача; вибір засобів реалізації системи автоматизації	29.03.2024	виконано
4 Програмна реалізація та тестування системи автоматизації	12.04.2024	виконано
5 Написання тексту пояснювальної записки та розробка графічних матеріалів	19.04.2024	виконано
6 Остаточне коригування кваліфікаційної роботи з урахуванням зауважень керівника; оформлення кваліфікаційної роботи як документа відповідно до вимог	11.04.2024	виконано
7 Отримання супровідних документів (відгуку керівника, рецензії, довідки про перевірку на плагіат); нормоконтроль	30.05.2024	виконано
8 Підготовка до захисту та захист кваліфікаційної роботи	03.06.2024	виконано

Студент

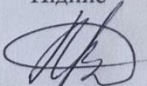


Владислав ЧУБАТЮК

Підпис

Ініціали, прізвище

Керівник роботи



Валерій МАРТИНЮК

Підпис

Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Система автоматизованого обліку витрати води».

Автор роботи: Владислав ЧУБАТЮК.

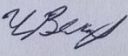
Керівник роботи: Валерій МАРТИНЮК

Пояснювальна записка: 61 с., 23 рис., 4 табл., 1 дод., 40 джерел.

Графічна частина: 7 презентаційних слайдів.

ВИМІРЮВАННЯ ПОТОКУ РІДИНИ, УЛЬТРАЗВУКОВИЙ МЕТОД, АЛГОРИТМ, ДЖЕРЕЛО ОПОРНОЇ НАПРУГИ, ПРОГРАМА, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Метою роботи є розробка системи автоматизованого обліку витрати води. В роботі було праведно аналіз методів виміру потоку води. Встановлено що зручним методом є метод подвійного проходження УЗ хвилі вверх і вниз. Такий метод за затримкою проходження УЗ хвилі дозволяє просто і точно вирахувати швидкість потоку рідини, і застосувавши площу перерізу труби, об'єм проходження рідини за одиницю часу. Проведено обґрунтування обрання мікросхеми TDC-GP30 для проведення вимірювання потоку рідини. Наведено опис методу вимірювання, основні характеристики та особливості роботи мікросхеми. Проведено розробку схем електричних структурної та принципової. Розроблено схему електричну структурну, основними складовими якої є вимірювальна мікросхема TDC-GP30, мікроконтролер Atmega328P, рідинно-кристалічний дисплей, а також додаткові блоки що визначають конфігурацію пристрою. Описано робота схем. Проведено розробку алгоритму мікроконтролера, що дозволяє параметризувати вимірювальний модуль на основі мікросхеми TDC-GP30. Розроблено друковану плату модуля вимірювання. Для зменшення габаритів плати використано SOIC та SMD елементи. Досліджено проходження ультразвукового сигналу через воду. Для цього використано генератор прямокутних сигналів із можливістю переналаштування частоти. Показано, що при зміщенні частоти спостерігається резонансний ефект на ультразвуковому давачі, що різко зменшує амплітуду сигналу, що може впливати на точність вимірювання.


Підпис студента

20.06.2024
Дата

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1 ОПИС МЕТОДІВ ТА ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ ПОТОКУ ВОДИ.....	5
1.1 Види та одиниці вимірювання.....	5
1.2 Первинний перетворювач потоку.....	7
1.3 Немеханічні витратоміри.....	21
1.4 Калібрування.....	29
1.5 Висновки до першого розділу.....	30
2 РОЗРОБКА СХЕМНИХ РІШЕНЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВИМІРЮВАЧА ПОТОКУ ВОДИ.....	32
2.1 Обґрунтування вибору мікросхеми TDC-GP30.....	32
2.2 Принцип вимірювання.....	33
2.3 Послідовність вимірювання.....	34
2.4 Ультразвукове вимірювання.....	39
2.5 Розробка схеми електричної структурної.....	40
2.6 Розробка схеми електричної принципової.....	41
3 ПРОГРАМУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЛІЧИЛЬНИКА ВОДИ ТА КОНСТРУЮВАННЯ ПРИСТРОЮ.....	46
3.1 Послідовність програмування мікросхеми TDC-GP30.....	46
3.2 Розробка конструкції ультразвукового лічильника води.....	51
3.3 Дослідження проходження ультразвукового сигналу у воді.....	53
3.4 Висновки до третього розділу.....	56
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59
ДОДАТОК А Презентаційні матеріали.....	62

КВРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ								
Зм.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата	Система автоматизованого обліку витрати води Пояснювальна записка	Літ.	Лист	Листів
Розроб.		Чубатюк В.	<i>[Signature]</i>	13.06.24				2
Перевір.		<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	23.06.24				
Н. Контр.		Корецька Л.О.	<i>[Signature]</i>	23.06.24				
Затв.		Мартинюк В.В.	<i>[Signature]</i>	23.06.24				
						ХНУ, АКІТс-21-1		

ВСТУП

Вода - один із найважливіших факторів зовнішнього середовища людини. Вода необхідна для господарчих питних потреб, для зберігання та підтримання санітарного і комунального благоустрою, захисту від пожеж, охорони навколишнього середовища. Вода широко використовується як у промисловості, так і в сільськогосподарському виробництві. Потребу в воді задовольняє водопостачання - сукупність заходів із забезпечення водою різних споживачів в необхідній кількості та необхідній якості. Джерела водопостачання можуть бути поверхневими і підземними. Поверхневі джерела водопостачання /річки, озера, водосховища, а в деяких окремих випадках і море/ вододостатні, із них легко можна забирати воду, але санітарні якості цієї води дуже низькі і значною мірою залежать від інтенсивності атмосферних опадів, сільськогосподарської та виробничої діяльності людини в зоні цих джерел, від сезону року. Річкова вода каламутніша в період весняних паводків та злив, містить багато різних домішок - мінеральних і органічних, а також бактерії, невелику кількість солей. Санітарні якості річкової води часто бувають низькими через забруднення її поверхневими стоками. [1]

Для вирахування витрати спожитої води на підприємствах, громадських будівлях та житлових будинках встановлюють лічильники води (водоміри). В сучасних умовах найчастіше для обліку витрат води використовують тахеометричні водолічильники з робочим органом в вигляді крильчатки або турбінки. При невеликих витратах води (квартири, окремі цехи, їдальні і т.д.) і діаметрах вводу до 50 мм використовують крильчаті швидкісні водоміри з діаметром умовного проходу від 10 до 50 мм, робочою частиною якого слугує крильчатка з вертикальною віссю (перпендикулярно до потоку води), яка під тиском струменю води повертається. Чим швидше рухається вода, тим швидше повертається крильчатка і тим швидше працює лічильний механізм. Ці лічильники називають сухохідними, тому що вони мають дві герметичні камери:

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	3
		№ докум.	Підпис			

одну для крильчатки та води, а другу - для лічильного механізму. Водоміри розраховані на гарячу і холодну воду (в гарячих підсилена крильчатка) і за зовнішнім виглядом відрізняються кольором (сині - для холодної води, червоні - для гарячої). Корпус крильчатих водомірів виготовляють в основному із латуні, покривають фарбою на епоксидній основі. Лічильники для холодної води не можна монтувати в мережу гарячої води і навпаки, тому що кожен лічильник розрахований на свою робочу температуру. Для врахування великих витрат води (на підприємствах, загальний облік води всього житлового будинку, тощо) використовують турбінні водоміри з Ду 50-200 мм, робочим органом яких є турбіна, що повертається під струменем води паралельно потоку.

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	4
		№ докум.	Підпис			

1 ОПИС МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ПОТОКУ ВОДИ

Вимірювання потоку рідини (Flow measurement (англ.) є кількісним визначенням об'ємного руху рідини . Потік можна виміряти різними способами за допомогою пристроїв, які називаються витратомірами. Нижче наведено типові типи витратомірів для промислового застосування:

- тип обструкції (перепад тиску або змінна площа);
- вивідний (турбінного типу);
- електромагнітний;
- об'ємні витратоміри, які накопичують фіксований об'єм рідини, а потім підраховують кількість заповнень об'єму для вимірювання витрати;
- гідравлічна динаміка (вихровий процес);
- анемометр;
- ультразвуковий витратомір;
- масовий витратомір (сила Коріоліса).

Інші методи вимірювання потоку, окрім об'ємних витратомірів, покладаються на сили, створювані поточним потоком, коли він долає відоме звуження, для непрямого обчислення потоку. Потік можна виміряти шляхом вимірювання швидкості рідини над відомою площею. Для дуже великих потоків можна використовувати методи індикаторів, щоб визначити швидкість потоку на основі зміни концентрації барвника або радіоізотопу.

1.1 Види та одиниці вимірювання

Рідини можна виміряти фізичними величинами роду об'ємна швидкість потоку або масова швидкість потоку з відповідним SI такі одиниці , як кубічні метри за секунду або кілограми за секунду відповідно. Ці вимірювання пов'язані з щільністю матеріалу . Щільність рідини майже не залежить від умов. Це не

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	5
		№ докум.	Підпис			

стосується газів, щільність яких сильно залежить від тиску, температури і, меншою мірою, складу.

Коли гази або рідини передаються через їхній енергетичний вміст, як при продажу природного газу, швидкість потоку також може бути виражена через потік енергії, наприклад гігаджоуль на годину або BTU на день. Швидкість потоку енергії — це об'ємна швидкість потоку, помножена на вміст енергії в одиниці об'єму, або масова швидкість потоку, помножена на вміст енергії в одиниці маси. Швидкість потоку енергії зазвичай виводиться з масової або об'ємної швидкості потоку за допомогою обчислювача витрат.

У інженерному контексті об'ємна швидкість потоку зазвичай позначається символом Q , а масова швидкість потоку — символом m .

Для рідини, що має густину ρ , масова та об'ємна витрати можуть бути пов'язані як $m = \rho Q$.

Газ

Гази стискаються і змінюють об'єм під тиском, нагріваються або охолоджуються. Об'єм газу за одного набору умов тиску та температури не є еквівалентним тому самому газу за інших умов. Будуть зроблені посилання на «фактичну» швидкість потоку через лічильник і «стандартну» або «базову» швидкість потоку через лічильник з такими одиницями, як acm/h (фактичні кубічні метри на годину), $\text{scm}^3/\text{сек}$ (стандартні кубічні метри на годину), $\text{kscm}^3/\text{секунда}$, kscm^3/h (тисяча стандартних кубічних метрів на годину), LFM (лінійних футів на хвилину) або MMSCFD (мільйон стандартних кубічних футів на день).

Масову витрату газу можна безпосередньо виміряти, незалежно від впливу тиску та температури, за допомогою ультразвукових витратомірів, теплових масових витратомірів, масових витратомірів Коріоліса або контролерів масової витрати.

Додаткову інформацію про витратомір Sage Prism можна знайти на сайті Sage Metering

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	6
		№ докум.	Підпис			

лічильника (А) зубці шестерень перекривають потік рідини, оскільки подовжена шестерня на боці А виступає в камеру вимірювання, тоді як з іншого боку лічильника (В) порожнина утримує фіксований об'єм рідини в вимірювальній камері. Коли рідина штовхає шестерні, вона обертає їх, дозволяючи рідині з вимірювальної камери на стороні В виходити у випускний отвір. Тим часом рідина, що надходить у вхідний отвір, буде заганятися в вимірювальну камеру сторони А, яка зараз відкрита. Зубці на стороні В тепер перекриватимуть потрапляння рідини на сторону В. Цей цикл продовжується, коли шестерні обертаються, а рідина дозується через вимірювальні камери, що чергуються. Постійні магніти в обертових шестернях можуть передавати сигнал на електричний геркон або перетворювач струму для вимірювання витрати. Хоча висувуються претензії щодо високої продуктивності, вони, як правило, не такі точні, як конструкція ковзної лопатки. [2]

Зубчастий лічильник

Зубчасті лічильники відрізняються від овальних зубчастих лічильників тим, що вимірювальні камери утворені проміжками між зубцями шестерень. Ці отвори розділяють потік рідини, і коли шестерні обертаються від вхідного отвору, внутрішня стінка лічильника закриває камеру, щоб утримувати фіксовану кількість рідини. Вихідний отвір розташований у місці з'єднання шестерень. Рідина витісняється з лічильника, коли зубці шестерні зачіпаються та зменшують доступні кишені майже до нульового об'єму.

Гвинтова передача

Витратоміри з гвинтовою передачею отримали свою назву через форму своїх шестерень або роторів. Ці ротори нагадують форму спіралі, яка є структурою у формі спіралі. Коли рідина протікає через лічильник, вона потрапляє у відсіки роторів, змушуючи ротори обертатися. Довжина ротора достатня для того, щоб вхідний і вихідний отвори були завжди відокремлені один від одного, таким чином блокуючи вільний потік рідини. Спряжені гвинтові ротори створюють прогресивну порожнину, яка відкривається для

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	9
		№ докум.	Підпис			

пропуску рідини, закривається, а потім відкривається до нижньої сторони, щоб випустити рідину. Це відбувається безперервно, і швидкість потоку розраховується на основі швидкості обертання.

Нутуючий дисковий лічильник

Це найбільш часто використовувана вимірювальна система для вимірювання водопостачання в будинках. Рідина, найчастіше вода, потрапляє в один бік лічильника і вдаряється по обертальному диску, який встановлено ексцентрично. Потім диск повинен «гойдатися» або обертатися навколо вертикальної осі, оскільки нижня і верхня частини диска залишаються в контакті з монтажною камерою. Перегородка розділяє вхідну і вихідну камери. Коли диск повертається, він дає пряму індикацію об'єму рідини, яка пройшла через лічильник, оскільки об'ємний потік вказується за допомогою зубчастої передачі та реєстру, який з'єднаний з диском. Він надійний для вимірювання витрати в межах 1 відсотка. [3]

Турбінний витратомір

Турбінний витратомір (краще описаний як осьова турбіна) перетворює механічну дію турбіни, що обертається в потоці рідини навколо осі, у зрозумілу користувачеві швидкість потоку (галлон/хв, л/хв тощо). Турбіна має тенденцію до того, щоб весь потік рухався навколо неї.

Турбінне колесо встановлюється на шляху потоку рідини. Рідина, що тече, стикається з лопатями турбіни, надаючи силу поверхні лопаті та приводячи ротор у рух. Коли досягається стабільна швидкість обертання, швидкість пропорційна швидкості рідини.

Турбінні витратоміри використовуються для вимірювання витрати природного газу та рідини. Турбінні лічильники менш точні, ніж об'ємні та струминні лічильники при низьких витратах, але вимірювальний елемент не займає або сильно обмежує весь шлях потоку. Напрямок потоку, як правило, прямий через лічильник, що забезпечує вищу швидкість потоку та меншу втрату тиску, ніж лічильники об'ємного типу. Вони є лічильниками вибору для великих

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	10
		№ докум.	Підпис			

комерційних споживачів, протипожежного захисту та як головні лічильники для системи розподілу води . Перед лічильником, як правило, потрібно встановлювати сітчасті фільтри, щоб захистити вимірювальний елемент від гравію чи іншого сміття, яке може потрапити в систему розподілу води. Турбінні лічильники зазвичай доступні для труб діаметром від 4 до 30 см (1 + 1 / 2 –12 дюймів) або більше. Корпуси турбінних лічильників зазвичай виготовляються з бронзи, чавуну або ковкого чавуну. Внутрішні елементи турбіни можуть бути виготовлені з пластику або металевих сплавів, що не піддаються корозії. Вони точні в нормальних робочих умовах, але на них сильно впливає профіль потоку та умови рідини.

Пожежні лічильники є спеціальним типом турбінних лічильників із схваленнями для високих витрат, необхідних у системах протипожежного захисту. Вони часто схвалені Underwriters Laboratories (UL) або Factory Mutual (FM) або подібними органами для використання у протипожежному захисті. Переносні турбінні лічильники можуть бути тимчасово встановлені для вимірювання води, що використовується з пожежного гідранта . Лічильники зазвичай виготовляються з алюмінію, щоб бути легкими, і зазвичай мають ємність 7,5 см (3 дюйми). Служби водопостачання часто вимагають їх для вимірювання води, яка використовується при будівництві, наповненні басейну або там, де ще не встановлено постійний лічильник.

Метр Вольтмана

Лічильник Вольтмана (винайдений Рейнхардом Вольтманом у 19 столітті) містить ротор із гвинтовими лопатками, вставленими аксіально в потік, подібно до каналного вентилятора; його можна вважати різновидом турбінного витратоміра. [5] Їх зазвичай називають спіральними вимірювачами, і вони популярні у великих розмірах.

Одноструминний лічильник

Одноструменевий лічильник складається з простого робочого колеса з радіальними лопатками, на які стикається один струмінь. Вони набувають

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	11
		№ докум.	Підпис			

популярності у Великій Британії завдяки більшим розмірам і є звичайною справою в ЄС .

Лопастний лічильник



Рисунок 1.2 – Лопастний лічильник

Вузол гребного колеса генерує показання потоку рідини, що протікає через трубу, викликаючи обертання гребного колеса. Магніти в веслі обертаються повз датчик. Вироблені електричні імпульси пропорційні швидкості потоку.

Витратоміри з лопатевим колесом складаються з трьох основних компонентів: датчика з лопатевим колесом, фітинга труби та дисплея/контролера. Датчик із лопатковим колесом складається з вільно обертового колеса/крильчатки з вбудованими магнітами, які розташовані перпендикулярно потоку та обертатимуться, коли вони вставлені в текуче середовище. Коли магніти в лопатях обертаються повз датчик, вимірювальний прилад генерує сигнал частоти та напруги, пропорційний швидкості потоку. Чим швидше потік, тим вище частота і вихідна напруга.

Лічильник з лопатковим колесом призначений для вставлення в трубний фітинг, або в лінії, або вставляючи. Вони доступні з широким діапазоном стилів фітингів, методів з'єднання та матеріалів, таких як PVDF, поліпропілен та нержавіюча сталь. Подібно до турбінних лічильників, лічильники з лопатковими колесами вимагають мінімального відрізка прямої труби до та після датчика.

Дисплеї та контролери потоку використовуються для отримання сигналу від лопастного лічильника та перетворення його у фактичну швидкість потоку

або значення загального потоку. Оброблений сигнал можна використовувати для керування процесом, генерування тривоги, надсилання сигналів на зовнішні пристрої тощо.

Витратоміри з лопатковими колесами (також відомі як датчики з колесами Пелтона) пропонують відносно недорогий варіант із високою точністю для багатьох систем потоку, як правило, з водою або рідинами, схожими на воду.

Багатострумний лічильник

Багатострумний або багатоструменевий лічильник — це вимірювач швидкості, який має робоче колесо, яке обертається горизонтально на вертикальному валу. Елемент робочого колеса знаходиться в корпусі, в якому кілька вхідних отворів спрямовують потік рідини на робоче колесо, змушуючи його обертатися в певному напрямку пропорційно швидкості потоку. Механічно цей лічильник працює так само, як однострумний лічильник, за винятком того, що отвори направляють потік на крильчатку однаково з кількох точок по колу елемента, а не лише з однієї точки; це мінімізує нерівномірний знос робочого колеса та його валу. Таким чином, ці типи лічильників рекомендується встановлювати горизонтально з роликівим покажчиком, спрямованим угору.

Колесо Пельтона

Турбіна з колесом Пелтона (краще її називають радіальною турбіною) перетворює механічну дію колеса Пелтона, що обертається в потоці рідини навколо осі, на зрозумілу користувачеві швидкість потоку (галлон/хв, л/хв тощо). Колесо Пелтона має тенденцію до того, щоб увесь потік обертася навколо нього, а вхідний потік спрямовувався струменем на лопаті. Оригінальні колеса Пелтона використовувалися для генерації енергії і склалися з радіальної турбіни з «реакційними стаканами», які не тільки рухалися разом із силою води, але й повертали потік у протилежному напрямку, використовуючи цю зміну напрямку рідини. подальше підвищення ККД турбіни .

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	13
		№ докум.	Підпис			

Лічильник струменю



Рисунок 1.3 - Вимірювач струму пропелерного типу, що використовується для випробування гідроелектротурбін

Потік через великий напірний патрубок , такий як використовується на гідроелектростанції, можна виміряти шляхом усереднення швидкості потоку по всій площі. Лічильники струму пропелерного типу (подібні до чисто механічного вимірювача струму Екмана , але тепер з електронним збором даних) можуть проходити по площі напірного трубопроводу та усереднювати швидкості для обчислення загального потоку. Це може бути порядку сотень кубометрів на секунду. Потік повинен підтримуватися постійним під час переміщення лічильників струму. Методи випробування гідроелектричних турбін наведені в стандарті ІЕС 41. Такі вимірювання витрати часто є комерційно важливими під час випробування ефективності великих турбін.

Лічильники тиску

Існує кілька типів витратомірів, які спираються на принцип Бернуллі . Тиск вимірюється або за допомогою ламінарних пластин, отвору, сопла або трубки Вентурі для створення штучного звуження, а потім вимірювання втрати тиску рідини, коли вони проходять це звуження, [7] або шляхом вимірювання статичного тиску та тиску застою для вивести динамічний тиск .

Вимірювач Вентурі

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	14
		№ докум.	Підпис			

Вимірювач Вентурі певним чином звужує потік, а датчики тиску вимірюють різницю тиску перед і всередині звуження. Цей метод широко використовується для вимірювання швидкості потоку при транспортуванні газу по трубопроводах і використовується з часів Римської імперії . Коефіцієнт розряду лічильника Вентурі коливається від 0,93 до 0,97. Перші великомасштабні вимірювачі Вентурі для вимірювання потоків рідини були розроблені Клеменсом Гершелем , який використовував їх для вимірювання малих і великих потоків води та стічних вод , починаючи з самого кінця 19 століття. [8]

Діафрагма

Діафрагма — це пластина з отвором, розташована перпендикулярно потоку; він звужує потік, а вимірювання перепаду тиску на звуженні дає швидкість потоку. В основному це груба форма лічильника Вентурі , але з більшими втратами енергії. Розрізняють три типи отворів: концентричні, ексцентричні та сегментарні. [9, 10]

Трубка Далля

Трубка Далля є скороченою версією вимірювача Вентурі з нижчим перепадом тиску, ніж діафрагма. Як і у випадку з цими витратомірами, швидкість потоку в трубці Далля визначається шляхом вимірювання падіння тиску, спричиненого обмеженням у трубопроводі. Перепад тиску зазвичай вимірюється за допомогою мембранних датчиків тиску з цифровим відліком. Оскільки ці лічильники мають значно менші постійні втрати тиску, ніж діафрагмові лічильники, трубки Dall широко використовуються для вимірювання швидкості потоку у великих трубопроводах. Перепад тиску, створений трубкою Далля, вищий, ніж трубка Вентурі та сопло, усі вони мають однаковий діаметр горла.

Трубка Піто

Для вимірювання швидкості потоку рідини використовується трубка Піто . Трубку направляють у потік і вимірюють різницю між тиском застою на кінчику

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	15
		№ докум.	Підпис			

зонда та статичним тиском збоку, що дає динамічний тиск, з якого розраховується швидкість рідини за допомогою рівняння Бернуллі . Об'ємну швидкість потоку можна визначити шляхом вимірювання швидкості в різних точках потоку та створення профілю швидкості. [11]

Усереднення трубки Піто

Усереднення трубок Піто (також званих ударними зондами) розширює теорію трубки Піто на більш ніж один вимір. Типова усереднювальна трубка Піто складається з трьох або більше отворів (залежно від типу зонда) на вимірювальному наконечнику, розташованих у певному порядку. Більше отворів дозволяє приладу вимірювати напрямок швидкості потоку на додаток до його величини (після відповідного калібрування). Три отвори, розташовані в лінію, дозволяють датчикам тиску вимірювати вектор швидкості у двох вимірах. Введення більшої кількості отворів, наприклад п'яти отворів, розташованих у формі "плюс", дозволяє вимірювати тривимірний вектор швидкості

Конусні вимірювачі



Рисунок 1.4 - 8-дюймовий (203 мм) V-подібний витратомір показаний з ANSI 300# (21 бар; 2,1 МПа) фланцями горловини з привареними поверхнями

Конусні лічильники — це новий прилад для вимірювання диференціального тиску, вперше випущений у 1985 році компанією McCrometer у Геметі, Каліфорнія. Конічний лічильник — це універсальний, але надійний

Витратоміри зі змінною площею

«Вимірювач змінної площі» вимірює потік рідини, дозволяючи площі поперечного перерізу пристрою змінюватися відповідно до потоку, викликаючи певний вимірюваний ефект, який вказує швидкість. Ротаметр є прикладом вимірювача змінної площі, де зважений «поплавок» піднімається в конічній трубці зі збільшенням швидкості потоку; поплавок припиняє підніматися, коли площа між поплавком і трубкою стає достатньо великою, щоб вага поплавця врівноважувалась опором потоку рідини.



Рисунок 1.5 - Ротаметр Techfluid-CG34-2500

Різновидом ротаметра, який використовується для медичних газів, є витратомір з трубкою Торпа. Поплавці бувають різних форм, найпоширенішими з яких є сфери та сферичні еліпси. Деякі з них призначені для помітного обертання в потоці рідини, щоб допомогти користувачеві визначити, застряг поплавок чи ні. Ротаметри доступні для широкого діапазону рідин, але найчастіше використовуються з водою або повітрям. Вони можуть надійно вимірювати витрату з точністю до 1%.

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	18
		№ докум.	Підпис			

Іншим типом є отвір зі змінною площею, де підпружинений конічний плунжер відхиляється потоком через отвір. Переміщення можна пов'язати зі швидкістю потоку. [15]

Оптичні витратоміри

Оптичні витратоміри використовують світло для визначення швидкості потоку. Дрібні частинки, які супроводжують природні та промислові гази, проходять через два лазерні промені, сфокусовані на короткій відстані один від одного на шляху потоку в трубі за допомогою освітлювальної оптики. Лазерне світло розсіюється, коли частинка перетинає перший промінь. Оптика детектування збирає розсіяне світло на фотодетекторі, який потім генерує імпульсний сигнал. Коли та сама частинка перетинає другий промінь, оптика детектування збирає розсіяне світло на другому фотодетекторі, який перетворює вхідне світло на другий електричний імпульс. Шляхом вимірювання інтервалу часу між цими імпульсами швидкість газу обчислюється як $V = D / t$, де D — відстань між лазерними променями та t це інтервал часу.

Лазерні оптичні витратоміри вимірюють фактичну швидкість частинок, властивість, яка не залежить від теплопровідності газів, коливань газового потоку або складу газів. Принцип роботи дозволяє оптичній лазерній технології надавати високоточні дані потоку навіть у складних умовах, які можуть включати високу температуру, низьку швидкість потоку, високий тиск, високу вологість, вібрацію труб і акустичний шум.

Оптичні витратоміри дуже стабільні, не мають рухомих частин і забезпечують високу повторюваність вимірювань протягом усього терміну служби виробу. Оскільки відстань між двома лазерними листами не змінюється, оптичні витратоміри не вимагають періодичного калібрування після їх початкового введення в експлуатацію. Оптичні витратоміри потребують лише однієї точки встановлення замість двох точок встановлення, як правило, для інших типів лічильників. Одна точка встановлення є простішою, вимагає менше обслуговування та менш схильна до помилок.

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	19
		№ докум.	Підпис			

(доплерівський і пропелерний методи є поширеними). Швидкість, помножена на площу поперечного перерізу, дає швидкість потоку, яку можна інтегрувати в об'ємний потік. Існує два типи площинних витратомірів: (1) змочений; і (2) безконтактний. Датчики швидкості у зволоженій зоні зазвичай повинні бути встановлені на дні каналу або річки та використовувати доплерівську функцію для вимірювання швидкості захоплених частинок. Завдяки глибині та запрограмованому поперечному перерізу це може забезпечити вимірювання потоку викиду. Безконтактні пристрої, які використовують лазер або радар, встановлюються над каналом і вимірюють швидкість зверху, а потім використовують ультразвук для вимірювання глибини води зверху. Радарні пристрої можуть вимірювати лише поверхневу швидкість, тоді як лазерні пристрої можуть вимірювати швидкість під поверхнею.

1.3 Немеханічні витратоміри

Термомасові витратоміри

Різниця температур між датчиками змінюється в залежності від масової витрати.

Термічні масові витратоміри, як правило, використовують комбінації нагрітих елементів і датчиків температури для вимірювання різниці між статичним і текучим теплообміном рідини та визначення її потоку, знаючи питому теплоємність і густину рідини. Температура рідини також вимірюється та компенсується. Якщо щільність і питомі теплові характеристики рідини постійні, лічильник може забезпечити пряме зчитування масової витрати, і не потребує додаткової компенсації тиску і температури в заданому діапазоні .

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	21
		№ докум.	Підпис			

У багатьох останніх моделях автомобілів датчик масової витрати повітря (MAF) використовується для точного визначення масової витрати повітря, що всмоктується в двигуні внутрішнього згоряння . Багато таких датчиків масової витрати використовують нагрітий елемент і датчик температури за потоком для вказівки витрати повітря. Інші датчики використовують підпружинену лопатку. У будь-якому випадку електронний блок керування автомобіля інтерпретує сигнали датчиків як індикацію в реальному часі потреби двигуна в паливі.

Вихрові витратоміри

Інший метод вимірювання потоку передбачає розміщення обривного тіла (так званого стержня) на шляху рідини. Коли рідина проходить через цю смугу, у потоці виникають збурення, які називаються вихорами . Вихори тягнуться за циліндром по черзі з обох боків обриву. Цей вихровий слід називають вулицею вихрових вулиць фон Кармана на честь математичного опису цього явища фон Карманом у 1912 році. Частота, з якою ці вихори змінюють сторони, по суті, пропорційна швидкості потоку рідини. В середині, угорі або внизу за течією відсіка є датчик для вимірювання частоти вихрового викиду. Цей датчик часто є п'єзоелектричним кристалом, який виробляє невеликий, але вимірюваний імпульс напруги щоразу, коли створюється вихор. Оскільки частота такого імпульсу напруги також пропорційна швидкості рідини, об'ємна витрата обчислюється за площею поперечного перерізу витратоміра. Частота вимірюється, а швидкість потоку обчислюється електронікою витратоміра за допомогою рівняння $f = SV / L$, де f — частота вихорів, L характерна довжина тіла обриву, V — швидкість потоку над тілом обриву, а S — число Струхалія , яке, по суті, є константою для даної форми тіла в межах його межі експлуатації.

Вимірювання потоку сонаром

Сонарні витратоміри — це неінтрузивні затискні пристрої, які вимірюють потік у трубах, що транспортують суспензії, корозійні рідини, багатофазні рідини та потоки, де витратоміри вставного типу небажані. Гідролокаційні витратоміри широко застосовуються в гірничодобувній промисловості,

		№ докум.	Підпис		КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	23

- розташування (або кут) об'єкта, який становить 0 градусів, оскільки потік рухається вздовж труби, яка вирівняна з матрицею датчиків;
- відстань між датчиками в масиві датчиків [20], а потім обчислює невідоме – швидкість поширення через масив (тобто швидкість потоку середовища в трубі).

Електромагнітні, ультразвукові та коріолісові витратоміри

Сучасні інновації у вимірюванні швидкості потоку включають електронні пристрої, які можуть коригувати умови змін тиску та температури (тобто густини), нелінійності та характеристики рідини.

Магнітні витратоміри.

Магнітні витратоміри, які часто називають «магнітними вимірювачами» або «електромагнітними», використовують магнітне поле, прикладене до вимірювальної трубки, що призводить до різниці потенціалів, пропорційної швидкості потоку, перпендикулярній до ліній потоку. Різниця потенціалів визначається електродами, розташованими перпендикулярно потоку та прикладеному магнітному полю. Фізичним принципом дії є закон електромагнітної індукції Фарадея. Магнітний витратомір потребує провідної рідини та непровідної труби. Електроди не повинні піддаватися корозії при контакті з технологічною рідиною; деякі магнітні витратоміри мають допоміжні перетворювачі, встановлені для очищення електродів на місці. Прикладене магнітне поле є імпульсним, що дозволяє витратоміру нівелювати ефект блукаючої напруги в системі трубопроводу.

Безконтактні електромагнітні витратоміри

Система вимірювання швидкості силою Лоренца називається витратоміром сили Лоренца (LFF). LFF вимірює інтегровану або об'ємну силу Лоренца, яка є результатом взаємодії між рідким металом у русі та прикладеним магнітним полем. У цьому випадку характерна довжина магнітного поля такого ж порядку, що й розміри каналу. Необхідно звернути увагу на те, що у випадку,

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	25
		№ докум.	Підпис			

проти нього. Ця різниця в часі є мірою середньої швидкості рідини на шляху ультразвукового променя. Використовуючи абсолютний час проходження, можна обчислити як середню швидкість рідини, так і швидкість звуку. Використовуючи два часи проходження t_{up} і t_{down} і відстань між перетворювачами приймання та передачі L і кут нахилу α можна записати рівняння:

$$v = \frac{L}{2 \cos(\alpha)} \frac{t_{up} - t_{down}}{t_{up} t_{down}} \quad (1.1)$$

і

$$c = \frac{L}{2} \frac{t_{up} + t_{down}}{t_{up} t_{down}} \quad (1.2)$$

де v — середня швидкість рідини на шляху звуку, а c — швидкість звуку.

З широкопроменевим освітленням час проходження ультразвуку також можна використовувати для вимірювання об'ємної витрати незалежно від площі поперечного перерізу судини або трубки.

Ультразвукові доплерівські витратоміри вимірюють доплерівський зсув у результаті відбиття ультразвукового променя від твердих часток у текучій рідині. На частоту пучка, що проходить, впливає рух частинок; цей зсув частоти можна використовувати для розрахунку швидкості рідини. Щоб принцип Доплера працював, має бути достатньо висока щільність звуковідбиваючих матеріалів, таких як тверді частинки або повітряні бульбашки, зважені в рідині. Це прямо відрізняється від ультразвукового витратоміра часу проходження, де бульбашки та тверді частинки знижують точність вимірювання. Через залежність від цих частинок застосування доплерівських витратомірів обмежене. Ця технологія також відома як акустична доплерівська велоциметрія.

Однією з переваг ультразвукових витратомірів є те, що вони можуть ефективно вимірювати швидкість потоку для широкого спектру рідин, якщо відома швидкість звуку через цю рідину. Наприклад, ультразвукові витратоміри

загальному класі LDV два пучки перетинаються в своїх фокальних точках, де вони взаємодіють і створюють набір прямих смуг. Датчик потім вирівнюється за потоком так, щоб смуги були перпендикулярні до напрямку потоку. Коли частинки проходять крізь смуги, світло, зміщене за допомогою Доплера, збирається у фотодетекторі. В іншому загальному класі LDV один промінь використовується як еталонний, а інший є доплерівським розсіяним. Потім обидва пучки збираються на фотодетекторі, де оптичне гетеродинне детектування використовується для виділення доплерівського сигналу.

1.4 Калібрування

Хоча в ідеалі на витратомір не має впливати навколишнє середовище, на практиці це малоімовірно. Часто помилки вимірювання виникають через неправильне встановлення або інші фактори, що залежать від середовища. [27, 28] Методи на місці використовуються, коли витратомір відкалібровано в правильних умовах потоку. Результат калібрування витратоміра призведе до двох пов'язаних статистичних даних: метрики показника ефективності та метрики витрати.

Метод транзитного часу

Для потоків у трубах застосовується так званий метод часу проходження, коли радіоіндикатор вводиться у вигляді імпульсу в вимірюваний потік. Час проходження визначається за допомогою радіаційних детекторів, розміщених на зовнішній стороні труби. Об'ємну витрату отримують шляхом множення виміряної середньої швидкості потоку рідини на внутрішній поперечний переріз труби. Це еталонне значення потоку порівнюється з одночасним значенням потоку, отриманим вимірюванням потоку, який потрібно калібрувати.

Процедура стандартизована (ISO 2975/VII для рідин і BS 5857-2.4 для газів). Найкраща акредитована похибка вимірювання для рідин і газів становить 0,5%. [30]

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	29
		№ докум.	Підпис			

Метод розведення індикатора

Метод розведення радіоіндикаторів використовується для калібрування вимірювань потоку у відкритому каналі. Розчин з відомою концентрацією індикатора впорскується з постійною відомою швидкістю в потік каналу. Нижче за потоком розчин індикатора ретельно перемішують у поперечному перерізі потоку, відбирають безперервну пробу та визначають його концентрацію індикатора по відношенню до концентрації введеного розчину. Еталонне значення потоку визначається за допомогою умови балансу індикатора між введеним потоком індикатора та потоком розведення. Процедура стандартизована (ISO 9555-1 та ISO 9555-2 для потоку рідини у відкритих каналах). Найкраща акредитована похибка вимірювання становить 1%.

1.5 Висновки до першого розділу

В розділі проаналізовані методи вимірювання потоку води. Усі методи поділяються на механічні і немеханічні. До механічних відносяться методи що використовують безпосередній вплив потоку рідини на перетворювальний давач, а саме обертання лопатей чи турбіни. І після цього по обертанню перетворювача вимірюється об'єм рідини.

До немеханічних відносяться перетворювачі що використовують вимірювальні сигнали на які впливає потік рідини, а саме, звукові, світлові, температурні тощо.

Одним із найбільш зручних методів є метод подвійного проходження ультразвукової хвилі вгору і вниз. Цей методи по зартимці проходження ультразвукової хвилі дозволяє просто і точно розрахувати швидкість потоку рідини, і застосувавши площу перерізу, об'єм проходження рідини за одиницю часу.

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	30
		№ докум.	Підпис			

2 РОЗРОБКА СХЕМНИХ РІШЕНЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВИМІРЮВАЧА ПОТОКУ ВОДИ

2.1 Обґрунтування вибору мікросхеми TDC-GP30

TDC-GP30 — це наступне покоління розробок Asam для ультразвукових перетворювачів потоку. Цілі розробки TDC-GP30 наступні:

- Просте в адаптації двочіпове рішення для ультразвукових лічильників тепла та води (GP30 + простий μP)
- Однокристальне рішення для багатьох промислових застосувань або чисто витратомірів
- Усі розрахунки витрати та температури виконуються за допомогою GP30
- Зовнішній μP потрібен лише для інтерфейсів (наприклад, LCD, бездротового зв'язку тощо) та інших завдань загального призначення
- Інтегрований стандартний імпульсний інтерфейс дозволяє замінювати механічні лічильники один до одного однокристальними лічильниками тепла та води на базі GP30 – μP клієнта та програмне забезпечення залишаються незмінними.

Загалом, TDC-GP30 є наступним кроком у ультразвуковому вимірюванні витрати. Це значно спрощує конструкцію ультразвукових лічильників тепла та води і є необхідним кроком для компактних енергозберігаючих ультразвукових лічильників води. Здатності до наднизького струму дозволяють використовувати стандартні літій-тіонілхлоридні батареї 2/3 AA або AA з частотою вимірювання 6-8 Гц навіть у версії водоміра.

TDC-GP30 — це системний підхід, який дозволяє виконувати всі вимірювальні завдання в одній мікросхемі.

Вимірювання витрати та температури

TDC-GP30 містить повну систему для вимірювання та обчислення потоку через золотник для ультразвукового вимірювання потоку: драйвер для п'єзоперетворювачів, компаратор зі стабілізацією зсуву, аналогові перемикачі, ЦП для обчислення потоку, блок керування годинником. і, перш за все, контроль швидкості вимірювання та секвенсор завдань, які керують синхронізацією та взаємодією всіх блоків під час вимірювання.

2.2 Принцип вимірювання

GP30 вимірює потік, вимірюючи різницю в часі проходження (TOF) ультразвукового імпульсу, який рухається з потоком (вниз за течією) і протилежно потоку (вгору за течією). Для лічильників води температуру води також можна розрахувати за даними часу прольоту. Для лічильників тепла додатково вбудовано високоточний блок вимірювання температури.

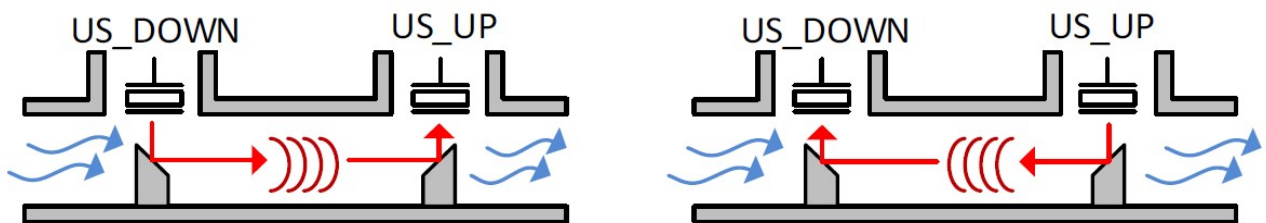


Рисунок 2.1 Ультразвуковий принцип часу прольоту: поперечні перерізи прикладу золотника з вимірюванням вниз і вгору

$$t_{down} = \frac{L}{c_0 + v} \quad t_{up} = \frac{L}{c_0 - v} \quad v \approx \frac{\Delta t * c_0^2}{2 * L}$$

t_{up}, t_{down} - час проходження ультразвукового сигналу вгору і вниз;

$\Delta t = t_{up} - t_{down}$ - різниця часу проходження ультразвукового сигналу вгору і вниз;

Звідти конфігураційні дані автоматично копіюються в реєстри прямого відображення під час послідовності завантаження. Різні реєстри конфігурації та реєстри обробки системи детально описані в технічній документації. Імена змінних виділено жирним шрифтом у цьому документі для кращого читання.

У режимі низького енергоспоживання GP30 зазвичай потребує генератора 32,768 кГц, щоб діяти як безперервно працюючий годинник (LSO). Для вимірювання часу в GP30 зазвичай використовується високошвидкісний генератор (HSO), зазвичай з керамічним резонатором 4 МГц. HSO активується лише на короткий період вимірювання. Таким же чином компаратор та інші аналогові елементи живляться лише протягом короткого періоду вимірювання.

Низькочастотний тактовий генератор LSO використовується в якості:

- Основи для циклу секвенсора завдань
- Основи для імпульсного інтерфейсу
- Основи для позначки часу
- Бази для початкової швидкості UART 4800 бод

У режимах самоконтролю функціональний блок диспетчера TDC-GP30 повністю контролює всі послідовність дій. Він визначає час циклу через генератор швидкості вимірювання (MRG), який запускає секвенсор завдань (TS). Секвенсор завдань викликає та координує різні завдання відповідно до конфігурації.

Самі завдання можна згрупувати, як показано в наступній таблиці 2.2.

Швидкість завдань вимірювання та калібрування можна налаштувати, тоді як ініціалізація, постобробка та зв'язок зазвичай контролюються різними прапорцями, які вказують на попередні процеси вимірювання або скидання. Наприклад, постобробка програмним забезпеченням зазвичай залежить від реєстра прапора `SRR_FEP_STF`, він приймає рішення щодо розрахунків потоку або температури датчика відповідно до останніх виконаних вимірювань. На наступному малюнку показано параметри швидкості для різних завдань.

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	35
		№ докум.	Підпис			

Важливими параметрами конфігурації є:

Регістр CR_CPM, адреса 0xC5:

– HS_CLK_ST: час встановлення для високошвидкісного годинника HSO, від 76 мкс до 5 мс;

– BF_SEL: Вибір базової частоти (50 Гц/ 60 Гц) з періодом tbase.

Регістр CR_MRG, адреса 0xC6:

– PP_EN: вмикає постобробку.

Регістр CR_USM_PRC, адреса 0xC8:

– USM_TO: встановлює час очікування для вимірювання TOF [128 мкс ... 4096 мкс];

– USM_DIR_MODE: визначає початковий напрямок або перемикання початкового напрямку;

– USM_PAUSE: час паузи між вимірюваннями [0=лише одне вимірювання, 2: 0,25*t base, 3..7: 0.5..2.5*t base].

Регістр CR_USM_FRC, адреса 0xC9:

– FPG_FP_NO: кількість імпульсів пожежі [1...128];

– FPG_CLK_DIV: частота HSO, поділена на цей коефіцієнт +1, дає фактичну частоту сигналу вимірювання (частота вимрювань).

2.5 Розробка схеми електричної структурної

В основі схеми полягає використання спеціалізованої мікросхеми, що вимірює швидкість потоку рідини, мікроконтролеру що параметризує мікросхему, два ультразвукові давачі, задасальні генератори для забезпечення роботи мікросхеми та провдення вимірювання, пульта керування, рідинно кристалічного індикатору, блоку живлення. Структурна схема наведена на рисунку 2.5.

Оснрвними блоками є функціональний інтегральний модуль TDC-GP30YD-F01, мікроконтролер ATMEGA Atmel328P, рідинно-кристалічний

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	39
		№ докум.	Підпис			

дисплей XC6203E302PR. Також обов'язковими є ультразвукові датчі, датчі температури, кварцеві резонатори на 32кГц та 4МГц. Для задавання режимів та встановлення параметрів застосовано блок кнопок.

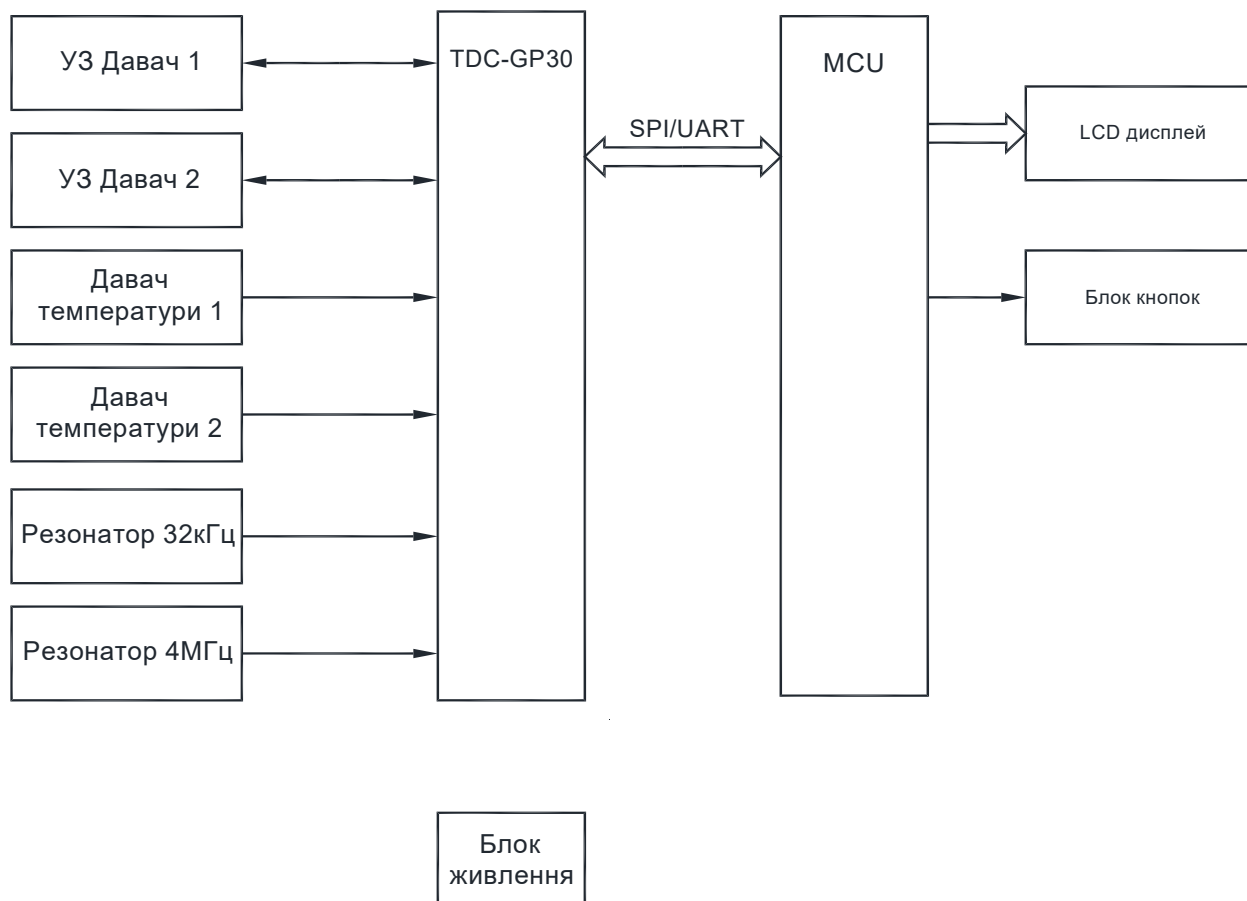


Рисунок 2.5 – Схема електрична структура пристрою

2.6 Розробка схеми електричної принципової

Схема електрична принципова розроблена у відповідності до схеми електричної принципової та принципу вимірювання потоку рідини. Схема електрична принципова наведена на рис. 2.6. та рис.2.7.

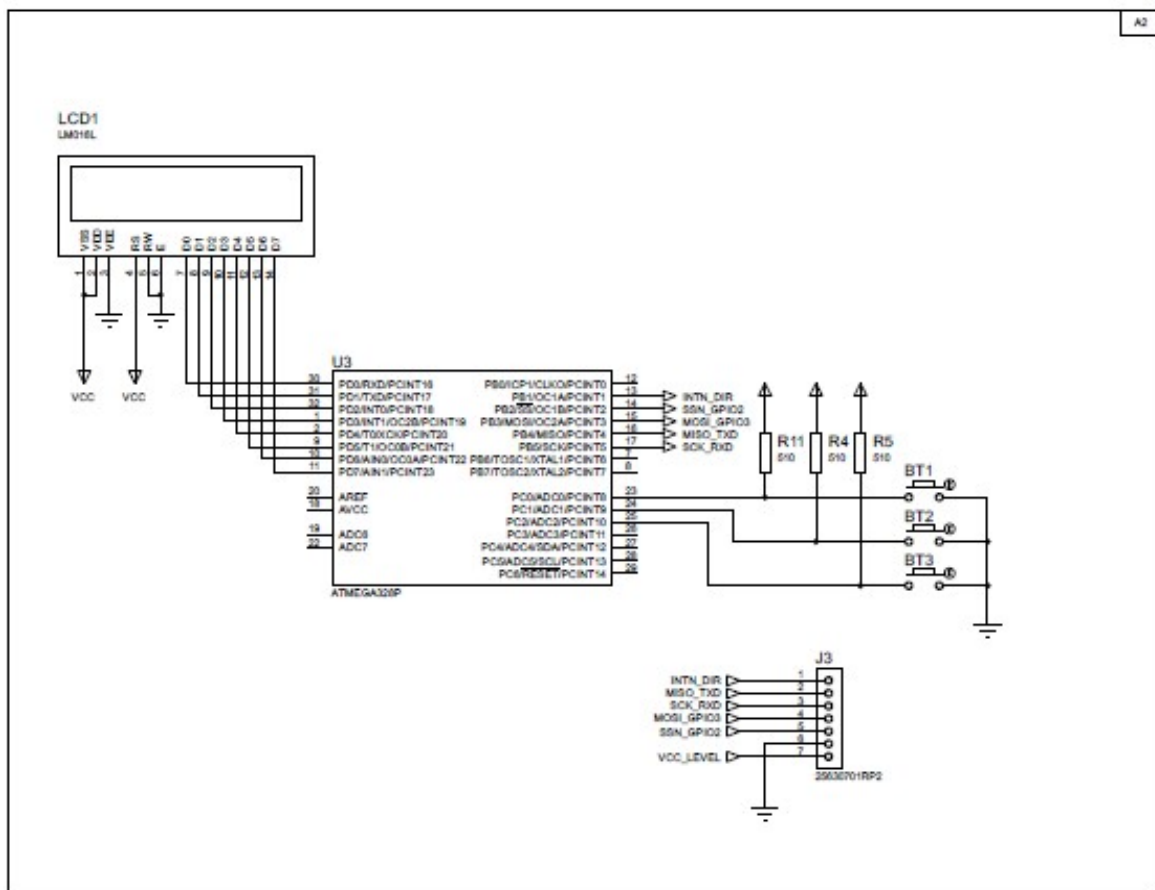


Рисунок 2.7 – Схема електрична принципова пристрою блоку індикації

Перелік елементів схеми наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Перелік елементів

Поз. позначення	Значення	Кількість	Примітки
	Конденсатори		
C1,C4	0.1u	2	Digikey PCF1125TR-ND
C2-C3	100u	2	Digikey 495-2222-2-ND
C5	680n	1	Digikey PCF1125TR-ND
C6	nc	1	Digikey PCF1125TR-ND
C8	100n	1	Digikey PCF1125TR-ND

2.7 Висновки до другого розділу

У розділі проведено обґрунтування обрання мікросхеми TDC-GP30 для проведення вимірювання потоку рідини. Наведено опис методу вимірювання, основні характеристики та особливості роботи мікросхеми.

Проведено розробку схем електричних структурної та принципової. Описано роботу схем. Представлено перелік елементів в якому наведено значення елементів та їх коди замовлення.

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	44
		№ докум.	Підпис			

3 ПРОГРАМУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЛІЧИЛЬНИКА ВОДИ ТА КОНСТРУЮВАННЯ ПРИСТРОЮ

3.1 Послідовність програмування мікросхеми TDC-GP30

Для програмування мікросхеми TDC-GP30 необхідно параметризувати основні її характеристики, що визначають її особливості роботи та вимірювання. Для цього потрібно задати значення основних регістрів які визначають основні режими роботи мікросхеми. Назви, адреси і значення регістрів із їх описом наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Опис основних регістрів мікросхеми TDC-GP30

Регістр	Адреса	Вміст	Головні установки
CR_WD_DIS	0xC0	0xAF0A7435	Сторожовий таймер увімкнено
CR_PI_E2P	0xC1	0x0034310A	Інтерфейс Pulse увімкнено з оновленням через PI_UPD...
CR_GP_CTRL	0xC2	0x81111144	GPIO0 і GPIO1 встановлені для імпульсного інтерфейсу; підтягування, активовані на входах, щоб уникнути плаваючих входів
CR_UART	0xC3	0x00001000	Не використовується
CR_IEN	0xC4	0x011F03FF	Встановлюються різні тригери для переривання та помилки
CR_CPM	0xC5	0x00280AE8	Вимірювання напруги вимкнено. Високошвидкісний генератор 4 МГц, калібрований кожні 20 імпульсів, час встановлення 135 мкс
CR_MRG_TS	0xC6	0x00016080	Таймер повернення та таймер контрольної суми вимкнено, ширина забороненої зони синхронізована, MR_CT = 253 (~247 мс)
CR_TM	0xC7	0x00F99400	Вимірювання температури вимкнено

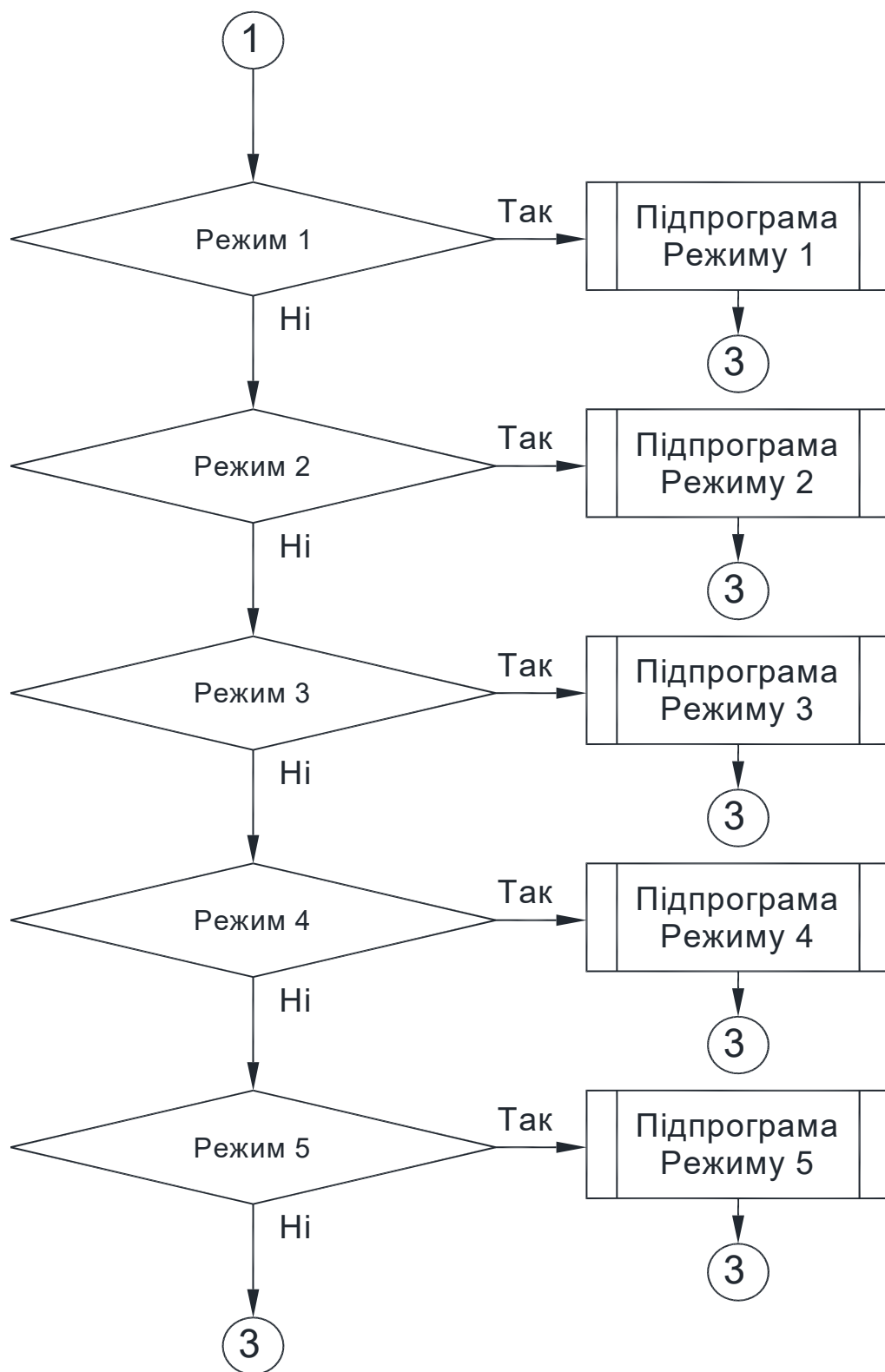


Рисунок 3.1 – Продовження

		№ докум.	Підпис	



Рисунок 3.1 – Закінчення

3.2 Розробка конструкції ультразвукового лічильника води

Розроблено друковану плату блоку вимірювання. Зображення верхнього шару наведено на рис. 3.2. Зображення нижнього шару наведено на рис. 3.3. На платі використано провідники шириною 0,25 мм, із перехідними отворами. Також для зменшення габариту плати застосовано елементи із планарними виводами – SMD елементи. Зовнішній вигляд складального креслення наведено на рис.3.4.

3.4 Висновки до третього розділу

В розділі проведено розробку алгоритму мікроконтролера, що дозволяє параметризувати вимірювальний модуль на основі мікросхеми TDC-GP30. Цей алгоритм потребує застосування даних констант наведених у відповідній таблиці, що описують базові параметри мікросхеми.

Розроблено друковану плату модуля вимірювання. Для зменшення габаритів плати використано SOIC та SMD елементи.

Досліджено проходження ультразвукового сигналу через воду. Для цього використано генератор прямокутних сигналів із можливістю переналаштування частоти. Показано, що при зміщенні частоти спостерігається явний резонансний ефект на ультразвуковому датчику, що різко зменшує амплітуду сигналу, що може впливати на точність вимірювання.

ВИСНОВКИ

В роботі було праведно аналіз методів виміру потоку води. Всі способи діляться на механічні і немеханічні. К механічним відносимо методи які застосовують прямий вплив потоку рідини на давач, тобто обертання лопатей або турбіни. І після цього за оборотом перетворювача вимірюють об'єм рідини.

К немеханічним відносимо перетворювачі, які застосовують вимірювальні сигнали на які впливає потоку рідини, а саме, звукові, світлові, температурні тощо.

Встановлено що зручним методом є метод подвійного проходження УЗ хвилі вверх і вниз. Такий метод за затримкою проходження УЗ хвилі дозволяє просто і точно вирахувати швидкість потоку рідини, і застосувавши площу перерізу труби, об'єм проходження рідини за одиницю часу.

Провдено обґрунтування обрання мікросхеми TDC-GP30 для проведення вимірювання потоку рідини. Наведено опис методу вимірювання, основні характеристики та особливості роботи мікросхеми.

Проведено розробку схем електричних структурної та принципової. Розроблено схему електричну структурну, основними складовими якої є вимірювальна мікросхема TDC-GP30, мікроконтролер Atmega328P, рідинно-кристалійний дисплей, а також додаткові блоки що визначають конфігурацію пристрою. Описано робота схем. Представлено перелік елементів в якому наведено значення елементів та їх коди замовлення.

Проведено розробку алгоритму мікроконтролера, що дозволяє параметризувати вимірювальний модуль на основі мікросхеми TDC-GP30. Цей алгоритм потребує застосування даних констант наведених у відповідній таблиці, що описують базові параметри мікросхеми.

Розроблено друковану плату модуля вимірювання. Для зменшення габаритів плати використано SOIC та SMD елементи.

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	55
		№ докум.	Підпис			

Досліджено проходження ультразвукового сигналу через воду. Для цього використано генератор прямокутних сигналів із можливістю переналаштування частоти. Показано, що при зміщенні частоти спостерігається явний резонансний ефект на ультразвуковому датчику, що різко зменшує амплітуду сигналу, що може впливати на точність вимірювання.

					КвРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	56
		№ докум.	Підпис			

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сашко В. О. Водопостачання. Навчальний посібник / В. О. Сашко, Т. М. Терещенко. – Львів: Ресурсний центр ГУРТ, 2019. – 114 с.
2. Béla G. L. Flow Measurement / G. L. Béla. – London: CRC Press, 1993. – 88 с.
3. TDC-GP30 System-Integrated Solution for Ultrasonic Flow Meters, (Volume 1: General Data and Frontend Description) Datasheet – Eindhoven: ScioSense, 2020. – 99 с.
4. GP30-DEV-KIT Development Kit User Guide, Revision: 4, Release Date: – Eindhoven: ScioSense, 2023. – 30 с.
5. Сідашенко О. І. Ремонт машин та обладнання : підручник / О. І. Сідашенко, О. А. Науменко. – Київ : Агроосвіта, 2014. – 665 с.
6. Ружицький М.А. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / М.А. Ружицький, В.І. Рябець, В.М. Кіяшко. – Київ: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
7. Kvyetnyu R. Basics of Modelling and Computational Methods / R. Kvyetnyu. – Вінниця : ВДТУ, 2007. – 147 с.
8. Дідух Л. Д. Електрика та магнетизм : підручник / Л. Д. Дідух. - Тернопіль : Підручники і посібники, 2020. - 464 с. - Режим доступу : <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/31412..>
9. Качан Ю. Г. Лінійна електротехніка (теоретичні основи) [Текст]: навч. посібник / Ю. Г. Качан.– Запоріжжя: Вида-во Запорізької держ. інж. академії, 2005. – 206 с.
10. Коновалюк О.В. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі: навчальний посібник / О.В. Коновалюк, В.М. Кіяшко, М.В Колісник. – Київ: Аграрна освіта, 2013. – 404 с.
11. Руденко В. С. Промислова електроніка / В. С. Руденко, В. Я. Ромашко, В. В. Трифонюк. – Київ : Либідь, 2003. – 432 с.

					КВРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	57
		№ докум.	Підпис			

22. Виговський В. С. Автоматизація керування живильними насосами енергоблоку потужністю 200 МВт / В. С. Виговський, Ю. С. Грищук // Вісник НТУ «ХП». Серія : Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. – 2015. – № 13 (1122). – С. 20–31.

23. Воробйова О. М. Технічні засоби автоматизації: навч. посіб. / О. М. Воробйова, Ю. В. Флейта. - Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2018. - 208с.

24. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування/ М.Г. Попович, О.В. Ковальчук. -Київ, “Либідь”, 1997.-504 с.

25. Товажнянський Л.Л. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах: Підручник / Л.Л. Товажнянський, С.І. Бухкало, П.О. Капустенко та ін. – Київ: ЦУЛ, 2011. – 832 с.

26. Макаренко В. В. Цифрова та імпульсна схемотехніка. Моделювання та аналіз : навч. посіб. для студентів, які навчаються за напрямом підготовки «Акустотехніка» [Електронний ресурс] / В. В. Макаренко, В. М. Співак // НТУУ «КПІ». – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19099>.

27. Дубовой В. М. Основи застосування ЕОМ у інженерній діяльності / В. М. Дубовой, Р. Н. Кветний. – К. : ІСДО України, 1994. – 285 с.

28. Рудь А.В. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підруч. у 2 т : Т 1 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін. ; за ред. А.В. Рудя. – Київ : Агроосвіта, 2012. – 584 с.; іл.

29. Михайленко В.Є., Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник / В.Є. Михайленко, В.В. Ванін, С.М. Ковальов; За ред. В.Є. Михайленка. – 6-е вид. – К.: Каравела, 2012. – 368 с.

30. Колонтаєвський Ю. П. Промислова електроніка і мікросхемотехніка / Ю. П. Колонтаєвський, А. Г. Сосков. під ред. А. Г. Соскова. – Вид. 2-ге, виправл. і доповн. – Харків : ХДАМГ, 2003. – 281 с.

					КВРАКІТ.2022214.01.08 ПЗ	59
		№ докум.	Підпис			

31. Левченко Т.В. Загальна електротехніка з основами автоматики: Навчальний посібник / Т.В.Левченко. – Київ, 2010. – 358 с.
32. Яковлев В.Ф. Монтаж електрообладнання і систем керування / Яковлев В.Ф. – Київ: Аграрна освіта, 2009. – 348 с.
33. Панчевний Б. І. Загальна електротехніка: теорія і практика / Б. І. Панчевний, Ю. Ф. Свергун. - 2-ге вид. - Київ : Каравела, 2004. - 440 с.
34. Бойко В. І. Мікрокомп'ютерна техніка / В. І. Бойко, А. Т. Нельга. - 2-ге вид. - Київ : Науково-методичний центр вищої освіти, 2008. - 254 с.
35. Акопов, А. С. Імітаційне моделювання: підручник і практикум для академічного бакалаврату / А. С. Акопов. - Київ : "Корнійчук", 2017. – 136с.
36. Коруд В.І. Електротехніка: Підручник / В.І. Коруд, О.Є. Гамола, С.М. Малинівський. – 3-є вид., переробл. і доп. – Львів: Магнолія Плюс, 2006. – 447 с.
37. Ковалюк Д.О. Інтеграція програмних засобів систем керування: Д.О. Ковалюк, О.О. Ковалюк, В.І. Бородін, М.М. Степанюк // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського, Серія: технічні науки. – Том 30 (69) Ч. 1 № 1, – 2019, ст. 56-60.
38. Костинюк Л.Д. Моделювання електроприводів/ Л.Д. Костинюк, В.І. Мороз, Я.С. Паранчук.. - Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2004. - 404 с.
39. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г.,Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.
40. Ткачук В.І. Електромеханотроніка. Підручник/ В.І. Ткачук. - Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2006. - 440 с.
41. Волох П.В. Довідникова книга з електроенергетики: навчальний посібник/, М.П. Цоколенко, Л.В. Ревенко, В.А. Грічаненко та ін. –Київ : Аграрна освіта, 2014. – 506 с.
42. Титаренко М.В., Електротехніка: Навчальний посібник/ М.В. Титаренко. – Київ: Кондор, 2013. – 240 с.

ДОДАТОК А
ПРЕЗЕНТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

**Система автоматизованого обліку витрати
ВОДИ**

Студент: Владислав Чубатюк
Керівник: Валерій Мартинюк, д.т.н, проф.

Методи вимірювання потоку води



Лопасний лічильник



Пропелерний лічильник



Конусний лічильник



Ротамер

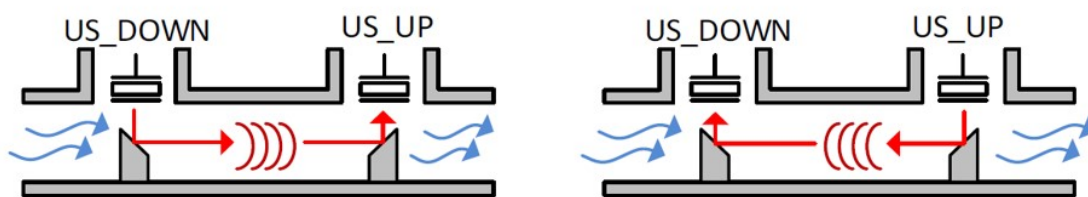


Сонарний лічильник



Магнітний лічильник

Ультразвуковий метод вимірювання потоку води



$$t_{down} = \frac{L}{c_0 + v}$$

$$t_{up} = \frac{L}{c_0 - v}$$

$$v \approx \frac{\Delta t * c_0^2}{2 * L}$$

t_{up}, t_{down} - час проходження ультразвукового сигналу вгору і вниз;

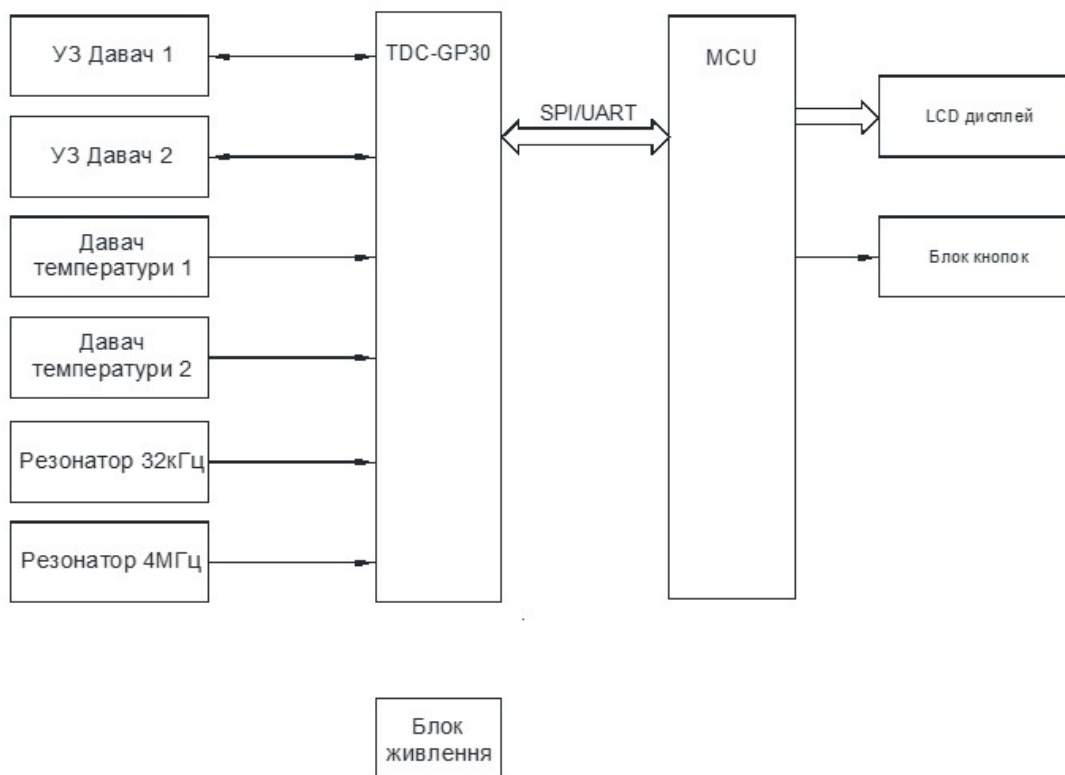
$\Delta t = t_{up} - t_{down}$ - різниця часу проходження ультразвукового сигналу вгору і вниз;

L - шлях проходження ультразвуку у рідині паралельно потоку;

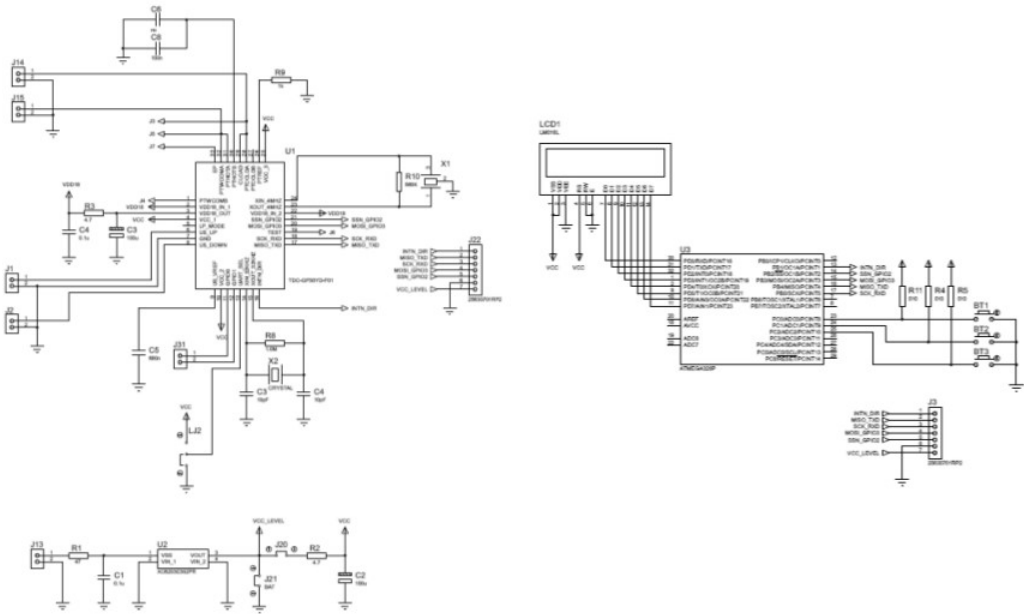
c_0 - швидкість ультразвуку в рідині;

v - швидкість потоку рідини.

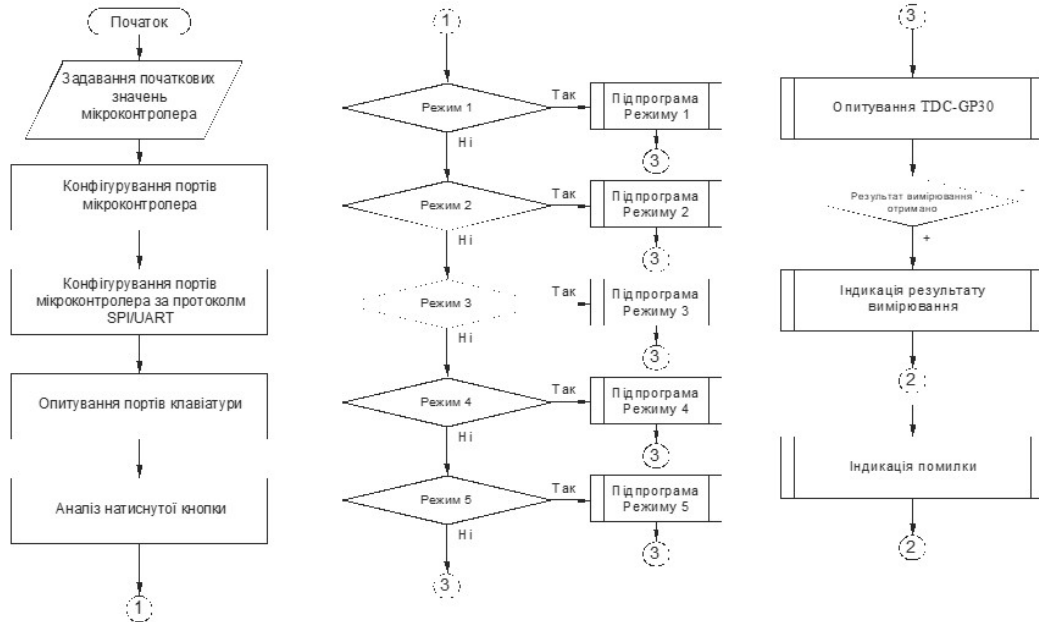
СТРУКТУРНА СХЕМА ПРИБОРУ



Принципова схема пристрою



Алгоритм роботи програми



ВИСНОВКИ

- В роботі було праведно аналіз методів виміру потоку води. Всі способи діляться на механічні і немеханічні. К механічним відносимо методи які застосовують прямий вплив потоку рідини на давач, тобто обертання лопатей або турбіни. І після цього за оборотом перетворювача вимірюють об'єм рідини.
- К немеханічним відносимо перетворювачі, які застосовують вимірвальні сигнали на які впливає потоку рідини, а саме, звукові, світлові, температурні тощо.
- Встановлено що зручним методом є метод подвійного проходження УЗ хвилі вгору і вниз. Такий метод за затримкою проходження УЗ хвилі дозволяє просто і точно вирахувати швидкість потоку рідини, і застосувавши площу перерізу труби, об'єм проходження рідини за одиницю часу.
- Провдено обґрунтування обрання мікросхеми TDC-GP30 для проведення вимірювання потоку рідини. Наведено опис методу вимірювання, основні характеристики та особливості роботи мікросхеми.
- Проведено розробку схем електричних структурної та принципової. Розроблено схему електричну структурну, основними складовими якої є вимірювальна мікросхема TDC-GP30, мікроконтролер Atmega328P, рідинно-кристалійний дисплей, а також додаткові блоки що визначають конфігурацію пристрою. Описано робота схем. Представлено перелік елементів в якому наведено значення елементів та їх коди замовлення.
- Проведено розробку алгоритму мікроконтролера, що дозволяє параметризувати вимірювальний модуль на основі мікросхеми TDC-GP30. Цей алгоритм потребує застосування даних констант наведених у відповідній таблиці, що описують базові параметри мікросхеми.
- Розроблено друковану плату модуля вимірювання. Для зменшення габаритів плати використано SOIC та SMD елементи.
- Досліджено проходження ультразвукового сигналу через воду. Для цього використано генератор прямокутних сигналів із можливістю переналаштування частоти. Показано, що при зміщенні частоти спостерігається резонансний ефект на ультразвуковому давачі, що різко зменшує амплітуду сигналу, що може впливати на точність вимірювання.

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Чубатюк Владислав Миколайович

Тема: Система автоматизованого обліку витрати води

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість презентаційних слайдів 7 Кількість сторінок записки 61

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: у роботі розроблено систему автоматизованого обліку витрати води.

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: В роботі було праведно аналіз методів виміру потоку води. Встановлено що зручним методом є метод подвійного проходження УЗ хвилі вверх і вниз. Такий метод за затримкою проходження УЗ хвилі дозволяє просто і точно вирахувати швидкість потоку рідини, і застосувавши площу перерізу труби, об'єм проходження рідини за одиницю часу. Проведено обґрунтування обрання мікросхеми TDC-GP30 для проведення вимірювання потоку рідини. Наведено опис методу вимірювання, основні характеристики та особливості роботи мікросхеми. Проведено розробку схем електричних структурної та принципової. Проведено розробку алгоритму мікроконтролера, що дозволяє параметризувати вимірювальний модуль на основі мікросхеми TDC-GP30. Розроблено друковану плату модуля вимірювання.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: у роботі недостатньо уваги приділяється огляду існуючих технічних рішень

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

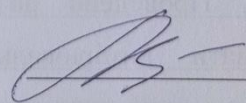
8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: задовільно (3,50/D)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи)

Радельчук Галина Іванівна, к.т.н., доцент кафедри ПІЗ, ХНУ

“ 17 ” червня 2024 р.

 (підпис)

Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

ID перевірки:
1016383351

Дата перевірки:
23.06.2024 12:17:33 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
23.06.2024 13:03:19 EEST

ID користувача:
100005862

Назва документа: Чубатюк_антиплагіат

Кількість сторінок: 61 Кількість слів: 9971 Кількість символів: 75833 Розмір файлу: 2.92 MB ID файлу: 1016193683

827 слів позначені як "вилучені" та не враховуються у підрахунку слів

7.23% Схожість

Найбільша схожість: 3.79% з Інтернет-джерелом (<https://gurt.org.ua/uploads/news/files/2018-7/%D0%92%D0%BE%D0%B>)

5.69% Джерела з Інтернету

57

Сторінка 63

1.86% Джерела з Бібліотеки

10

Сторінка 63

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0.07% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

0.02% Вилучення з Інтернету

21

Сторінка 64

0.04% Вилученого тексту з Бібліотеки

29

Сторінка 64

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

3

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 2.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 20%

ID: 132264 Назва: БКР Система автоматизованого обліку витрати води Додано в БД: 2024-06-23 Автора: Владислав ЧУБАТЮК Керівники: Валерій МАРТИНЮК Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	78659	571	2239 (3%)	22 (4%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

Завідувачу кафедри АКІТтаР
д-ру техн.наук, проф. Мартинюку В.В.

Чубатюк В.М.

ІІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 3 курсу, групи АКІТс-21-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

1.06.2024

дата

Чубатюк В.М.

підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
РОБОТОТЕХНІКИ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Система автоматизованого обліку витрати води

Автор: Владислав ЧУБАТЮК

Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Освітня програма: Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Науковий керівник: д.т.н., проф. Валерій МАРТИНЮК

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої й електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того, як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1) у тексті кваліфікаційної роботи системами перевірки на плагіат виявлено схожість з деякими документами в частині загальноживаних обов'язкових словосполучень у стандартних бланках (титулка, відомість документів), у структурі змісту, назвах розділів/підрозділів тощо, у назвах публікацій у переліку джерел посилання;

2) усі запозичення є фрагментарними або мають належним чином оформленні посилання;

3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 7,23% і адресується до 57 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи

Валерій МАРТИНЮК

Юрій ФОРКУН

Валерій МАРТИНЮК