

**Ультразвуковий амплітудно-
частотний витратомір. Ч.1
Ультразвуковий вимірювальний
перетворювач**

Актуальність теми

Створення і розвиток нових технологій і виробничих процесів, збільшення вартості енергетичних ресурсів привело до потреби вимірювання витрати газу, що протікає в газопроводах з більшою точністю. В даний час розроблено велику кількість витратомірів, які використовують різні методи вимірювання витрати, що розрізняються між собою областю застосування і метрологічними характеристиками. Найбільш перспективними є методи вимірювання витрати з використанням акустичних хвиль. Існуючі ультразвукові частотні витратоміри недостатньо точні через використання недосконалих методів вимірювання об'ємної витрати газу.

Мета

Метою даної магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення точності визначення витрат природного газу.

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗРОБОК УЛЬТРАЗВУКОВИХ ВИТРАТОМІРІВ.

Переваги ультразвукового методу виміру об'ємної витрати газу

- похибка при калібруванні може складати до 0,1%;
- здатність працювати в широкому діапазоні швидкостей потоку;
- за своєю природою двонаправлений: вимірює швидкість плинного середовища в двох напрямках;
- стійкість до «вологого» газу, що є важливо для видобувних компаній;

відсутність механічних частин;

- відсутність падіння тиску;
- не потребують частого обслуговування;
- самодіагностика: дані для визначення стану лічильника легко доступні.

Аналіз використувуваних УЗВ

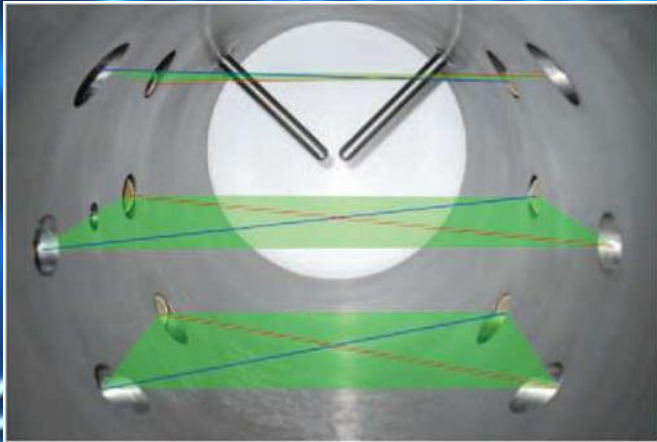
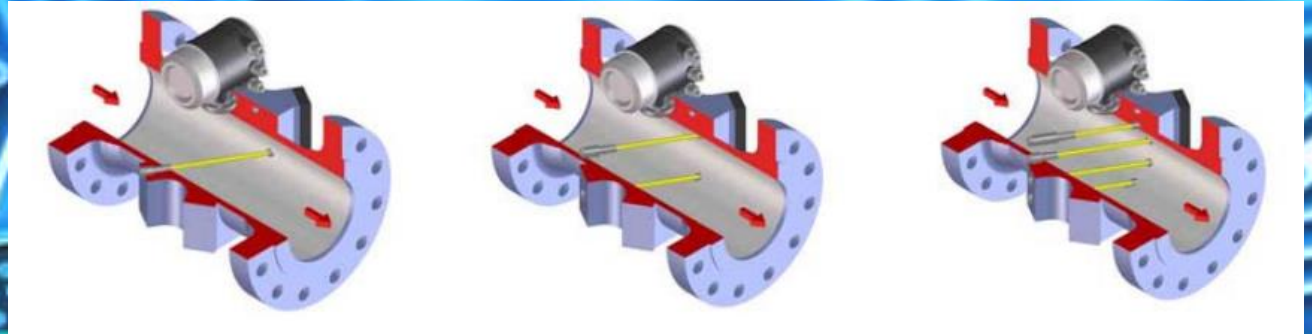


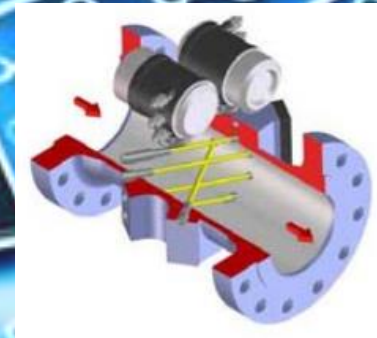
Рисунок 1 – Розміщення вимірювальних ниток в ECOSONIC X12 (на задньому плані два температурних кармана)



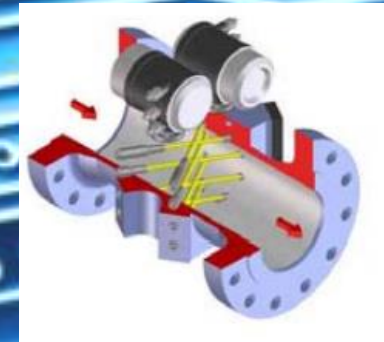
а)

б)

в)



г)



д)

Рисунок 2 – Схема розташування променів FLOWSIC600: а) 1-променевий; б) 2-променевий; в) 4-променевий г) 2plex; д) Quatro

Аналіз використаних УЗВ

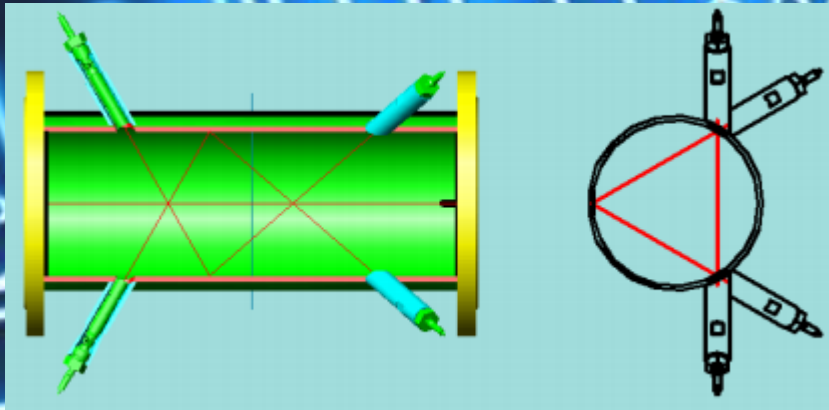
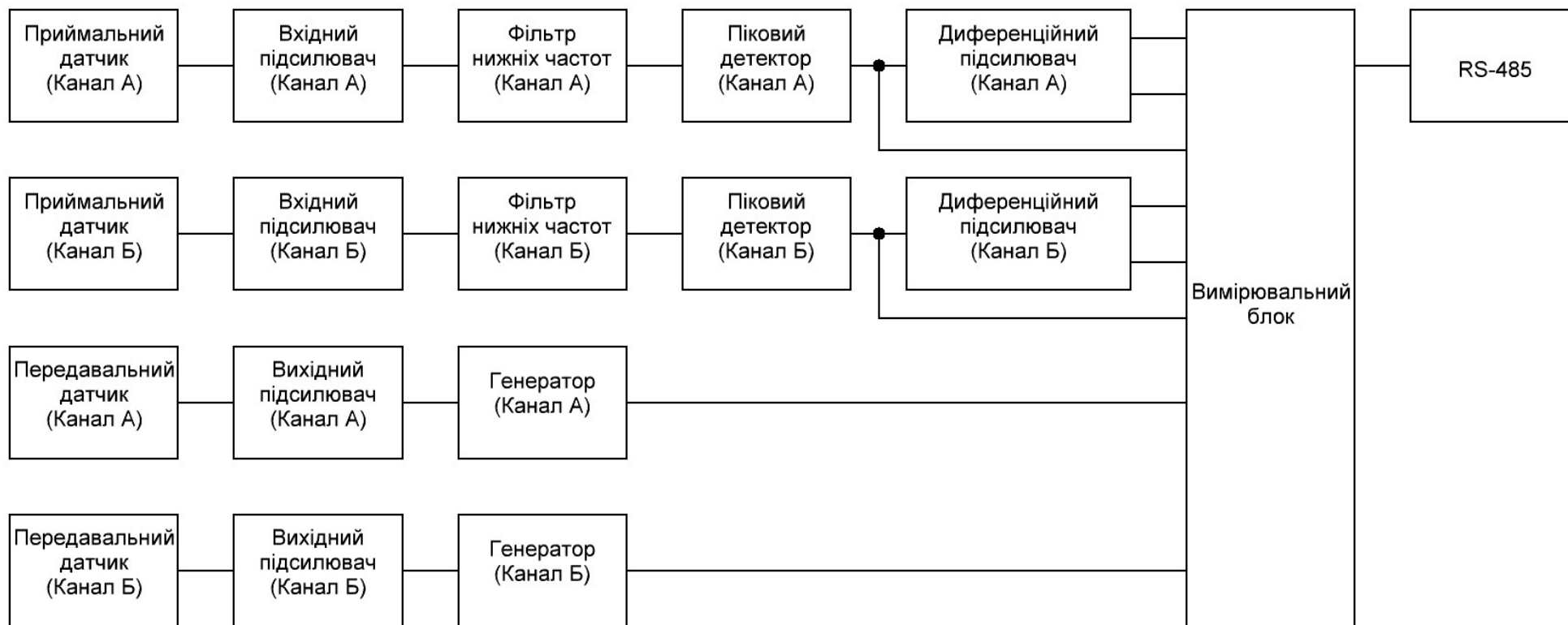


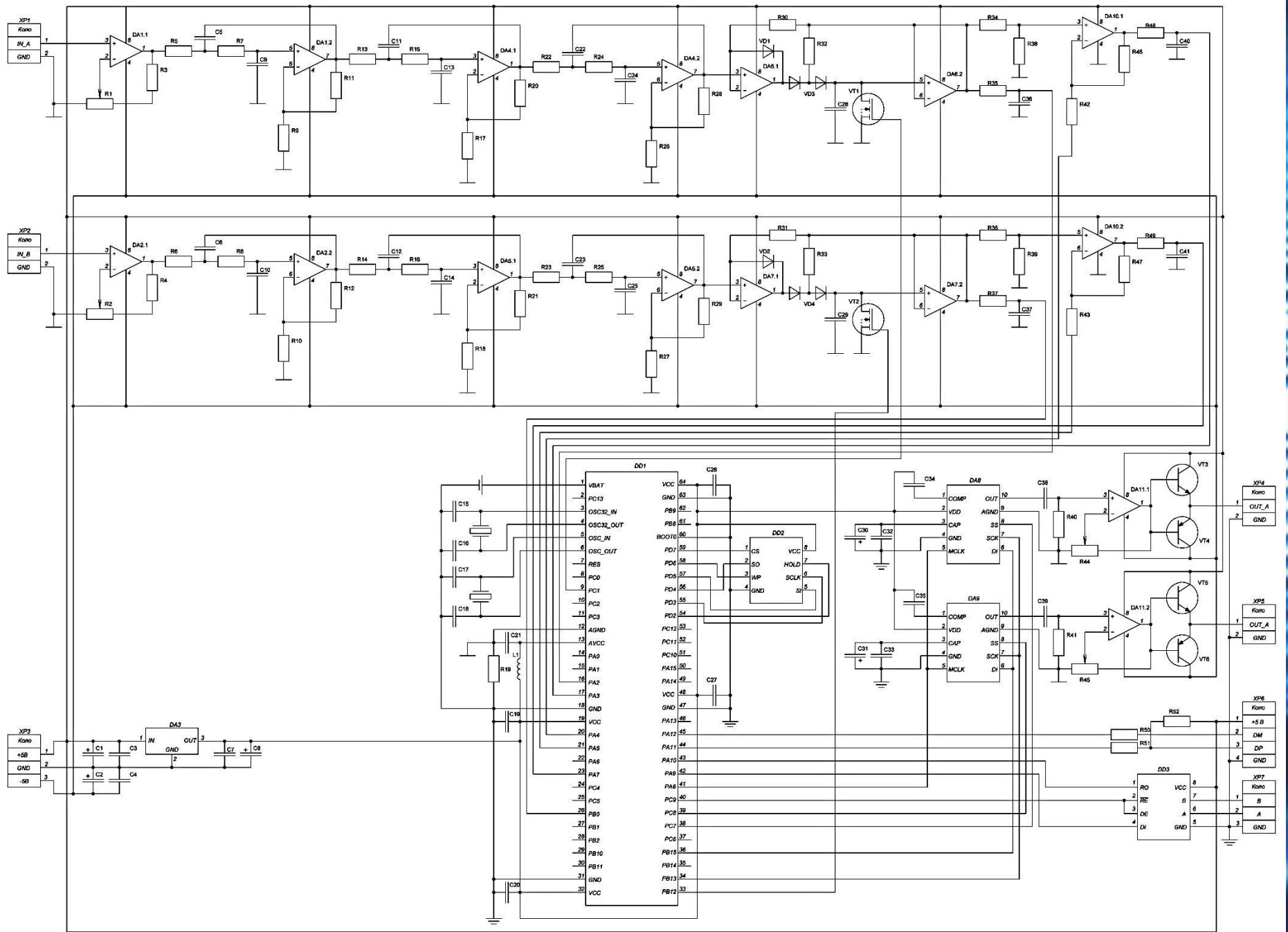
Рисунок 3 – Схема розташування променів в ГУВР-011



Рисунок 4 – Схема розташування вимірювальних каналів в Q.Sonic: а) Q.Sonic-3; б) Q.Sonic-4; в) Q.Sonic-5

2 РОЗРОБКА ТА МОДЕЛЮВАННЯ СХЕМИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА УЛЬТРАЗВУКОВОГО АМПЛІТУДНО-ЧАСТОТНОГО ВИТРАТОМІРА





Математична модель

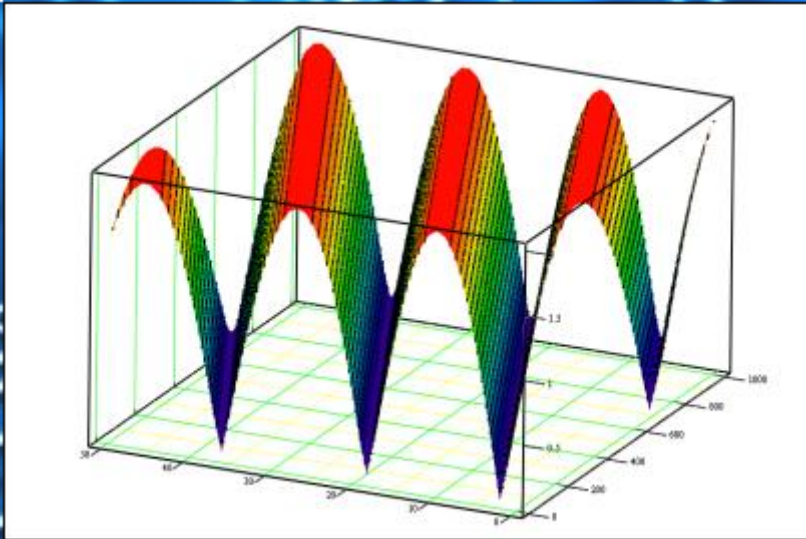


Рисунок 5 – Залежність функції I від швидкості потоку та частоти ультразвукової хвилі

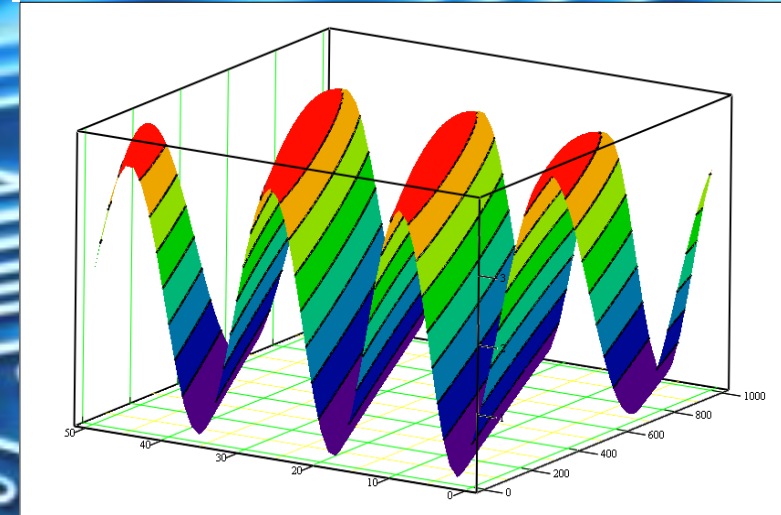


Рисунок 6 – Залежність статичного тиску ультразвукової хвилі від швидкості потоку та частоти

Математична модель

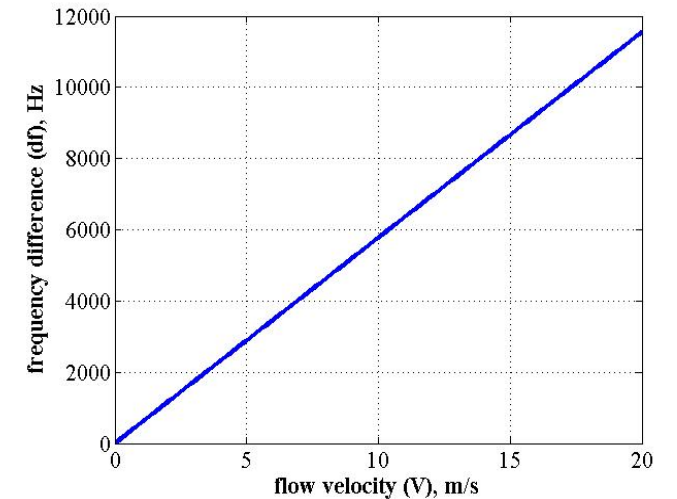
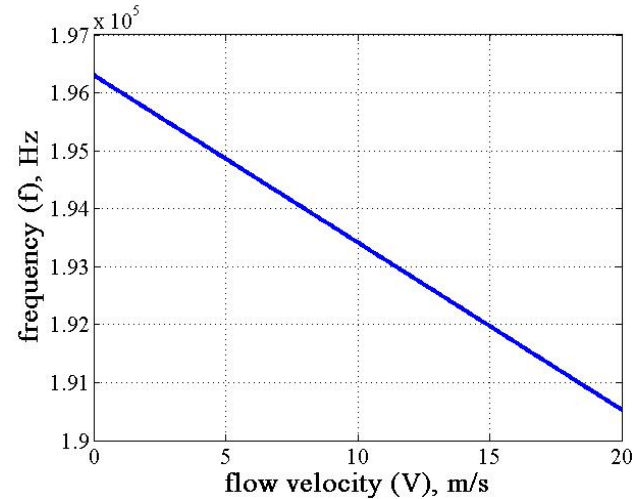
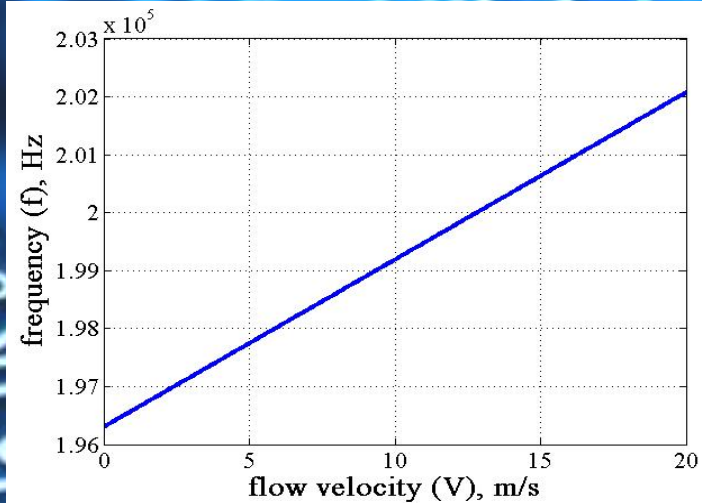


Рисунок 7 – Залежність швидкості потоку від а) частоти за потоком б) частоти проти потоку

Рисунок 8 – Залежність різниці частот за та проти потоку від швидкості потоку

Моделювання роботи вхідного підсилювача та фільтра

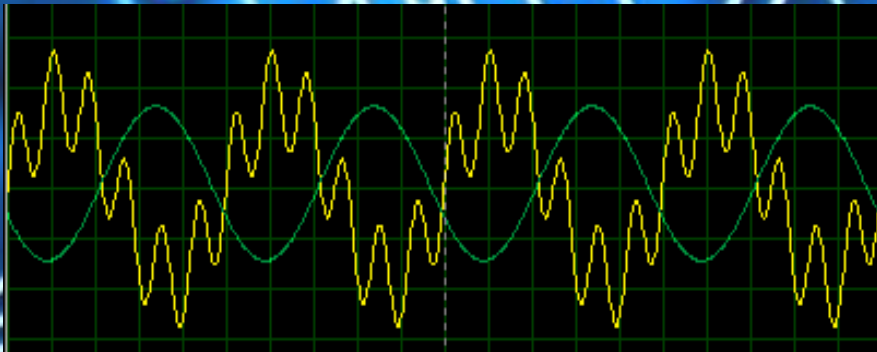


Рисунок 9 – Результат моделювання у середовищі ISIS Proteus 7.7 для несучого сигналу з частотою 200 кГц та амплітудою 18 мВ при шумові з частотою 1,2 МГц та амплітудою 10 мВ

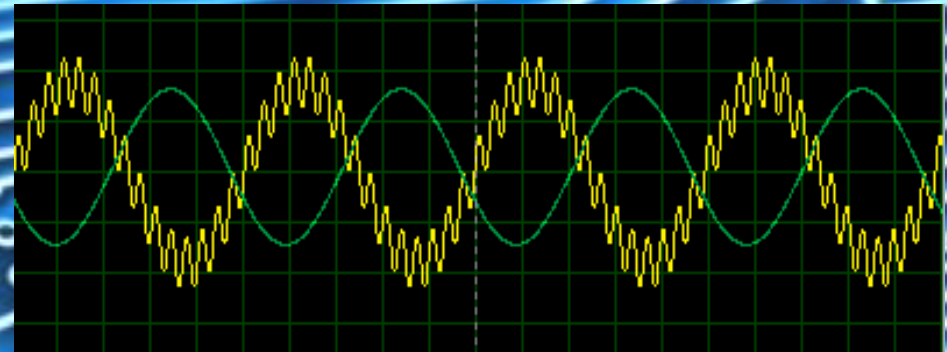


Рисунок 10 – Результат моделювання у середовищі ISIS Proteus 7.7 для несучого сигналу з частотою 200 кГц та амплітудою 18 мВ, при шумові з частотою 3 МГц та амплітудою 5 мВ

Перехідна характеристика

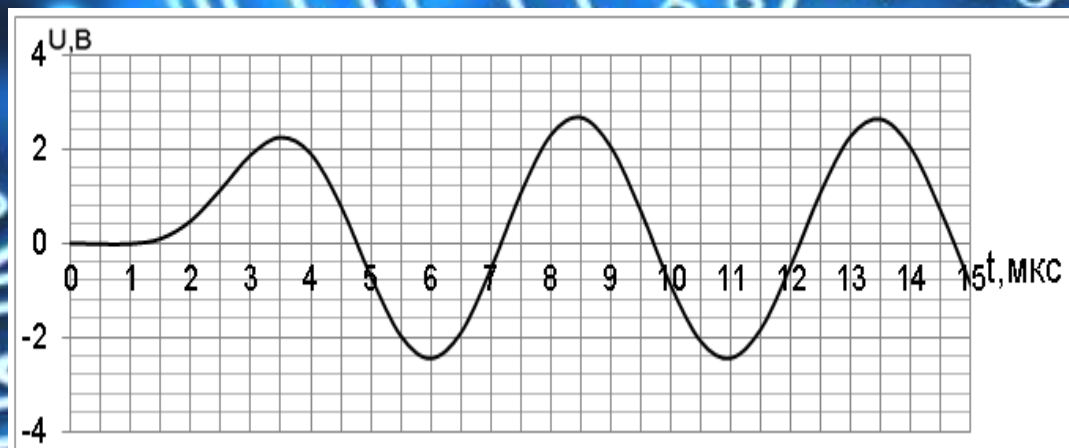


Рисунок 11 – Перехідна характеристика вхідного підсилювача та фільтра нижніх частот

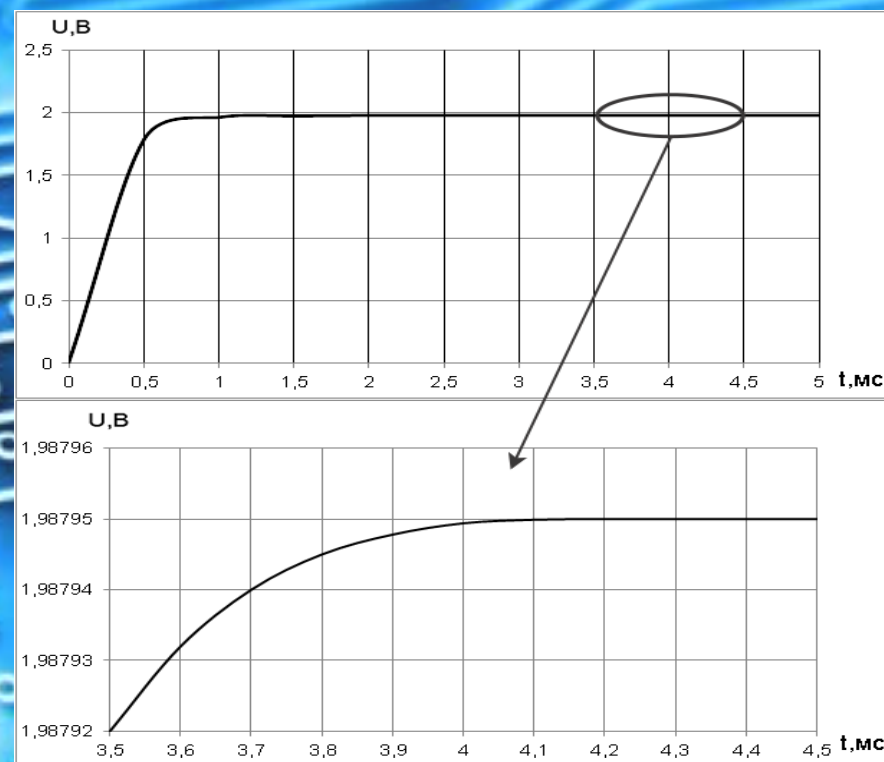


Рисунок 12 – Моделювання перехідної характеристики пікового детектора

Алгоритм роботи

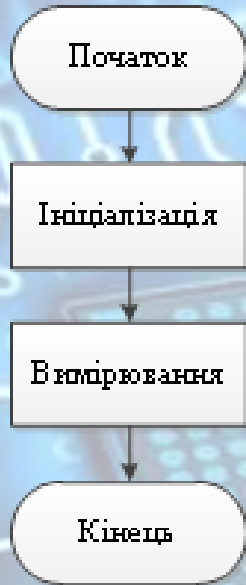


Рисунок 13 – Алгоритм роботи ультразвукового вимірювального перетворювача



Рисунок 14 – Алгоритм виведення інформації



Рисунок 15 – Алгоритм запису інформації

Алгоритм роботи

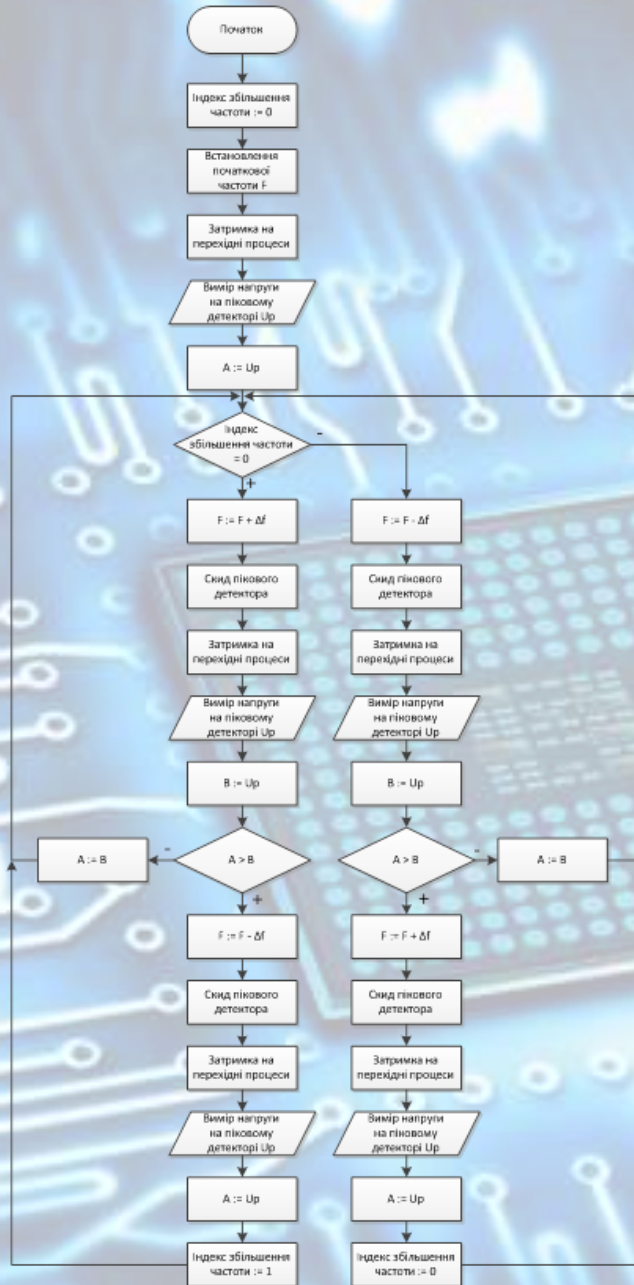


Рисунок 16 – Алгоритм вимірювання швидкості потоку

3 РОЗРОБКА ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА УЛЬТРАЗВУКОВОГО АМПЛІТУДНО- ЧАСТОТНОГО ВИТРАТОМІРА В СЕРЕДОВИЩІ ALTIUM DESIGNER

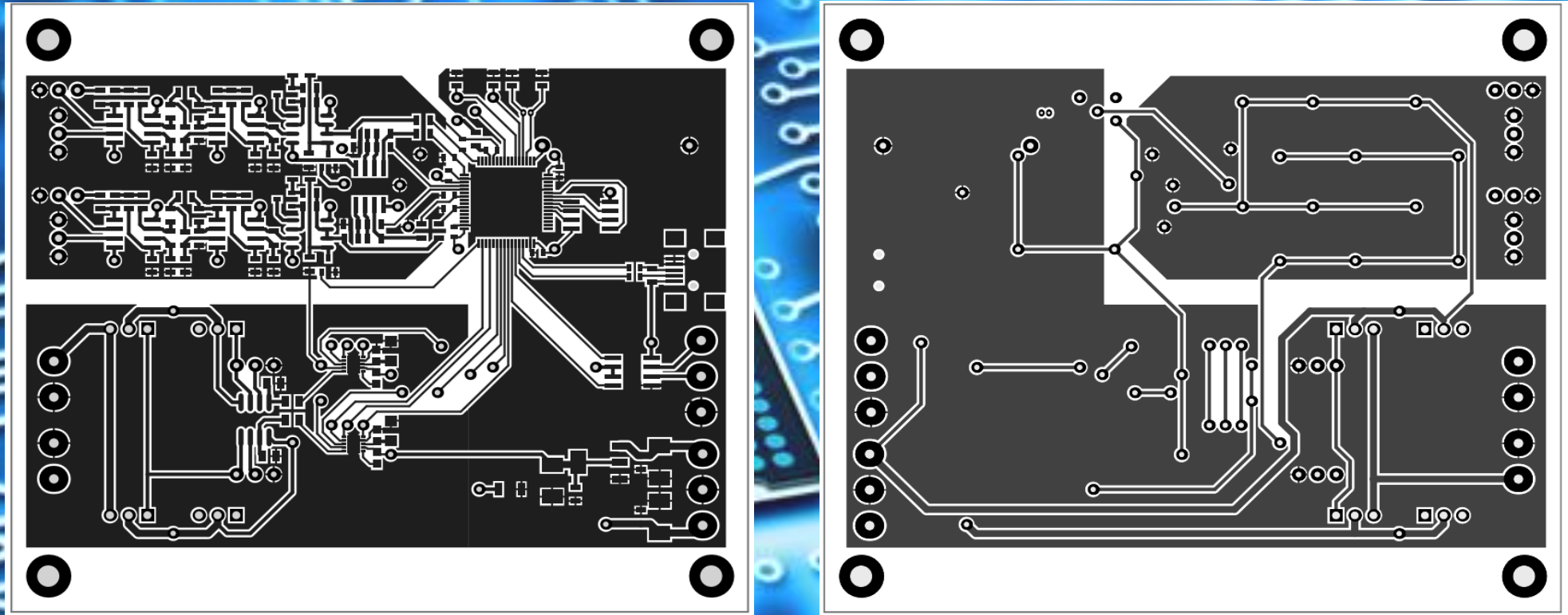


Рисунок 17 – Друкована плата ультразвукового вимірювального перетворювача
ультразвукового амплітудно-частотного витратоміра

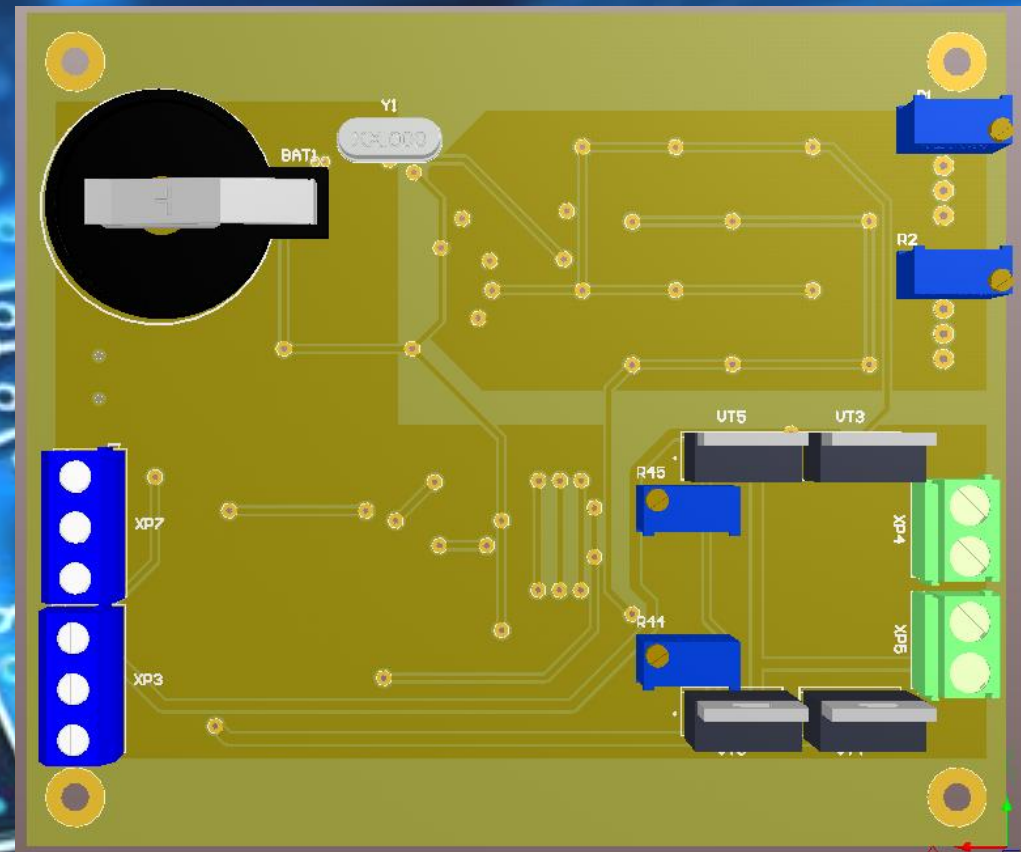
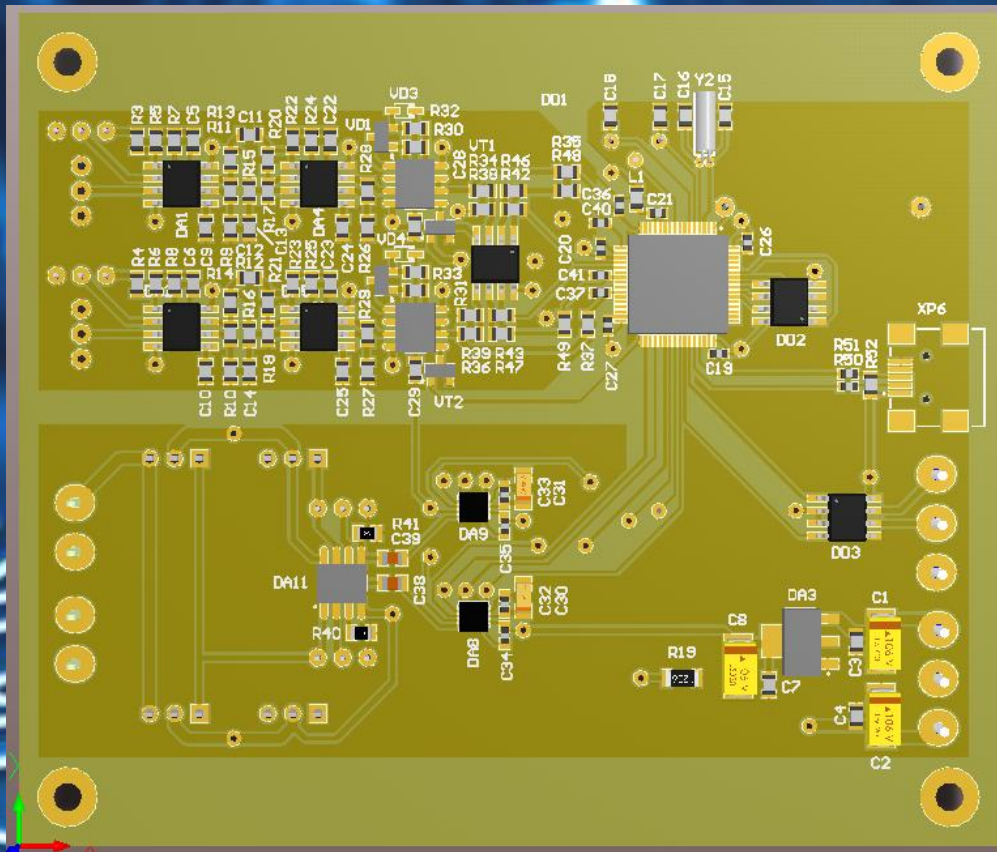


Рисунок 18 – 3D візуалізація друкованої плати

Висновки

Проаналізовано сучасний стан розробок ультразвукових витратомірів. Одним з найточніших витратомірів на сьогоднішній день є ультразвукові частото-імпульсні витратоміри. Однак такі витратоміри мають більші похибки вимірювання при використанні у трубопроводах малого діаметру.

Розроблено математичну модель для ультразвукового амплітудно-частотного витратоміра .

Розроблено структурну та електричну принципову схеми ультразвукового вимірювального перетворювача ультразвукового амплітудно-частотного витратоміра, наведено принцип його роботи.

Розроблено конструкцію та складальне креслення вимірювальних ультразвукових датчиків .

Проведено моделювання розробленої схеми по блокам, яке показало працездатність ультразвукового вимірювального перетворювача ультразвукового амплітудно-частотного витратоміра .

Розроблено блок схему алгоритму роботи програми та написано програму для мікроконтролерів .

Проведено розрахунок параметрів друкованої плати та обрано її тип – двостороння. Для даного типу плати проведений розрахунок ширини друкованих провідників, діаметрів монтажних отворів та контактних площадок. Використовуючи Altium Designer було створено проект та проведено трасування плати. Розміри створеної друкованої плати становлять 100×85 мм; товщина плати – 1,5 мм. На основі проєкта Altium Designer розроблено друковану плату та складальне креслення, які наведені в графічній частині .

В економічній частині розраховано витрати на розробку та виготовлення нового технічного рішення сума яких складає 226687,24 гривень. В результаті аналізу обрахунків зроблено висновок, що спроектований пристрій передачі у виробництві дешевший за аналог і є високо конкуренто спроможним. Період окупності складе близько 2,12 роки.

Розглянуто такі аспекти охорони праці, як аналіз небезпечних та шкідливих виробничих чинників у виробничому приміщенні , здійснено розрахунок послаблення ультразвуку екраном, що складає 1,272 дБ, а також наведено норми пожежної безпеки.