

Ультразвуковий засіб визначення густини газового потоку

*Виконала ст. гр. МП-16
Науковий керівник*

*Столяр Анастасія Вікторівна
Білинський Йосип Йосипович*

Актуальність теми:

Вимірювання густини газоподібних енергоносіїв, зокрема природного газу, має велике значення для всіх галузей промисловості. Слід відмітити, що на кожному із промислових вузлів густина газу може бути різною, що впливає на його об'єм. Це зумовлює постійний та швидкий розвиток засобів вимірювання густини газу, зокрема, ультразвуковими методами. Існуючі ультразвукові густиноміри недостатньо точні через використання недосконалих методів вимірювання густини газу.

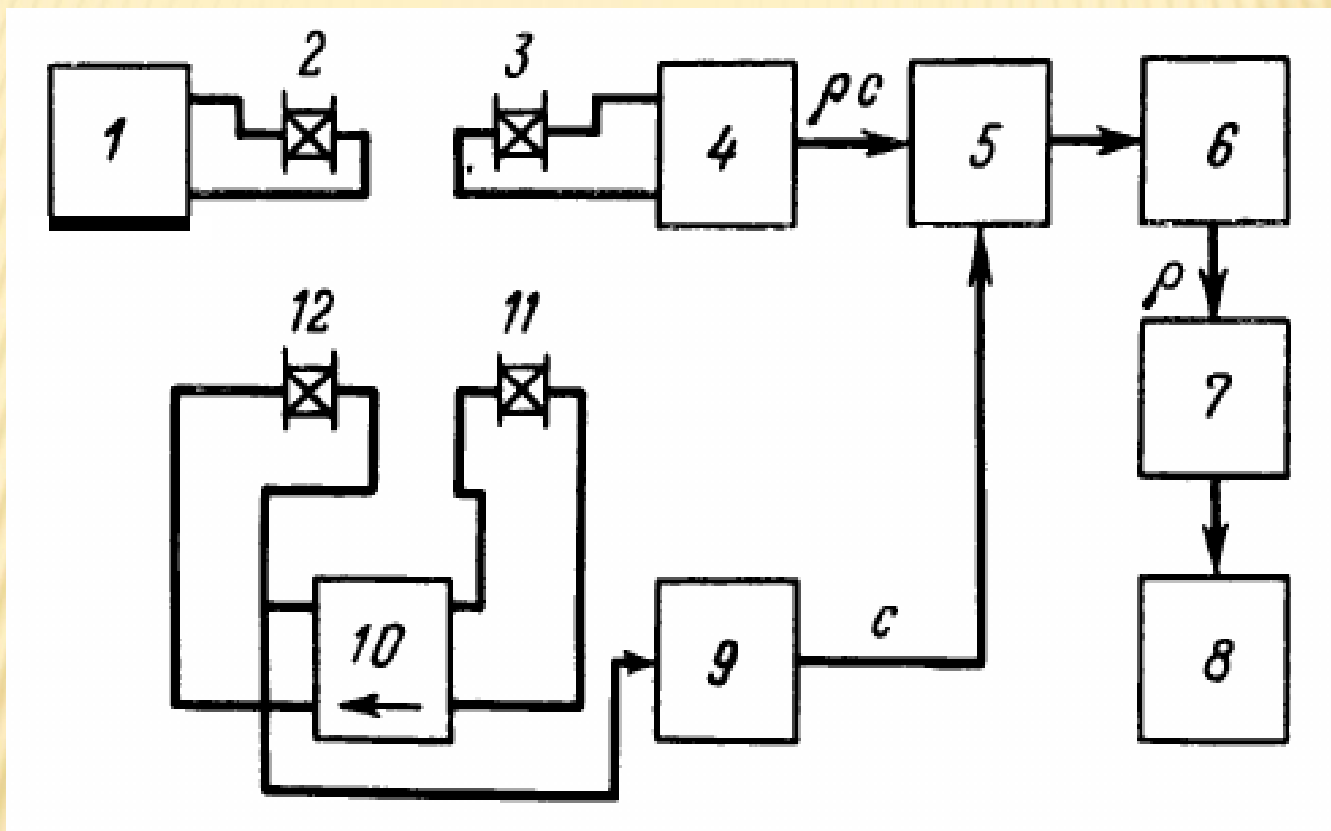
Мета дослідження:

Метою роботи є підвищення точності вимірювання ультразвукового густиноміра газу шляхом використання інтерференції в межах ближньої зони.

Задачі дослідження:

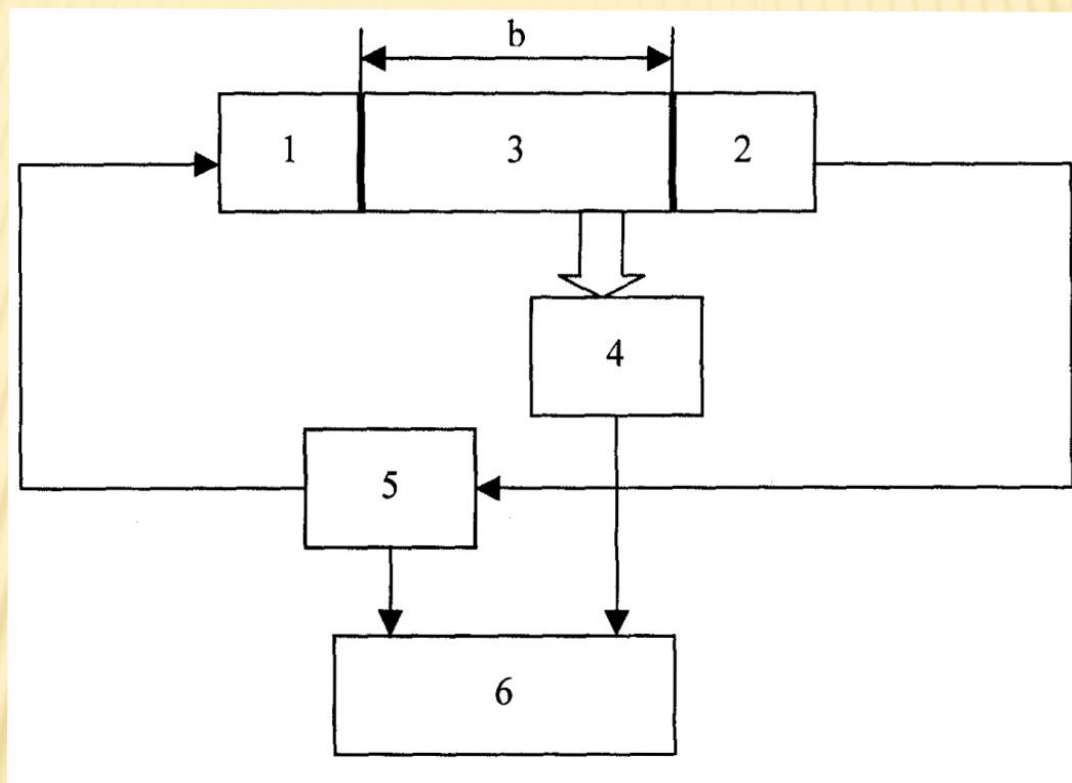
- проаналізувати існуючі густиноміри газу;
- розглянути принцип роботи ультразвукового густиноміра та розробити структурну схему та схему електричну принципову ультразвукового густиноміра;
- провести моделювання схеми блоку детектування для обробки сигналу ультразвукового густиноміра у середовищі ISIS Proteus;
- провести розрахунок параметрів друкованої плати блоку детектування для обробки сигналу ультразвукового густиноміра;
- розробити заходи по охороні праці;
- розрахувати економічну частину.

УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ГУСТИНОМІР



Недоліком такого способу є неможливість автоматичного контролю густини різних видів рідин і їх сумішей, обумовлена необхідністю апіорного знання виду контрольованої рідини.

УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ГУСТИНОМІР



Недоліком такого пристрою є досить велика похибка контролю густини рідини обумовлена його температурною залежністю.

Частота ультразвукової хвилі визначається :

$$f = \frac{D(V_{узх})}{2a^2}$$

де D – діаметр трубопроводу; a – діаметр п'єзоелементу;
Прирівнявши до формули частоти ультразвукової хвилі вираз:

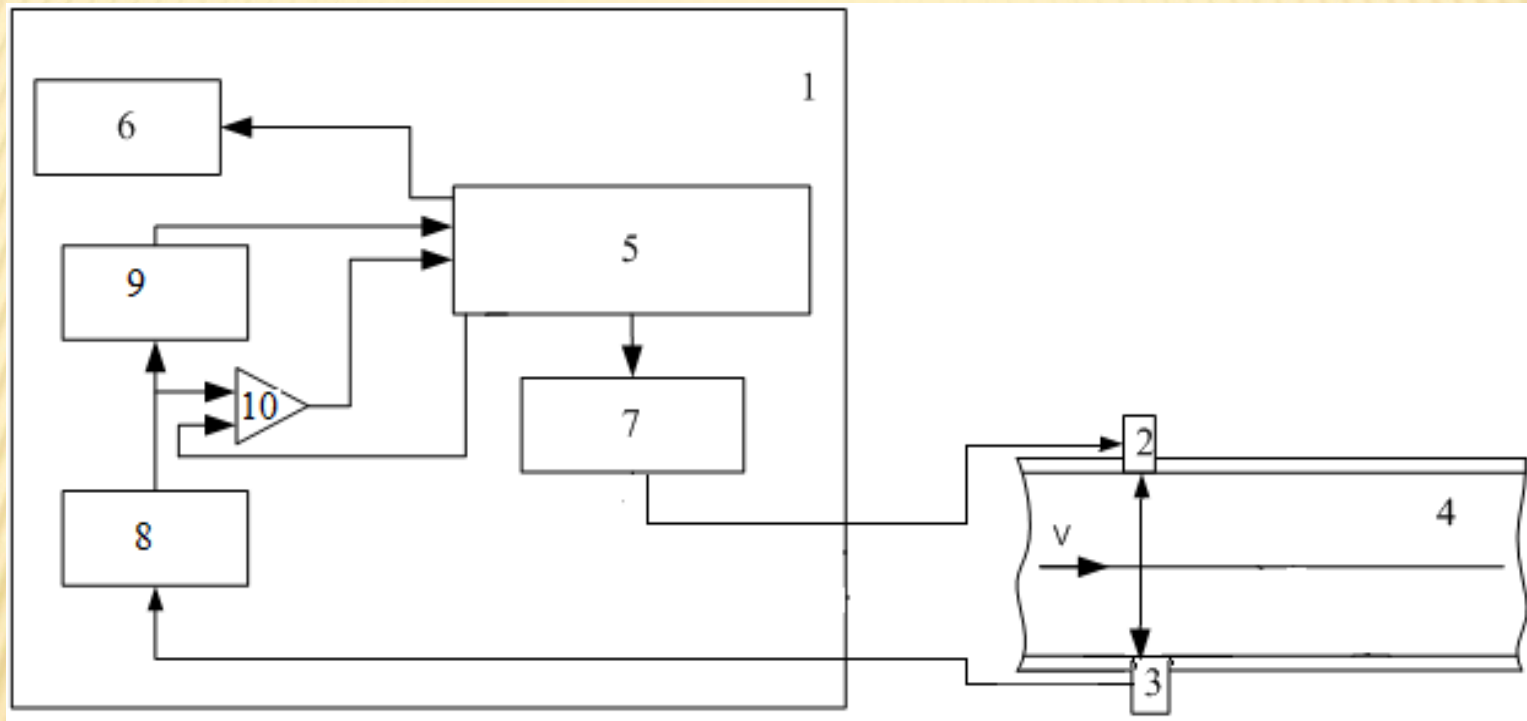
$$V_{узх} = 18,591(T\gamma k/\rho_0)^{0.5}$$

де T – абсолютна температура; γ – коефіцієнт Пуассона; k – коефіцієнт стисливості.

Отримаємо формулу для визначення густини газу:

$$\rho_0 = \frac{345.625T\gamma k}{\left(\frac{fa^2}{D}\right)^2}$$

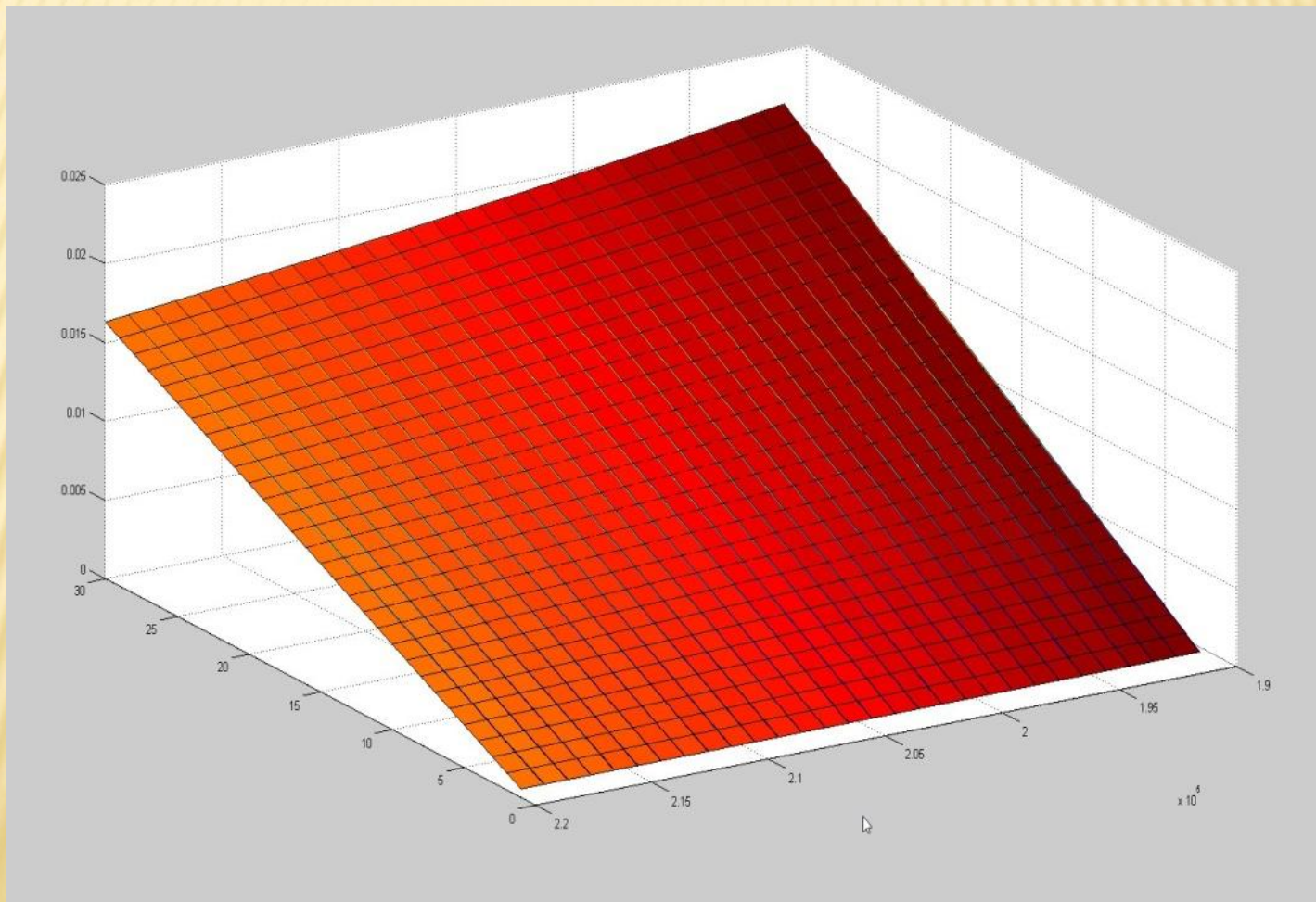
СТРУКТУРНА СХЕМА УСТАНОВКИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ГУСТИНОМІРА



1- блок формування та аналізу електричних імпульсів, 5 - контролер, 6 - індикатор, 7- генератор змінної частоти, 8 - підсилювач, 9 - аналогово-цифровий перетворювач 10 - компаратор, 4 вимірювальна ділянка трубопроводу, 2 - електроакустичний випромінюючий перетворювач, 3 - електроакустичний приймальний перетворювач.

ГРАФІК ЗАЛЕЖНІСТЬ ГУСТИНИ ГАЗУ ВІД ЧАСТОТИ ТА ТЕМПЕРАТУРИ

Вхідні параметри моделювання наступні: $\alpha=90^\circ$, $f = 190-215$ кГц,
 $D = 0.025$ м, $T=1-30$ °С, $k=0,9718$, $\gamma=0.3$, $a = 0.007$ м.



БЛОК-СХЕМА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ГУСТИНОМІРА



Схема пристрою блоку детектування для обробки сигналу ультразвукового густиноміра

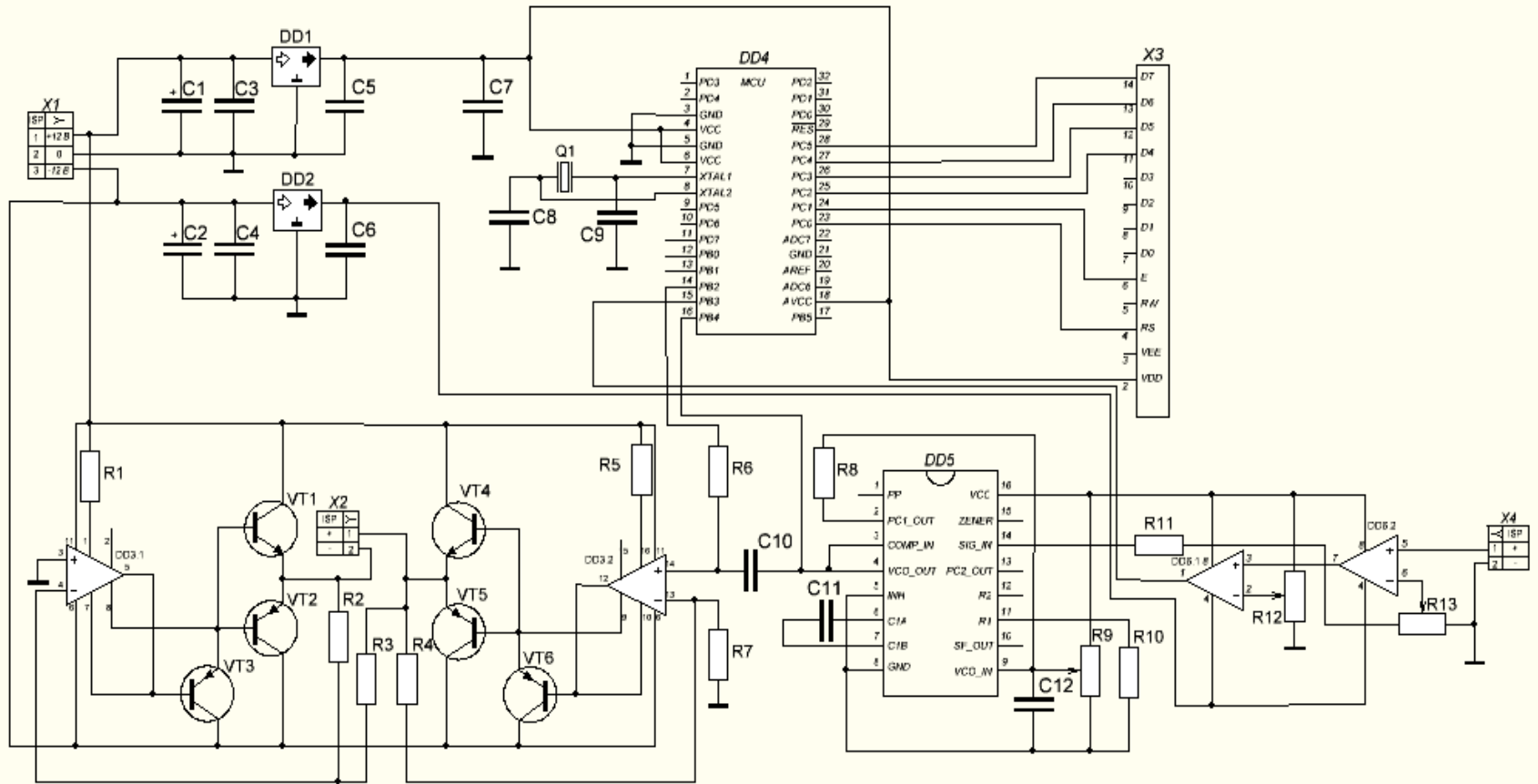
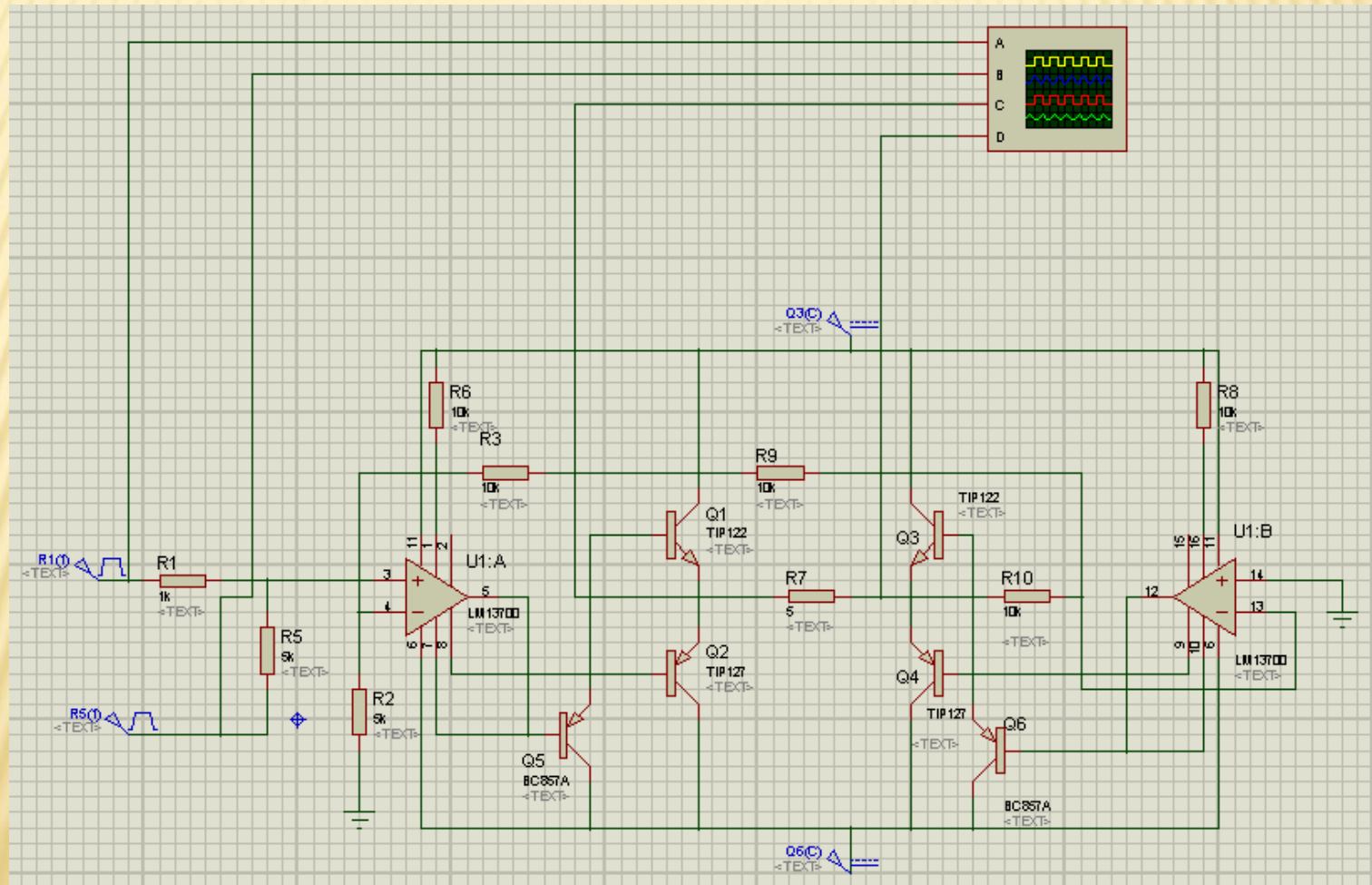


Схема моделювання двох напівперіодного підсилювача потужності



Результати моделювання процесу підсилення потужності

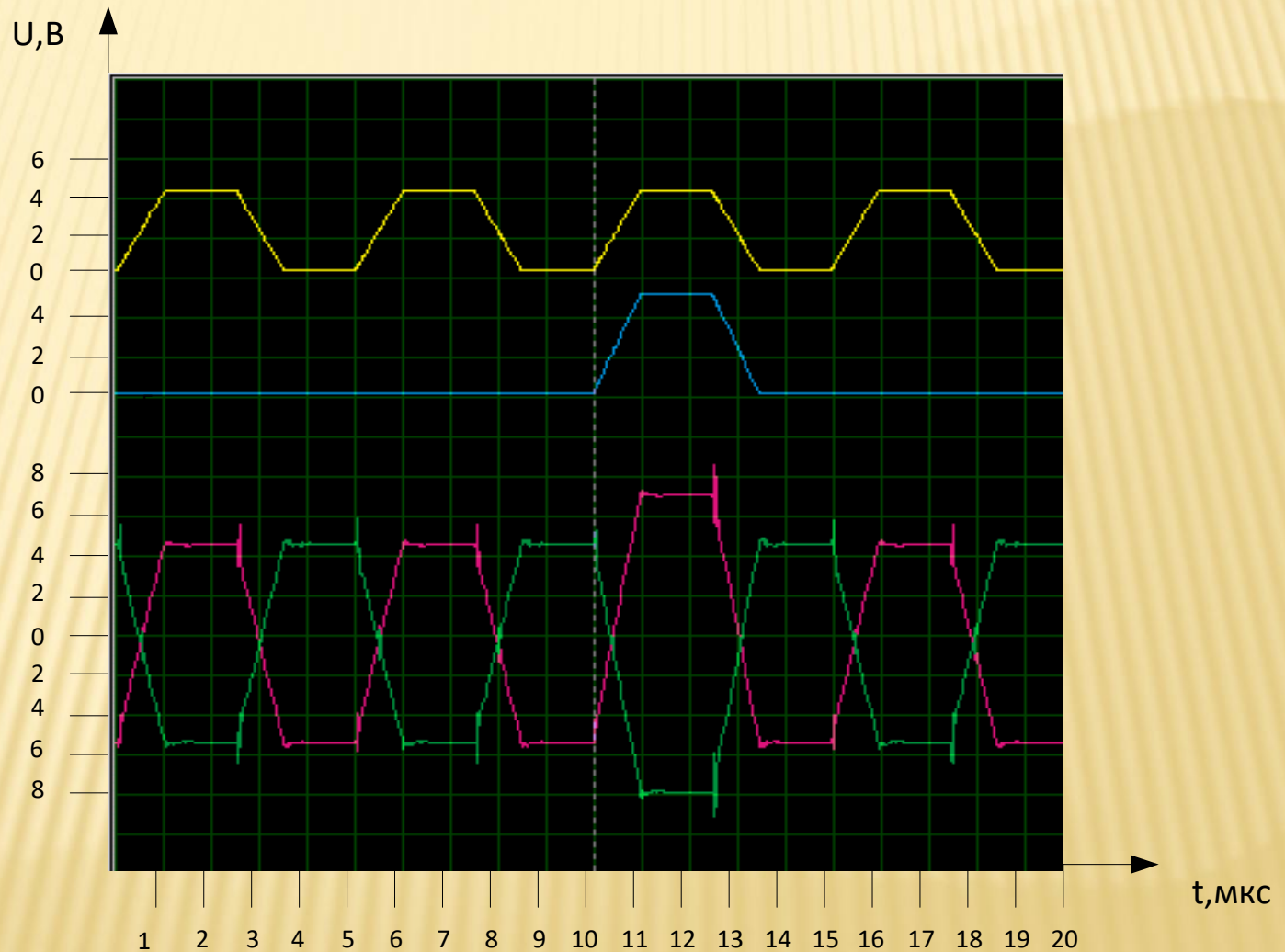
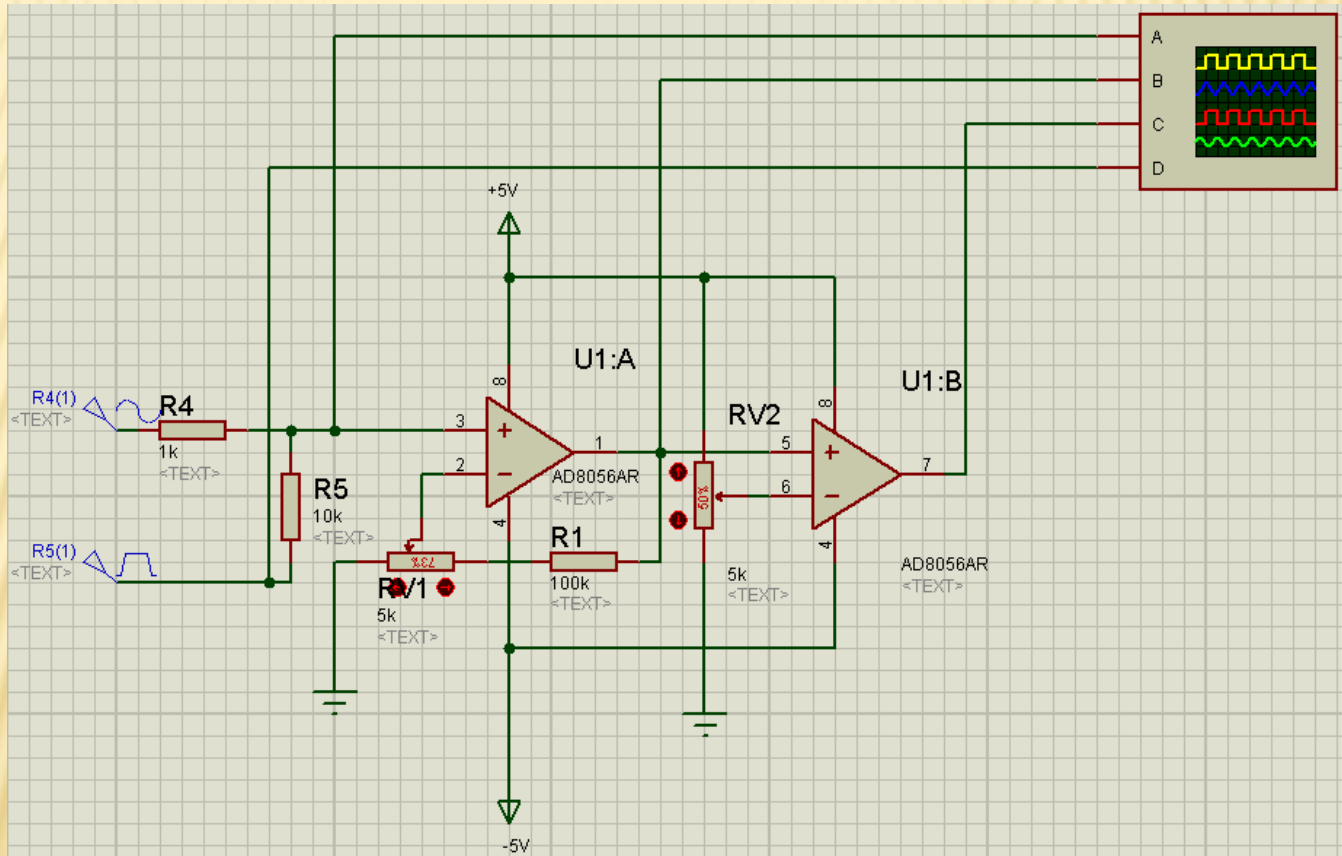


Схема моделювання пікового детектора



Результати моделювання процесу детектування керуючого імпульсу, що надходить з мікроконтролера

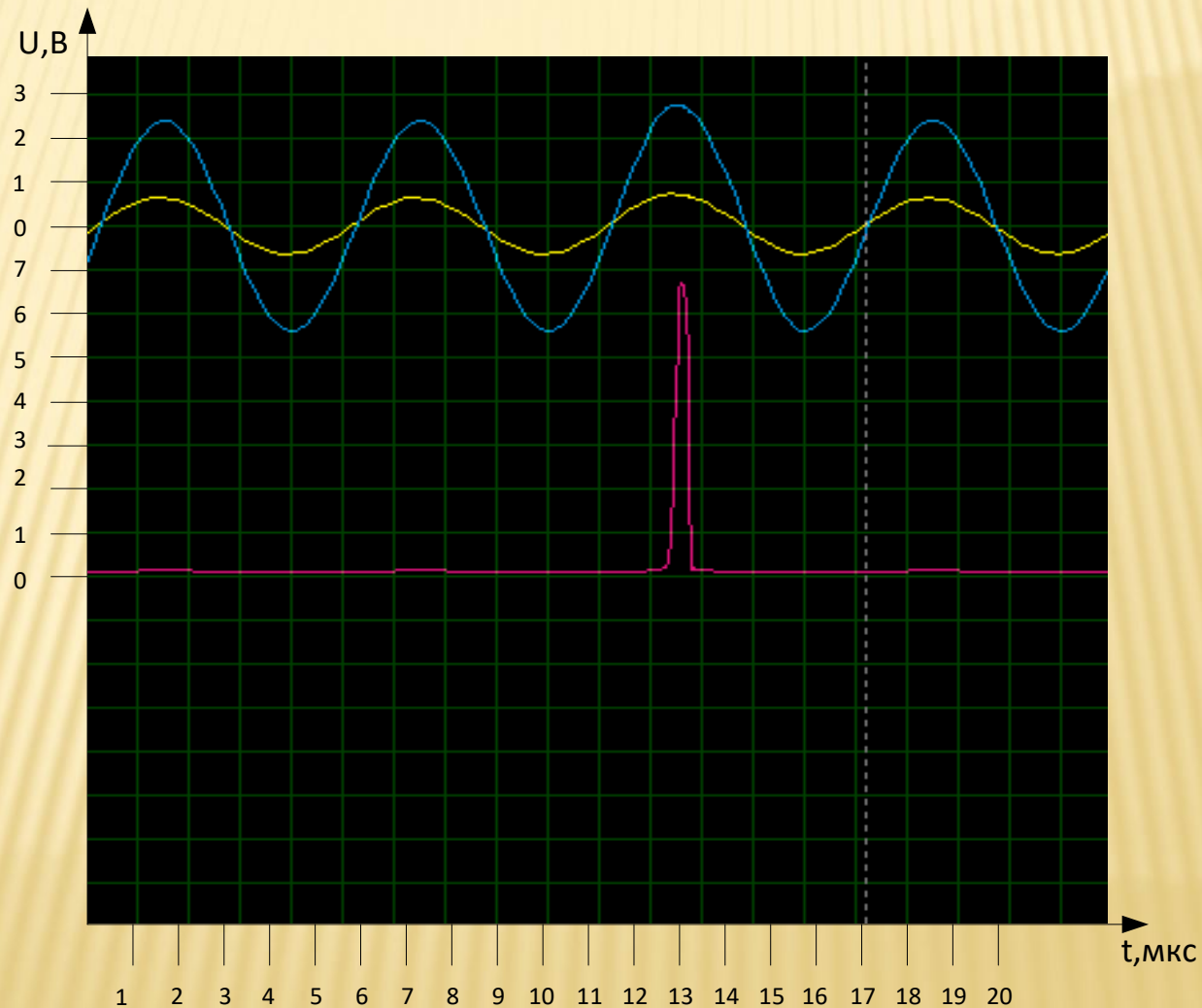
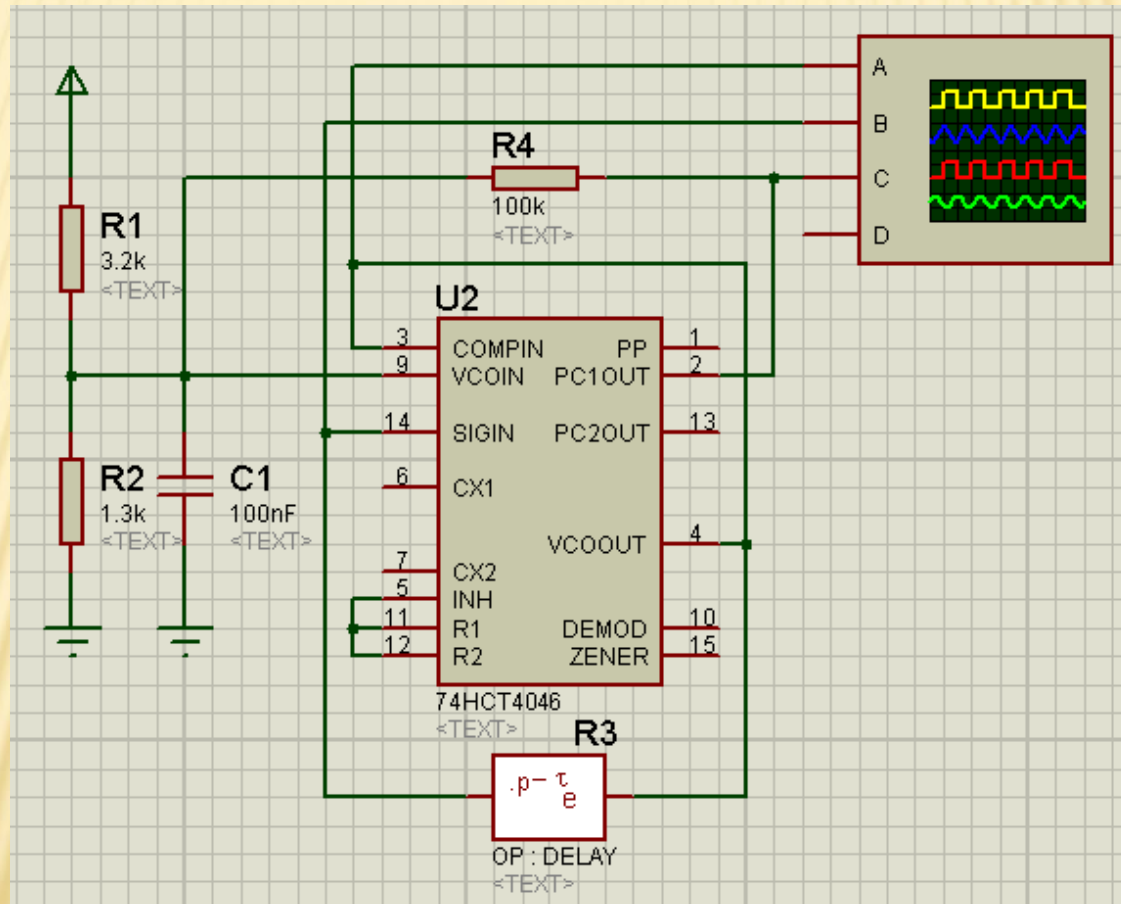
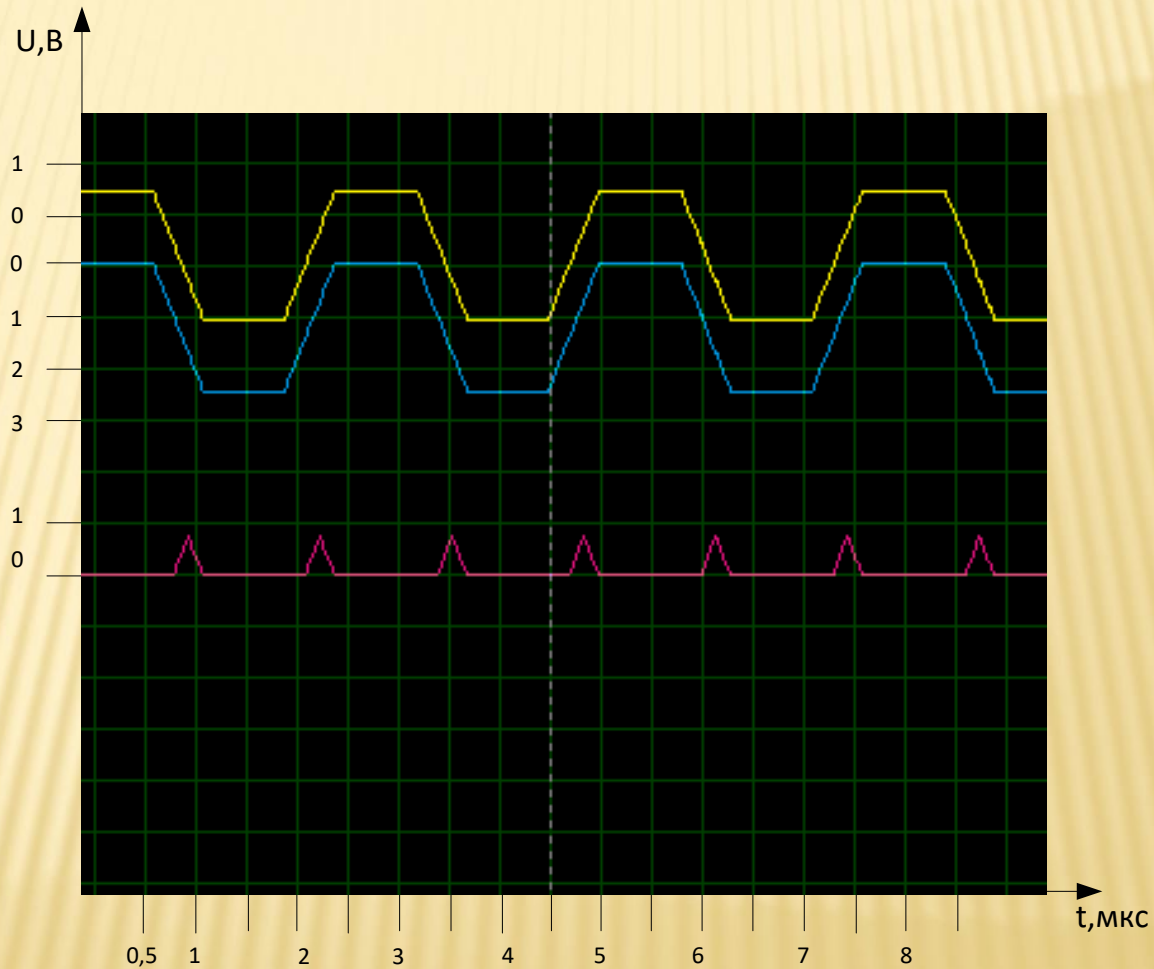


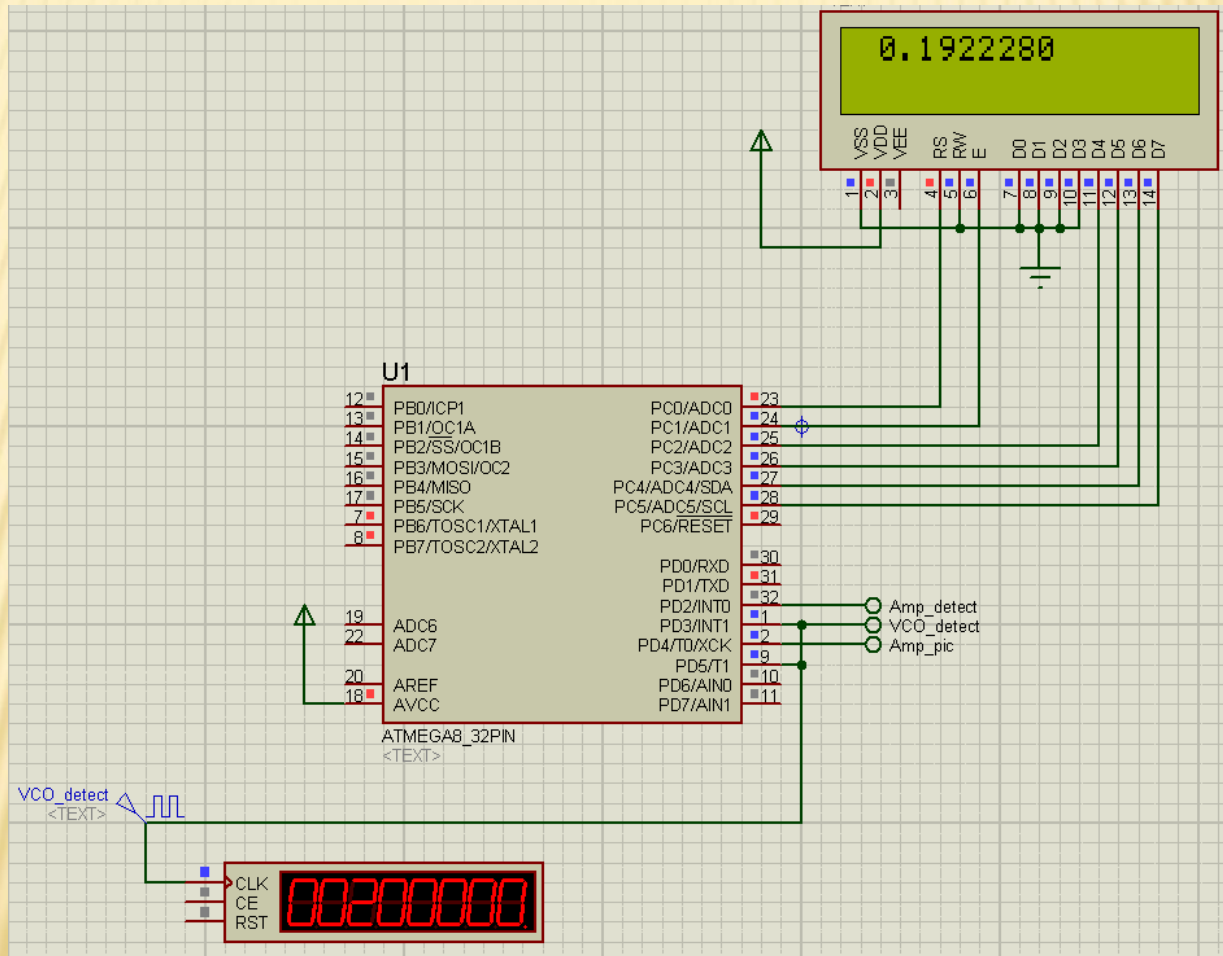
Схема моделювання процесу налаштування частоти генератора



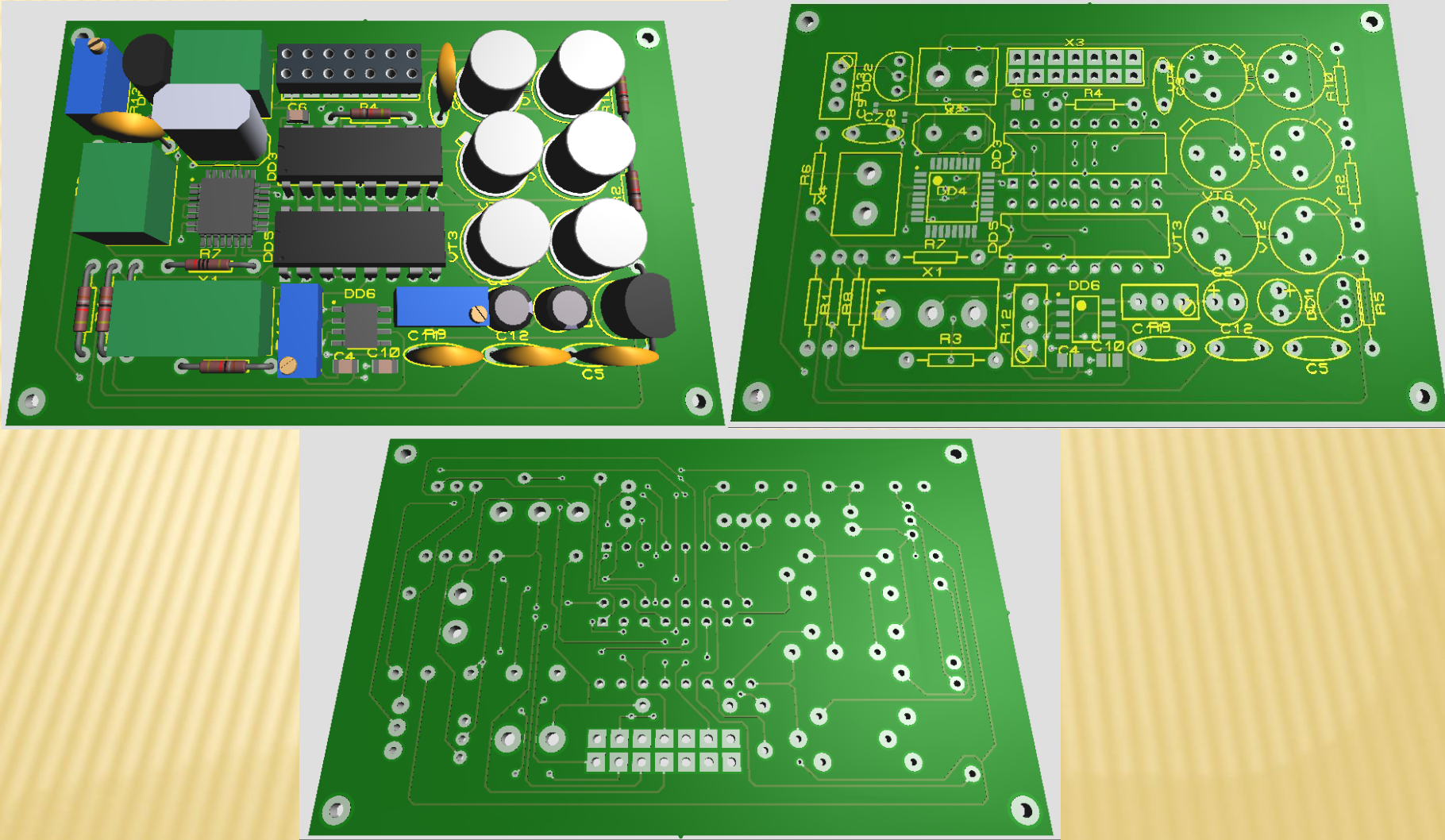
Моделювання процесу автоматичного налаштування частоти генератора при затримці сигналу потоком газу на 0,3 мкс



Моделювання роботи мікроконтролера

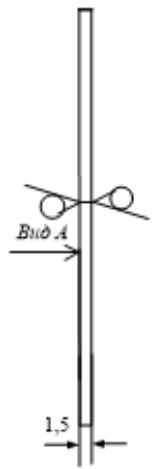
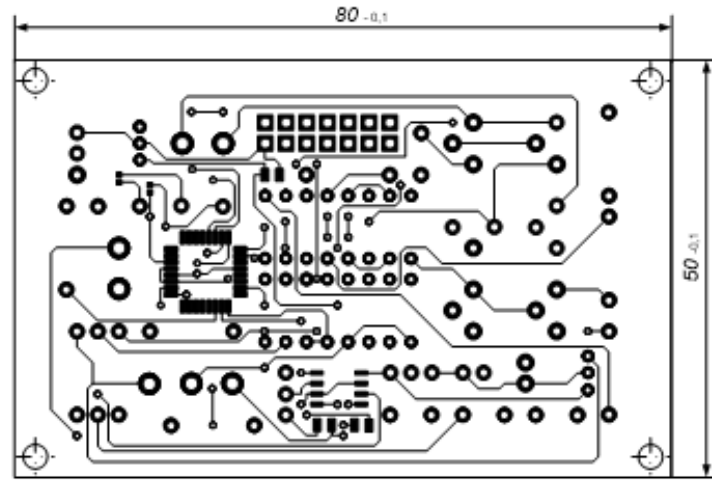


Зовнішній вигляд розробленої друкованої плати ультразвукового густиноміра



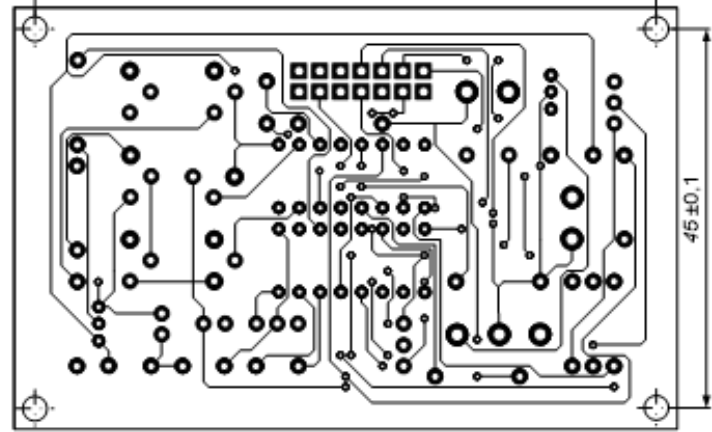
Додаток Г

Rz40 ✓ (✓)



Умовне позначення отвору	Діаметр отвору, мм	Наявність металізації в отворі	Діаметр контактної площадки, мм	Кількість отворів
•	0,6±0,1	немає	—	43
◦	0,6±0,1	є	1,3	38
◉	0,8±0,1	є	1,5	30
⊙	1±0,1	є	1,7	33
⦿	1,2±0,1	є	1,9	7
⊕	3±0,1	немає	—	4
■	1,3±0,1	є	2×2	14
■	немає	є	1×1,6	32
■	немає	є	0,6×1,5	40
■	немає	є	0,6×0,6	4

Вид А: 75 ± 0,1

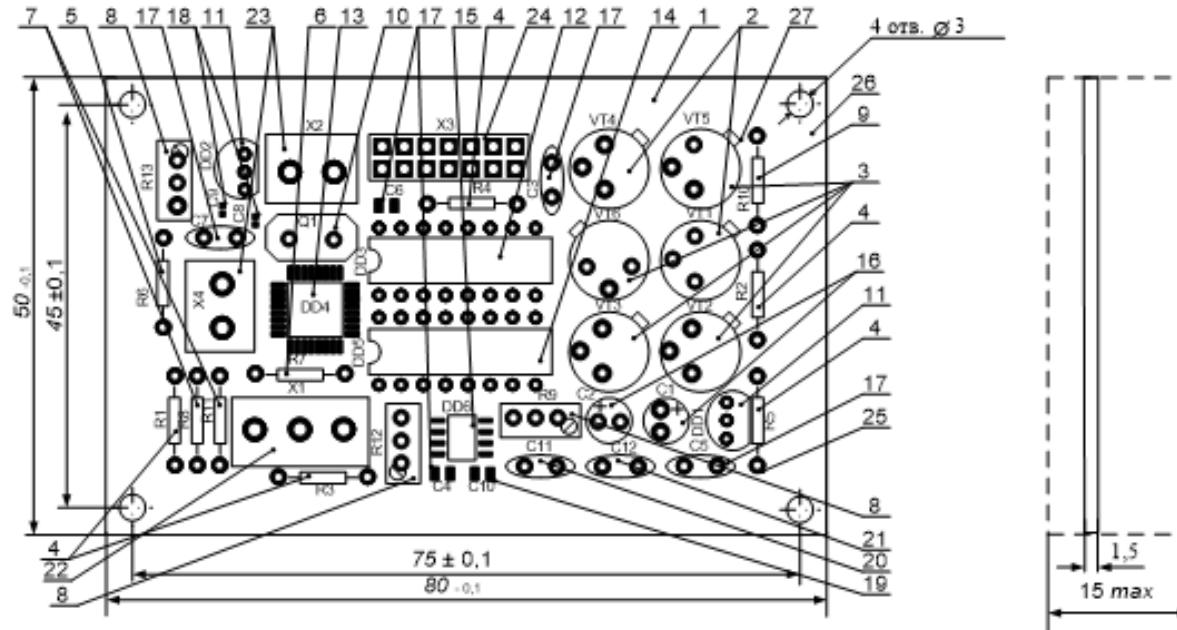


- Плату виготовити позитивним методом.
- Крок координатної сітки 1,25 мм.
- Провідники, умовно позначені суцільними лініями, виконати шириною 0,40±0,1 мм, у вузьких місцях 0,25 мм.
- Відстань між провідниками не менше 0,25 мм, в вузьких місцях - 0,1 мм.
- Плата повинна відповідати ГОСТ23752-79.

				08.05.БДР.014.00.003			
Зам.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Літ	Маса	Масштаб
Розроб.		Столєр А.В.			У	Д	П
Перевір.		Вілюський Р. Й.					2:1
Т. контр.					Аркуш		Аркуше
Реценз.					Склотекстоліт		ВНТУ гр.МЕ-12
Н. контр.		Кривченко Ю.С.			СФ3-35-1,5 ГОСТ10316-78		
Затверд.		Вілюський Р. Й.					

№. Нормат.	Підпис і дата	Зам. №. №. №.	№. №. №. №.	Підпис і дата	Держ. №	Перш. виконав.
------------	---------------	---------------	-------------	---------------	---------	----------------

Додаток В
Складальне креслення



1. Розмір забезпечується робочим інструментом.
2. Друковані провідники умовно не показані.
3. Встановку елементів проводити за ГОСТ4. ГО. 010.030

					08.05.БДР.014.00.002 СК				
Фам. Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Складальне креслення		Пл	Маса	Масштаб	
Розроб.	Столяр А.В.					У	Д	П	2:1
Перевір.	Білинський Й.І.					Арк. 1	Аркушів 3		
Т. контр.						ВНТУ гр.МЕ-12			
Реценз.									
Н. контр.	Кравченко Ю.С.								
Затверд.	Білинський Й.І.								

№. Інформ.	Відкриття дата	Зам. №. №. №.	№. №. д. Оп.	Підпис, дата	Дроб. №.	Перш. виконан.
------------	----------------	---------------	--------------	--------------	----------	----------------

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано існуючі види густиномірів, також проведений аналіз ультразвукових густиномірів газу, вони мають такі переваги: висока чутливість, відсутність втрат тиску. До недоліків можна віднести: великі габарити, неможливість автоматичного контролю густини різних видів рідин і їх сумішей, обумовлена необхідністю апріорного знання виду контрольованої рідини, досить велика похибка контролю густини рідини обумовлена його температурною залежністю.

2. Розроблено математичну модель для визначення густини газу в залежності від частоти ультразвукових коливань та від температури. Досліджено залежність зміни густини газу в залежності від частоти ультразвукових коливань та від температури. При зміні частоти ультразвукових коливань від 190 кГц до 220 кГц та температури від 1 до 30, густина газу змінюється від 0.005 кг/м^3 до 0.025 кг/м^3 . Розраховано похибку вимірювання ультразвукового густиноміра, яка не перевищує 0,432%.

3. Розроблено електричну структурну та електричну принципову схеми блок детектування для обробки сигналу ультразвукового густиноміра, описано принцип його роботи. Проведено моделювання розробленої схеми по блокам.

4. Здійснено розрахунок параметрів друкованої плати та обрано її тип – двостороння. У якості матеріалу друкованої плати обрано двосторонній фольгований склотекстоліт марки СФ-2-35-1,5 ТУ16-503.271-86 (ГОСТ 10316 – 78), який має товщину 1,5 мм. Для даного типу плати проведено розрахунок ширини друкованих провідників, діаметрів монтажних отворів та контактних площадок.

Використовуючи ARES PCB Layout створено проект та проведено моделювання пристрою. Розмір створеної друкованої плати ультразвукового витратоміра становить 50×80 мм; товщина плати – 1,5 мм. На основі проектів ISIS Proteus та ARES PCB Layout створено електричну принципову схему, друковану плату та складальне креслення, які наведені в додатках.

5. Розглянуто такі аспекти охорони праці, як аналіз небезпечні та шкідливі виробничі чинники у виробничому приміщенні. Розраховано, що ультразвуковий засіб визначення густини газового потоку є стійким в умовах дії іонізуючого випромінювання, оскільки $D_{гр} > D_m$. Пропрацює 4,57 роки при $P_1 = 6,45 \text{ р/год}$, а також проведено розрахунки, щодо стійкості приладу до дії електромагнітного імпульсу. Застосування екранування суттєво підвищить стійкість роботи в умовах дії ЕМІ. Розрахунок показав, що при екрануванні необхідно встановити сталевий екран товщиною 0,15 та 0,17 см для різних блоків при $E_b = 9,65 \text{ В/м}$.

6. Здійснено прогнозування загальних витрат на виконання та впровадження результатів виконаної НДДКР та встановлено, що $ЗВ = 49824,41$ грн.

Фінансування даного наукового дослідження є доцільним, оскільки термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій дорівнює $T_{ок} = 0,37$ року.

Дякую за увагу!