

Дипломна робота
на тему:
Радіовимірювальний сенсор газу на
основі транзисторно структури з
від'ємним опором

Виконав: студент 1-го курсу, групи РТ-16сп
Литвин Костянтин

Керівник: д.т.н. проф. Осадчук О.В.

Метою роботи є покращення чутливості та точності радіовимірювальних сенсорів концентрації газу за рахунок використання функціональної залежності частоти генерації транзисторної структури з від'ємним опором від концентрації газу, що дає змогу підвищити чутливість, зменшити систематичну інструментальну похибку.

Об'єктом дослідження є процес перетворення концентрації газу в частотний сигнал при використанні радіовимірювального сенсору концентрації газу.

Предметом дослідження є статичні і динамічні характеристики радіовимірювальних сенсорів концентрації газу для моніторингу навколишнього середовища.

Актуальність теми.

Аналіз напрямків світових досліджень в галузі аналітичного приладобудування за останні роки свідчить про дедалі зростаючий інтерес як розробників, так і споживачів засобів контролю повітряного середовища до приладів визначення концентрацій метану і автоматичним системам моніторингу повітря робочої зони і населених місць.

В даний час головними об'єктами, де необхідне поліпшення мікрокліматичних умови, є шахти, рудники, хімічні, нафтохімічні, машинобудівні, металургійні, керамічні, шкіряні, деревообробні, цукрові та тютюнові виробництва.

На сьогодні до перетворювачів концентрації газу висувуються жорсткі вимоги. Вони повинні бути економічними, забезпечувати високу точність вимірювання, мати мінімальні габарити, вагу та енергоспоживання і дозволяти застосовувати для їх виготовлення стандартну групову інтегральну технологію. Перспективним науковим напрямом, що направлений на забезпечення перерахованих вимог, є розробка та створення первинних перетворювачів, які реалізують принцип перетворення «концентрація газу – частота», на основі реактивних властивостей напівпровідникових структур з від'ємним опором.

Такі перетворювачі поєднують простоту і універсальність, які мають аналогові пристрої, з точністю і завадостійкістю, що характеризують перетворювачі з кодовим виходом. Подальше перетворення частотно-модульованого сигналу зводиться в основному до підрахунку періодів сигналу впродовж певного часу – операції, що за простотою і точністю перевищує всі інші методи аналого-цифрового перетворення, це в свою чергу дозволяє позбутися додаткових аналого-цифрових перетворювачів, які необхідні для створення автоматизованих систем.

Рис. 1 - Класифікація методів вимірювання концентрації газу

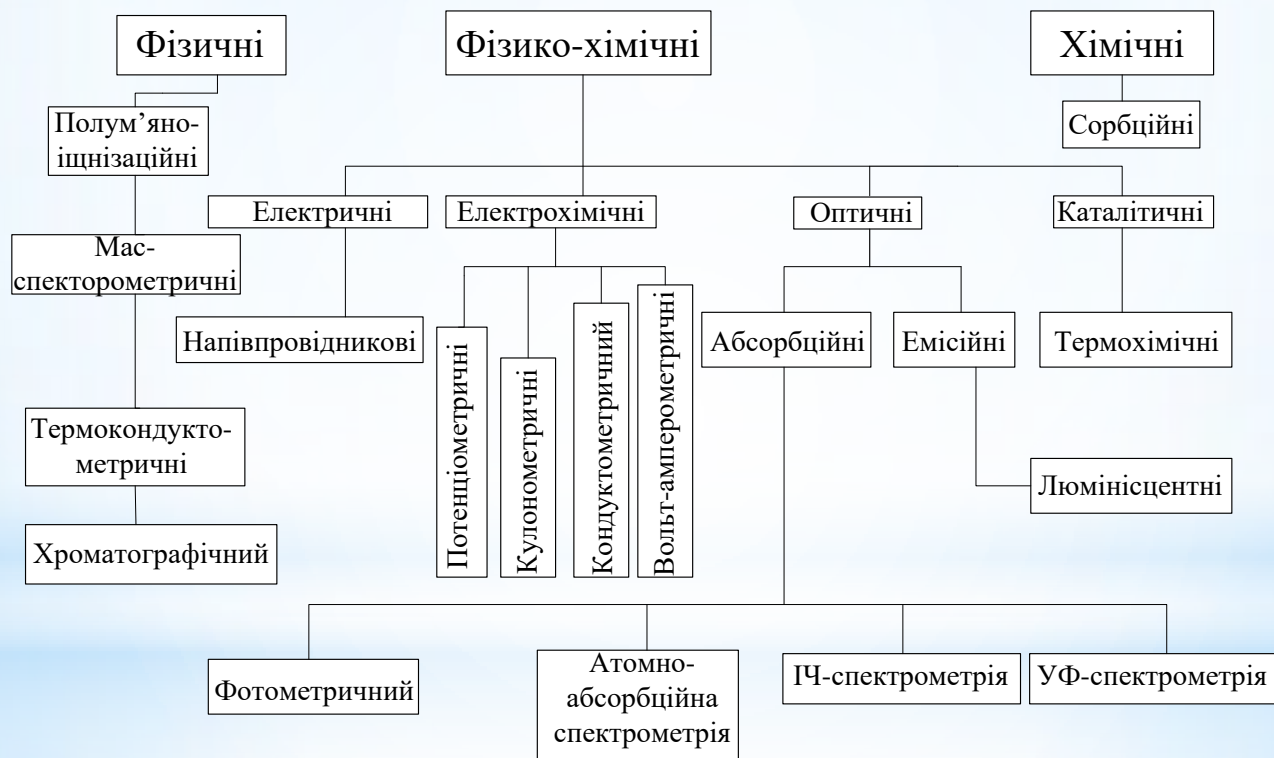
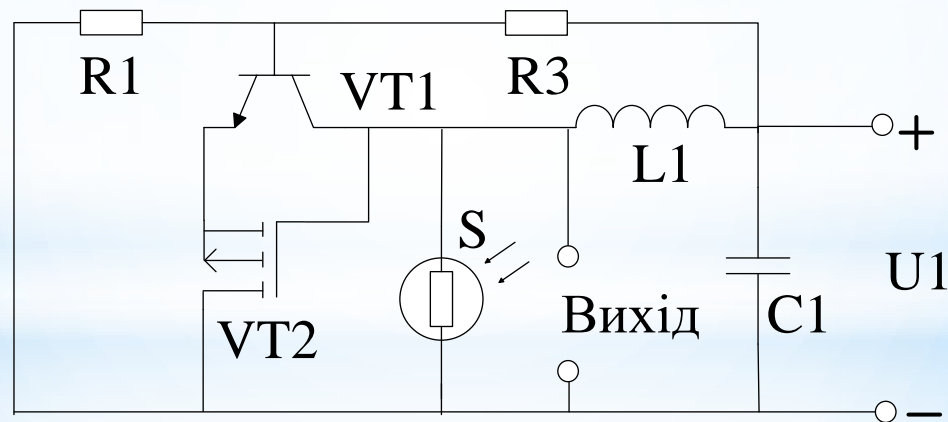


Рис. 2 - Основні гази, концентрацію яких можна визначити оптичним методом

Молекула	Середній ІЧ		Ближній ІЧ	
	(ppb)	λ (мкм)	(ppb)	λ (мкм)
H ₂ O	2.0	5,94	60	1,39
CO ₂	0.13	4,23	700	2,04
CO	0.75	4,6	30000	1,57
NO	5.8	5,25	60000	1,8
			1000	2,65
NO ₂	3.0	6,14	340	0,68
N ₂ O	0.44	4,47	1000	2,26
SO ₂	14	7,28		
CH ₄	1.7	3,26	600	1,65
C ₂ H ₂	3.5	7,4	80	1,52
HF			10	1,31
HCl	0.83	3,4	150	1,79
HBr	7.2	3,82	600	1,96
HI			2100	1,54
HCN	12	6,91	290	1,54
H ₂ S			20000	1,57
NH ₃	0.8	10,3	800	1,5
PH ₃	6.2	10,1	1000	2,15
O ₂			78000	0,76

На рис. 3 представлена електрична схема оптико-частотного сенсору концентрації газу в якому зміна інтенсивності світла, що діє на чутливий елемент призводить до зміни ємнісної складової повного опору генератору на електродах колектор-стік біполярного VT1 та польового VT2 транзисторів, що в свою чергу викликає ефективну зміну частоти генератора на виході.



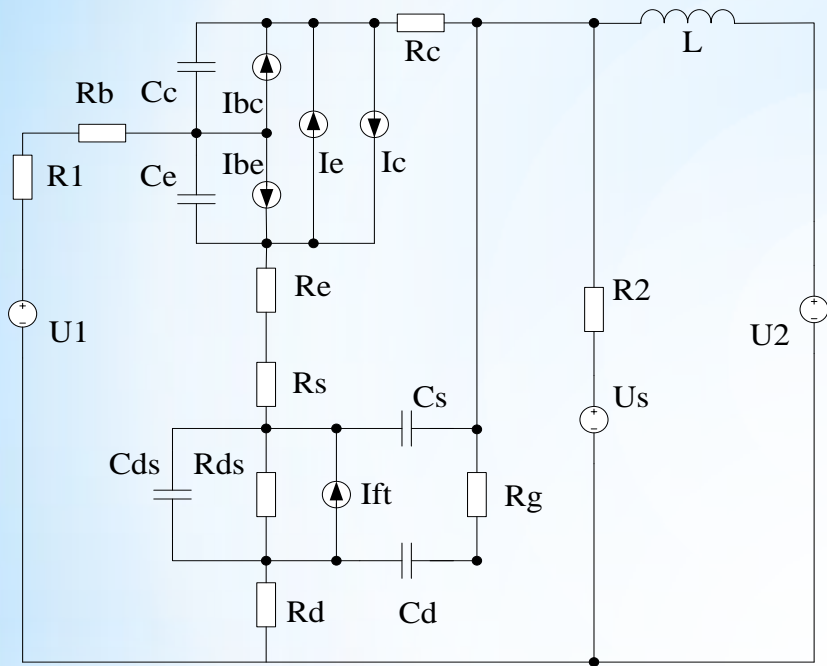


Рис. 4 - Еквівалентна схема оптико-частотного сенсора концентрації газу

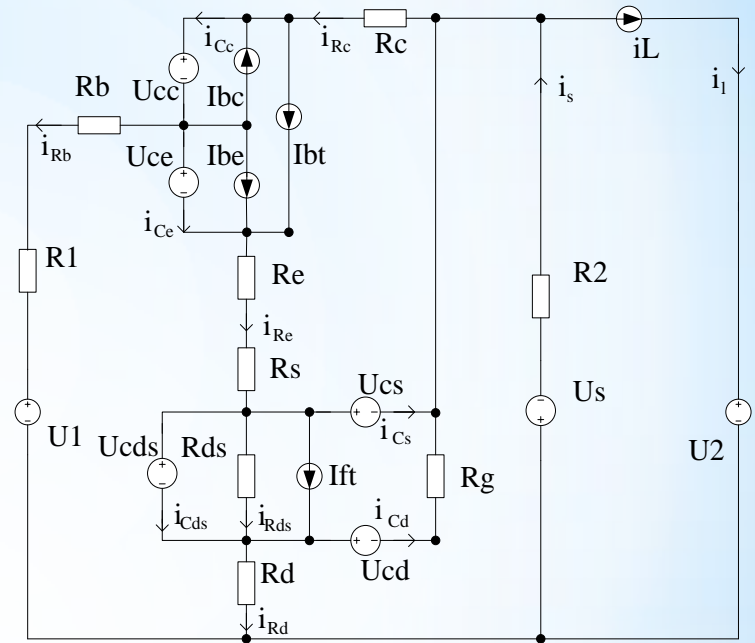


Рис. 5 - Перетворена еквівалентна схема оптико-частотного сенсора концентрації газу

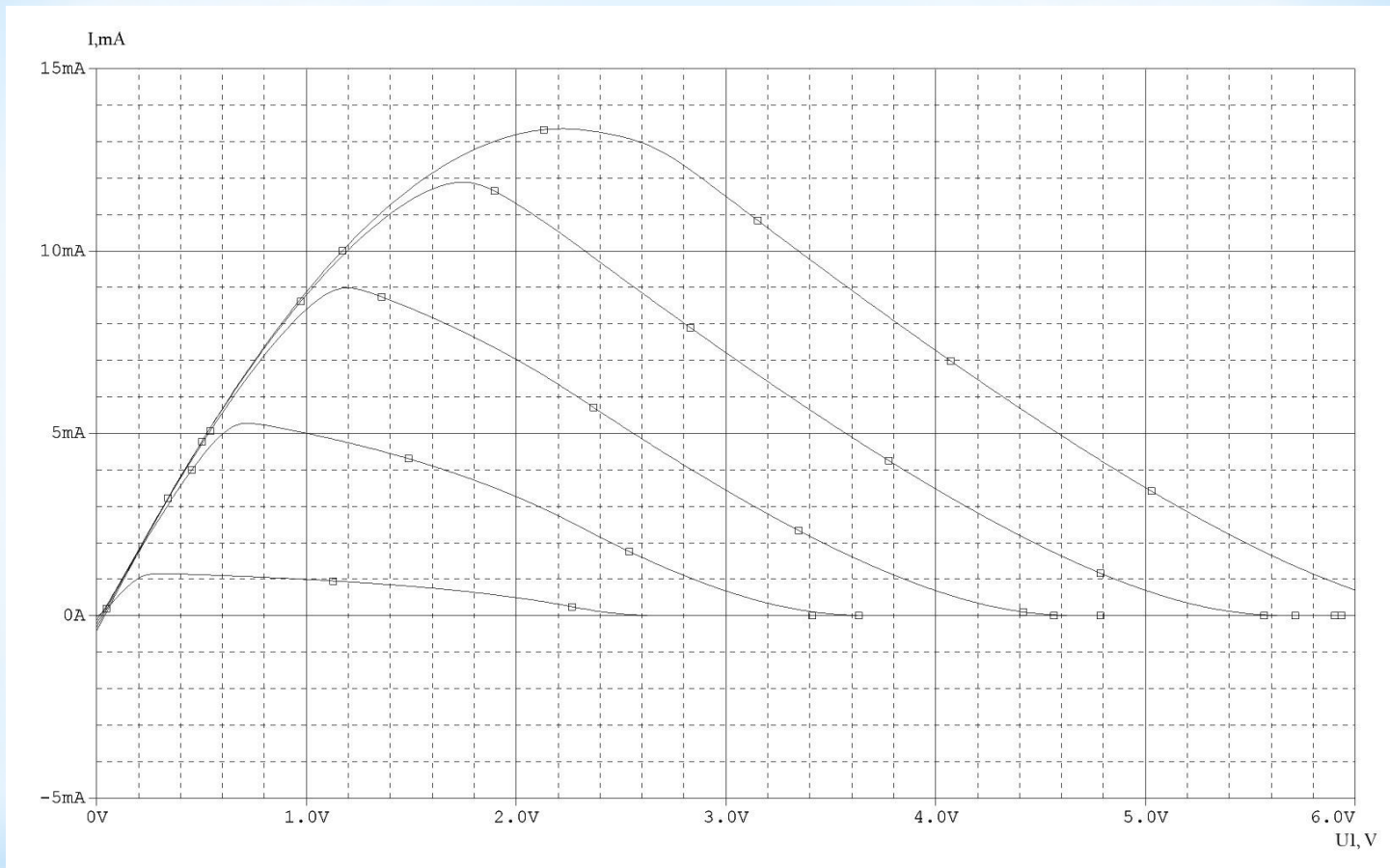


Рис. 6 - Сімейство вольт-амперних характеристик оптико-частотного сенсору концентрації газу при напругах керування від 3 до 5 В

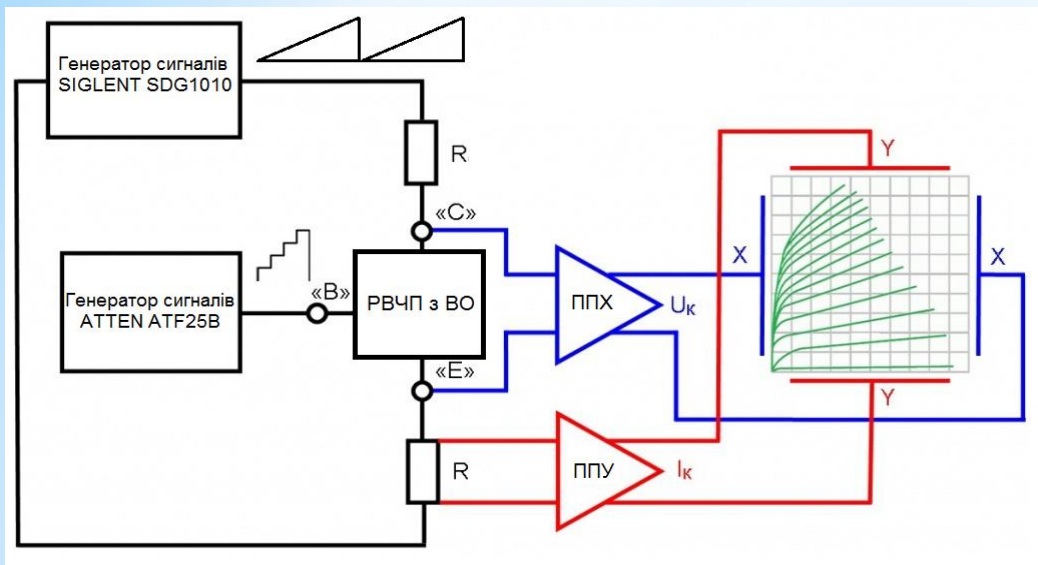
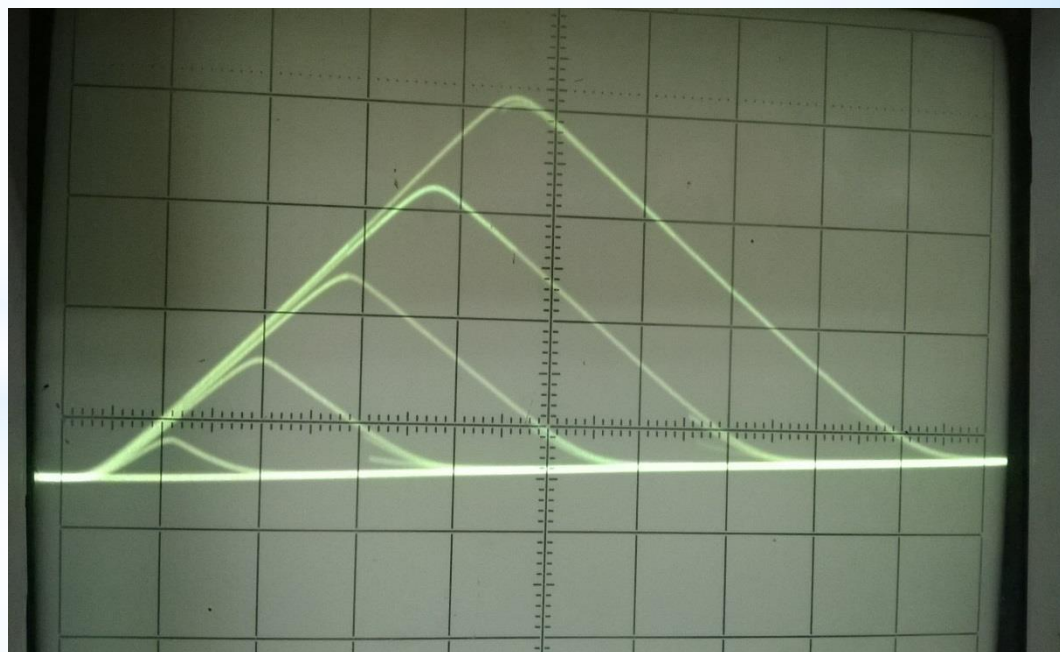


Рис. 7 - Блок схема вимірювальної установки для зняття ВАХ РВЧП з ВО

Рис. 8 - Експериментальні ВАХ радіовимірювальних перетворювачів на основі транзисторних структур з від'ємним опором



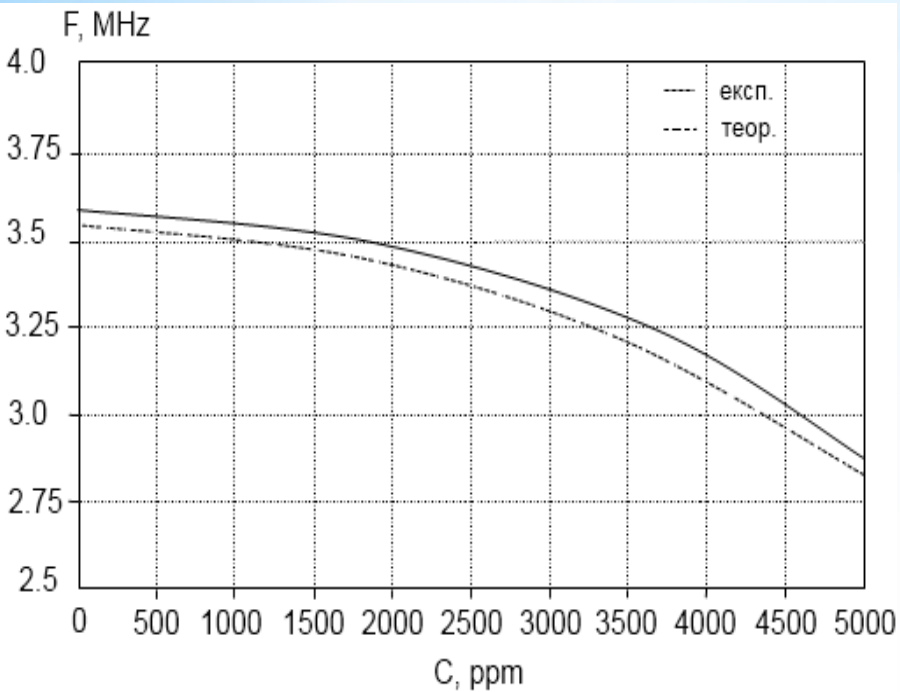


Рис.9 - Частота генерації радіовимірювального сенсора концентрації газу в залежності від концентрації газу CO₂.

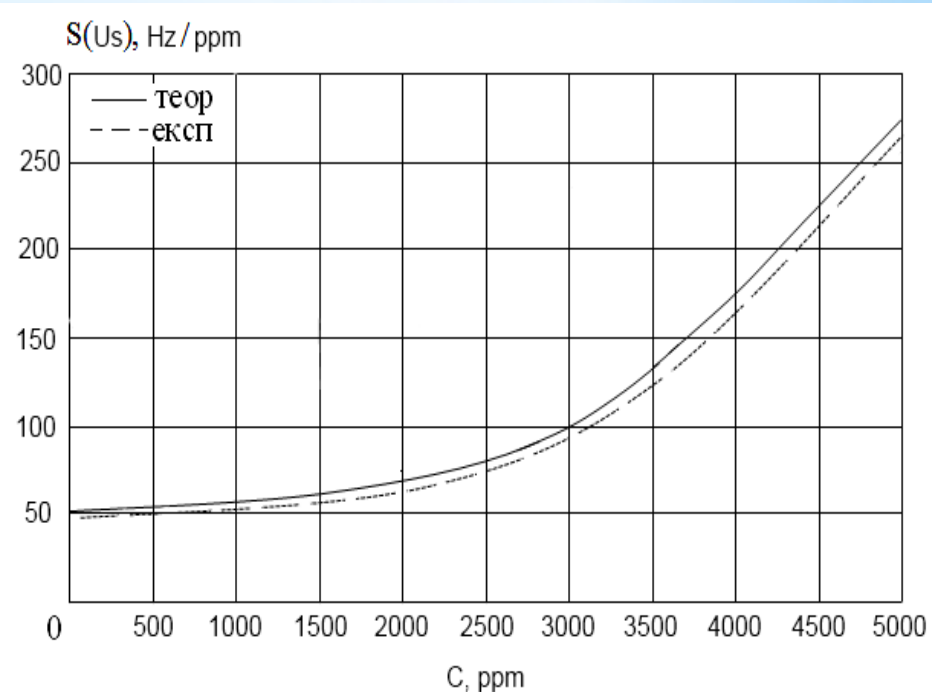


Рис. 10 - Графік чутливості радіовимірювального сенсора у вимірювальному діапазоні

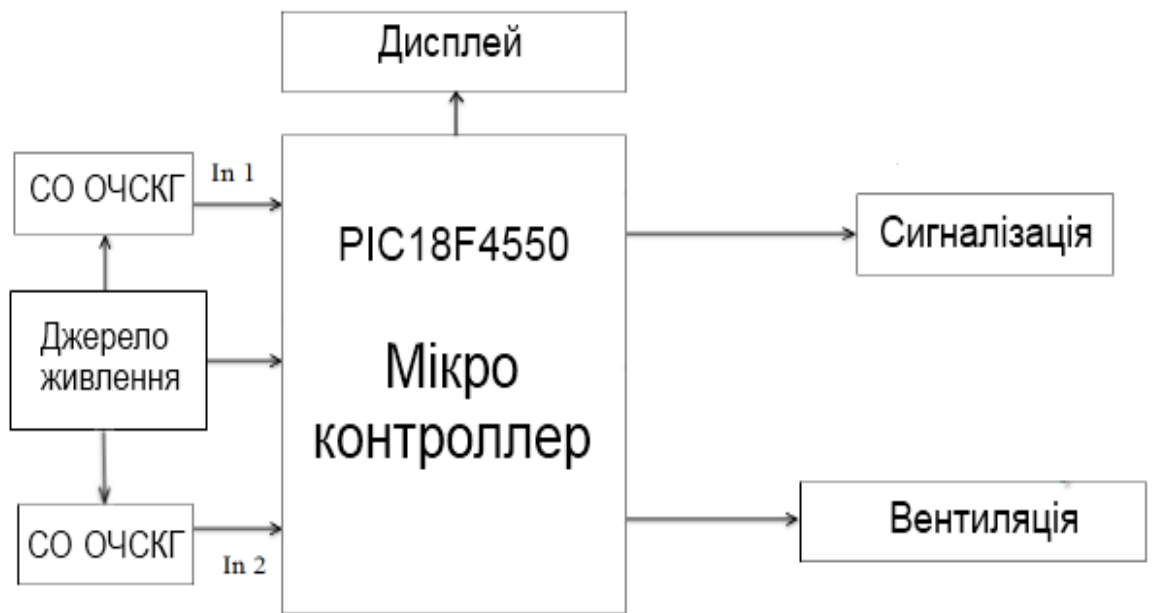
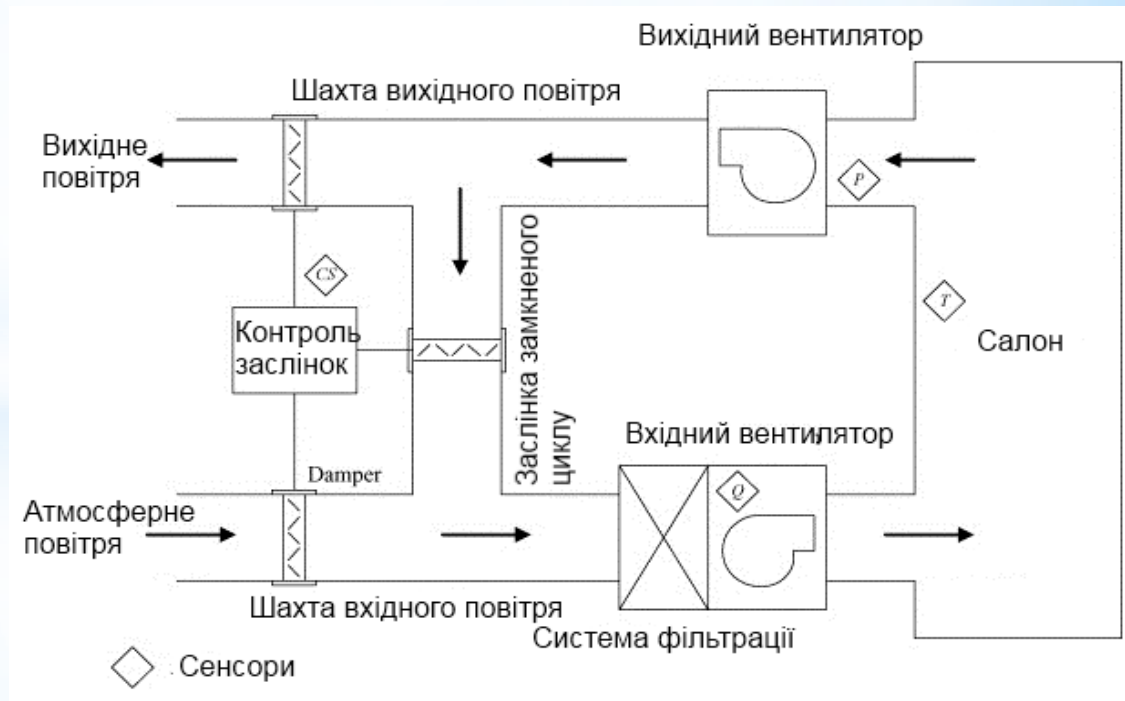


Рис. 11 - Структурна схема запропонованого блоку моніторингу концентрації газу

Рис. 12 - Загальна структурна схема СОВКП



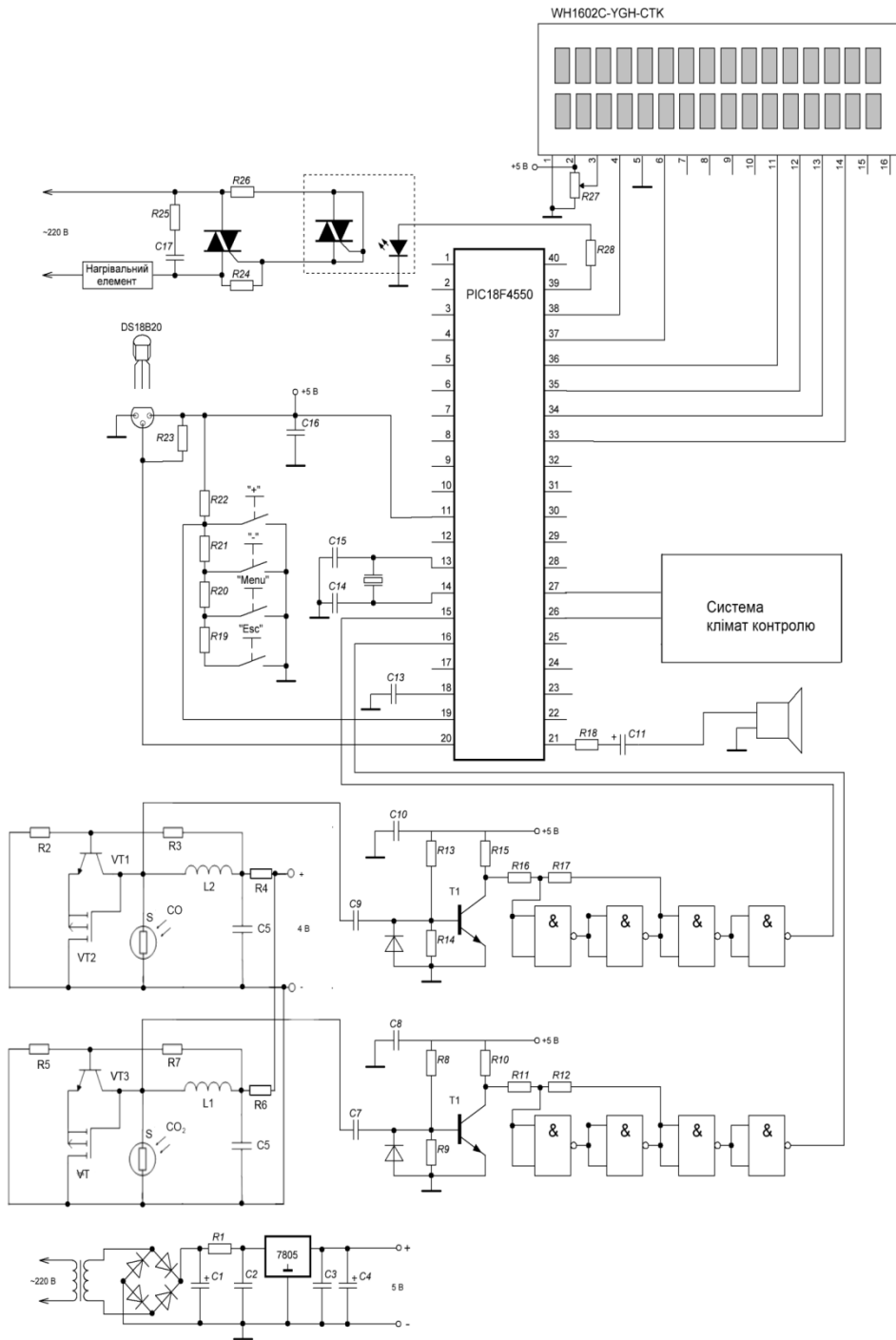


Рис. 13 – Принципова схема системи моніторингу забруднення газами приміщення

Висновки

1. Проведено огляд найбільш поширених методів газового аналізу, розглянуто їх основні переваги та недоліки, а також розглянуто можливість їх застосування для вирішення поставленої задачі. Проведений огляд показав, що найбільш оптимальним методом є метод оптичної абсорбційної спектроскопії. Вибір цього методу пояснюється тим, що він володіє низьким порогом чутливості, що дозволить визначати низькі концентрації газів, а також тим, що він володіє високою селективністю, що дозволяє контролювати заданий газ, навіть за наявності у суміші багатьох заважаючих компонентів.

2. Проаналізувавши існуючі сенсори концентрації газу, можна зробити висновок, що створення частотних перетворювачів концентрації газу на основі транзисторних структур з від'ємним опором, які реалізують принцип перетворення “концентрація газу – частота” є перспективним напрямком досліджень, оскільки він дозволяє поєднати високі метрологічні показники даних пристроїв та високі економічні показники, що забезпечуються технологічною сумісністю з мікроелектронною технологією та мікроелектронними пристроями обробки інформації. Також за рахунок використання від'ємного опору напівпровідникових приладів з'являється можливість компенсувати втрати в коливальному колі, що в свою чергу забезпечує значне підвищення чутливості та точності вимірювання концентрації газу.