

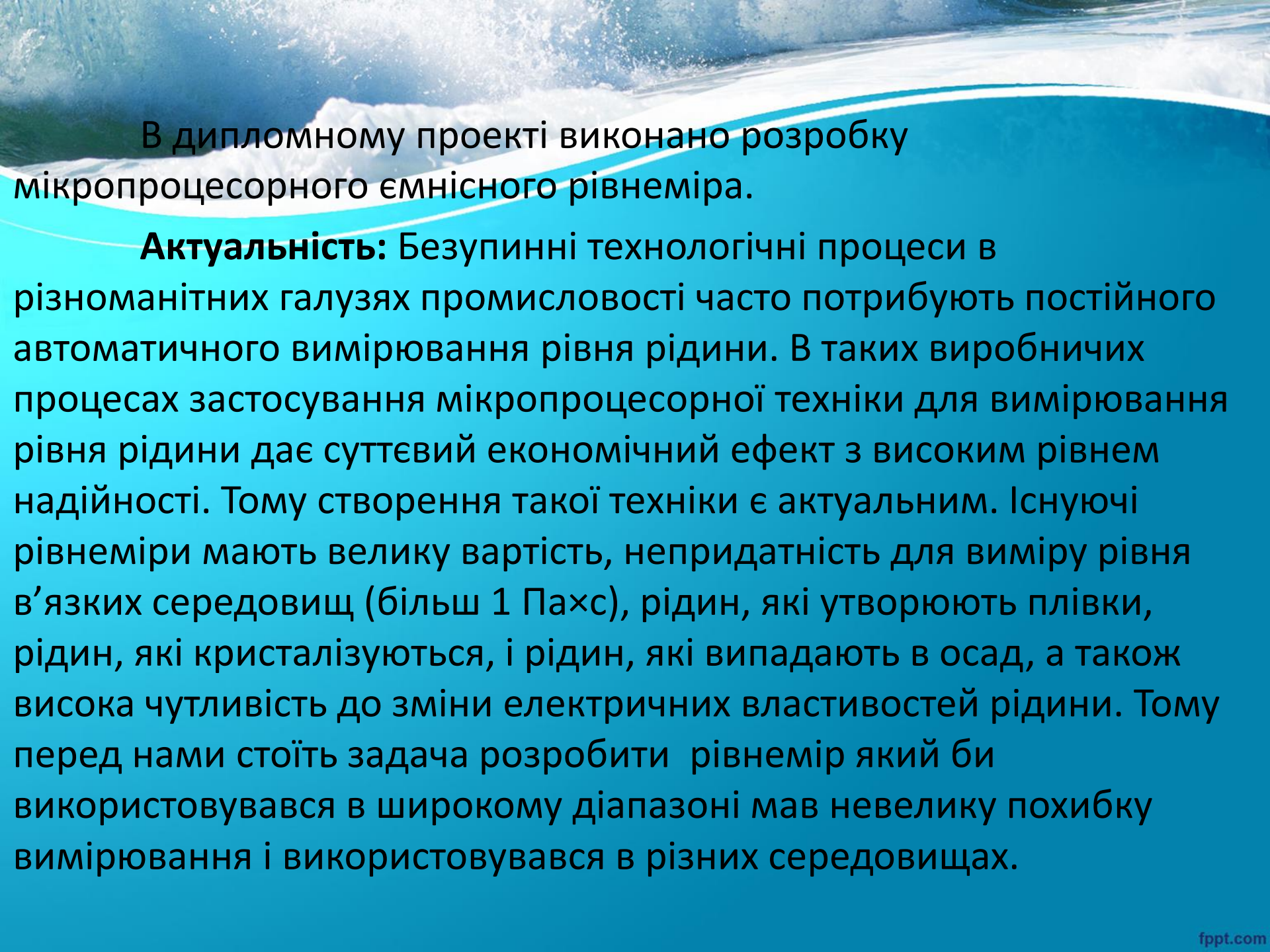
# Мікропроцесорний ємнісний рівнемір

Роботу підготувала:

Рукомеда Тетяна Миколаївна

Науковий керівник:

Ігнатенко О. Г.



В дипломному проекті виконано розробку мікропроцесорного ємнісного рівнеміра.

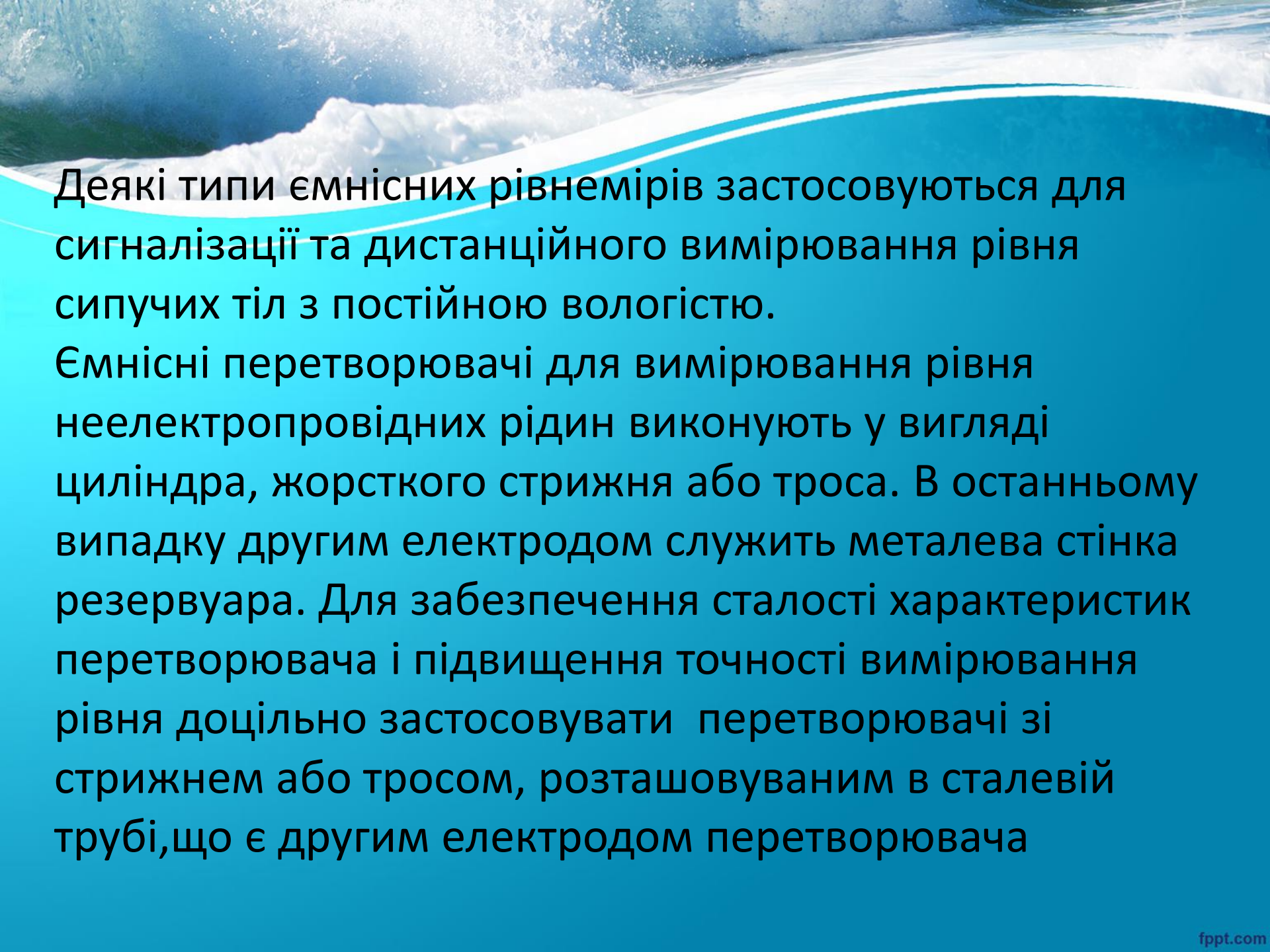
**Актуальність:** Безупинні технологічні процеси в різноманітних галузях промисловості часто потребують постійного автоматичного вимірювання рівня рідини. В таких виробничих процесах застосування мікропроцесорної техніки для вимірювання рівня рідини дає суттєвий економічний ефект з високим рівнем надійності. Тому створення такої техніки є актуальним. Існуючі рівнеміри мають велику вартість, непридатність для виміру рівня в'язких середовищ (більш 1 Пахс), рідин, які утворюють плівки, рідин, які кристалізуються, і рідин, які випадають в осад, а також висока чутливість до зміни електричних властивостей рідини. Тому перед нами стоїть задача розробити рівнемір який би використовувався в широкому діапазоні мав невелику похибку вимірювання і використовувався в різних середовищах.

В першій частині роботи проведено аналітичний огляд літературних джерел.

За принципом вимірювання рівнеміри діляться на такі основні групи:

- гідростатичні ;
- пьезометричні;
- поплавкові;
- буйкові;
- акустичні;
- ємнісні рівнеміри.

По своїй конструкції рівнеміри можуть мати шкальні і безшкальні датчики, що працюють із самописними і регулюючими повторними приладами. За допомогою таких приладів здійснюється автоматичний контроль і регулювання рівня рідин і сипучих матеріалів, а також звукова і світлова сигналізації підвищення або зниження рівня контрольованого середовища.



Деякі типи ємнісних рівнемірів застосовуються для сигналізації та дистанційного вимірювання рівня сипучих тіл з постійною вологістю.

Ємнісні перетворювачі для вимірювання рівня неелектропровідних рідин виконують у вигляді циліндра, жорсткого стрижня або троса. В останньому випадку другим електродом служить металева стінка резервуара. Для забезпечення сталості характеристик перетворювача і підвищення точності вимірювання рівня доцільно застосовувати перетворювачі зі стрижнем або тросом, розташованим в сталевій трубі, що є другим електродом перетворювача

Розглянемо наведену на рисунку схему пристрою ємнісного перетворювача рівнеміра, виконаного у вигляді циліндричного конденсатора з двох коаксіально розташованих сталевих труб 2 в 3 . Для більшої наочності перетворювач занурений у резервуар 1, в якому вимірюється рівень рідини.

Ємність перетворювача, виміряна на затискачах а, коли між електродами 2 і 3 на робочому їхній ділянці висотою  $H$  знаходяться повітря

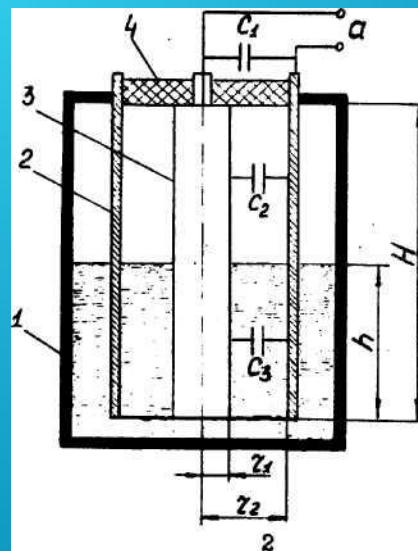
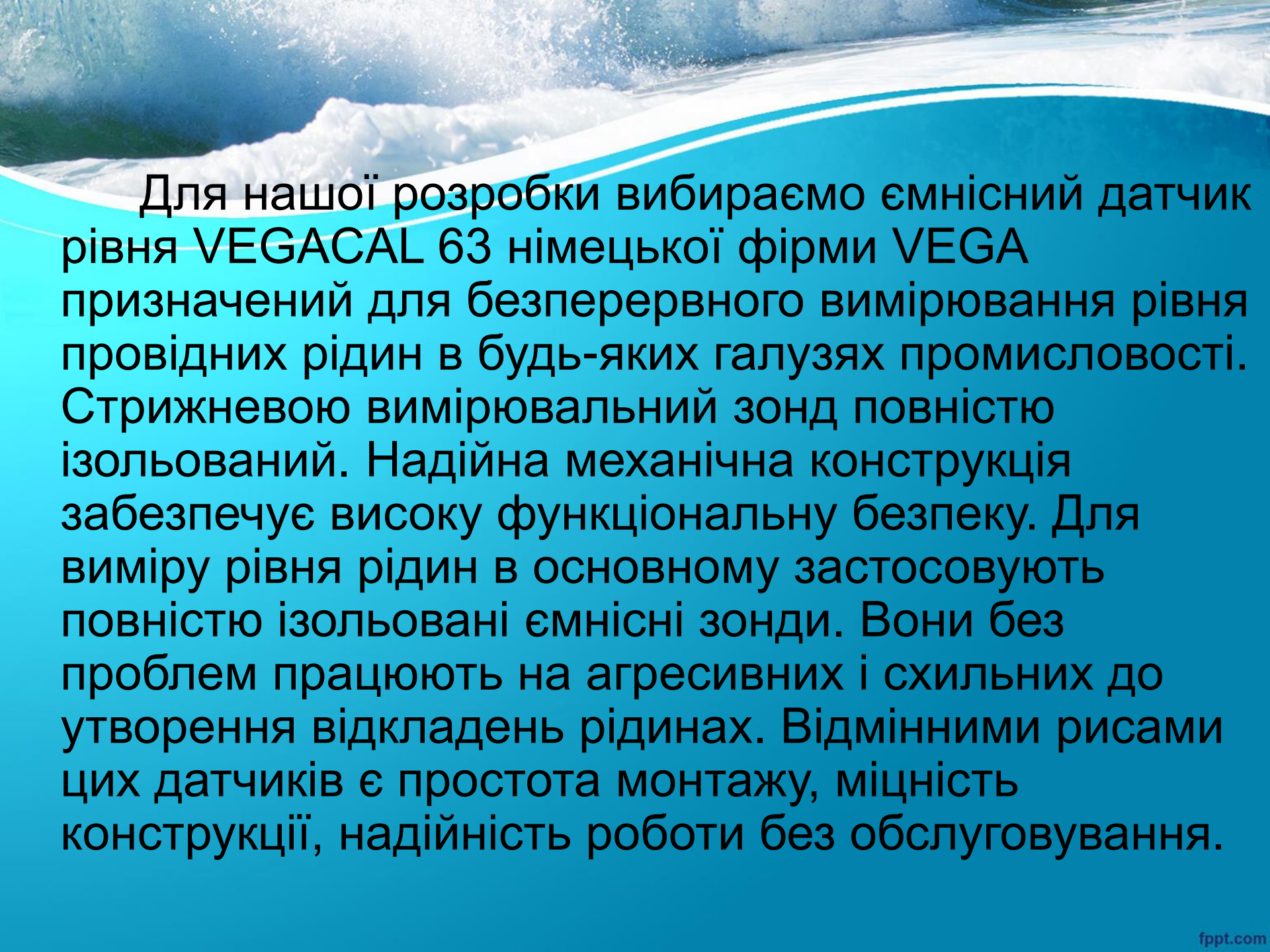


Схема пристрою ємнісного перетворювача рівнеміра



Для нашої розробки вибираємо ємнісний датчик рівня VEGACAL 63 німецької фірми VEGA призначений для безперервного вимірювання рівня провідних рідин в будь-яких галузях промисловості. Стрижневою вимірювальний зонд повністю ізольований. Надійна механічна конструкція забезпечує високу функціональну безпеку. Для виміру рівня рідин в основному застосовують повністю ізольовані ємнісні зонди. Вони без проблем працюють на агресивних і схильних до утворення відкладень рідинах. Відмінними рисами цих датчиків є простота монтажу, міцність конструкції, надійність роботи без обслуговування.

Технічні дані:

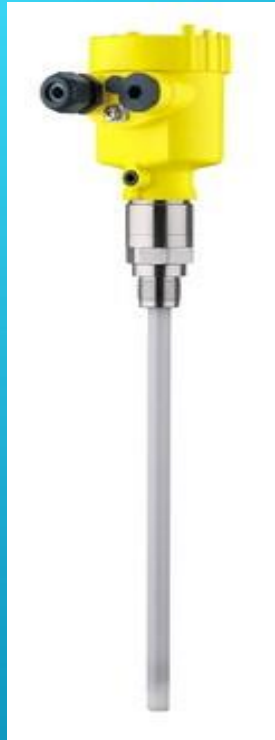
діапазон виміру: 6 м

приєднання: різьба від G ¾, ½ NPT, фланці від DN 20

тиск процесу: -1 ... + 64 bar / -100 ... + 6400 kPa

температура процесу: - 50 ... + 200 ° C DC

робоча напруга: 12 ... 36 V



Ємнісний датчик рівня

Виходячи з технічного завдання ємнісний мікропроцесорний рівнемір має наступні переваги:

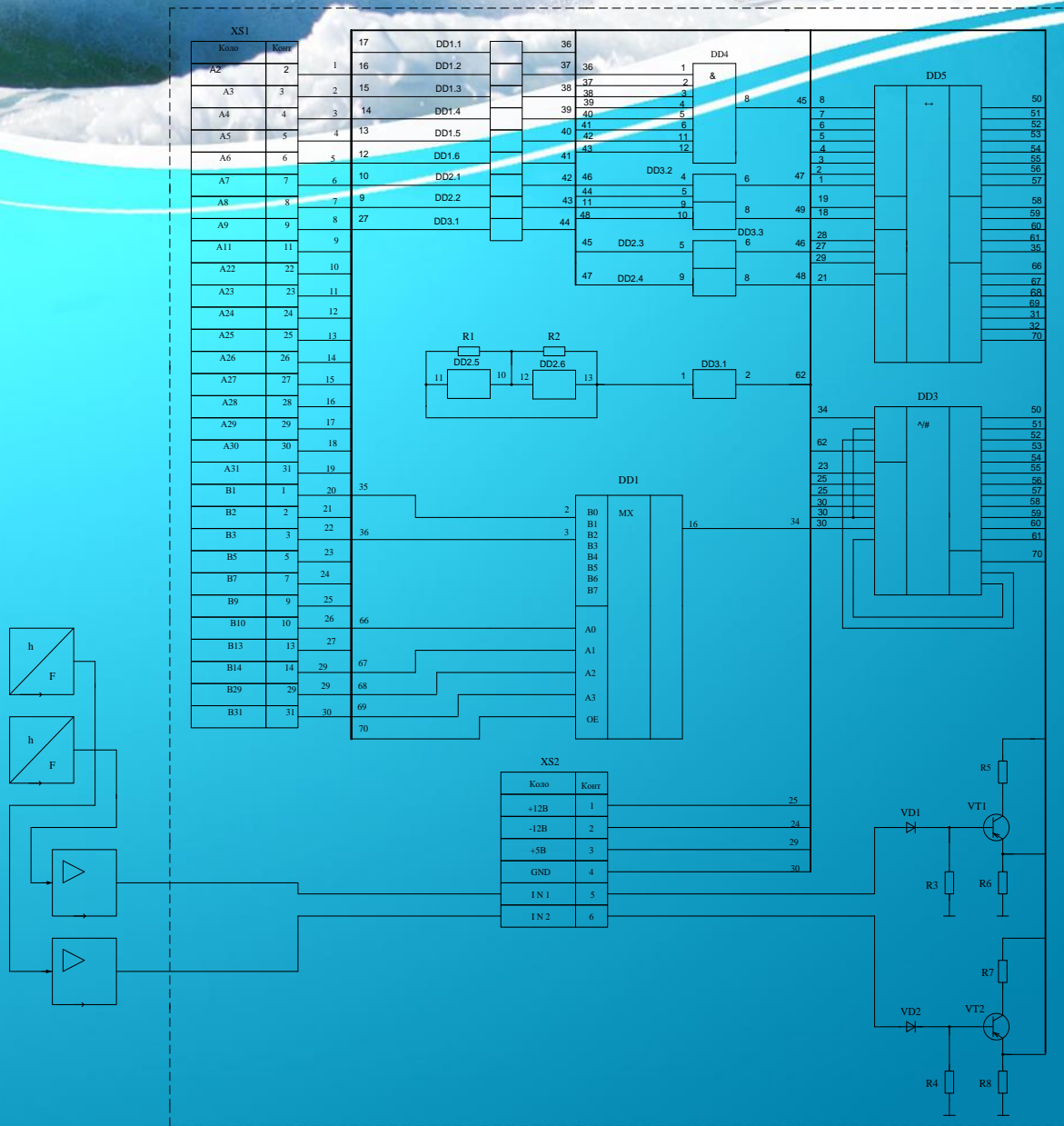
- порівняно низька вартість,
- простота конструкції і реалізації;
- відсутність рухомих елементів в зоні вимірюваного рівня;
- зручність монтажу в резервуарі;
- діапазон вимірювання рівня рідини від 0 до 6 м;
- зведена похибка становить 2...5 %.
- можливість використання в широкому діапазоні температур;
- висока надійність;
- можливість передавання вимірювальної інформації на велику відстань, до місця розташування персональної ЕОМ;
- можливість застосування для вимірювання рівня рідини в складі інформаційно – вимірювальних систем і автоматизованих системах управління технологічними процесами.



Мікропроцесорний ємнісний рівнемір призначений для експлуатації при наступних умовах:

- температура навколишнього середовища від  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $40^{\circ}\text{C}$ ;
- відносна вологість повітря від 30 до 80 %;
- атмосферний тиск від 84 до 106 кПа;
- вібрації частотою від 5 до 25 Гц з амплітудою не більше 0,1 мм;
- відстань між системою і персональним комп'ютером по лінії електричного зв'язку не менше 6 м.

Середній час напрацювання на відмову 50000 годин.



08-03_ДР.002.00.000 ЕЗ					Мікросхемна		
Мікросхемна платівка					Схема електрична принципова.		
Зав.	Апр.	М. докум.	Підпис	Дата	Лист	Масштаб	Місця
Розробив	Курішнін О.В.				1		1
Перевірив	Курішнін О.В.						
П. вивір.							
Розроблено	Висоцький А.С.						
П. вивір.	Ткаченко О.Т.						
Затвердив	Курішнін В.Ю.						

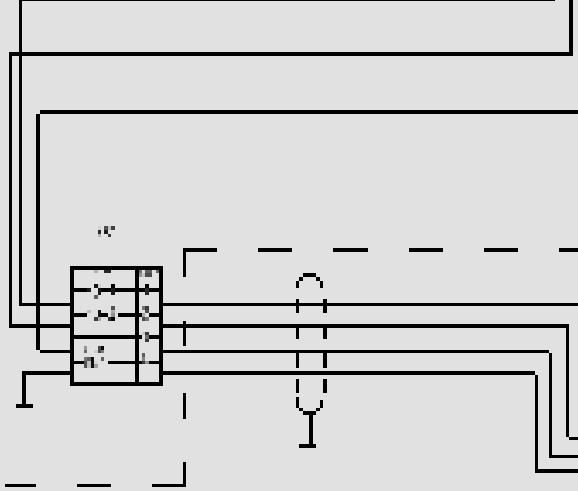
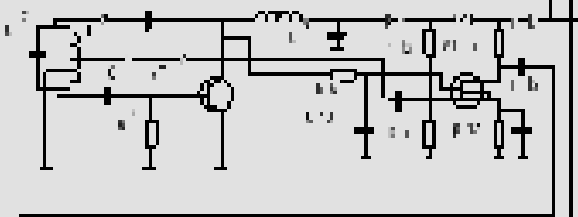
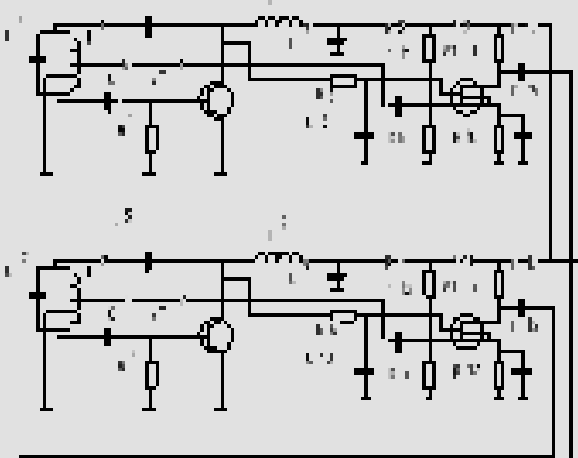
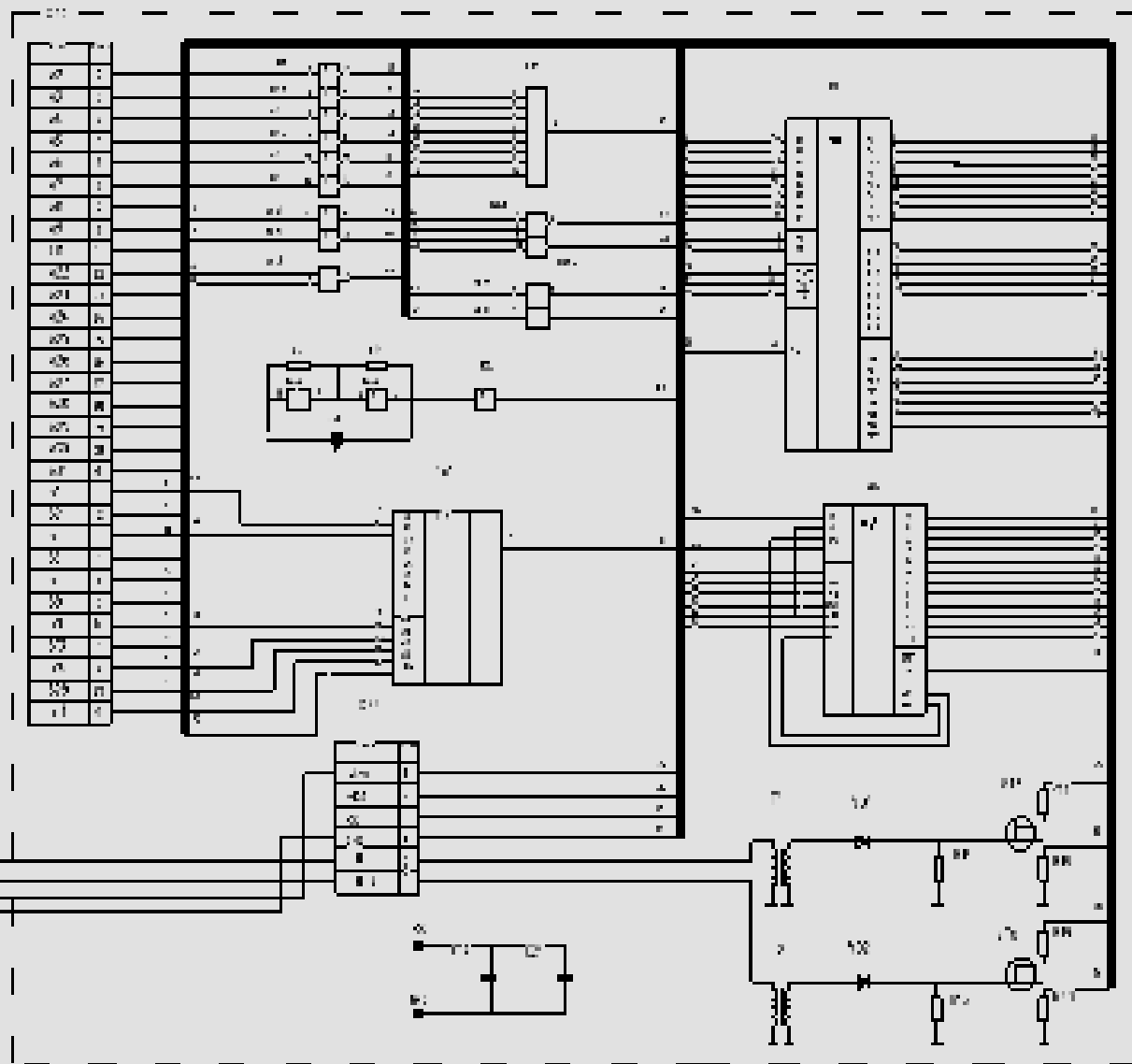
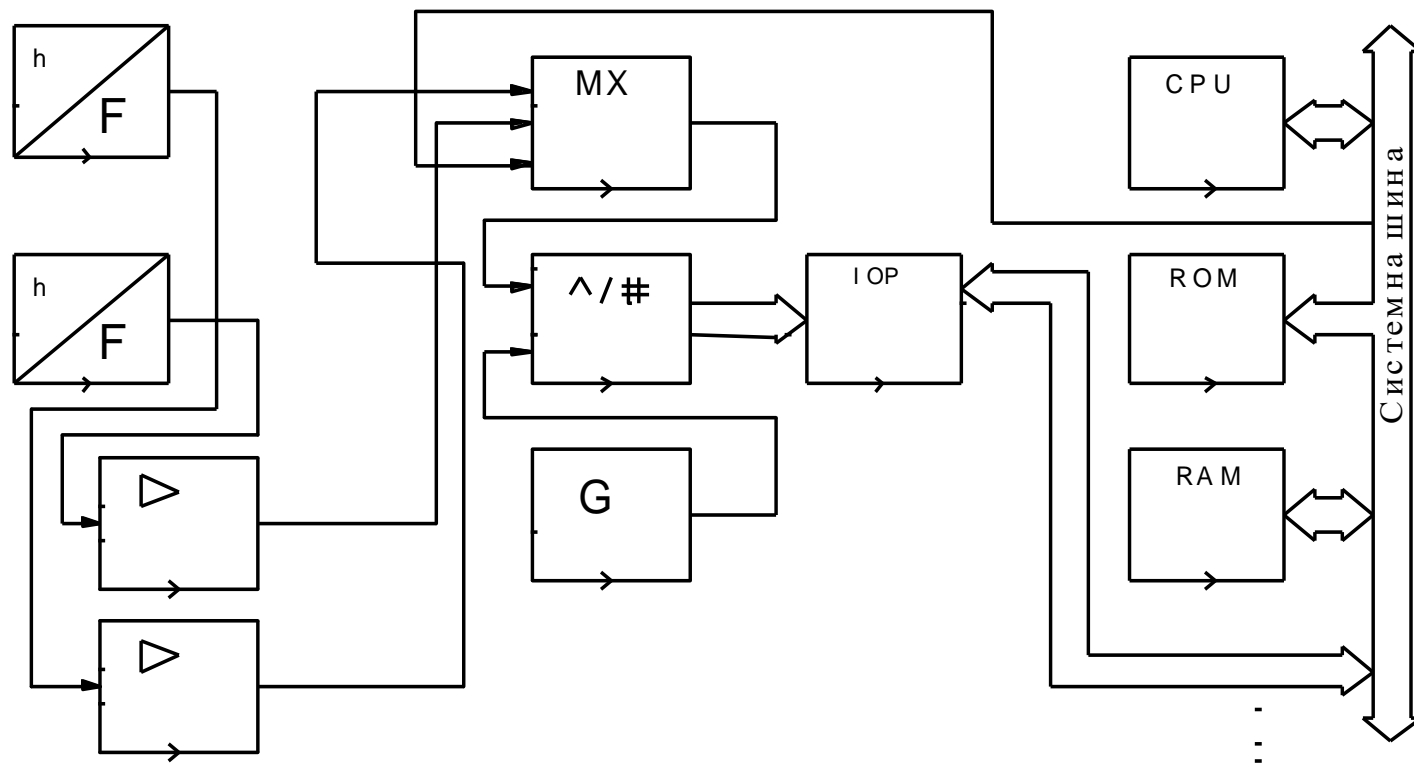


Table 1. Component values for the amplifier circuit.

Component	Value	Notes
6X4	1	
6X4	1	
6X4	1	



Circuit Component List			
Ref. No.	Component	Value	Notes
1	6X4	1	
2	6X4	1	
3	6X4	1	
4	74180	1	
5	74181	1	
6	74182	1	
7	Resistor	100 ohm	
8	Resistor	100 ohm	
9	Resistor	100 ohm	
10	Resistor	100 ohm	
11	Resistor	100 ohm	
12	Resistor	100 ohm	
13	Resistor	100 ohm	
14	Resistor	100 ohm	
15	Resistor	100 ohm	
16	Resistor	100 ohm	
17	Resistor	100 ohm	
18	Resistor	100 ohm	
19	Resistor	100 ohm	
20	Resistor	100 ohm	
21	Resistor	100 ohm	
22	Resistor	100 ohm	
23	Resistor	100 ohm	
24	Resistor	100 ohm	
25	Resistor	100 ohm	
26	Resistor	100 ohm	
27	Resistor	100 ohm	
28	Resistor	100 ohm	
29	Resistor	100 ohm	
30	Resistor	100 ohm	
31	Resistor	100 ohm	
32	Resistor	100 ohm	
33	Resistor	100 ohm	
34	Resistor	100 ohm	
35	Resistor	100 ohm	
36	Resistor	100 ohm	
37	Resistor	100 ohm	
38	Resistor	100 ohm	
39	Resistor	100 ohm	
40	Resistor	100 ohm	
41	Resistor	100 ohm	
42	Resistor	100 ohm	
43	Resistor	100 ohm	
44	Resistor	100 ohm	
45	Resistor	100 ohm	
46	Resistor	100 ohm	
47	Resistor	100 ohm	
48	Resistor	100 ohm	
49	Resistor	100 ohm	
50	Resistor	100 ohm	
51	Resistor	100 ohm	
52	Resistor	100 ohm	
53	Resistor	100 ohm	
54	Resistor	100 ohm	
55	Resistor	100 ohm	
56	Resistor	100 ohm	
57	Resistor	100 ohm	
58	Resistor	100 ohm	
59	Resistor	100 ohm	
60	Resistor	100 ohm	
61	Resistor	100 ohm	
62	Resistor	100 ohm	
63	Resistor	100 ohm	
64	Resistor	100 ohm	
65	Resistor	100 ohm	
66	Resistor	100 ohm	
67	Resistor	100 ohm	
68	Resistor	100 ohm	
69	Resistor	100 ohm	
70	Resistor	100 ohm	
71	Resistor	100 ohm	
72	Resistor	100 ohm	
73	Resistor	100 ohm	
74	Resistor	100 ohm	
75	Resistor	100 ohm	
76	Resistor	100 ohm	
77	Resistor	100 ohm	
78	Resistor	100 ohm	
79	Resistor	100 ohm	
80	Resistor	100 ohm	
81	Resistor	100 ohm	
82	Resistor	100 ohm	
83	Resistor	100 ohm	
84	Resistor	100 ohm	
85	Resistor	100 ohm	
86	Resistor	100 ohm	
87	Resistor	100 ohm	
88	Resistor	100 ohm	
89	Resistor	100 ohm	
90	Resistor	100 ohm	
91	Resistor	100 ohm	
92	Resistor	100 ohm	
93	Resistor	100 ohm	
94	Resistor	100 ohm	
95	Resistor	100 ohm	
96	Resistor	100 ohm	
97	Resistor	100 ohm	
98	Resistor	100 ohm	
99	Resistor	100 ohm	
100	Resistor	100 ohm	



					08-03.БДР.007.000.Е3			
Зм	Лист	№ Докум.	Підпис	Дата	Мікропроцесорний смісний рівнемір. Схема електрична структурна мікропроцесорного смісного рівнеміра	Літ.	Маса	Масштаб
	Розробив	Рукомеда Т. М.						
	Перевірив	Іванченко О. Г.						
						Арк.	Аркушів	
Н.Контр.		Іванченко О.Г.				ВНТУ зр.МІТ-11 fppt.com		

Рівняння перетворення коаксіального ємнісного перетворювача рівня описується виразом:

$$C = \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0 l}{\ln(1 + d/R_1)}$$

Залежність частоти генерації автогенератора від ємності коливальної системи в першому наближенні визначається виразом.

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Підставивши отримуємо залежність між циклічною частотою вихідного сигналу автогенератора від рівня рідини.

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0 l}{\ln(1 + d/R_1)}}}$$

# Метрологічні характеристики

Визначення метрологічних характеристик СКВ похибки кожного датчика:

Похибка квантування АЦП:

$$q = \frac{U_m}{2^n - 1},$$

де  $n$  – розрядність АЦП  $n=10$ ;

$U_m$  – напруга АЦП;  $U_m \approx 5$  (В),

Підставивши значення, отримаємо:

$$q = \frac{5}{2^{10} - 1} = 0,0048$$

$$\sigma_{\Delta i} = \frac{\Delta}{\sqrt{3}} = \frac{0,5}{\sqrt{3}} = 0,2886.$$

Загальне СКВ похибки датчиків:  $\sigma_D = \sqrt{4\sigma \frac{2}{\Delta i}} = \sqrt{4(0,2886)^2} = 0,5768$

СКВ похибки системи:  $\sigma = \sqrt{\sigma_D^2 + \sigma_{KB}^2} = \sqrt{(0,5768)^2 + (0,0013)^2} = 0,5767$

Висновок:

СКВ похибки вимірювальної системи 0,5767, що свідчить про високий клас точності системи та малу похибку вимірювання.

# Висновки

В даному дипломному проекті був розроблений перший, другий, третій та четвертий, п'ятий, шостий, сьомий і восьмий розділи на тему: «Мікропроцесорний ємнісний рівнемір».

В першому розділі був проведений аналітичний огляд літературних джерел.

В другому розділі розроблена структурна схема та проведений аналіз, та була обґрунтована технічна проблема, що виникла на сучасному етапі. Також провели аналіз існуючих рішень та розробили свої варіанти рішень та проаналізували їх.

В третьому розділі була розроблена структурна схема мікропроцесорного ємнісного рівнеміра.

В четвертому розділі була розроблена електрична функціональна та електрична принципова схема мікропроцесорного ємнісного рівнеміра.

В п'ятому розділі були проведені електричні розрахунки.

В шостому розділі була розрахована похибка квантування АЦП, яка складає 0,0048, також середньо – квадратичне відхилення похибки квантування, яке складає 0,0013.

В сьомому розділі було розроблено програмне забезпечення.

У восьмому розділі розрахунок економічної частини.