

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Електронний годинник

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РАС-41

спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Фаріон О.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Яворський Б.І.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Марценюк А.С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Дунець В.Л.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)
Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Дунець В.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)
студенту Фаріону Олегу Михайловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Електронний годинник

Керівник роботи Яворський Богдан Іванович, д.т.н. проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 3 » 06 2024 року № 4/7-581 .

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи
та вихід на міську телефонну лінію.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

- 1. Основна частина
- 2. Охорона праці та безпека життєдіяльності
- Висновки
- Список використаних джерел
- Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

- 1. Структурна схема
- 2. Схема електрична принципова
- 3. Плата друкована
- 4. Друкований вузол.

[illegible][illegible]

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Електронний годинник». Кваліфікаційна робота бакалавра // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41. // Тернопіль, 2024р. //с.- 69, рис.- 12, табл.- 0, бібліог.- 23, додат.- 8.

Ключові слова: ГОДИННИК, СХЕМА СТРУКТУРНА, СХЕМА ФУНКЦІОНАЛЬНА, СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА, ДРУКОВАННИЙ ВУЗОЛ.

с Робота включала схемотехнічне та конструкторське проектування цього пристрою.

Основні технічні характеристики зарядного пристрою Основні характеристики електронного годинника:

- | | |
|------------|----------------|
| - Живлення | USB шина; |
| - Точність | 0,0001 с/добу; |
| - Маса | до 0,5 кг. |

Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Бакалавр» охоплювала ключові етапи проектування та використання РЕА.

ANNOTATION

Theme of qualification work: «Electronic watch». Qualification work bachelor's // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, Radio Engineering Systems Department, group RAs-41. // Ternopil, 2024 // Pages.- 69, fig.- 12, tables - 0, bibliog. – 23, appendix- 8.

Key words: CLOCK, STRUCTURAL DIAGRAM, FUNCTIONAL DIAGRAM, CIRCUIT DIAGRAM, PRINTED CIRCUIT, PRINTED ASSEMBLY.

As part of the qualification work, an electronic clock was developed to synchronize with the time-server to adjust the system time. The work included circuitry and design of this device.

The main characteristics of an electronic watch:

- Power supply: USB bus;
- Accuracy: 0.0001 s/day;
- Weight: up to 0.5 kg.

The qualification work of the bachelor's degree covered the key stages of designing and using the radio electronic equipment.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень.....	7
Вступ.....	8
1 Основна частина.....	11
1.1 Аналіз технічного завдання.....	11
1.1.1 Обґрунтування актуальності теми кваліфікаційної роботи.....	11
1.1.2 Аналіз інформації	29
1.2 Розробка структурної та функціональної схеми пристрою.....	29
1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою.....	34
1.4 Вибір і обґрунтування елементної бази.....	48
1.5 Розробка компоновки і конструкції ДВ.....	55
1.6 Оптимізація компоновки, ДВ.....	56
1.7 Висновок до розділу 1.....	58
2 Охорона праці та безпеки життєдіяльності.....	59
2.1 Проведення інструктажів з охорони праці.....	59
2.2 Психологічні причини нещасних випадків і травматизму.....	63
2.3 Висновок до розділу 2.....	66
Висновки.....	67
Список використаних джерел.....	68
Додатки.....	70
ДОДАТОК А. Технічне завдання	
ДОДАТОК Б. Схема електрична принципова. Перелік елементів	
ДОДАТОК В. Друкований вузол. Специфікація	

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Електронний годинник			Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Фаріон О.М.								
Перевір.		Яворський Б.І.							6	
Консультант								ТНТУ, ФПТ, РАс-41		
Н. Контр.		Марценюк А.С.								
Затверд.		Дунець В.Л.			Пояснювальна записка					

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

A – Ампер.

B – Вольт.

Вт – Ват.

C – Конденсатор.

EEPROM (англ. Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)
– постійний запам'ятовувач, що програмується та очищується за допомогою електрики, один з видів енергонезалежної пам'яті.

LED (англ. Light-emitting Diode) – Світлодіод.

LCD (англ. Liquid Crystal Display) – Рідкокристалічний дисплей.

MCU (англ. Micro Controller Unit) – Мікроконтролер.

R – Резистор.

T – Трансформатор.

VD – Діод.

VT – Транзистор.

AAA – Типорозмір батарейок і акумуляторів.

АЦП – Аналого-цифровий перетворювач.

ГМ – Гальванічне міднення.

ЗГ – Задаючий генератор.

ІМС – Інтегральна мікросхема.

ЛКД – Ліквідні кристалічні дисплеї.

ОЗП – Оперативна пам'ять.

ПЗ – Паяне з'єднання.

ПК – Персональний комп'ютер.

СБ – Струм бази.

ХМ – Хімічне міднення.

ЦОМ – Цифрові обчислювальні машини.

					ФОМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Радіoeлектроніка зараз є невід'ємною частиною усіх аспектів нашого життя: від виробництва до медицини та освіти. Її розвиток, особливо у останні десятиліття, зробив нас залежними від різноманітних радіопристроїв. Електронні годинники, що з'явилися у 70-х роках, засновані на стабільних електронно-механічних системах, згодом отримали нове дихання завдяки мікроелектронним технологіям. Тепер ці годинники використовують мікросхеми і кварцеві резонатори, що забезпечують надзвичайну точність. Однак, попри ці досягнення, серійні мікросхеми, такі як K564 і K561, не завжди ефективні для виготовлення електронних годинників через свою відносно складнішу конструкцію та вимоги до розміщення більшої кількості корпусів. Тим не менш, вони електрично сумісні з більш новими мікросхемами серії K176, які зазвичай використовуються в сучасних електронних годинниках. Мікросхеми K176IE5, K176IE12 та K176IE18 зазвичай застосовуються для створення секундних імпульсів, а мікросхеми лічильників серії K176 використовуються з 7-сегментними індикаторами для відображення часу, а великогабаритних моделях годинників часто використовуються катодолюмінісцентні індикатори, які потребують вищої напруги для ефективної роботи.

В деяких ситуаціях достатньою виявляється інтенсивність світіння символів при зниженні напруги на електродах індикатора до 9 В. В такому разі виводи сегментів індикатора безпосередньо з'єднуються з виходами мікросхеми лічильника, а електромережею до джерела енергії. Тим не менш, для забезпечення належної за технічними умовами яскравості світіння необхідно налаштувати сполучення мікросхеми та індикаторного пристрою за рівнем напруги.

ЛКД стають дедалі популярнішими. Завдяки розвитку ЛКД з великими символами, значно збільшилася їхня універсальність у використанні, зокрема у великих електронних годинниках та інших інформаційних панелях. Ос-

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

новні переваги ЛКД включають низьке споживання енергії, ергономічний дизайн та доступність вартості.

Більшість індикаторів на рідких кристалах функціонують достатньо добре при напрузі 9В, що робить серію мікросхем K176 ідеальною для їхнього управління без додаткових з'єднань. Варто зауважити, що для продовження терміну служби індикаторів, керування ними має здійснюватися за допомогою змінної напруги з частотою в десятки герц. У стандартних конструкціях годинників для цієї мети зазвичай використовують імпульсні послідовності з частотою 64 Гц. Специфічно в мікросхемах серії K176, як наприклад у моделях K176IE5 (K176IE12), вони створюють генератори секундних чи хвилинних імпульсів, що видають на виході імпульсну послідовність з частотою 64 Гц за умови використання кварцевого резонатора з частотою 32768 Гц. Ця напруга синхронізується з напругою на загальному електроді індикатора, тому різниця напруги між сегментом а і загальним електродом є нульовою, зберігаючи прозорість рідкокристалічної речовини та роблячи сегмент невидимим.

Якщо вхідний сигнал А дорівнює 1, то на виході А формується послідовність імпульсів із фазою, що протилежна до імпульсів на загальному електроді, адже $A=V$. Така зміна призводить до того, що до сегмента підводиться імпульсна змінна напруга з частотою 64 Гц та амплітудою 8-9 В. Ця напруга є достатньою для зміни орієнтації молекул у речовині, що викликає потемніння сегмента. У випадку використання високовольтних рідинно-кристалічних дисплеїв необхідно їх інтегрувати з мікросхемами для регулювання напруги.

Софт для LED годинників. Цифрові технології активно розвиваються у сфері імпульсних пристроїв. Вони значно покращили засоби комунікацій та радіолокації, сприяли створенню автоматизованих систем керування на підприємствах і в цілих галузях економіки, а також комплексів для обробки різноманітної інформації.

					ФОМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Цифрові пристрої широко використовуються в сучасній електронно-обчислювальній техніці, при цьому ЦОМ вважаються найбільш універсальними з них. Кожен компонент ЦОМ включає елементи цифрової техніки, що забезпечують зберігання даних, керування обчисленнями та обробку інформації. Розвиток швидкодіючих компонентів дозволив створити машини, які проводять десятки мільйонів арифметичних операцій за секунду. Однак, незважаючи на точність годинників, вони з часом втрачають точність. Тому ключове завдання полягає в розробці годинника, здатного синхронізуватися з time-server для корекції системного часу.

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1. ОСНОВНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз технічного завдання

1.1.1 Обґрунтування актуальності теми кваліфікаційної роботи

Годинники – це витончені механізми, що дозволяють відстежувати час. Вони не лише виконують практичну роль, але й служать елементом декору, забезпечуючи естетичне задоволення. Годинник вимірює час за допомогою регулярних процесів, таких як коливання. Історичні моделі, як-от пісочні чи водяні годинники, використовували природні процеси, наприклад, пересипання піску, для позначення часових проміжків. Крім своєї основної функції, багато годинників також є витворами мистецтва та ювелірними шедеврами, що підкреслюється їх унікальним дизайном і цінністю.

Історія розвитку годинників досить захоплююча. Годинники використовувалися для визначення часових проміжків, які є меншими за добу, та позначення конкретної пори дня. Одними з перших пристроїв для вимірювання часу були сонячні годинники, які оцінювали час, базуючись на положенні тіні. Проте основною проблемою сонячних годинників була їхня нездатність функціонувати під час хмарної погоди або вночі. Також, водяні годинники з'явилися у Стародавньому Єгипті та Межиріччі, додаючи різноманітність методів вимірювання часу.

У XIV столітті в Європі почали з'являтися механічні годинники. Спочатку вони були без стрілок та циферблатів, а час оголошував дзвін. Є відомості про більш ранні годинники, зокрема той, що подарував Карлу Великому Гарун ар-Рашид, але деталі їхньої конструкції не збереглися. В XV-XVI століттях великі годинники стали встановлювати на майданах міст Європи. Їх точність була низькою, до п'ятнадцяти хвилин. Спочатку в якості джерела енергії використовували воду, а згодом, у більш сучасних моделях, – гирі. Розвиток годинників сприяв винахід штиревого спускового механізму.

					ФОМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Годинники Ренесансу, окрім вимірювання часу, відігравали ключову роль у астрономії та астрології. Вони не лише показували години, а й інформували про дату, день тижня, місячні фази та навіть містили гороскопи. Значущим моментом у їхньому розвитку стало відкриття Галілеєм ізохронності коливань маятника, що призвело до створення маятникових годинників.

В XVII столітті було розроблено механічний годинник із стрілками, включно з точним маятниковим годинником нідерландця Християна Гюйгенса та анкерним механізмом Вільяма Клемента. У XVIII столітті для морської навігації Джон Гаррісон створив хронометр, отримавши королівську нагороду. З появою електричних годинників у XIX столітті та подальшим розвитком електронних годинників у XX столітті, які використовують кварцові кристали, час став вимірюватися з високою точністю. Найточнішими стали атомні годинники, вимірюючи час за коливаннями атомів цезію при низьких температурах. Сучасні годинники, будучи частиною комп'ютерів та інших побутових приладів, вбудовують складні функції як секундоміри та будильники, значно підвищуючи точність вимірювання часу науковими дослідженнями.

Типи годинників можна поділити за декількома характеристиками:

1. За розміром та призначенням:

- Кишеньковий – компактний, поміщається в кишеню.
- Наручний – призначений для носіння на зап'ясті.
- Каретний – маленький, зазвичай встановлюють у каретах.
- Настільний – поміщається на стіл чи іншу горизонтальну поверхню.
- Настінний – кріпиться до стіни.
- Підлоговий – великий годинник, що стоїть на підлозі.
- Баштовий – великий, зазвичай розміщується на вершині вежі чи будівлі.

2. За типом механізму:

- Сонячний – використовує сонячне світло для відліку часу.

					ФОМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- Вогняний – час відмірюється за допомогою горіння.
- Пісочний – час відмірюється пересипанням піску.
- Водяний – використовує потік води для вимірювання часу.
- Механічний – працює за допомогою зубчастих коліс та пружин.
- Камертонний – вимірює час за допомогою коливань камертона.
- Кварцовий – використовує коливання кварцового кристала.
- Електричний – живлення від електричної мережі.
- Електронний – містить електронні компоненти для відліку часу.
- Астрономічний – розраховує час за положенням астрономічних тіл.
- Атомний – використовує коливання атомів для надзвичайно точного відліку часу.

Сонячний годинник працює завдяки тому, що сонце створює тінь з об'єктів, а його рух по небосхилу залишається стабільним у подібні дні різних років. За допомогою кругової шкали та коригування за географічною широтою, можна визначити поточний час.

Водяний годинник, відомий також як клепсидра, функціонує за принципом, аналогічним до пісочного годинника.

Сонячні годинники, можливо, вважаються одними з найдавніших приладів для вимірювання часу, поряд з вертикальним ціпком-гномоном. Стародавні скотарі орієнтувалися на час, спостерігаючи за тінню, яка кидалася ціпком. Точний час та місце появи водяних годин досі залишаються невідомими через їхню давність. Прості форми водяних годинників, такі як чашеоподібний відтік, існували у Вавилоні та Єгипті з XVI століття до нашої ери, а також в античній Індії та Китаї. Давньогрецькі та римські цивілізації модернізували ці годинники, додавши зубчасті механізми для точнішого вимірювання часу, що згодом було перейнято ісламським світом і повернулося до Західної Європи. Окремо, у 725 році китайці створили водяні годинники, які поширилися по Азії. Ісламські вчені внесли значний вклад у розвиток цих пристроїв, а в 13-му столітті Аль-Джазарі створив численні годинники, вклю-

					ФОМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

чаючи знамениті моделі "Слон", "Переписувач" та "Замок". Пісочні годинники, які використовувалися для короткочасних вимірів, та вогняні годинники, що з'явилися в Китаї, також сприяли розвитку точних методів вимірювання часу до появи маятникових годинників у Європі XVII століття.

Механічні годинники складаються з основних елементів: двигуна (пружини чи гирі), системи передач з зубчастими колесами, регулятора для стабільності руху, та розподільника, який синхронізує роботу системи. Регулятор служить для вимірювання часу, використовуючи рух стрілок для підрахунку часових інтервалів. Стандартний час вимірюється на основі оберту Землі, з секундою як основною одиницею.

Астрономічні годинники діляться на стаціонарні, які використовують вагу для приводу та регулюються маятником, та портативні, де рух забезпечує пружина і регуляція відбувається балансом. Стаціонарні годинники встановлюються на постійній основі в обсерваторіях, а портативні, такі як настінні хронометри чи кишенькові годинники, використовуються для точного вимірювання часу в різних умовах.

Годинники регулюються так, щоб точність їх ходу була максимально стабільною, незалежно від змін умов, таких як температура чи тиск. Така точність критично важлива для астрономічних вимірювань та географічних обчислень.

У астрономії високо цінуються годинники з чіткими та тихими ударами. Серед майстрів астрономічних годинників виділяються Кесельс, Піль, Дент та інші, а в еліті годинникового мистецтва – Pierre Le Roy, Джон Гарісон та George Graham. Ходики – це прості механічні стінні годинники на маятниковому механізмі з можливістю відключення механізму бою для створення тиші.

«Зозульковий годинник» – це настінний годинник у вишуканому корпусі, переважно механічний, з мелодійним боєм, що відтворює кукування зозулі. Зазвичай кукування (від 1 до 12 разів) лунає щогодини, показуючи час,

					ФОМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

часто з перервами під гучний звук гонга («бум – ку-ку»). Механізм, який створює звук зозулі, було розроблено у середині XVIII ст. і з того часу майже не зазнав змін. Містечко Триберг у німецькому регіоні Шварцвальд вважається батьківщиною цих годинників, адже саме там знаходиться музей зозулькових годинників.

Кварцові годинники – це вид електронно-механічних пристроїв. Їхній механізм працює на основі п'єзоелектричного ефекту. Це означає, що кристали кварцу деформуються, коли на них впливає електричне поле, і поляризуються при механічних деформаціях. Завдяки малим розмірам, кварц здатний стабільно виробляти коливання з високою точністю часу та температурною стійкістю. Конструкція кварцових годинників включає джерело живлення, електронний генератор, лічильник частот і підсилювач, який передає енергію на котушку синхронного мотора. Цей мотор через зубчасті передачі приводить в рух стрілки годинника.

Електронні годинники функціонують на основі вимірювання коливань від задаючого генератора через електронну схему, відображаючи дані на цифровому екрані.

Спочатку електронні годинники створювали на базі вакуумних ламп, а потім на VT та ІМС.

Ранні моделі наручних електронних годинників оснащувалися LED дисплеями, які могли відображати час лише короткий час через велике енергоспоживання LED. Згодом було запроваджено дисплеї на основі рідких кристалів, які орієнтувалися у зовнішньому електричному полі та пропускали світло певної поляризації. Це зменшило енергоспоживання, оскільки світло з зовнішнього джерела між поляризаторами і рідким кристалом поглиналося або ставало темним у присутності електричного поля, формуючи таким чином зображення. Це забезпечило значну економію енергії та рідшу заміну батарей.

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Сучасні цифрові годинники зазвичай оснащені спеціальним MCU. Вони пропонують ряд додаткових функцій, таких як будильники, музичні мелодії, календарі тощо. Однак основна функція MCU – це вимірювання періодів коливань кварцового кристала, який і далі залишається серцем пристрою.

Деякі електронні годинники працюють на основі обрахунку періодів частоти електричної мережі. У багатьох країнах діють строгі норми щодо стабільності цієї частоти. Проте, з огляду на можливі коливання навантаження в мережі, які можуть впливати на частоту, точність таких годинників часто є нижчою за ідеальну. Тим не менш, для багатьох користувачів ця точність вважається достатньою.

Бінарні годинники показують час у форматі двійкового коду, використовуючи LED для індикації годин, хвилин, а іноді й секунд чи дати. Конфігурація та розміри груп LED можуть відрізнятися.

Радіокеровані годинники – це електронні чи кварцові пристрої, що синхронізують свій час за допомогою сигналів із мовних або спеціалізованих радіостанцій, а для забезпечення надзвичайної точності – використовують сигнали з GPS-супутників.

Традиційні конструкції годинників. Годинники створюють на базі звичайних логічних мікросхем, спеціалізованих чипів та MCU. Для відображення часу можуть використовуватися рідкокристалічні екрани, LED-VD чи газорозрядні панелі. Особлива увага звертається на точність часозадаючих елементів, таких як тактові генератори. Сучасна електроніка дозволяє підключення до TIMESERVER і синхронізацію внутрішнього часу за допомогою UDP-пакетів, що несуть дані про дату і час.

Далі описано типову схему годинника на базі цифрових логічних мікросхем.

					ФОМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

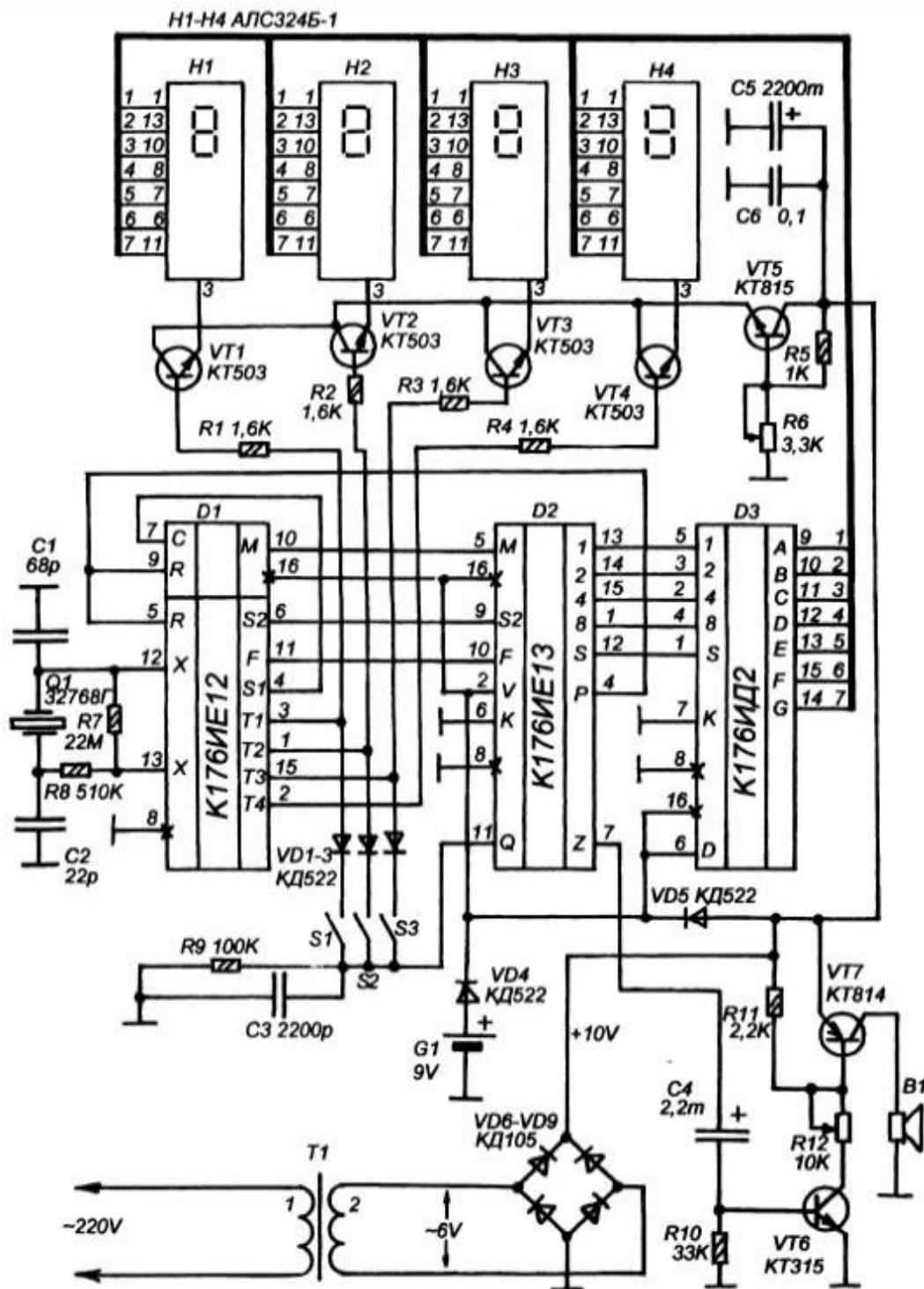


Рисунок 1.1 – Схема годинника на базі цифрових логічних мікросхем

Цей будильник сконструйований за допомогою найбільш доступних та економічних на сьогодні мікросхем K176IE12, K176IE13 та K176ID2. Він оснащений чотирма однорозрядними 7-сегментними LED-індикаторами АЛС324В-1 з загальним анодом, які формують його цифрове табло. Бу-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ФОРМ 2.899.000.ПЗ

Арк.

17

дильник вимірює час у годинах та хвилинах, а час спрацювання налаштовується на цілу добу. Коли настає заданий час, активізується дуже гучний переривчастий звуковий сигнал, здатний розбудити навіть глибоко сплячу особу. Висока гучність забезпечується завдяки імпульсному підсилювачу потужності, що працює на двох VT, та динамічній головці. Також в годиннику передбачені регулятори гучності та яскравості LED індикаторів, що дозволяють налаштувати ці параметри за потребою.

Годинники працюють від електромережі з напругою 220В або від запасного джерела – 9-вольтової батареї «Крона». У разі відключення електроенергії вони втрачають можливість індикації та функціонування будильника через відсутність живлення на динамік, але самі годинники продовжують працювати, переходячи на живлення від батареї.

Цей будильник створено на базі мікросхем D1-D3 з використанням стандартної спрощеної схеми. Мікросхема D1, модель K176IE12, генерує часові послідовності з кварцовим резонатором на 32768 Гц. Вона включає генератор та лічильники для генерації секундних та хвилинних імпульсів, а також імпульсів для динамічної індикації з частотою 128 Гц, які фазово зсунуті на чверть періоду, і для створення звукового сигналу будильника.

Мікросхема D2 K176IE13 обладнана лічильниками для вимірювання часу та хвилин, а також містить пам'ять ОЗП для налаштування будильника і генератор сигналу для його активації. Коли встановлені параметри в ОЗП збігаються з поточним часом, на сьомому контакті D2 генеруються серії імпульсів. Зазвичай ці імпульси мають спрямовуватися на п'єзовипромінювач, однак у цій конструкції вони передаються через C: C4 до входу імпульсного підсилювача на VT: VT6 і VT7. На виході цього підсилювача встановлено динамічний динамік B1. Гучність звуку можна регулювати за допомогою R: R12, який контролює силу струму, що проходить через динамік.

Налаштування часу та будильника здійснюється за допомогою трьох кнопок S1-S3. Натискання на кнопку S1 збільшує хвилини зі швидкістю 2 Гц.

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Натискання на кнопку S2 виконує ту саму дію для годин. Для перегляду часу будильника слід натиснути на кнопку S3. Щоб налаштувати будильник, потрібно натиснути на S3 і тримаючи цю кнопку, використовувати S1 та S2 для встановлення часу спрацьовування будильника.

Мікросхема D3 – K176ID2 функціонує як 7-сегментний дешифратор, перетворюючи двійковий код, що входить, у комбінацію сигналів для керування семисегментним дисплеєм. Залежно від типу дисплею, зі спільним анодом або катодом, можна регулювати полярність на виходах, активуючи сегменти через зміну логічного рівня на піні 6 D2.

Для прикладу, у разі дисплеїв зі спільним анодом для активації сегментів потрібен логічний нуль. Це досягається поданням логічної одиниці на пін 6. Для дисплеїв зі спільним катодом на цей пін подається логічний нуль. Важливо знати, що мікросхема K176ID2 дозволяє забезпечити вищий струм через сегменти при активації логічними нулями, тому дисплеї зі спільним анодом виглядатимуть яскравішими. Використовуються саме такі дисплеї у цій схемі.

Один із прикладів – це годинник, який використовує газорозрядні панелі для відображення часу.

Мікрочіп K145IK1901 розроблений спеціально для створення електронних годинників і включає усі основні компоненти: генератор частоти, дільники частоти, схему порівняння для сигналу будильника, а також систему динамічного керування катодолюмінесцентним чотирицифровим індикатором з вихідними ключами.

Типовий кварцовий резонатор з частотою 32768 Гц застосовується у приладі. У конструкції використовують газорозрядні індикатори ІВ-11, які працюють за принципом динамічної індикації. Це означає, що всі однакові сегменти індикаторів з'єднані, а активація конкретного індикатора відбувається шляхом подачі напруги на потрібну сітку. Завдяки частоті перемикання 128 Гц, мерехтіння індикаторів не помітне. Будильник працює на мікросхемі

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

167ЛА7, яка містить чотири елементи 2І-НЕ. Два з них утворюють генератор аудіочастот, а два інші створюють генератор з частотою 2 Гц, модулюючи звучання першого та забезпечуючи переривчастий звук сигналізації. Управління сигналізаційною схемою здійснюється через основну мікросхему, вивід 26 DD1.

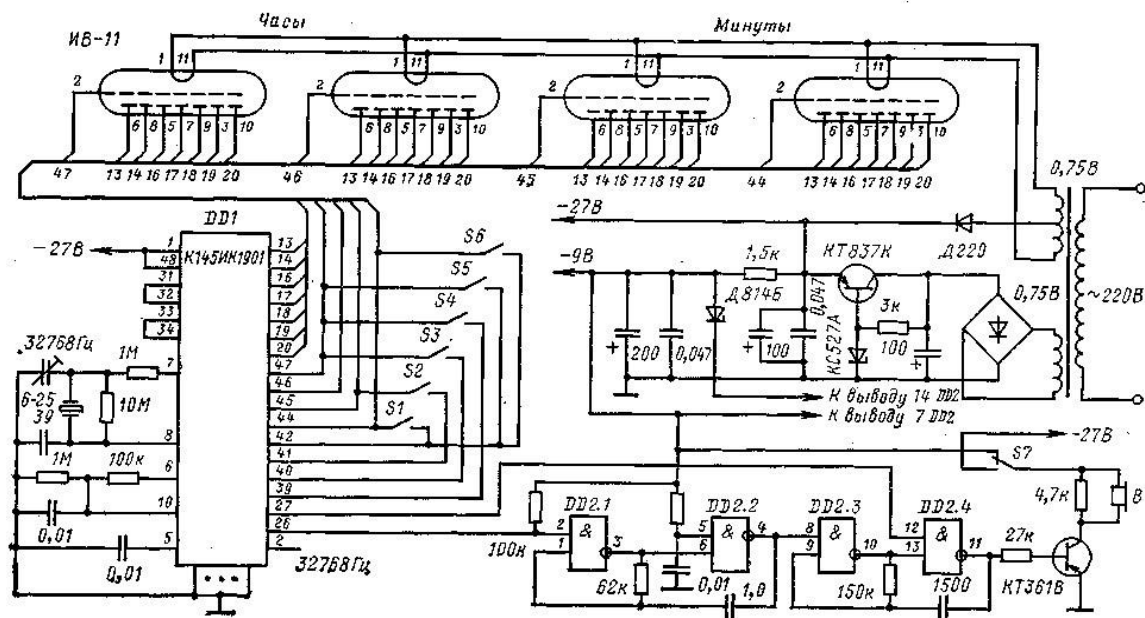


Рисунок 1.2 – Схема годинника, який використовує газорозрядні панелі

Типовий кварцовий резонатор з частотою 32768 Гц застосовується у приладі. У конструкції використовують газорозрядні індикатори ІВ-11, які працюють за принципом динамічної індикації. Це означає, що всі однакові сегменти індикаторів з'єднані, а активація конкретного індикатора відбувається шляхом подачі напруги на потрібну сітку. Завдяки частоті перемикавання 128 Гц, мерехтіння індикаторів не помітне. Будильник працює на мікросхемі 167ЛА7, яка містить чотири елементи 2І-НЕ. Два з них утворюють генератор аудіочастот, а два інші створюють генератор з частотою 2 Гц, модулюючи звучання першого та забезпечуючи переривчастий звук сигналізації. Управління сигналізаційною схемою здійснюється через основну мікросхему, вивід 26 DD1.

Перемикач S7 відповідає за регулювання гучності аудіосигналів, змінюючи при цьому вхідну напругу кінцевого ключа. Налаштування часу та будильника виконується за допомогою кнопок S1-S6, які не є фіксованими. Годинник отримує живлення від блоку з Т, який забезпечує напругу для розжарювання катода (0.75 В) та анодну напругу для індикаторів (27 В), а також через стабілізатор на VT: VT1 (9 В) для основного живлення мікросхем та звукового сигналу. Тонко налаштувати частоту генератора дозволяє підстроювальний конденсатор C1.



Рисунок 1.3 – Kenko 6871 LCD

Компанія «СамеТо» презентує універсальний настільний годинник Kenko 6871 LCD. Цей електронний годинник, окрім основних функцій, оснащений термометром, що інформує про час та температуру навколишнього середовища. Універсальність Kenko 6871 LCD робить його ідеальним вибором для подарунка близьким чи колегам.

Модель Kenko 6871 LCD гармонійно впишеться в будь-яке простір: будь то домівка, робоче місце або офіс. Він елегантно виглядає як на стіні, так і на столі чи поличці, стаючи вишуканою деталлю інтер'єру.

Електронний годинник Kenko 6871 LCD містить такі функції:

- Будильник.
- Календар.
- Секундомір.

- Таймер.
- Термометр.
- Функція нагадування про особливі дати.

Деталі конструкції цього настільного годинника:

- Має рідкокристалічний екран.
- Виготовлений з ABS-пластика.
- Живлення здійснюється від двох АА батарей.
- Розміри складають 200 мм х 140 мм х 30 мм.
- Вага приблизно 200 г.

Переваги Kenko 6871 LCD порівняно з іншими електричними будильниками:

- Висока точність годинника дозволить вам завжди прокидатися вчасно.
- Вбудований календар, що розрахований на 200 років використання.
- Функція нагадування допоможе вам не пропустити важливі події.
- Вбудований термометр дозволяє вимірювати температуру без виходу з дому.
- Незалежність від електромережі завдяки живленню від батарей.
- Мультифункціональний дизайн, що легко впишеться в будь-який інтер'єр.
- Портативність та зручність у транспортуванні завдяки захисній коробці.

Оснащений стендом для розміщення на робочому столі та спеціальним отвором для кріплення на стіні.

Оригінальний дизайн, витонченість ліній, зручність у застосуванні – це лише декілька з численних переваг згаданого годинника. Під час розробки використані новітні технологічні рішення. Годинник Mids A-1006 із проектуванням часу, підсвіткою та рідкокристалічним дисплеєм – оптимальний вибір для людей, що цінують сучасність. Окрім показу часу, прилад має додаткові

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

опції: відображення дати, місяця, дня тижня та року, а також налаштований будильник і календар на двісті років наперед.



Рисунок 1.4 – Цифровий проєкційний годинник Mids A-1006

Колір проєкції – червоний. Завдяки поворотній бічній панелі можна змінювати орієнтацію проєкції з вертикальної на горизонтальну. Також можлива регуляція яскравості зображення. Підсвітка дисплея має приємний блакитний відтінок. Дисплей чіткий, без мерехтінь та дефектів зображення.

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Годинник оснащений двома незалежними будильниками, сигнал кожного з яких триває одну хвилину, але може бути вимкнений натисканням на будильну кнопку на задній панелі. Велика перевага – можливість використання у темряві або вночі.

Якщо ви шукаєте подарунок, але вагаєтеся з вибором, то цифровий годинник-проектор Mids A-1006 стане ідеальним рішенням.

Цей стильний та сучасний годинник зручний у використанні і обов'язково сподобається кожному, хто цінує новітні технології. Він працює на трьох AAA батарейках і має компактні розміри: довжина 168 мм, ширина 87 мм та висота 71 мм. Важить він 297 г. З годинником також отримаєте детальну інструкцію з експлуатації.



Рисунок 1.5 – Настільний годинник VST-730

Настільний годинник VST-730 із електронним дисплеєм та функцією будильника:

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

- Бренд: VST.
- Тип механізму: електронний.
- Джерело живлення: підключення до мережі 220 В або батарейки.
- Габарити: 19х8х6 см.
- Довжина кабелю: 130 см.
- Колір корпусу: чорний.
- Екран: LED-дисплей із 24-годинним форматом.
- Дата: відсутня.
- Функція будильника: наявна.
- Особливості: дисплей 1,4 дюйма; вибір мелодії для будильника.



Рисунок 1.6 – Годинник-проектор із домашньою метеостанцією Color Screen Calendar 8190

Час демонстрації проекції становить 1 хв. Температура та вологість визначаються лише усередині будівлі, зовнішній сенсор відсутній. Діапазон

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

вимірювань температури – від -5 до +50 градусів. Помилка складає 1%. Календар розрахований на період з 2001 по 2099 рр. На ринку є багато альтернатив, але варто виділити метеостанцію з годинником Color Screen Calendar за найкраще співвідношення ціна-якість.

Володіння домашньою метеостанцією пропонує чимало переваг:

- Отримання інформації в режимі реального часу: задали запитання – миттєво отримали відповідь.
- Можливість проєктувати дані на будь-які однотонні поверхні домівок, наприклад, на стелю прямо з ліжка.
- Відображення температури повітря всередині помешкання.
- Вимірювання вологості та атмосферного тиску за запитом, з негайною відповіддю.
- Інтеграція часу, будильника та календаря в один компактний пристрій.
- Підсвічування для читання інформації у темряві.

Домашня метеостанція з годинником «Color ScreenCalendar 8190» має наступні характеристики:

- Надання інформації про вологість та температуру повітря.
- Відображення дня тижня та місяця.
- Зручний доступ до інформації, не піднімаючись з ліжка.
- Функція будильника за потреби.
- Висока точність вимірювань, відповідно до стандартів ДСТУ.
- Вага лише 400 г.
- Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.
- Універсальний дизайн, що підходить до будь-якого інтер'єру.
- Пластиковий корпус, що забезпечує легкість та приємність на дотик.
- Довговічність, потрібна лише заміна батарей.
- Використання двох батарейок типу ААА.

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

– Можливість живлення від акумулятора 4,5 вольт (не входить у комплектацию).



Рисунок 1.7 – Проекційний годинник «Зоряне небо» з можливістю проектування образу на поверхні

Специфікація проекторного годинника включає:

- Три варіанти підсвічування.
- Цифровий рідкокристалічний дисплей.
- Живлення від трьох батарейок ААА на 1,5 В.
- Вага приладу становить 0.2066 кг.
- Колір корпусу білий з сріблястою основою
- Габарити: 10,2 см в довжину, 7 см у висоту та 10,4 см у ширину.
- Виготовлений з пластику.

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

– Обладнаний функцією будильника.

Проектор «Зоряне небо» поєднує годинник із заспокійливим освітленням, створюючи чудову атмосферу для відпочинку. Цей прилад не тільки показує час, а й проєктує на стелю захоплюючу картину зоряного неба, перетворюючи вашу кімнату в маленький космос. Він також виконує роль нічника з високою функціональністю, допомагає засинати та додає романтики в атмосферу.

Проектор «Зоряне небо» є чудовим вибором для подарунка як для друзів, так і для дітей.

Завдяки своїм компактним розмірам та легкості у використанні, цей годинник ідеально підходить для будь-якого інтер'єру. Окрім того, він обладнаний трьома режимами LED-освітлення, вбудованим LCD-дисплеєм і будильником. Живлення забезпечує комплект із трьох батарейок типу ААА.

Характеристики нічного світильника «Зоряне небо»:

- Проєкція зоряного неба та місяця на стелі та стінах.
- Відображення часу червоними цифрами.
- Створення романтичної атмосфери.
- Три режими LED освітлення.
- Вбудований LCD дисплей.
- Вага: 200 г.
- Виготовлено з високоякісного пластику.
- Компактність та простота у користуванні.
- Функція будильника.

Цей проєктор-годинник ідеально підходить для оформлення спальні чи гостьової кімнати, здатний зробити враження на гостей, які вперше побачать таке освітлення.

Не розміщуйте годинник на вологій або брудній поверхні, уникайте механічних пошкоджень, таких як струси чи падіння. Використовуйте лише якісні батарейки.

					ФОМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1.2 Аналіз інформації

Для обговорення кваліфікаційної роботи важливо зазначити, що представлений пристрій належить до портативних професійних апаратів за відповідною класифікацією.

Цей пристрій можна використовувати в приміщеннях із природнім провітрюванням, без кондиціонування повітря, а також у просторах з регульованим кліматом, де температура та вологість підтримуються штучно.

Згідно із вимогами кваліфікаційної роботи, електронний годинник відповідає четвертій категорії за ДСТУ 15150-82, що задає наступні умови:

- Працездатність і збереження зовнішнього вигляду при температурних коливаннях від $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Вологість до $85\pm 3\%$ при температурі $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Атмосферний тиск від 80 до 100 кПа.
- Мінімальне механічне навантаження згідно ДСТУ 20790-82.

В контексті конструкції важливо, що вона має бути прямокутної форми, з індикаторами та органами управління на передній панелі для зручності користування.

Щодо умов зберігання, за ДСТУ 15150-82 вони передбачають сухі та періодично провітрювані приміщення з вологістю не більше 80% і температурою від $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, без наявності у повітрі корозійних речовин.

Що стосується електричних характеристик, схема дозволяє зв'язуватися з TIMESERVER та синхронізувати час за допомогою UDP-пакетів, що несуть інформацію про дату і час.

1.2 Розробка структурної та функціональної схеми пристрою

Цей пристрій слугує для вимірювання та відображення часу на LED-матриці та може синхронізувати системний час з сервісом Time-server через Wi-Fi з'єднання.

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Ознайомтесь зі структурною схемою цього пристрою, яка представлена на рисунку 1.8:

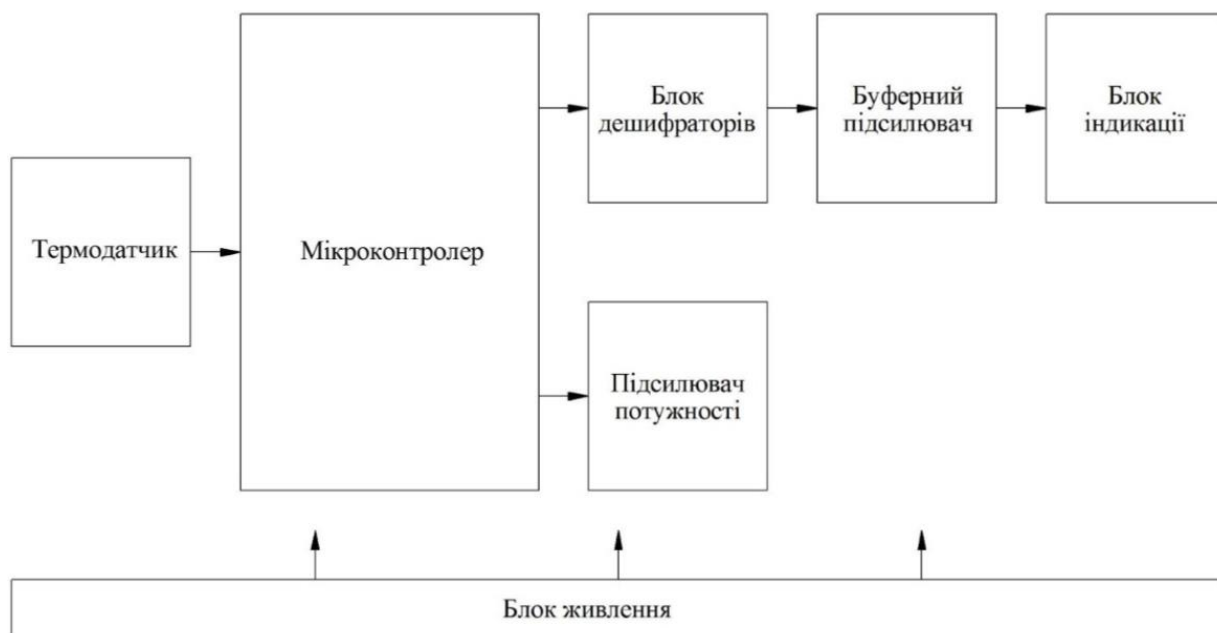


Рисунок 1.8 – Схема структурна

Схема включає такі компоненти:

- MCU – виконує основні обчислення та контролює інші блоки.
- Блок індикації – відповідає за показ інформації користувачам.
- Блок дешифраторів – перетворює код з MCU у формат для відображення на індикаторній матриці.
- Буферні підсилювачі – адаптують рівні сигналів між MCU і LED матрицею.
- Термодатчик – моніторить температуру навколишнього середовища.
- Підсилювач потужності звуку – підсилює звуковий сигнал до потрібної гучності.

MCU – ключовий компонент, який керує працею пристрою. Його головна роль полягає в тому, щоб демонструвати дані на LED матриці 7x5 через синтезовані символи та цифри, використовуючи метод динамічної індикації зі скануванням рядків. Пристрій чергує показ часу та температури в °C кожні

5 с. Декодери перетворюють послідовні сигнали з MCU в паралельні, використовуючи послідовно-паралельні зсувні реєстри зі заціпкою. Це необхідно для балансування потужності, яку споживають LED. Температурні дані передаються в MCU від цифрового температурного датчика. Налаштування будильника та вибір мелодії (у форматі *.txt) проводиться через веб-адресу 192.168.0.1:8989 або за допомогою Telnet.

Розташування компонентів на схемі не показує зв'язки між ними. Схема має забезпечувати ясне уявлення про структуру пристрою і взаємодію його частин. Компоненти на схемі зображують як прямокутники або інші символи, з назвами та позначеннями всередині. Послідовність процесів визначають стрілками, що з'єднують ці компоненти. У схемах простих пристроїв елементи впорядковані від лівого до правого боку. Для складних схем з кількома основними каналами краще використовувати паралельні горизонтальні ряди.

Функціональні схеми слугують для з'ясування процесів у конкретних функціональних блоках чи в цілому виробі. Вони більш детально описують дії, які відбуваються під час різних режимів роботи складних виробів. Кількість цих схем та глибина їх розробки залежать від характеристик самого виробу і визначаються розробником.

На такій схемі зазначені всі функціональні компоненти виробу, такі як елементи, прилади, блоки, та їх зв'язки. Схема має чітко відображати порядок функціональних процесів без врахування реального розташування цих елементів у виробі.

Компоненти і їх зв'язки на схемі представлені за допомогою стандартних графічних символів. Є правила для позначення цих компонентів, зокрема, деякі з них можуть бути представлені у формі прямокутників згідно з правилами структурних схем.

На функціональній схемі зазначають:

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

- Для функціональних груп – символи з принципової схеми або назви (якщо вони представлені символом, то назви опускаються).
- Для кожного елемента чи приладу – буквено-цифрове позначення з принципової схеми, його тип.
- Для елементів, зображених прямокутниками – позиційні позначення, назви, типи та відповідні документаційні зазначення, за якими ці елементи застосовані. Назви, типи та позначення зазвичай розміщують всередині прямокутників.

На схемі зображуються технічні характеристики компонентів, параметри у ключових точках та додаткові пояснення. При потребі можна додати опис електричних ланцюгів відповідно до ДСТУ 2.709-72. Якщо виріб містить різні типи елементів, корисно створити декілька схем для окремих типів або одну комбіновану схему, що охоплює всі елементи та їх взаємозв'язки.

Основна електрична схема використовується для аналізу роботи пристрою та його налаштувань, коригувань, контролю та ремонту.

Спочатку визначається структура пристрою, потім розробляється схема, що показує послідовність процесів та ключові параметри.

В Україні ще багато функціонуючих старих електронних годинників радянських часів. Їхня головна проблема – обмежені функції. Тому було створено багатофункціональний годинник на MCU.

Цей пристрій заснований на доступному MCU PIC16F628A та включає: блок живлення, мікросхему точного часу, MCU, блоки дешифраторів, буферні підсилювачі та індикаційний блок.

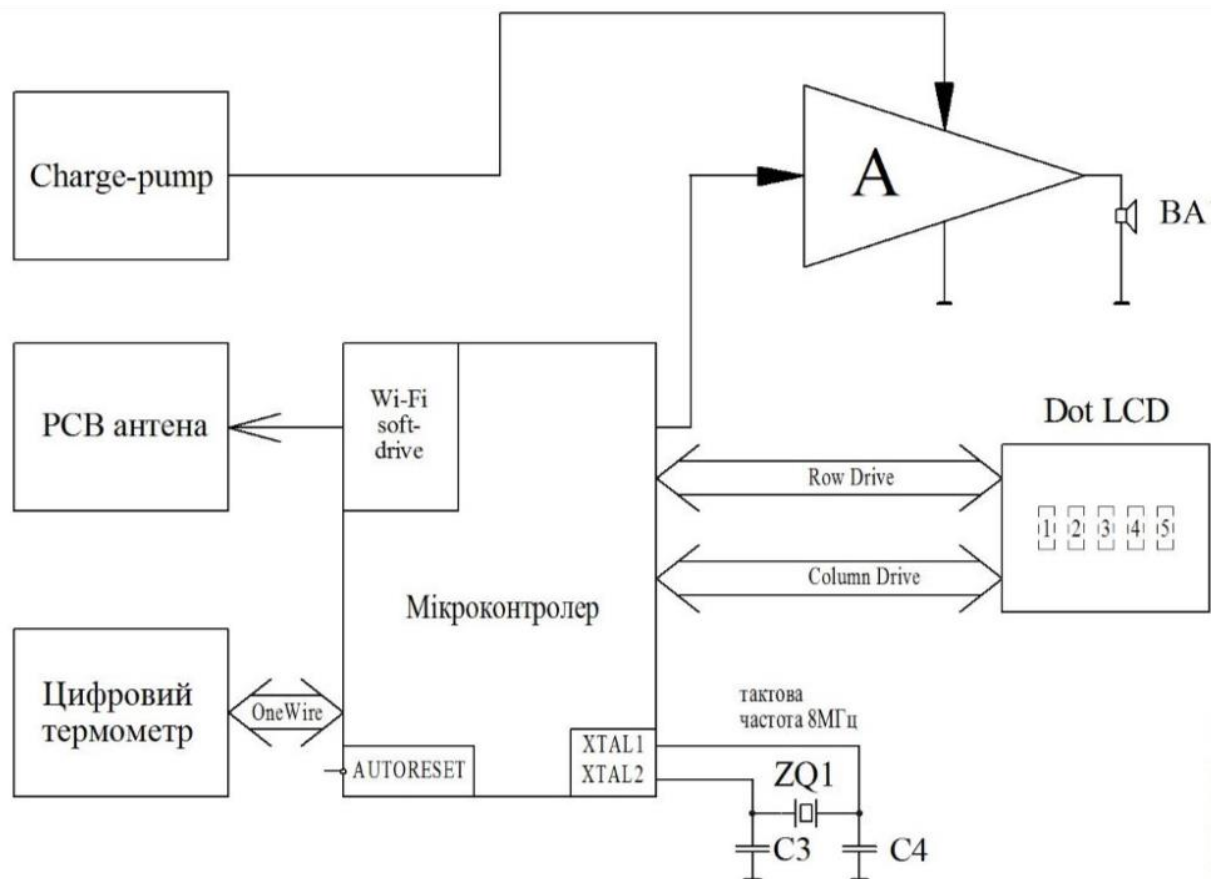


Рисунок 1.9 – Схема функціональна

Всі основні функції виконуються MCU PIC16F84A, що генерує стабільні ШІМ сигнали за допомогою кварцового генератора.

MCU має вбудовану схему апаратного скидання, що не потребує зовнішніх компонентів.

Переваги серії PIC16F:

- Функціонально повний блок без потреби в налаштуваннях.
- Система переривань.
- Апаратний стек.
- Вбудована пам'ять EEPROM.
- Широкий набір периферій, таких як USB, SPI, I2C, USART, LCD, компаратори, АЦП тощо.

MCU характеризується низьким енергоспоживанням і можливістю програмування безпосередньо в корпусі, що унеможливорює його виймання з

апарату. Точність роботи годинника залежить від дотримання номіналу і температурної стійкості частоти кварцового резонатора ZQ1.

Діапазон вимірювання температури цифровим давачем DS18B20 становить від -55 °C до +125 °C з кроком у 0,5 °C. Цей давач підключений до MCU через 1-Wire інтерфейс.

Зсувний регістр із регістром збереження дозволяє керувати індикатором за допомогою лише трьох портових виводів MCU. 7-розрядний код, створений MCU, передається до зсувного регістру мікросхеми, після чого всі його розряди паралельно переносяться у її регістр збереження і виводяться на виходи. Сигнали з виходів MCU надходять на буферні підсилювачі мікросхеми, кожен з яких утворений комплексним VT зі спільним емітером та відкритим колектором. Максимальний струм, що може бути виділений одним підсилювачем, складає 500 мА, а максимальна напруга на закритому VT не перевищує 50 В.

Сигнали, які потрапляють на катоди LED індикаторів з виходів мікросхеми буфера, послідовно активізують рядки табло. Дані для подачі на аноди LED кожного рядка MCU завантажує послідовним кодом у багаторозрядні зсувні регістри.

1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою

Опис електронної схеми.

Центральним компонентом схеми служить MCU PIC DD1 від американського виробника Microchip Technology Inc., який побудований за Гарвардською архітектурою.

У ролі давача температури функціонує DS18B20 DD3 – цифровий термометр з можливістю калібрування, що працює через однопровідний 1-Wire інтерфейс і має змінну роздільність. Він може вимірювати температуру в ме-

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

жах від $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$. Вимірювання температури здійснюється безпосередньо з використанням цифрового сигналу, що не потребує додаткових перетворень. Вбудований АЦП дозволяє регулювати роздільну здатність від 9 до 12 біт. Абсолютна помилка не перевищує $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ у діапазоні температур $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$, а повний цикл перетворення займає близько 750 мс. Термометр може встановлювати температурні пороги, відправляти сигнали через 1-Wire інтерфейс і підключатись до необмеженої кількості аналогічних пристроїв. Кожен термометр має унікальний 64-бітний ідентифікаційний номер і може живитися від зовнішнього джерела 3,0 до 5,5 В або через паразитне живлення від 1-Wire лінії.

Для живлення використовується конвертер напруги STEP-UP MAX633 DA2, який забезпечує необхідну напругу для підсилювача.

MCU, ІМС у формі матриці mxn LED, зазвичай мають розмірність 7x5 або 9x7. Вони відображають алфавітно-цифрову інформацію, використовуючи динамічну індикацію. Принцип роботи полягає в тому, що кожен рядок по чергову збуджується струмом 10-15 мА та напругою 2,0-2,5 В для відображення інформації.

Мікросхема ULN2003 DA2 з 7 VT ключами (схема Дарлінгтона) керує навантаженням до 500 мА і напругою до 50 В. Її вхід можна підключити безпосередньо до портів MCU.

Ключі для рядків комутує двійково-десятковий декодер DD2, а зсувні регістри DD4-DD6 забезпечують послідовне світіння кожного рядка. Навантаження включається сигналом «1» з MCU.

Додатково, схема з операційним підсилювачем DA3 і VT: VT1-VT5 формує підсилювач потужності для аудіосигналів. Застосовані С та R формують фільтри та забезпечують стабільність роботи схеми.

Аналіз базової електричної схеми двотактного без Т-ного підсилювача.

На схемі наведеній на рисунку 1.10 показано простий двотактний підсилювач без Т. Використання складених VT у фінальному каскаді значно

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

підвищує вхідний опір, спрощуючи завдання для передкінцевого каскаду та забезпечуючи високу амплітуду вихідного сигналу.

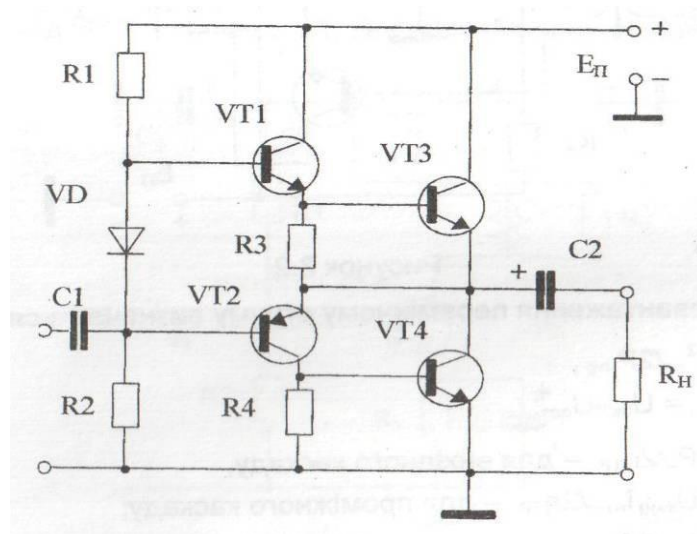


Рисунок 1.10 – Схема простого двотактного підсилювача без Т

Розрахунки для складених VT виконуються аналогічно до комплементарних VT. Параметри складених VT можна знайти, використовуючи специфічні формули:

$$h_{21E} \cong h_{21E}^{(1)} \cdot h_{21E}^{(3)} \cong 20 \cdot 30 \cong 600 \quad (1.1)$$

$$h_{11E} = R_{exT} = h_{11E}^{(1)} + \left(1 + h_{11E}^{(3)}\right) \left(h_{11E}^{(1)} \parallel R_3\right) = 90,62 + (1 + 6,43) \cdot \left(\frac{90,62 \cdot 33}{90,62 + 33}\right) = 270,36$$

$$R_3 = R_4 = (5 \dots 10) h_{11E}^{(3)} = 5 \cdot 6,43 = 32,15, \quad (1.2)$$

серед яких значення опорів R3 і R4 становлять 33 Ом.

$$U_{06} = U_{06}^{(1)} + U_{06}^{(3)} = 0,65 + 0,01 = 0,66, \quad (1.3)$$

де $h_{11E}^{(1)}, h_{21E}^{(1)}$ – параметри VT: VT1, VT2; $h_{11E}^{(3)}, h_{21E}^{(3)}$ – параметри VT: VT3, VT4; $U_{0б}^{(1)}, U_{0б}^{(3)}$ – напруги зсуву VT: VT1, VT3.

Початковий розрахунок параметрів робочої точки включає встановлення напруги $U_{0к} = 0,5E_n = 0,5 \cdot 24 = 12$ В і струму $I_{0к} = 0$ А для режиму В. На характеристичному графіку VT в координатах $(U_{кE}; I_{к})$ визначається лінія навантаження, яка проходить через точки $\left(U_{0к} = \frac{E_n}{2}; 0\right)$ і $\left(0; I_{ка} = \frac{E_n}{2R_H}\right)$.

Для визначення необхідної амплітуди напруги на навантаженні $U_{вихт}$ встановлюємо залишкову напругу $U_{ост} = 0,5E_n - U_{вихт} = 0,5 \cdot 24 - 8 = 4$ В.

Аналіз VT схеми включає визначення кількох ключових параметрів:

1. Використання вхідної статичної характеристики VT:

$$I_{кт} = 1,9 \text{ А},$$

$$U_{0б}^{(1)} = 0,01 \text{ В}, U_{0б}^{(3)} = 0,65 \text{ В}$$

$$I_{бмакс}^{(1)} = \frac{I_{кт}}{h_{21E}} = \frac{1,9}{600} = 3,2 \text{ мА}, \quad (1.4)$$

$$I_{бмакс}^{(3)} = 0,7 \text{ А},$$

$$U_{бмакс}^{(1)} = 0,3 \text{ В}, U_{бмакс}^{(3)} = 1,1 \text{ В},$$

$$U_{бт}^{(1)} = 0,3 - 0,01 = 0,29 \text{ В}, U_{бт}^{(3)} = 1,1 - 0,65 = 0,45 \text{ В}$$

$$I_{\text{бт}}^{(1)} = 3,2 - 0 = 3,2 \text{ мА}, I_{\text{бт}}^{(3)} = 0,07 \text{ А}.$$

2. Розрахунок постійного СБ VT:

$$I_{0\text{б}} = \frac{I_{0\text{k}}}{h_{21\text{E}}} = 0 \quad (1.5)$$

3. Оцінка заданої потужності:

$$P_{\text{вихт}} = 0,5 U_{\text{вихт}} I_{\text{вихт}} \geq P_{\text{н}}; 8 \geq 8 \text{ Вт.} \quad (1.6)$$

4. В схемі зі зворотним зв'язком використовується місцевий негативний зворотний зв'язок, глибина якого:

$$A_{0\text{k}} = g_{21} R_{\text{н}} \quad (1.7)$$

$$\text{де } g_{21} = \frac{I_{\text{kм}}}{U_{\text{бт}}} = \frac{1,9}{0,74} = 2,57; A_{0\text{k}} = 2,57 \cdot 4 = 10,28.$$

Для стабілізації схеми використовуються R: R1 та R2 та VD, які розділяють вихідний та передкінцевий каскади, якщо вони розділені конденсатором.

$$R1 = R2 = \frac{(E_{\text{н}} - 2U_{0\text{б}})}{2I_{\text{д}}}, \quad (1.8)$$

$$\text{де } I_{\text{д}} \geq (0,5 \dots 3) I_{\text{бт}}^{(1)}.$$

$$R1 = R2 = \frac{24 - 2 \cdot 0,66}{2 \cdot 9,6} = 1181 \text{ Ом} \approx 1,2 \text{ кОм},$$

$$I_D = 3 \cdot 3,2 = 9,6 \text{ мА}.$$

5. Оцінка розсіяної потужності:

$$P_r = R1 I_D^2 = 1200 \cdot (9,6 \cdot 10^{-3})^2 = 0,11 \text{ Вт}, \quad (1.9)$$

Використовується VD типу 1N4148, який витримує спад напруги $2U_{06} = 2 \cdot 0,66 = 1,32 \text{ В}$ при струмі $I_D = 9,6 \text{ мА}$.

Вхідний опір схеми визначається як $R_{вхвк} = \frac{A_{0k} h_{11E} R_D}{(A_{0k} h_{11E} + R_D)}$, залежить від дільника R1, VD, R2, де $R_D = 0,5 R1 = 0,5 \cdot 1200 = 600 \text{ Ом}$, а h_{11E}^- – це вхідний опір VT біля робочої точки (U_{06}, I_{06}) . Він виміряний та становить 493,47 Ом.

Амплітуда вхідної напруги $U_{вхвт}$ обчислюється через амплітуду вихідної напруги та коефіцієнт $K_{вк} = \frac{g_{21} R_H}{(1 + g_{21} R_H)} = \frac{2,57 \cdot 4}{(1 + 2,57 \cdot 4)} = 0,91$ зв'язку, виходячи з формули 1.10:

$$U_{вхвт} = \frac{U_{вихт}}{K_{вк}}, \quad U_{вхвт} = \frac{8}{0,91} = 8,79 \text{ В}. \quad (1.10)$$

Також визначаємо амплітуду вхідного струму за формулою 1.11:

$$I_{вхвт} = \frac{U_{вхвт}}{R_{вх}} = \frac{8,79}{493,47} = 0,017 \text{ А}. \quad (1.11)$$

Для аналізу працездатності VT побудуємо наскрізну динамічну харак-

$$I_k = F(E_z)$$

теристики $E_{zi} = U_{\delta Ei} + I_{\delta i} R_z + (I_{ki} + I_{\delta i}) R_H$, враховуючи параметри без Т-ного каскаду, де з R_T рівним 100 Ом.

Таблиця 1.1 – Наскрізна динамічна характеристика

Точки	I_{ki}	$I_{\delta i}$	$U_{\kappa zi}$	E_{zi}
0	0	0	0,65	0,65
1	0,5	0,01	0,8	3,84
2	1	0,025	0,9	7,5
3	1,5	0,05	1,05	12,25
4	1,9	0,07	1,1	15,98

$$E_{z0} = 0,65 \text{ В,}$$

$$E_{z1} = 0,8 + 0,01 \cdot 100 + (0,5 + 0,01) \cdot 4 = 3,84 \text{ В,}$$

$$E_{z2} = 0,9 + 0,025 \cdot 100 + (1 + 0,025) \cdot 4 = 7,5 \text{ В,}$$

$$E_{z3} = 1,05 + 0,05 \cdot 100 + (1,5 + 0,05) \cdot 4 = 12,25 \text{ В,}$$

$$E_{z4} = 1,1 + 0,07 \cdot 100 + (1,9 + 0,07) \cdot 4 = 15,98 \text{ В.}$$

Коефіцієнт спотворень для третьої гармоніки K_{z3} становить 0,35, не враховуючи вплив навколишнього шуму НЗЗ:

$$K_{z3} = \frac{(I' - 2I'')}{2(I' - I'')} = \frac{1,9 - 2 \cdot 1,2}{2(1,9 - 1,2)} = 0,35 \quad (1.12)$$

З урахуванням НЗЗ, цей коефіцієнт зменшується до $K_{z30} = \frac{K_{z3}}{A_{0\kappa}} = \frac{0,35}{10,28} = 34,05 \cdot 10^{-3}$. Нелінійні спотворення другої гармоніки у двотактних

схемах ефективно компенсуються, якщо коефіцієнт асиметрії струму (X) в колах схеми низький, зазвичай від 0,1 до 0,5. При цьому, а з врахуванням НЗЗ

$$K_{z20} = \frac{K_{z2}}{A_{0K}} = \frac{0,065}{10,28} = 6,32 \cdot 10^{-3} \quad , \quad K_{z2} = \frac{0,5X}{(2+X)} = \frac{0,5 \cdot 0,3}{(2+0,3)} = 0,065$$

Загальний коефіцієнт гармонік розраховується за формулою 1.13.

$$K_z = \sqrt{K_{z20}^2 + K_{z30}^2} = \sqrt{(6,32 \cdot 10^{-3})^2 + (34,05 \cdot 10^{-3})^2} = 34,63 \cdot 10^{-3} \quad (1.13)$$

Ємність розділового конденсатора C_p встановлюється на рівні 2000 мкФ. Це забезпечує прийнятний рівень лінійних спотворень $M_{нр}$ на частоті

$$f_H, \text{ де } M_{нр} = 10^{\frac{M_{нвх}}{20}} = 10^{\left(\frac{0,1}{20}\right)} = 1,01 \quad .$$

$$C_p = \frac{1}{2\pi f_H R_H \sqrt{M_{нр}^2 - 1}} \quad (1.14)$$

$$C_p = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 95 \cdot 4 \sqrt{1,01^2 - 1}} = 2955 \quad \text{мкФ}$$

Лінійні спотворення на нижній граничній частоті описуються формулою (1.15).

$$M_{нвк} = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{1}{2\pi f_H R_H C_p} \right)^2 \right] \quad (1.15)$$

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$M_{нвк} = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 95 \cdot 4 \cdot 0,002} \right)^2 \right],$$

$$M_{нвк} = 0,18 \text{ дБ.}$$

Для розрахунку використовуються параметри наступного ступеня, включаючи амплітуду змінної напруги на вході та виході опір $R_{вхсл}$. Визначення відбувається за формулою 1.16:

$$I_{0к} \geq \frac{(1,2 \dots 1,5) U_m}{R_{вхсл}} \quad (1.16)$$

$$I_{0к} = \frac{1,2 \cdot 8,79}{493,47} = 0,021$$

Також перевіряється умова для вихідної напруги $U_{0к}$:

$$U_{0к} \geq U_m + (0,5 \dots 1) \quad (1.17)$$

Розрахункове значення:

$$U_{0к} = 8,79 + 1 = 9,79 \text{ В.}$$

Отримані значення округлюються до найближчих значень: $I_{0к} = 21$ мА та В.

Визначається значення СБ $I_{0б}$, де:

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$I_{0б} = \frac{I_{0к}}{h_{21Э}} = \frac{0,021}{40} = 0,00052 \text{ А} \quad (1.18)$$

Розрахунок напруги $U_{0б}=0,7$ В проводиться за допомогою статичної характеристики зворотного VT і визначається струмом $I_{0б}$. Опір R: R_E визначається з умови:

$$R_э = \frac{\mu E_n}{I_{0к} + I_{0б}}, \quad R_э = \frac{0,1 \cdot 24}{21 + 0,52} = 111,52 \text{ Ом}, \quad (1.19)$$

де $\mu=0,1 \dots 0,2$ вказує на каскад ЗЕ.

Номінальне значення: $R_э=120 \text{ Ом}$.

Опір R: R_k вибирається з меншої з двох наведених:

$$R_k' = (2 \dots 5) R_{вхсл} = 2 \cdot 493,47 = 986,94 \text{ Ом} \quad (1.20)$$

$$R_k'' = \frac{(1-\mu) E_n - U_{0к}}{I_{0к}} = \frac{(1-0,1) \cdot 24 - 10}{0,021} = 552,38 \text{ Ом} \quad (1.21)$$

$$R_k = \min \{ R_k'; R_k'' \} = \min \{ 986,94; 552,38 \} \text{ Ом} \quad (1.22)$$

Номінальне значення $R_k=552,38$ або $0,5 \text{ кОм}$.

У схемі не потрібно включати фільтр $R\phi^C\phi$, оскільки $R_k' > R_k''$. R: R1 та R2 розраховуються за формулами:

$$R2 = (3 \dots 10) R_{вхT}$$

$$R_{exT} = h_{11э} = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{0,8 - 0,7}{1,8 \cdot 10^{-3} - 0,52 \cdot 10^{-3}} = 78 \text{ Ом} \quad (1.23)$$

$$R2 = 3 \cdot 78 = 234 \text{ Ом.}$$

$$R1 = R2 \frac{E_n - U_{0б} - R_э I_{0к}}{U_{0б} + R_э I_{0к}} \quad (1.24)$$

$$R1 = 240 \frac{24 - 0,7 - 120 \cdot 0,021}{0,7 + 120 \cdot 0,021} = 1548,82 \text{ Ом,}$$

де $E'_n = E_n$ – у випадку відсутності фільтра. R_{exT}^- є вхідним опором VT, а значення h_{11E} визначається зі статичних вхідних характеристик VT біля робочої точки $(U_{0б}; I_{0б})$. Номінальні значення R: R1=1600 Ом, R2=240 Ом.

Для усіх R визначається розсіювальна потужність за допомогою наступних формул:

$$P_{RK} = I_{0к}^2 \cdot R_k = 0,021^2 \cdot 500 = 0,22 \text{ Вт,} \quad (1.25)$$

$$P_{RE} = (I_{0к} + I_{0б})^2 \cdot R_E = (0,021 + 0,00052)^2 \cdot 120 = 0,05 \text{ Вт,} \quad (1.26)$$

$$P_{R1} = I_{\delta}^2 \cdot R1 = (0,013)^2 \cdot 1600 = 0,27 \text{ Вт,} \quad (1.27)$$

$$P_{R2} = I_{\delta}^2 \cdot R2 = (0,013)^2 \cdot 240 = 0,04 \text{ Вт,} \quad (1.28)$$

Описаний розрахунок стосується R-каскаду з використанням зворотно-го елемента. Схема цього каскаду ілюстрована на рисунку 1.11, з амплітудою

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перемінної напруги U_m та вхідним опором $R_{вхсл}$ каскаду, який підключається до виходу схеми.

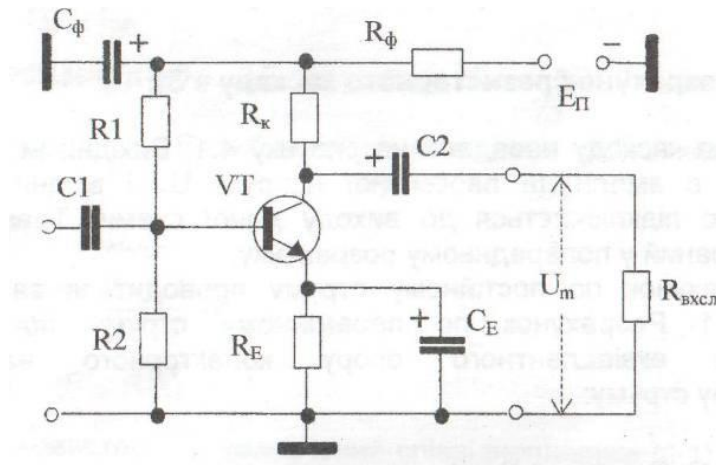


Рисунок 1.11 – Схема проміжного каскаду

Розрахунок для перемінного струму починається з визначення еквівалентного опору колекторного навантаження:

$$R_k \sim = \frac{R_k R_{вхсл}}{(R_k + R_{вхсл})} \quad (1.29)$$

$$R_k \sim = \frac{500 \cdot 493,47}{500 + 493,47} = 248,35 \text{ Ом.}$$

Вхідний опір каскаду для перемінного струму:

$$R_{вх} = \frac{R_{\partial} R_{вхT}}{(R_{\partial} + R_{вхT})} \quad (1.30)$$

$$\text{де } R_{\partial} = \frac{R_1 R_2}{(R_1 + R_2)} = \frac{1600 \cdot 240}{(1600 + 240)} = 208,69 \text{ Ом.}$$

$$\text{Вхідний опір VT } R_{вх} = \frac{208,69 \cdot 78}{(208,69 + 78)} = 56,77 \text{ Ом.}$$

Коефіцієнт підсилення за напругою визначається:

$$K = \frac{R_k \sim h_{21Э}}{h_{11Э}(1 + h_{22Э} R_k \sim)} = \frac{248,35 \cdot 40}{78 \cdot (1 + 0,01 \cdot 248,35)} = 36,56 \quad (1.31)$$

де $h_{22Э}$ – вихідна провідність VT, визначена з вихідних характеристик у робочій точці $(U_{0к}; I_{0к})$.

$$h_{22E} = \frac{\Delta I}{\Delta U} = 0,01 \quad (1.32)$$

Амплітудне значення вхідної напруги:

$$U_{вхм} = \frac{U_m}{K} = \frac{8,79}{36,56} = 0,24 \text{ В.} \quad (1.33)$$

Вхідна потужність:

$$P_{вх} = \frac{U_{вхм}^2}{(2R_{вх})} = \frac{0,24^2}{2 \cdot 56,77} = 0,0005 \text{ Вт.} \quad (1.34)$$

Ємності конденсаторів визначаються з нерівностей:

$$C2 \geq \frac{1}{\left[2\pi f_H (R_{вих} + R_{вхсл}) \sqrt{M_{HR}^2 - 1} \right]} \quad (1.35)$$

$$C2 = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 95(83,3 + 493,47) \sqrt{1,01^2 - 1}} = 20 \text{ мкФ.}$$

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Номінальне значення $C_2 = 20 \text{ мкФ}$.

$$C_E \geq \frac{B}{2\pi f_H R_E \sqrt{M_{HB}^2 - 1}} \quad (1.36)$$

$$C_E = \frac{33,96}{2 \cdot 3,14 \cdot 95 \cdot 120 \sqrt{1,03^2 - 1}} = 1922$$

Номінальне значення $C_E = 2000$.

$$R_{вих} = \frac{R_k}{(1 + R_k h_{22E})} = \frac{500}{(1 + 500 \cdot 0,01)} = 83,3 \quad (1.37)$$

$$B = 1 + \frac{h_{21E} R_E}{R_u' + R_{exT}} = 1 + \frac{40 \cdot 120}{67,6 + 78} = 33,96 \quad (1.38)$$

$$R_u' = \frac{R_u R_{\partial}}{R_u + R_{\partial}} = \frac{100 \cdot 208,69}{100 + 208,69} = 67,6 \quad (1.39)$$

де M_{HR} і M_{HB}^- – величини спотворень, внесених конденсаторами C_2 і C_E , виражені у відносних одиницях.

R_u^- – вихідний опір попереднього каскаду або внутрішній опір джерела сигналу для вхідного каскаду. Якщо попередній каскад на мікросхемі, то $R_u \cong (50 \dots 100) \text{ Ом}$.

Фактичні спотворення, внесені компонентами схеми з використанням вибраних номіналів, можна визначити за допомогою наступних формул:

$$M_{HE} = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{B}{2\pi f_H C_{ERE}} \right)^2 \right] \quad (1.40)$$

$$M_{HE} = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{33,96}{2 \cdot 3,14 \cdot 95 \cdot 0,002 \cdot 120} \right)^2 \right] = 0,23$$

$$M_{H2} = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{1}{2\pi f_H C^2 (R_{вих} + R_{вхсл})} \right)^2 \right] \quad (1.41)$$

$$M_{H2} = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 95 \cdot 20 \cdot 10^{-6} (83,3 + 493,47)} \right)^2 \right] = 0,09$$

Загальні лінійні спотворення на нижній частоті становлять:

$$M_H = M_{HE} + M_{H2} \quad (1.42)$$

$$M_H = 0,23 + 0,09 = 0,32$$

Лінійні спотворення на верхній граничній частоті можна визначити як:

$$M_{\epsilon} = M_{\epsilon m1} + M_{\epsilon m2} + \dots = \sum M_{\epsilon mi} \quad (1.43)$$

$$M_{\epsilon} = 0,02 + 0,07 + 0,15 = 0,24$$

1.4 Вибір і обґрунтування елементної бази

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При розробці пристрою слід врахувати вимоги до його розмірів, ваги та потужності, щоб обрані компоненти сприяли мініатюризації при належній ефективності. Основою схеми є MCU – чіп для управління електронними пристроями, що об'єднує функції ЦП, периферійних пристроїв, ОЗУ та ПЗУ. Цей компактний ПК може виконувати прості задачі, знижуючи розміри, енергоспоживання та вартість приладів на його основі. Використовується у багатьох пристроях, включаючи телефони та пральні машини. Термін «MCU» витіснив «однокристальна мікро-ЕОМ», термін, який вперше було запатентовано в 1971 році інженерами з Texas Instruments, які розмістили на одному кристалі мікропроцесор і інші компоненти. Поява MCU знаменує початок ери комп'ютерної автоматизації. У 1979 році розроблена модель K1801BE1, а в 1980 році Intel випустила MCU i8048 і i8051, які стали популярними завдяки їх периферійним можливостям та доступній ціні. Модель i8051 виявилася технологічно складною, містячи у 4 рази більше VT, ніж i8086.

Наразі на ринку доступно понад 200 модифікацій MCU, сумісних з I8051, що виробляються різними компаніями. Серед найпопулярніших 8-бітних MCU – PIC від Microchip і AVR від Atmel. Також існують 16- та 32-бітні MCU, наприклад MSP430 від TI, та архітектура ARM, розроблена компанією ARM. При проектуванні MCU важливо знайти баланс між розміром, вартістю, гнучкістю і продуктивністю. Різні застосування вимагають індивідуальних параметрів MCU. MCU можна поділити на три класи: 8-бітні для вбудованих додатків, 16- і 32-бітні, та цифрові сигнальні процесори (DSP). 8-бітні MCU широко використовуються у промисловості та побуті, завдяки їх здатності управляти об'єктами з використанням переважно логічних операцій. Популярність 8-бітних MCU зростає через розширення асортименту продуктів відомими фірмами, як Motorola, Microchip, Intel, Zilog, Atmel.

При розробці MCU за модульним принципом, всі MCU одного сімейства мають однакове процесорне ядро, але відрізняються функціональними блоками, що розширюють їх можливості. Ядро складається з ЦП, внут-

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

рішньої контролерної магістралі для управління даними та адресами, схеми синхронізації, і модуля управління режимами роботи, включаючи енергозбереження. Додаткові блоки можуть містити ОЗП, порти I/O, генератори частот, таймери, а в складніших MCU – окремі модулі обробки переривань, компаратори напруги, АЦП. Продуктивність MCU визначається системою команд, методами адресації операндів, та набором регістрів. Сучасні 8-бітні MCU можуть використовувати CISC-архітектуру зі складнішими командами для зручності програмування або RISC-архітектуру зі спрощеною системою команд для швидшого виконання.

У процесорах з RISC-архітектурою мінімізовано набір команд, який може бути комбіновано для складніших операцій. Команди мають фіксовану довжину (12, 14, 16 біт) і виконуються за один такт. RISC-архітектура дозволяє використовувати всі регістри рівноправно, забезпечуючи гнучкість. Такі MCU, як AVR від Atmel та PIC16 і PIC17 від Microchip, базуються на RISC. Загалом, RISC MCU можуть бути продуктивнішими за CISC при однаковій частоті, але це залежить від конкретних умов використання.

Фон-неймановська архітектура, використовуючи одну пам'ять для програм і даних, спрощує МПС і забезпечує гнучкість, особливо в розробці ПЗ. Ця архітектура стала основою для універсальних комп'ютерів, включаючи ПК. Гарвардська архітектура, розділяючи пам'ять на програми та дані, стала популярною для автономних управлінських систем з кінця 70-х років, забезпечуючи певні переваги у цій ніші.

Використання MCU з фон-неймановською архітектурою часто не виправдовується через невелику потребу в гнучкості для більшості алгоритмів управління. Зазвичай, потреба в ОЗП для даних є меншою ніж для програм, що дозволяє скоротити довжину команд. Гарвардська архітектура, яка використовується багатьма сучасними 8-бітними MCU, надає переваги у швидкості завдяки можливості паралельного виконання команд. Тим не менш, вона може бути менш гнучкою для деяких програм. Сучасні представники MCU з

різними архітектурами, такі як i8051 і AVR від Atmel, показують кращі результати в порівнянні з PIC-MCU у багатьох аспектах.

В архітектурах комп'ютерних ЦП виділяють CISC і RISC. CISC, розроблений IBM у 1964 році, домінує на ринку ПК, використовуючи мікропроцесори як Intel X86 та Pentium. Ця архітектура оптимізує роботу компіляторів та апаратне виконання даних. Натомість, RISC забезпечує високу швидкість та точність арифметичних обчислень, є лідером у секторі високопродуктивних серверів і станцій, та відзначається ефективними механізмами для стабільної роботи, такими як динамічне прогнозування розгалужень та багаторівнева кеш-пам'ять.

Основним достоїнством і проблемою RISC-архітектури є її реєстрова структура, яка використовує тримісні операції ($R1 := R2 + R3$) для ефективного вибору операндів із регістрів та збереження результатів. Це дає більшу гнучкість ніж двомісні CISC-операції. Проте, часте оновлення регістрів у RISC є її слабким місцем, на відміну від CISC, де зміни регістрів менш критичні. Розв'язки цієї проблеми пропонуються як апаратні (зменшення часу виклику процедур через додаткове обладнання), так і програмні (з використанням можливостей компілятора, економічніші). Концепція RISC, що виникла в 70-х роках на базі досліджень у США та Англії, базується на «правилі 80/20», за яким у 80% коду використовується лише 20% найпростіших команд.

Перші RISC-процесори з 31 командою розробив Девід Паттерсон із Університету Берклі, за ними послідував процесор з 39 командами. Sun Microsystems використала ці розробки для створення SPARC архітектури з 75 командами в кінці 1970-х. В середині 1980-х, на базі проекту MIPS зі Стенфордського університету, було засновано корпорацію Mips Computer і створено процесор з 74 командами. За даними IDC, в 1992 році SPARC контролювала 56% ринку, за нею йшли MIPS (15%) і PA-RISC (12,2%). В той же час Intel розробила 80386 – останній з «істинних» CISC-процесорів серії IA-32, з підвищеною продуктивністю завдяки 32-розрядній архітектурі та новим ко-

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

мандам. RISC-процесори мають скорочений набір команд (80-150), виконують більшість команд за один такт, мають багато регістрів і складні конвеєри, прості команди і способи адресації, велику кеш-пам'ять та оптимізуючі компілятори.

RISC-процесори третього покоління, розроблені такими компаніями як Sun Microsystems (SPARC – Ultra SPARC), IBM (Power, PowerPC 620), Digital Equipment (Alpha 21164), Mips Technologies (Rxx00 - R 10000), Hewlett-Packard (PA-RISC – PA-8000), характеризуються наступним:

- Всі є 64-бітними та суперскалярними (запускають мінімум 4 команди за цикл).
- Оснащені вбудованими арифметичними блоками з плаваючою точкою та багаторівневою кеш-пам'яттю.
- Виробляються за КМОП-технологією з 4 шарами металізації.
- Використовують динамічне прогнозування розгалужень і метод перепризначення регістрів для позачергового виконання команд.

Основні переваги RISC-архітектури:

- Велика кількість регістрів загального призначення.
- Універсальний формат мікрооперацій.
- Рівний час виконання всіх команд.
- Пересилання даних переважно між регістрами.

Це забезпечує високу продуктивність, зменшуючи звернення до ОЗП.

Під час створення RISC-архітектурних апаратних блоків виділяються кілька ключових етапів: завантаження інструкцій, вибірка операндів, виконання і збереження даних. Центральним елементом є MCU, який керує процесами і забезпечує інтеграцію різних блоків. Значна роль відводиться регістрам загального призначення, які збільшуються до 32 та більше, спрощуючи роботу компілятора і зменшуючи звернення до ОЗП. Попри переваги RISC, стандартом залишалася CISC-архітектура Intel x86 через широку доступність програм. Проте, починаючи з Intel 486DX, більшість MCU інтегрували RISC-

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

ядра з зовнішнім x86 інтерфейсом, дозволяючи використовувати існуюче ПЗ. RISC також став основою для багатьох MCU, забезпечуючи зменшення витрат і спрощення розробки.

Після появи RISC-процесорів, які використовують спрощений набір команд, традиційні процесори стали класифікувати як CISC. Особливості RISC включають: команди фіксованої довжини для спрощення логіки декодування, швидке виконання команд (зазвичай за один цикл), та висока ефективність за рахунок апаратної реалізації команд без зайвих операцій. RISC-процесори мають багато регістрів та високошвидкісну пам'ять, обмежують взаємодію з ОЗП до передачі даних та використовують трехадресні команди для ефективнішого збереження даних. Вони також включають конвеєр, який дозволяє одночасне оброблення декількох команд, підвищуючи продуктивність. Виконання команди в RISC ділиться на етапи: вибірка (IF), декодування (ID), виконання (EX), звернення до пам'яті (ME) та запис результату (WB).

У RISC-процесорах команди мають фіксовану довжину (12, 14, 16 біт) і виконуються за один такт. Це забезпечує швидшу роботу порівняно з CISC-процесорами при однаковій тактовій частоті. До прикладів RISC-МК належать AVR від Atmel та PIC 16, PIC 17 від Microchip. Продуктивність RISC-ЦП може варіюватися в реальних умовах.

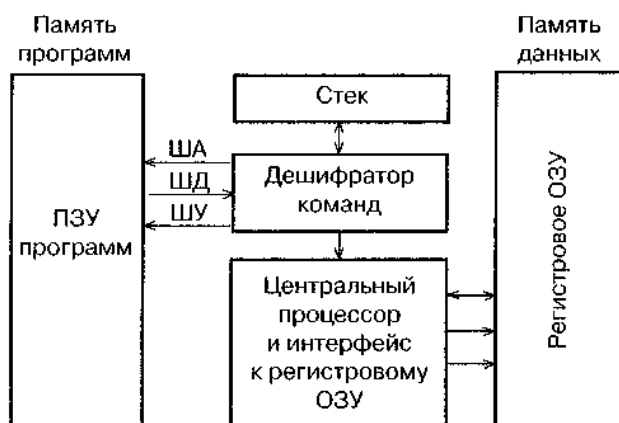


Рисунок 1.12 – Структура MCU з RISC-архітектурою

До кінця 70-х Гарвардська архітектура стала популярною в MCU для управління системами, оскільки аналіз даних показав, що потреби в універсальності і гнучкості Фон-Нейманівської архітектури перевершують потреби в ОЗП. Використання окремих обсягів для програм і даних в Гарвардській архітектурі дозволяє зменшити довжину команд і прискорити доступ до даних.

Гарвардська архітектура використовується в багатьох сучасних 8-розрядних MCU завдяки здатності паралельно обробляти команди, що забезпечує вищу швидкість виконання порівняно з фон-неймановською архітектурою. PIC16C71 з сімейства КМОП MCU має 1К x 14 біт EPROM, 64-байтовий вбудований АЦП та відрізняється низькою вартістю та високою продуктивністю. Цей MCU має апаратний стек на 8 рівнів та переривання, які спрацьовують від чотирьох джерел, з командами, що виконуються за один або два цикли залежно від типу команди.

При розробці апарату важливо враховувати габарити, вагу та потужність, щоб компоненти відповідали вимогам мініатюризації. Основний елемент – MCU, що об'єднує ЦП, периферію, ОЗУ та ПЗУ, що дозволяє знизити розміри, споживання енергії та вартість пристроїв. MCU використовується в багатьох пристроях та є ключовим для автоматизації. Серія PIC16C71 забезпечує ефективне управління і має варіативність для великої кількості застосувань, завдяки своїм невеликим розмірам, економічності та швидкодії. MCU має 35 команд, 14-бітні команди, 8-бітні дані, різні режими адресації, чотири джерела переривань та 13 ліній I/O з індивідуальною настройкою. Також містить 8-бітний таймер/лічильник, АЦП з чотирма каналами, часом перетворення 20 мкс на канал, а також ряд спеціалізованих функцій для забезпечення надійності та гнучкості в застосуванні.

Ось короткий опис ніжок та їхніх функцій:

– RA4/RTCC: Вхід з тригером Шмідта, може бути використаний як відкритий стік або вхід частоти для RTCC.

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- RA0/AIN0, RA1/AIN1, RA2/AIN2, RA3/AIN3/Vref, RB0 – RB7: Дво-напрямлені I/O лінії, з можливістю аналогового вводу та цифрового вводу з TTL рівнями.
- MCLR/Vpp: Низький рівень активує сигнал скидання.
- OSC1/OSC2: Для підключення кварцу, RC чи зовнішньої тактової частоти, з вихідним сигналом тактової частоти у режимі RC.
- CLKOUT: Вихід тактової частоти, використовується для підключення кварцу у не-RC режимах.
- Vdd/Vss: Напруга живлення та земля.

Сучасний ринок MCU налічує понад 200 моделей, сумісних з i8051, що виробляються різними компаніями, а також багато інших типів MCU. Серед популярних варіантів – 8-бітні PIC від Microchip Technology, AVR від Atmel, 16-бітні MSP430 від TI та MCU на базі ARM. Розробка MCU вимагає балансу між розміром, вартістю, гнучкістю та продуктивністю, що зумовлює існування різноманітних моделей з унікальними характеристиками.

1.5 Розробка компоновки і конструкції ДВ

Пристосований прилад буде змонтований на ОДП згідно ДСТУ 23751-86, використовуючи КПМ та ЕМ, що забезпечують високу точність і надійність. Популярний на підприємстві КМ включає перевірку фольгованого діелектрика на міцність зчеплення, відсутність дефектів і перевірку матеріалу на штампувальність та здатність до свердління, щоб забезпечити якість ДП без сколів чи тріщин.

Виготовлення заготовок передбачає різання з припуском 10 мм. Ефективне різання ДП можливе за допомогою дискових фрез з охолодженням або роликів і гільйотинних ножиць, що збільшує продуктивність та зменшує відходи. Встановлення базових отворів вимагає спеціальних пристроїв для свердління. Отвори під металізацію свердлять спіральним свердлом з твердо-

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

го сплаву без охолоджувальної рідини на верстатах з ЧПК, забезпечуючи точність і чистоту обробки.

ХМ та попереднє ГМ ДП включає кілька кроків на лінії хімічної металізації. Процес розпочинається з підготовки поверхні монтажних отворів: видалення старих обробок, знежирення, підтравлювання діелектрика, промивання. Далі слід сенсibilізація з двоохлористим оловом та активація з двоохлористим паладієм і аміаком, які готують поверхню ДП до осадження міді. ХМ з розчину мідних солей, нікелю та формаліну формує тонке провідне покриття, що є базою для ГМ.

ГМ застосовується для збільшення мідного покриття до 5-8 мкм, а для формування малюнка схеми в отворах – до 25 мкм. Процес проводять у ваннах з використанням різних електролітів, як-от сірчаноокислий та борфтористоводневий. Підготовка металізованих поверхонь включає знежирення, підтравлення, промивання та сушку.

Обрізання контурів ДП відбувається після створення провідників, щоб уникнути коротких замикань через проникнення травителя в діелектрик. Фрезерування використовують для формування зовнішнього контуру. Маркування на ДП включає позначення компонентів, шифр плати, номер виробника-підприємства та дату виробництва для полегшення збірки. Консервацію ДП проводять з допомогою флюсу ФКСП, розпорошуючи його в спеціальних камерах.

1.6 Оптимізація компоновки, ДВ

ТП виготовлення приладу полягає у виробництві кінцевого продукту з матеріалів та компонентів. При розробці ТП акцентується на ефективному використанні стандартних технологічних шляхів та обладнання без непотрібних витрат. Важливо уникати використання унікальних дорогих машин, за винятком випадків, коли це обґрунтовано. Рекомендується використовувати

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

ти стандартний інструментарій і сучасні методи виробництва, такі як безперервні та групові потоки. Типовий ТП збірки включає підготовку елементів, їх установку, з'єднання висновків, контроль якості та консервацію.

Основні моменти процесу ТП включають комплектацію за допомогою технологічної карти, де зі складу отримують необхідні компоненти як ДП, ІМС, та роз'єми, і ретельний вхідний контроль цих елементів. Зокрема, важливою є перевірка ІМС та інших компонентів на наявність дефектів та їх працездатність на контрольно-перевірочному стенді. Також проводиться розконсервування ДП, зокрема очищення від консервуючої мастила та перевірка зовнішнього вигляду. На завершення, підготовка до лудіння включає хімічну обробку поверхонь деталей для забезпечення міцного ПЗ, а сам процес лудіння вимагає занурення виводів в рідкий флюс і припій, що має бути виконано за 1 с для найкращого результату.

Під час установки електронних компонентів на ДП компоненти подаються, орієнтуються відносно монтажних висновків і фіксуються. Залежно від обсягу виробництва використовують ручне, механізоване чи автоматизоване складання. Ручне складання вигідне для малих серій і передбачає візуальний контроль. Елементи встановлюють на ДП за кресленням у порядку: R, C, ІМС, провідники, T. ІМС встановлюють зі згинанням двох діагональних виводів і використанням заземлюючого браслета. На стадії підготовки обрізають виводи за допомогою бокорізів. Перед паянням на виводи наносять флюс ФСК, розчин каніфолі у етиловому спирті, що запобігає корозії і не є гігроскопічним.

Пайка контактних з'єднань включає фіксацію елементів, нагрівання до встановленої температури, застосування флюсу і припою, розплавлення припою для змочування поверхні ДП та остигання без переміщення деталей. Вибір припою кардинально відображається на якості ПЗ, припій має бути евтектичним із заданими електричними характеристиками, механічною міцністю та антикорозійними властивостями. Припій ПОС61 ідеальний завдяки

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

низькій температурі плавлення та високій корозійній стійкості, з часом витримки при температурі 240 °С від 2 до 5 секунд. Важливо підтримувати припій на постійному рівні та забезпечувати чистоту ванни.

Після ПЗ важливо ґрунтовно очистити деталі від флюсу, який може спричинити корозію. Використовуємо послідовне занурення в спіртобензинову суміш, потім у ванни з гарячою та холодною водою. Візуальний контроль якості ПЗ передбачає перевірку поверхні на блискучість та рівність без ушкоджень. При необхідності дефекти коригують з використанням паяльника і флюсу ФКС. Маркування виробу включає номер, дату виробництва та код цеху, що підвищує відповідальність виробника. Функціональність перевіряється на спеціальних стендах з осцилографом для діагностики дефектів. Вторинний монтаж обмежується 5,5% деталей, з подальшою ручною пайкою та очищенням. Вихідний контроль забезпечує відповідність пристрою стандартам якості.

Лакування ДП за допомогою лаку УР231 та їх сушка гарячим повітрям при температурі 40-60 °С захищає їх від кліматичних впливів та підвищує корозійну стійкість. Після обробки ДП пакуються для зберігання. Монтаж компонентів відбувається на односторонніх фольгованих склотекстолітових ДП, де виводи мікросхем вставляються у отвори, загинаються та припаюються.

1.7 Висновок до розділу 1

В основному розділі описано процес проектування електронного годинника, включаючи розробку структурної та принципової електричних схем, а також розрахунок ДВ для вибору компонентів. Також наведено методи виготовлення ДВ у конструкторському розділі.

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

2.1 Проведення інструктажів з охорони праці.

Відомо, що відповідальність за безпеку праці несе роботодавець. Одним з обов'язків роботодавця є організація і проведення інструктажів з охорони праці. Які види інструктажів з охорони праці існують і як повинні проводитися з'ясовував Prostopravo.com.ua

Порядок проведення

Навчання та інструктаж з питань охорони праці повинен проводитися з усіма працівниками в процесі їх трудової діяльності незалежно від форми власності та видів діяльності підприємства. Крім того, наказом Держнаглядохоронпраці від 23.12 1993р. № 196 затверджено Перелік робіт з підвищеною небезпекою, які передбачають спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці не рідше одного разу на рік. На підприємствах на основі Типового положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці (Наказ Держнаглядохоронпраці від 04.04.1994р. №30) з урахуванням специфіки виробництва опрацьовуються та затверджуються їх керівниками відповідні Положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, формуються плани-графіки проведення цієї роботи, з якими повинні бути ознайомлені всі працівники.

Перед перевіркою знань з охорони праці на підприємстві організовуються заняття, лекції, семінари та консультації. Перелік питань для перевірки знань з охорони праці з урахуванням специфіки виробництва складають члени комісії з перевірки знань з питань охорони праці, узгоджує служба охорони праці і затверджує керівник підприємства. У складі комісії по перевірці знань з питань охорони праці повинно бути не менше трьох осіб, які в установленому порядку пройшли навчання та перевірку знань з питань охорони

					ФОМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

праці.Результати перевірки знань працівників з питань охорони праці оформляються протоколом.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання і перевірки знань з питань охорони праці, забороняється.

Відповідальність за організацію навчання і перевірку знань з охорони праці на підприємстві покладається на його керівника, а в структурних підрозділах (цеху, дільниці, лабораторії, майстерні і т.д.) - на керівників цих підрозділів.

Контроль за навчанням і періодичністю перевірки знань питань охорони праці здійснює служба охорони праці або працівники, на яких покладено ці обов'язки керівником (правлінням) підприємства.

Види інструктажів

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на: вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж з охорони праці проводиться з:

- усіма працівниками, що тільки поступили на роботу (постійну або тимчасову) незалежно від їх освіти, стажу роботи за цією професією або посади;
- працівниками, які знаходяться у відрядженні на підприємстві і беруть безпосередню участь у виробничому процесі;
- з водіями транспортних засобів, які вперше в'їжджають на територію підприємства;
- учнями, вихованцями та студентами, які прибули на підприємство для проходження виробничої практики;
- учнями, вихованцями та студентами в навчально-виховних закладах перед початком трудового і професійного навчання в лабораторіях, майстернях, на полігонах і т.п.

Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці або особа, на яку наказом по підприємству (рішенням правління) покладено ці обов'язки

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

за програмою, розробленою службою охорони праці з урахуванням особливостей виробництва.

Первинний інструктаж проводиться на робочому місці до початку роботи з:

- працівником, новоприбулим (постійно або тимчасово) на підприємство;
- працівником, який переводиться з одного цеху виробництва до іншого;
- працівником, який буде виконувати нову для нього роботу;
- відрядженим працівником, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві;
- студентом, учнем і вихованцем, який прибув на виробничу практику, перед виконанням ним нових видів робіт, перед вивченням кожної нової теми під час проведення трудового і професійного навчання в навчальних лабораторіях, класах, майстернях, на ділянках;
- під час проведення позашкільного навчання в гуртках та секціях.

Первинний інструктаж проводиться індивідуально або з групою осіб загальної спеціальності за програмою, складеною з урахуванням вимог відповідних інструкцій з охорони праці для працівників, інших нормативних актів про охорону праці, технічної документації.

Програма первинного інструктажу розробляється керівником цеху, ділянки, узгоджується зі службою охорони праці затверджується керівником підприємства, навчального закладу або їх відповідного структурного підрозділу.

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці з усіма працівниками: на роботах з підвищеною небезпекою - І раз в квартал, на інших роботах - І раз на півріччя. Повторний інструктаж проводиться індивідуально або з групою працівників, які виконують однотипні роботи, за програмою первинного інструктажу в повному обсязі.

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці:

- при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, а також при внесенні змін та доповнень до них;
- при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів та інструменту, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на охорону праці;
- при порушенні працівником, студентом, учнем або вихованцем нормативних актів про охорону праці, що можуть призвести або призвели до травми, аварії чи отруєння;
- на вимогу працівників органу державного нагляду за охороною праці, вищої господарської організації або державної виконавчої влади в разі, якщо виявлено незнання працівником, студентом або учнем безпечних методів, прийомів роботи або нормативних актів про охорону праці;
- при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів - для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт - понад 60 днів.
- Позаплановий інструктаж проводиться індивідуально або з групою працівників загальної спеціальності. Обсяг і зміст інструктажу визначаються в кожному окремому випадку в залежності від причин і обставин, що призвели до необхідності його проведення.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками при:

- виконанні разових робіт, не пов'язаних з безпосередніми обов'язками за фахом (навантаження, розвантаження, разові роботи за межами підприємства, цеху і т.п.);
- ліквідації аварії, стихійного лиха;
- проведенні робіт, на які оформляється наряд-допуск, дозвіл та інші документи;
- екскурсіях на підприємства.

					ФОМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Цільовий інструктаж фіксується нарядом-допуском або іншою документацією, що дозволяє проведення робіт.

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередньо керівник робіт (начальник виробництва, цеху, ділянки, майстер, інструктор виробничого навчання, викладач тощо). Після проведення інструктажу повинно бути проведене усне опитування, а також перевірка придбаних практичних навичок безпечних методів праці. Знання перевіряє той, хто проводив інструктаж. Про проведення первинного, повторного, позапланового інструктажів, стажування та допуск до роботи особа, яка проводила інструктаж, робить запис в журнал. При цьому обов'язкові підписи як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував. Журнали інструктажів повинні бути пронумеровані, прошнуровані та скріплені печаткою.

Керівник підприємства зобов'язаний видати працівнику примірник інструкції з охорони праці за його професією або вивісити її на його робочому місці.

2.2 Психологічні причини нещасних випадків і травматизму

Аналіз фактів травматизму вказує на вирішальну роль людини в створенні передумов формування травмонебезпечних ситуацій: значна їх кількість виникає із суб'єктивних причин, які пов'язані з особистістю та поведінкою працівника.

Практика показує, що момент виникнення нещасного випадку спрогнозувати неможливо. Однак аналіз причин травматизму в системі “людина – машина – середовище” свідчить, що навіть найпростіший нещасний випадок залежить від комплексу факторів, у яких визначальну роль відіграє людина.

Існуюча система заходів, що дозволяють знизити ймовірність нещасних випадків, зазвичай містить вдосконалення техніки і технології, створення й встановлення колективних та індивідуальних засобів захисту, оптимізацію

					ФОМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

санітарно-гігієнічних умов праці, розроблення спеціальних правил та інструкцій, навчання прийомам і способам безпечного виконання робіт та ін. Проте всіх цих заходів замало. На думку спеціалістів, низька ефективність заходів, які направлені на попередження травматизму, є наслідком недооцінення, а часом і незнання чисельної групи травмонебезпечних дій, що обумовлені суб'єктивними причинами: психофізіологічними та особистими особливостями працюючих.

Урахування індивідуальних характеристик має велике значення у створенні безпечних умов праці. Звичайно, людина, яка прийшла на роботу в хворобливому стані, наражається на небезпеку в суттєво більшому ступені, ніж здорова. Із працівниками, які регулярно вживають алкогольні напої, нещасні випадки трапляються на 35% частіше, а пошкодження внаслідок травмування у них важчі, ніж в осіб, які не вживають алкоголь. Встановлено, що однією з причин настання нещасного випадку є відсутність інтересу до професійної діяльності. Необхідно враховувати також деякі індивідуальні відмінності працівників.

Психофізіологічні проблеми безпеки можна умовно поділити на дві групи:

- такі, що пов'язані з особистістю працівника безпосередньо на робочому місці, тобто належать до небезпек, які, з одного боку, провокуються його діями, а з іншого – формуються незалежними від нього об'єктивними умовами;

- проблеми психології інженерно-технічних працівників, які є організаторами й виконавцями робіт, внаслідок неправильних дій або бездіяльності яких створюються передумови для виникнення нещасних випадків та аварій.

Можна нарахувати більш ніж десять психологічних причин свідомого порушення правил безпеки праці. До числа найрозповсюджених слід віднести:

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

- гонитву за швидким результатом, для чого вибираються легші, але не безпечніші дії;

- звичку працювати з порушеннями (коли до певного часу все сходить з рук), упевненість, що формує у свідомості людини спокій, викликає адаптацію до небезпеки, що в результаті призводить до нещасного випадку;

- самоствердження в очах колег, прагнення виділитися шляхом демонстрації рішучості, сміливості в умовах підвищеної небезпеки тощо.

Установлено, що порушники правил охорони праці – люди хвацькі або користолобці, алкоголіки, ледарі, егоїсти. Такі працівники більше за інших схильні до травматизму та формування небезпечних ситуацій для інших.

Нерідко під час розслідувань нещасних випадків події, які сталися, класифікуються, як такі, що пов'язані з особистими якостями потерпілого ("необережність"). Між тим, помилки, що пов'язані з неправильними (небезпечними) діями працівника, мають різне походження. У структуру психофізіологічних і особистих якостей, які складають категорію травмонебезпечних елементів діяльності людини, входять: необережність, недисциплінованість, недостатня координація рухів, неузгодженість дій, нестійкість або недостатнє перемикання уваги, погана реакція, помилки мислення, безграмотність, неувважність та ін.

Здатністю передбачати несприятливі наслідки своєї поведінки володіють близько 15% працюючих. Як правило, це люди урівноважені, виховані, відповідальні. Цей комплекс позитивних якостей сприяє правильному оцінюванню працівниками небезпечних ситуацій і дозволяє уникнути травм.

Кожен працівник повинен усвідомлювати потребу в самоконтролі своїх дій і в самопрофілактиці травматизму на основі критичного аналізу власних особистих якостей, переоцінювання свого мислення й можливостей. Завдання організатора і виробника робіт полягає у формуванні в працюючих стереотипу охоронного мислення й обережності, взаємопрофілактики травматизму. Більше 70% травм настає через незадовільну організацію робіт та тех-

нічні проблеми, недостатнє опрацювання технологічних процесів, відсутність контролю за дотриманням правил безпеки виконавцями в процесі трудової діяльності, через інші інженерні прорахунки. Нерідко ситуація з виробничим травматизмом погіршується через те, що в діях інженерно-технічного персоналу бракує культури управлінської праці.

Практичне значення в профілактиці травматизму, встановленні причин нещасних випадків і професійних захворювань має знання персоналом (адміністрацією, організаторами і виконавцями робіт) чинників або складових, з яких формується система безпечного виробництва. Отже, необхідно навчатись охороні праці всім разом!

2.3 Висновок до розділу 2

При написанні розділу з охорони праці кваліфікаційної роботи бакалавра були розглянуті питання: проведення інструктажів з охорони праці та проведення інструктажів з охорони праці, зокрема для джерела безперебійного живлення для телекомунікаційних систем.

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» здійснено проектування електронного годинника. Початковий аналіз існуючих моделей підкреслив актуальність роботи.

Перший етап охоплював:

- Схемотехнічне проектування.
- Розробку структурної схеми та електричної принципової схеми.

На другому етапі:

- Сконструйовано електронний годинник.
- Обґрунтовано вибір компонентів.
- Забезпечено вимоги до надійності на основі електричних розрахунків контролеру.

В спеціальній частині роботи описано використання програми P-CAD для розробки схеми.

Економічні розрахунки демонструють доцільність виробництва електронного годинника.

У розділі з охорони праці розглянуто механізацію прибирання у виробничих приміщеннях та аналіз збитків від втрати працездатності персоналу.

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дунець В.Л., Дедів І.Ю., Хвостівський М.О. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021, 72 с.
2. Терещук Р.М. Напівпровідникові приймально-підсилювальні пристрої: Довідник радіолюбителя. К.: Наук. думка, 1989
3. 8-bit Microcontroller with 8k Bytes FLASH ATMEGA. – ATMEL, 1998.
4. Бердій Я.І., Джигерей В.С., Кидисюк А.І. та ін. Основи екології та охорона навколишнього середовища. Навчальний посібник для вузів. – Львів, 1999.
5. Губський А.І. Цивільна оборона, К: Міністерство освіти, 1996, 216с.
6. Кочан В.В. Конспект лекцій з дисципліни “Аналогова та цифрова схемотехніка”
7. MFR-25FTE52-1R [електронний ресурс] - Режим доступу: URL:
8. <https://www.snapeda.com/parts/MFR-25FTE52-1R/Yageo/datasheet> (дата завершення 10.05.2024)
9. PCB Headers and Receptacles Part - 26604030 | Molex [електронний
10. ресурс] - Режим доступу: URL: <https://www.molex.com/en-us/products/part-detail/26604030> (дата завершення 10.05.2024)
11. TDA1524 [електронний ресурс] - Режим доступу: URL:
12. <https://www.alldatasheet.com/datasheetpdf/pdf/19211/PHILIPS/TDA1524.html> (дата завершення 10.05.2024)
13. ECQ-E4473KFA [електронний ресурс] - Режим доступу: URL:

					ФОРМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

14. <https://eu.mouser.com/ProductDetail/Panasonic/ECQE4473KFA?qs=9ouE0kzBZ2oL8a%2FyygPzBw%3D%3D> (дата завершения 10.05.2024)
15. EEU-FR1H4R7 [электронный ресурс] - Режим доступа: URL:
16. <https://eu.mouser.com/ProductDetail/Panasonic/EEU-FR1H4R7?qs=tfZGHB2PWd0gZ8LzVWIqKg%3D%3D> (дата завершения 10.05.2024)
17. ECA-1JM101 [электронный ресурс] - Режим доступа: URL:
18. <https://eu.mouser.com/ProductDetail/Panasonic/ECA-1JM101?qs=EZwXiknEaqS%252bgLCqmp5tPA%3D%3D> (дата завершения 10.05.2024)
19. ECA-1JM101 [электронный ресурс] - Режим доступа: URL:
20. <https://www.snapeda.com/parts/51AAD-B24-A15L/Bourns/datasheet/> (дата завершения 10.05.2024)
21. Liliya Khvostivska, Mykola Khvostivskyu, Vasyl Dunets, Iryna Dediv. “Mathematical and Algorithmic Support of Detection Useful Radiosignals in Telecommunication Networks”. Proceedings of the 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, 22-24 November 2022, Ternopil, Ukraine, ITTAP 2022, 2022, pp. ;
22. Khvostivska L., Khvostivskyi M., Dunets V., Dediv I. Mathematical, algorithmic and software support of synphase detection of radio signals in electronic communication networks with noises. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol 111, no 3, 2023. pp. 48–57;
23. Palianytsia, Yurii, Vasyl Dunets, and Liliia Khvostivska. “Modeling of Phased Array Antenna for Data Transmission in Urban Environment.” Proceedings of the 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, 22-24 November 2023, Ternopil, Ukraine, edited by Lytvynenko I.V. and Lupenko S.A., ITTAP-2023, 2023, pp. 370-381. (Scopus);

					ФОМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

ДОДАТКИ

					ФОМ 2.899.000.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“_____” _____ 2024 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему:

«Електронний годинник»

Узгоджено:

Керівник роботи

Яворський Б.І. _____

“_____” _____ 2024р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”

Студент групи РАС-41

Фаріон О.М. _____

“_____” _____ 2024р.

Тернопіль, 2024

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “Електронний годинник”.

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № 4/7-581 від “3” червня 2024р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Фаріон Олег Михайлович, студент групи РАС-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є проектування електронного годинника, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення розроблювального електронного годинника;
- вибір компонентної бази розроблювального електронного годинника;
- розрахунок і вибір компонентів для оптимальної роботи електронного годинника;
- проектування друкованого вузла та друкованої плати електронного годинника.

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1 Напруга живлення

+5 В;

4.1.2 Точність

0,0001 с/доба;;

4.1.3 маса

не більше 0,5 кг;

4.1.4 Вимоги до умов експлуатації повинні бути:

- Кліматичні умови за ГОСТ 15150-69, УХЛ 4,1;
- Температура навколишнього середовища від +10°C до +35°C
- Відносна вологість повітря 80 % при $t=25^{\circ}\text{C}$

Примітка: габаритні розміри приладу уточнюються в процесі розробки конструкції.

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

- пояснювальна записка;
- структурна схема електронного годинника;
- електрична принципова схема електронного годинника;
- друкована плата електронного годинника;
- друкований вузол електронного годинника.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	01.03.2024
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	14.03.2024
3	Розробка структурної схеми приладу	25.03.2024
4	Розробка схеми електричної принципової	10.04.2024
5	Розрахунок основних вузлів у схемі приладу	21.04.2024
6	Вибір компонентної бази приладу	01.05.2024
7	Компоновка друкованого вузла	15.05.2024
8	Створення допоміжної документації	27.05.2024
9	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони	02.06.2024
10	Нормоконтроль	05.06.2024
11	Перевірка на антиплагіат	06.06.2024
12	Попередній захист роботи	13.06.2024
13	Захист роботи	26.06.2024

Термін виконання кваліфікаційної роботи узгоджується з керівником і з графіком виконання.

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

7.1 Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

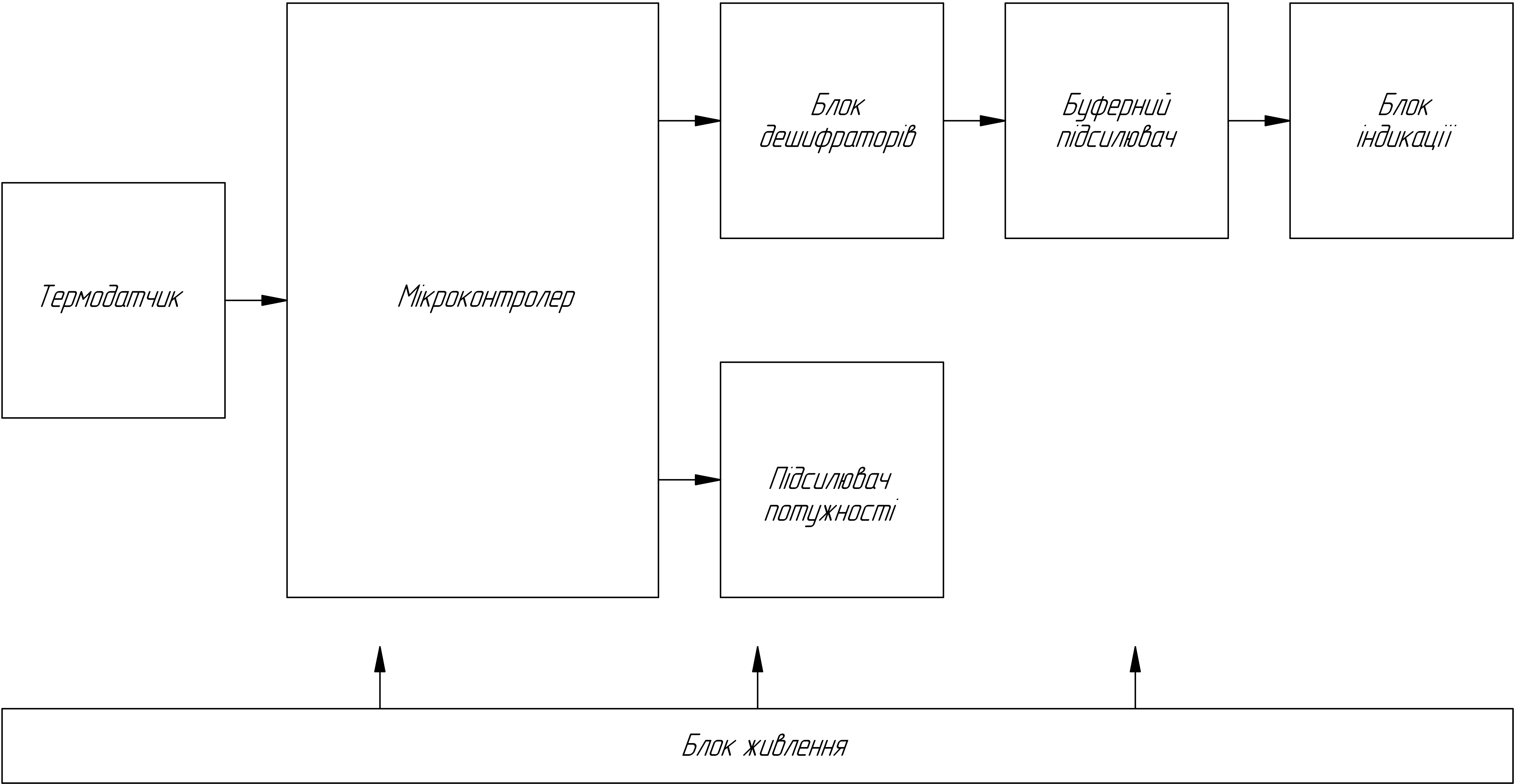
Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	<u>Бцзер</u>		
BS1	AST100Q Buzzer, Mallory Sonalert Products Inc.	1	
	<u>Конденсатори</u>		
C1,C2	50 uF 25V ±10% ELECT-3 electrolytic cap, KEMET	2	
C3,C4	13pF 25V ±10% CBR02C130J3GAC 0805, Kemet	2	
C5	200uF 25V ±10% TRJU226K050RRJV, CAPAE-10x10, Kemet	1	
C6	33pF 30V ±10% GMC16.5395K63C31TR24 0805, Kemet	1	
C7	200uF 25V ±10% TRJU226K050RRJV, CAPAE-10x10, Kemet	1	
C8	2000uF 25V ±10% TRJU226K0500RJV, CAPAE-10x10, Kemet	1	
C9	200uF 25V ±10% TRJU226K050SRJV, CAPAE-10x10, Kemet	1	
C10	2000uF 25V ±10% TRJU226K0500RJV, CAPAE-10x10, Kemet	1	
	<u>Мікросхеми</u>		
DA1	ULN2003A SOIC-16 step motor driver, TI	1	
DA2	MAX680 SOIC-8 charge-pump, MAXIM	1	
DA3	MC1776C SOIC-8 Operational Amplifier, Motorola	1	
DD1	PIC16F628A SOIC-18 MCU, Microchip	1	
DD2	SN74LS42 SOIC-16 BIN-DECIMAL DEC, TI	1	
DD3	DS18B20 SOIC-8 1-Wire Digital Thermometer, DALLAS	1	
DD4-DD6	74HC595 SOIC-16 Port Expander, TI	1	

[illegible]

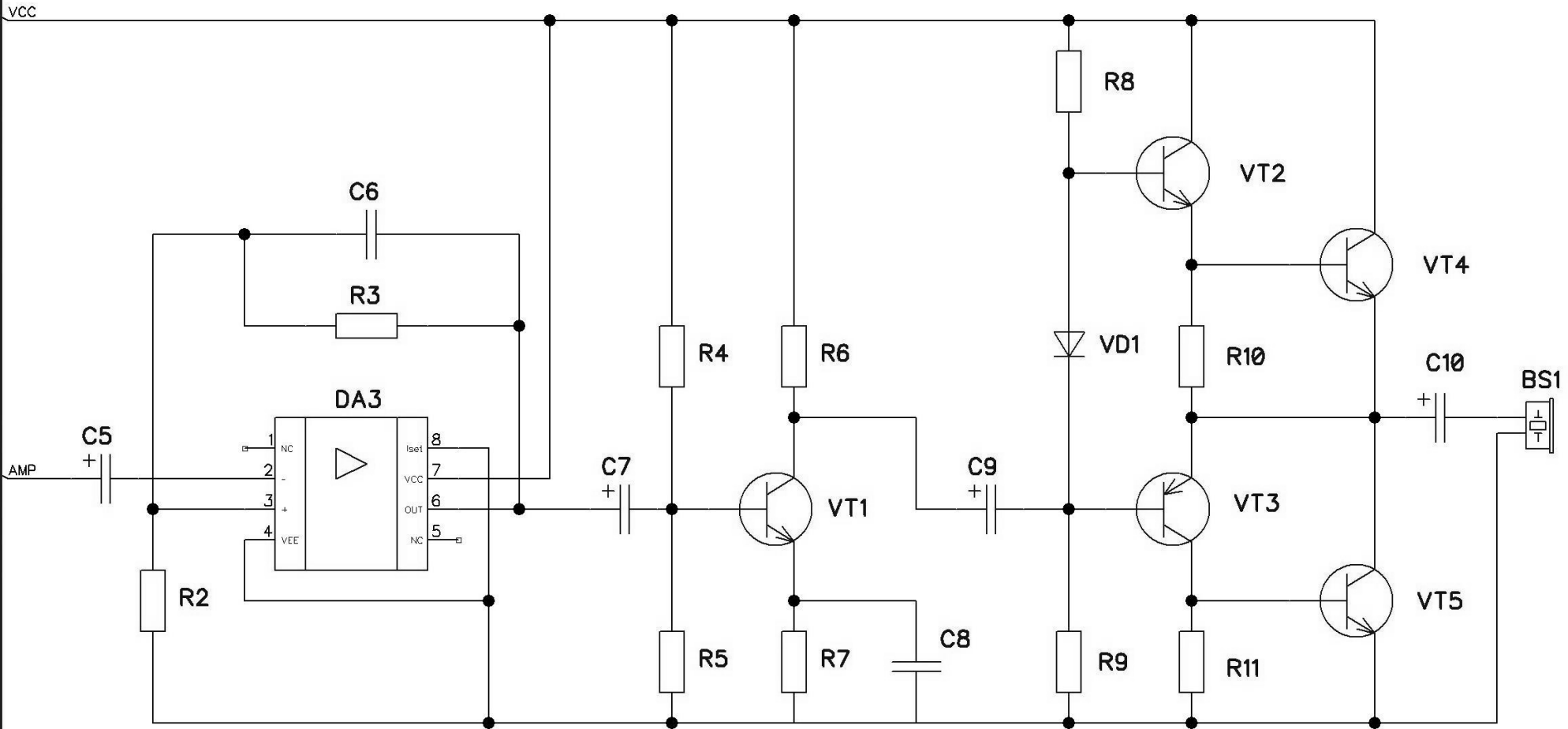
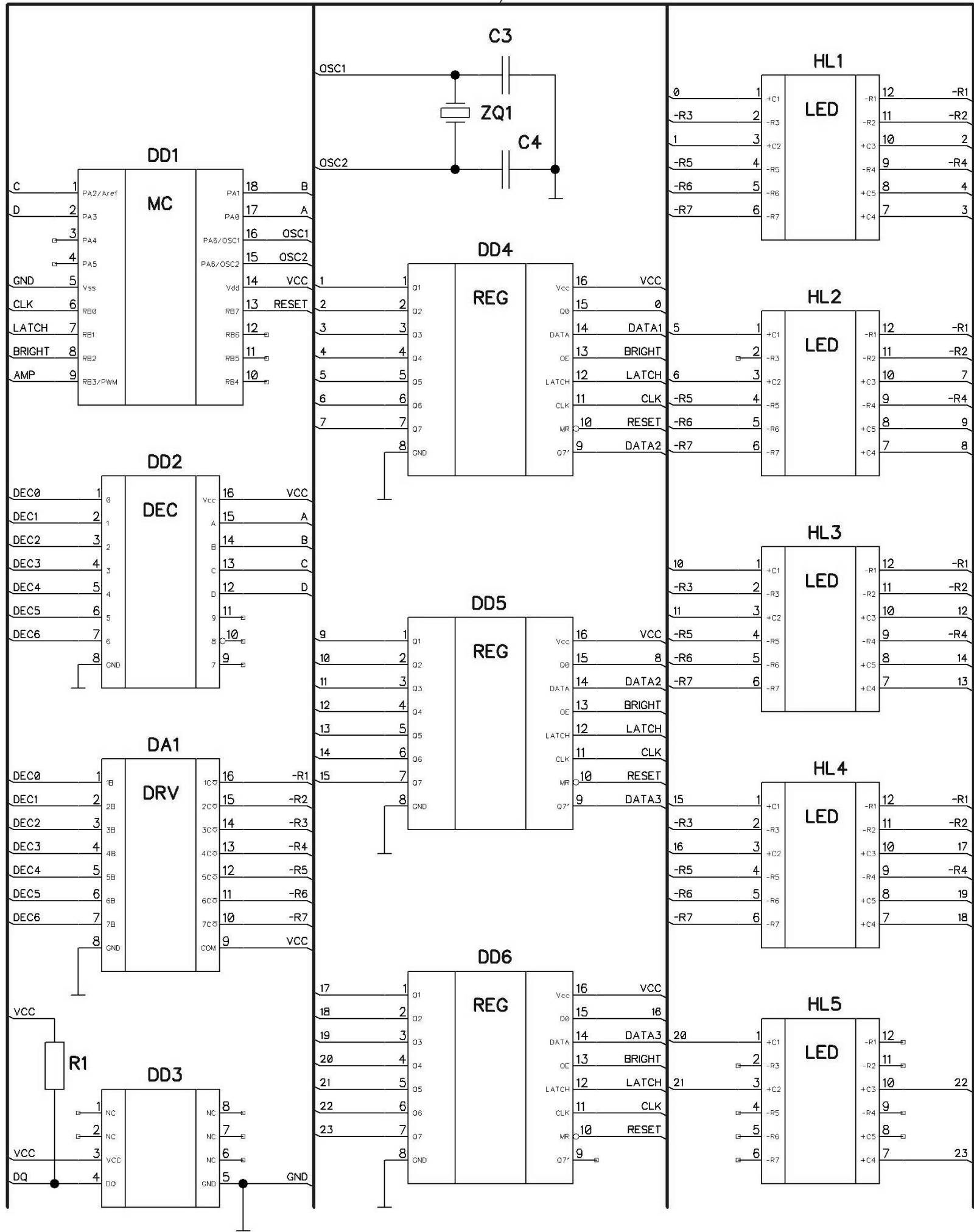
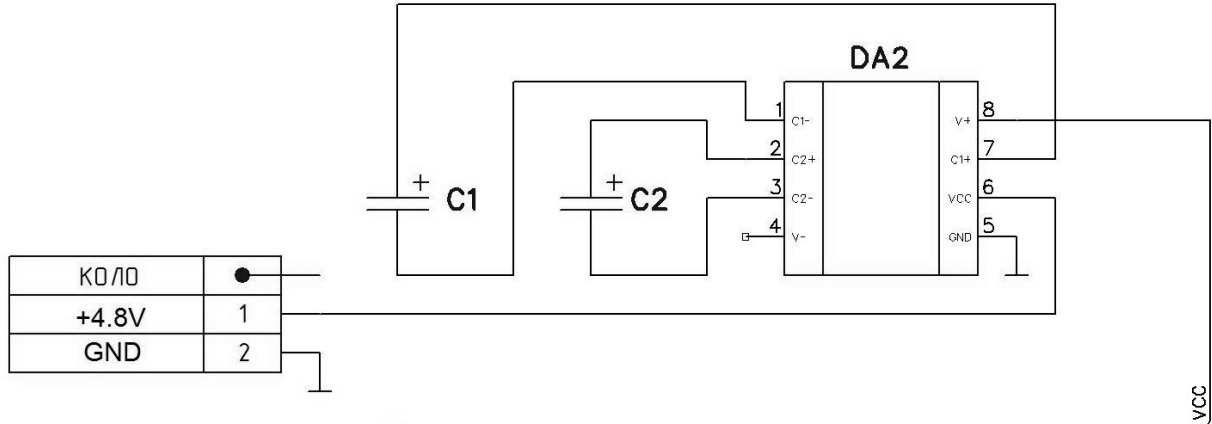
[illegible]

[illegible]

[illegible]



A1



ФОРМ 2.899.000 ЕЗ						Електронний годинник			
						Схема електрична принципова			
						Лист	Маса	Масштаб	
							-	-	
						Лист	Листов	1	
						ТНТУ, ФПТ, каф. РТ, гр. РАС-41			
						Формат А2			

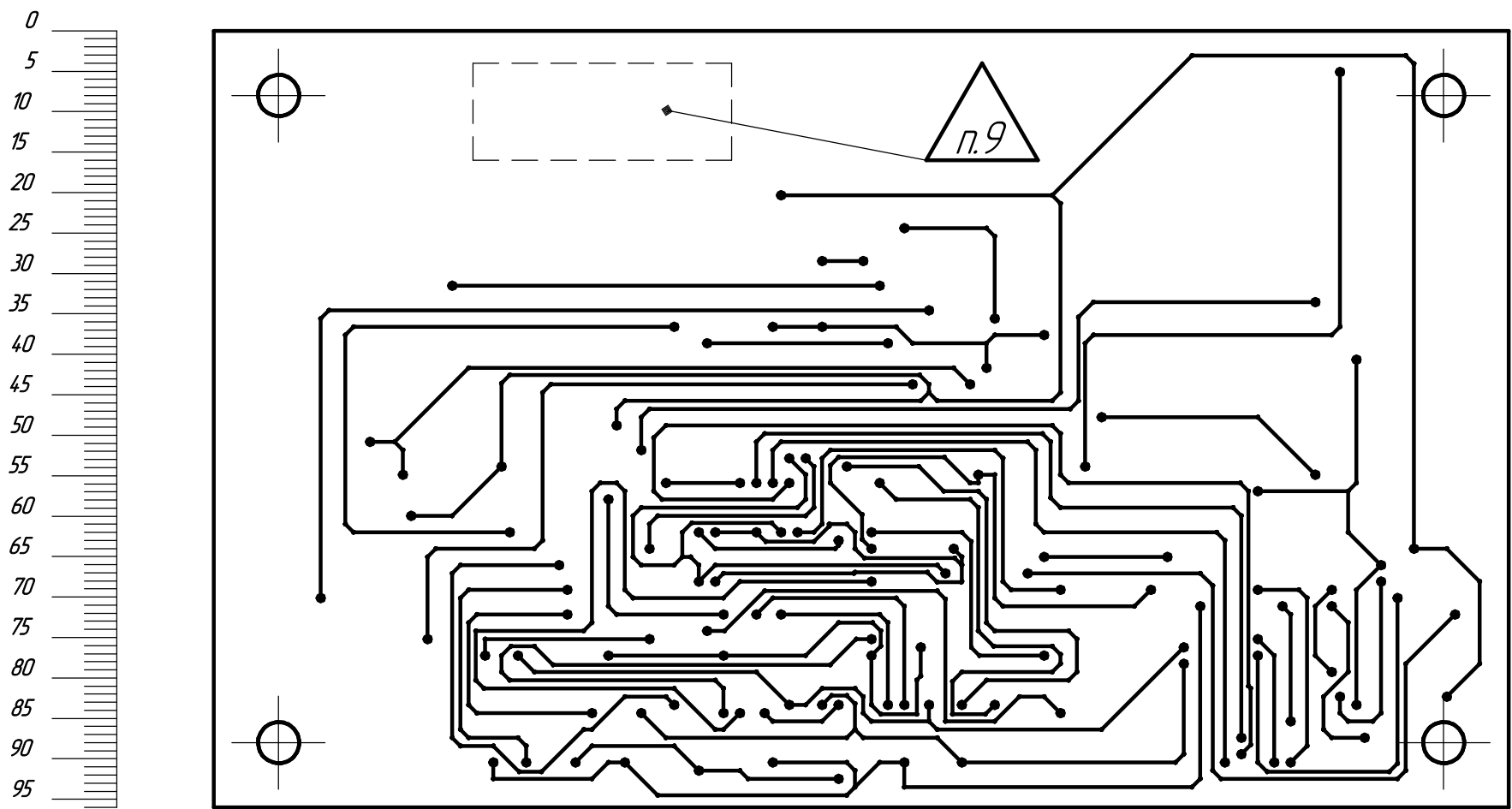
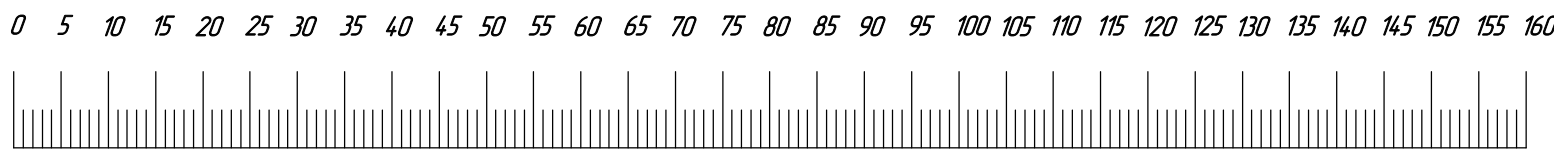
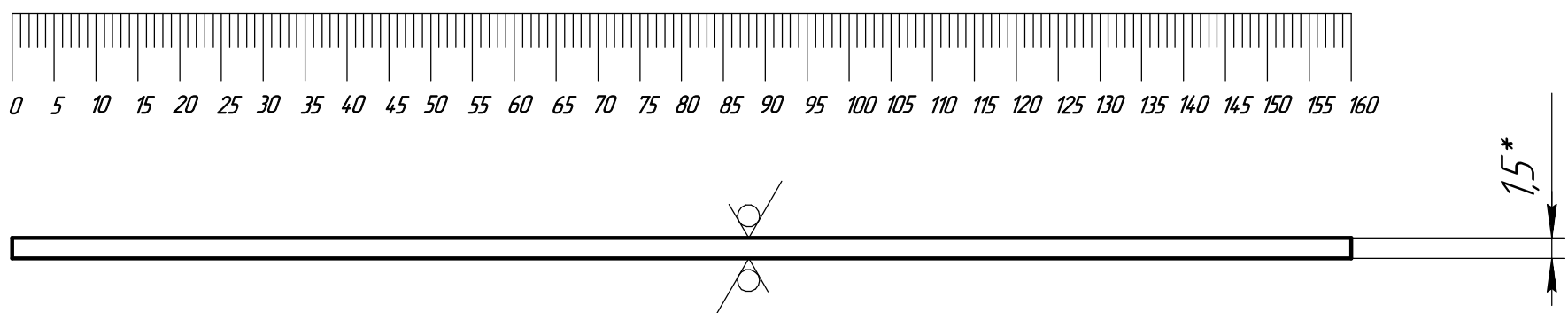
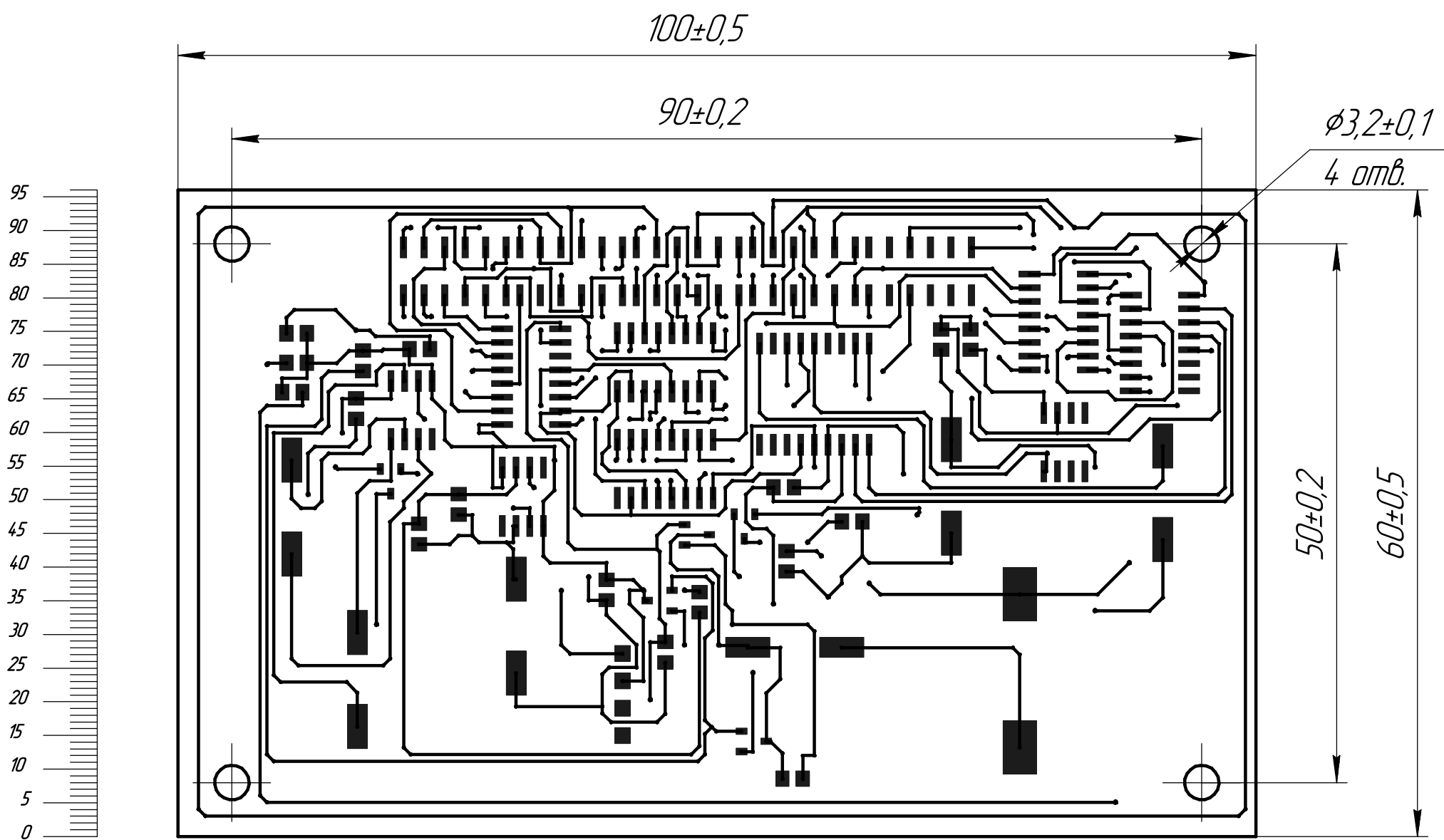
Перед. примеч.	
Справ. №	
Взам. инв. №	Инв. № эдита.
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Таблиця отворів

Умовне позначення	Діаметр отворів	Розмір контактної площадки	Наявність металізації	Кількість отворів
○	0,8 ^{0,05}	φ1,65 ^{-0,3}	є	78

Таблиця контактних площадок

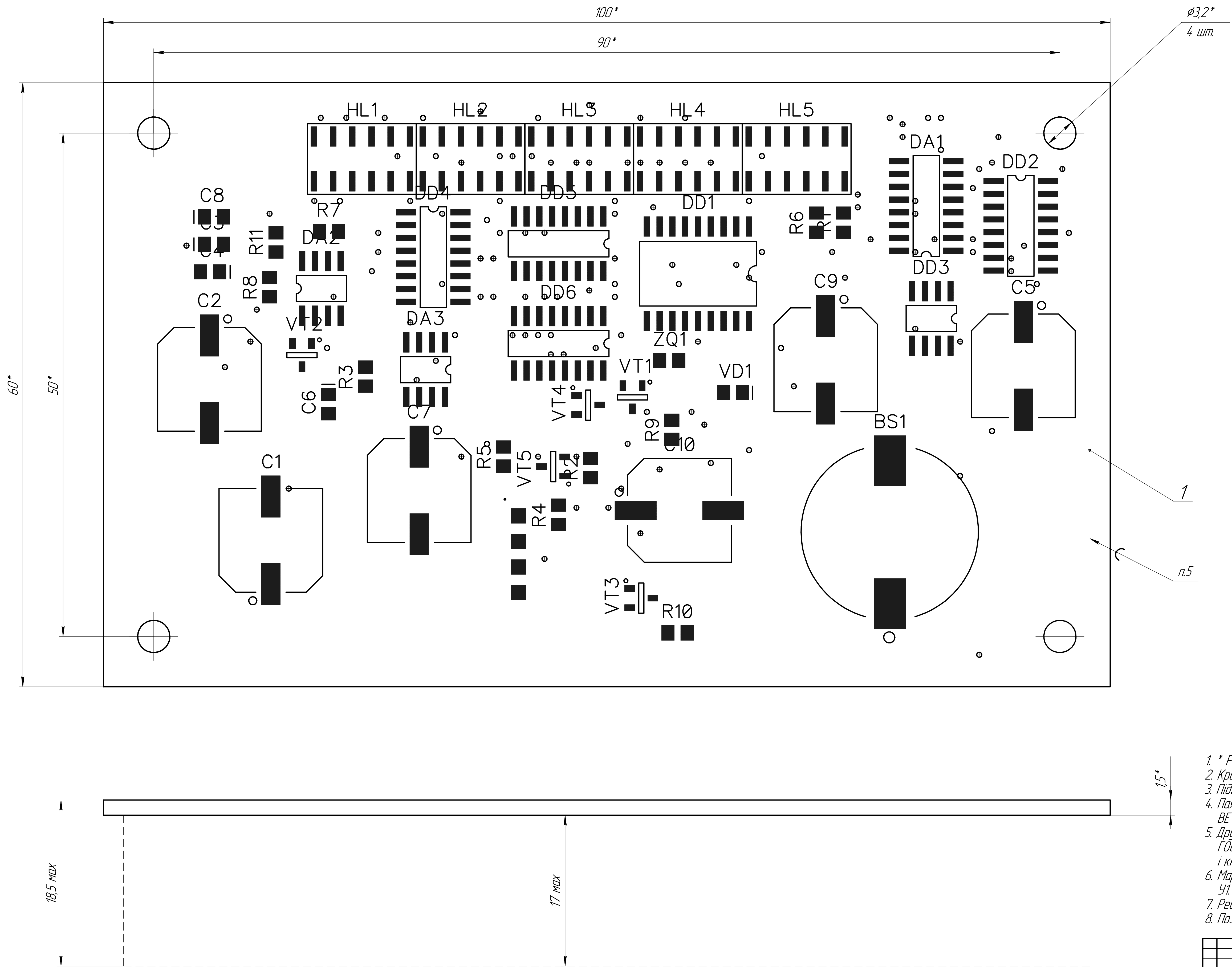
Умовне позначення	Розмір контактної площадки, мм	Кількість, шт.
■	1,5x0,54	184
■	2x0,625	46
■	1x1,56	17



- 1*. Розміри для довідок
2. Плата повинна відповідати ГОСТ 23751, клас точності 1
3. Група жорсткості 2 за ГОСТ 23752
4. Крок координатної сітки 0,625 мм
5. Плату виготовляти комбінованим позитивним способом.
6. Розміри отворів дивитись в таблиці.
7. Мінімальна відстань між елементами провідного рисунку 0,3 мм.
8. Покриття контактних площадок 1 гр. ПОС-40
9. Децимальний номер маркувати друкованими провідниками, шрифт 2,5 ГОСТ26020-80
10. Інші вимоги по ОСТ4.ГО.005.051

					ФОРМ 7.103.000					
					Електронний годинник Плата друкована			Лист	Маса	Масштаб
									0,5	2:1
Взм.	Лист	№ док-м.	Підп.	Дата	СФ15-35Г-15 ГОСТ 103016-78			Лист	Листов 1	
Разр.		Формат А1								
Пров.		Яворський Б.І.			Копіював			ТНТУ, ФПТ, каф. РТ, гр. РАС-41		
Т.контр.								Формат А1		
Н.контр.		Марченко А.С.			Копіював					
Утв.		Дунев В.І.								

ФОРМ 2.899.000 СК



Ø3,2*
4 шт.

1

п.5

15*

- * Размеры для дови́док.
- Крок координатної сітки 0,625мм.
- Підготовка ВЕТ згідно ДСТУ 2779.
- Паяння елементів здійснювати у відповідності ДСТУ 2783.
ВЕТ встановити на припіну пасту SMT623602-38
- Друкований вузол покрити відповідно з ДСТУ 2783-94, лаком ЕП-730 ГОСТ 20824. Захистити від лаку контактні площадки 1..14 і кнопки SB1..SB3
- Маркувати заводський номер фарбою маркувальною ТУМС-01 чорною, У1Т929-02-890-88 шрифт 2,5-ПрЗ ГОСТ 26.020-80.
- Решта технічних вимог за ОСТ 4Г0070.015
- Позиційні позначення елементів показано умовно.

ФОРМ 2.899.000 СК				Електронний годинник		
Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Ворож. ОМ				0,5	5:1
Проб.	Ворож. ОМ			Листов 1		
Т.контр.				ТНТУ, ФПТ, каф. РТ, гр. РАС-41		
Н.контр.	Умриченко А.С.			Формат А1		
Утв.	Ширень В.Л.					

Лист № докум.	Лист а. дата	Вариант	Лист № докум.	Лист а. дата	Лист № докум.	Лист а. дата