

ЗМІСТ

Перелік скорочень	8
Вступ.....	9
1.Основна частина.....	10
1.1 Аналіз технічного завдання	10
1.1.1 Аналіз існуючих рішень	10
1.1.2 Розробка технічного завдання	12
1.1.3 Технічні характеристики проєктованого тахометра	12
1.2 Аналіз принципової та структурної схеми вузла.....	13
1.2.1 Аналіз структурної схеми підсилювача.....	13
1.2.2 Аналіз принципової схеми підсилювача	14
1.3 Проєктування і розрахунок електричної принципової схеми та вузла пристрою	16
1.3.1 Розрахунок надійності пристрою	16
1.3.2 Конструктивний розрахунок друкованої плати пристрою	18
1.3.3 Електричний розрахунок для стабілізатора живлення.....	23
1.3.4 Розрахунок RC – фільтра	23
1.4 Обґрунтування та вибір компонентної бази	26
1.5. Компонування друкованого вузла пристрою.....	33
1.5.1 Технічне обґрунтування конструктиву проєктованого пристрою з врахуванням технологічності, та технологій виготовлення.....	33
1.5.2 Опис пристрою з точки зору конструкції та її елементів	35
1.6 Висновки до розділу 1	41
2. Спеціальна частина	42
2.1 Аналіз технічного завдання, щодо необхідності використання під час роботи над проєктом САПР.....	42

					ЧПВ2.089.001 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Цифровий тахометр із модульною системою індикації	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Цікало П В						
Перевір.		Хвостівська					6	
Затверд.		Лунель В Л				ТНТУ, ФПТ каф.РТ		
Н. Копр.		Мапшенюк				РДС-11		
Реценз		Яворська Є Б						

2.2 Узагальнення завдань розділу	43
2.3 Детальний опис проектування пристрою в середовищі Altium Designer	45
2.4 Висновки до розділу 2	52
3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	53
3.1 Надзвичайні ситуації: визначення причини, класифікація.....	53
3.2 Опис конструкції огорожувальної техніки небезпечних зон механізму, машини	55
3.3 Висновки до розділу 3	60
Висновки	61
Список використаних джерел	62
Додатки.....	64

Перелік скорочень

ВД – вузол друкований;

ДДП – двохстороння друкована плата;

ЕП – електрична принципова;

ПД – плата друкована;

ПЗ – пояснювальна записка;

ТП – технологічний процес;

ВЗЗ - від'ємний зворотній зв'язок.

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Проектування та розробка радіоапаратури веде свій початок від одночасного розвитку радіотехніки як науки, перші кілька десятиліть радіотехнічна апаратура практично не відрізнялася від телеграфної або ж електротехнічної. Навіть відкриття такого пристрою як електронна лампа, не внесло, значною мірою, змін у конструкцію пристроїв, основою якої був дерев'яний ящик, всередині якого, на стінках, знаходилися інші необхідні деталі пристрою.

Перспектива подальшої еволюції конструювання та конструкторської думки слід розглядати із врахуванням ключової цілі даного процесу – створення надійної, ефективної та малогабаритної апаратури, виготовлення та експлуатація якої обмежена числом трудових, енергетичних та матеріальних ресурсів. Для того щоб досягнути необхідної цілі необхідно вирішувати три основні завдання сучасного конструктора РЕА: комплексну мініатюризацію проекту, охолодження та захист пристрою, і підвищення рівня технологічності процесу складання готового пристрою.

Тахометри – це пристрої які широко застосовуються в налаштуванні та контролі параметрів двигунів у сучасній техніці де є обертові деталі. Існує величезна кількість різних типів та конструкцій сучасних тахометрів, серед яких є як і стаціонарні автомобільні тахометри, так і переносні лабораторні тахометри із безконтактним способом виміру обертів, так і професійні стаціонарні тахометри із високою точністю виміру. Таким чином можна вважати що розробка та модернізація схемотехнічних рішень та конструкцій сучасних тахометрів безперечно є необхідним та важливим завданням.

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Основна частина

1.1 Аналіз технічного завдання

1.1.1 Аналіз існуючих рішень

Тахометром називається пристрій, який призначається для виміру частоти обертання рухомих деталей побутової, автомобільної, і не тільки, техніки, та будь яких інших двигунів. Найчастіше функціями даного пристрою користуються автомобілісти, що люблять швидку їзду. Даний пристрій може використовуватись для виміру швидкості оберту як автомобільних двигунів, так і двигунів електро- та бензо- інструменту, обладнання із двигунами де необхідно контролювати частоту оберту, для налаштування параметрів роботи та контролю за ними у іншій механічній техніці.

Аналізуючи ринок можна дізнатись величезну кількість фактів пов'язаних із сучасними тахометрами, та тахометричними стендами для перевірки параметрів двигунів. Серед них варто відмітити те що тахометри поділяються на контактні та безконтактні. Контактні тахометри - це такі тахометри вимірювання частоти обертів якими відбувається за безпосереднього контакту датчика із елементом обертання. Безконтактні тахометри - це такі тахометри які вимірюють частоту обертання за допомогою лазерного давача, який, за допомогою променя, зчитує кількість відбиттів, або поглинань, і таким чином визначає частоту обертів об'єкту дослідження.

На ринку представлена величезна кількість різноманітних тахометрів, як побутових так і професійних промислових. Більшість представлених на ринку тахометрів відносяться до типу безконтактних тахометрів, що й зрозуміло, адже такі тахометри простіші та дешевші конструктивно, а сучасні досягнення у світлотехніці, а особливо у лазерній, дозволяє використовувати сучасні, порівняно недорогі лазерні давачі із

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

інфрачервоним випромінюванням, точність вимірювання яких аналогічна, а в деяких випадках і вища, як у датчиків Холла.

Якщо ж необхідно вибрати якийсь тахометр, то серед уже існуючих на ринку такої специфічної техніки, параметри якого будуть наближені до розроблюваного, то це DT-2234C, який є доступним, але в той же час якісним та точним тахометром, призначеним для лабораторних та налагоджувальних робіт. Головною перевагою цієї моделі є простота її конструкції. Тахометр DT-2234C представлено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Тахометр DT-2234C

Що ж стосується проєктованого тахометра, який буде отриманий в результаті усіх необхідних розрахунків та креслень, то він буде володіти параметрами як вище згаданого, так і якісною модифікацією, яка собою представляє модульність системи індикації, тобто він зможе перемикатись у режимах між класичною індикацією семисегментними індикаторами, так і на індикацію інформації за допомогою неперервної світлодіодної шкали,

що є перевагою при перевірці рівномірності набору обертів двигунів певних одиниць техніки.

1.1.2 Розробка технічного завдання

Тахометр є складовою частиною будь якої системи із контролю та налаштування механічної техніки із електродвигунами, ДВЗ, тобто, узагальнюючи, тахометричні пристрої призначені для вимірювання та контролю частоти обертів рухомих елементів конструкторії. Тахометри поділяються на лабораторні, промислові, та стаціонарні (такі як автомобільні). Переважна більшість тахометрів це лабораторні, тобто відносно недорогі, прості у використанні та точні пристрої, призначені для лабораторних перевірок обертів двигунів. Конструктивно лабораторні тахометри є невеликими, переносними пристроями.

Більшою мірою до таких лабораторних тахометрів висуваються наступні вимоги: простота конструкції, дешевизна, простота (інтуїтивність) використання, тобто експлатації.

Готовий виріб повинен бути стійким до механічних впливів, таких як: вібрації, перевертання, легкі удари та інше. При активній експлуатації такі моменти будуть траплятись, а тому над вирішення цієї проблеми потрібно почати займатись ще при компоновальних роботах над друкованою платою.

Габарити лабораторного переносного тахометра повинні бути у межах 200мм x 70мм, допускається маса пристрою до 500 г.

Тепловиділення пристрою не повинно бути високим, тому особливі вимоги до тепловідводу у корпусі, та особливих умов охолодження для друкованого вузла у корпусі не висуваються.

1.1.3 Технічні характеристики проектованого тахометра

Технічні характеристики тахометра

- напруга елемента живлення, В.....12;

- максимальна споживана потужність, Вт.....8;

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- маса, кг 0.5;
- сигнальний струм, мА 10;
- діапазон частот, Гц 1-1500.

1.2 Аналіз принципової та структурної схеми вузла

1.2.1 Аналіз структурної схеми підсилювача

Структурна схема проектованого цифрового тахометра із модульною системою індикації зображена на рисунку 1.2

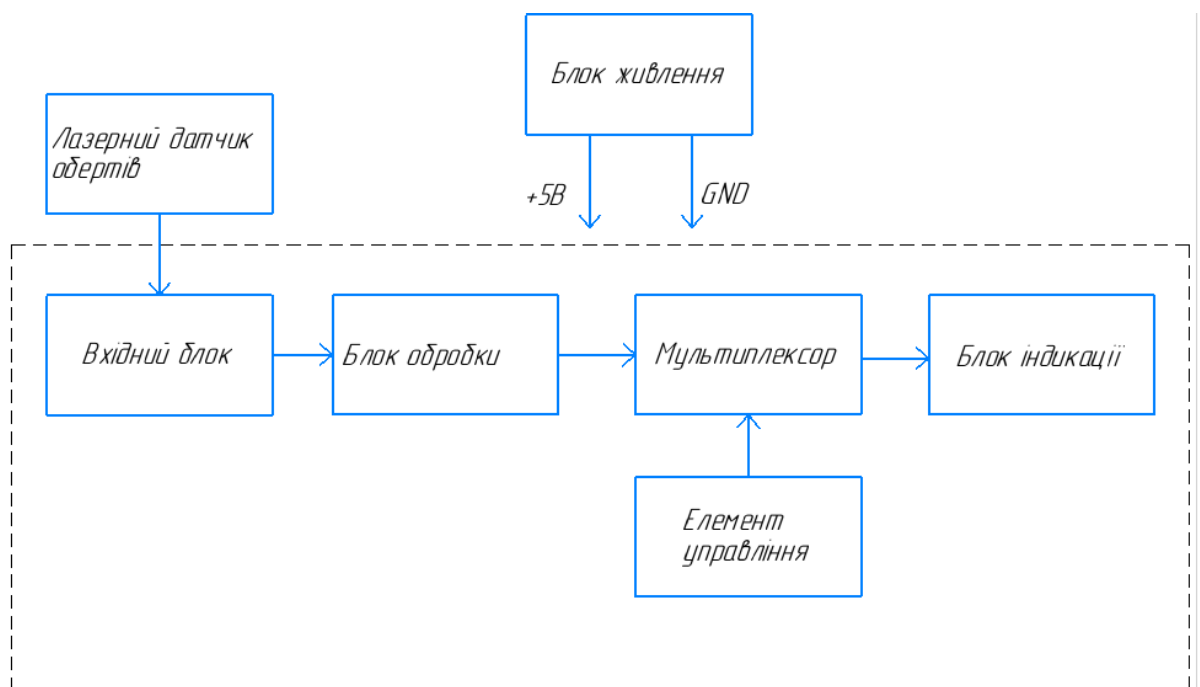


Рисунок 1.2 – Структурна схема тахометра

Принцип роботи проектованого пристрою відносно простий: перший елемент схеми – лазерний датчик обертів призначений для зчитування обертів двигуна, він передає отриману інформацію на вхідний блок, який відповідає за первинну обробку отриманих даних, у своєму складі має RC-фільтри, далі передає інформаційний уже цифровий наступному блоку обробки. Блок обробки опрацьовує отримані дані, та на вихід подає прості цифрові сигнали, які поступають на вхід демультиплексора, який призначений для перетворення 2 інформаційних сигналів у 16 сигналів

індикації, при цьому параметри мультиплексування можна змінювати за допомогою елементу управління, який може перемикає пристрій між режимами індикації із безперервною світлодіодною або восьмирозрядною семисегментною індикацією. Готовий сигнал індикації на виході демультимплексора поступає на блок індикації, який відображає інформацію, отриману в результаті вимірювань, у вигляді неперервної світлодіодної шкали або числових показників. Блок індикації, у вигляді окремого модуля, підключається до плати пристрою у роз'єм і фіксується для того з щоб забезпечити механічну стійкість конструкції.

1.2.2 Аналіз принципової схеми підсилювача

Схема електрична принципова проектованого пристрою (цифрового тахометра із модульною системою індикації) продемонстровно на рисунку 1.3.

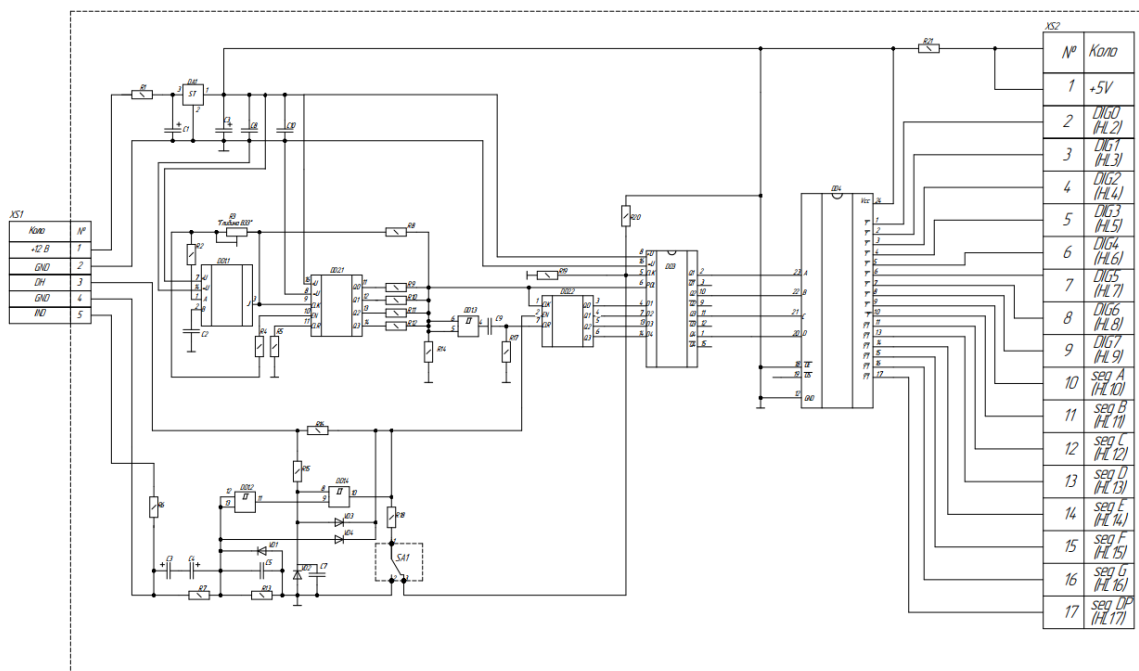


Рисунок 1.3 Схема електрична принципова

Вхід мікросхеми DD1 здатен проводити операції з будь-яким датчиком, в даному пристрої він працює із оптичним датчиком, вихід має

логічні рівні, сумісні з ТТЛ або КМОН-логікою, або зі звичайним електромеханічним реле. При підключенні до входу високовольтного діода (анодом до входу), сигнал для роботи тахометра можна знімати безпосередньо з виходу будь-якого комутатора. На мікросхему DD1 сигнал зовнішнього датчика поступає з контактів Int та DN роз'єму XS1 через RC – фільтр, який сприяє зменшенню відсотка похибок вимірювання, забезпечуючи оптимальні параметри для передачі сигналу давача для подальшої обробки.

Датчик допускає роботу з амплітудою сигналу в межах до 24В і в діапазоні частот 1-1500Гц.

Генератор тактів, що формує такти інтервалів рахунку імпульсів, виконаний на елементі DD2. Елементи призначені для встановлення параметрів тактового генератора (C8, R5) та лічильник на елементі DD3 із резисторами оперування входами (R7-R11), дозволяють вибирати будь-які тимчасові інтервали (чим вище частота генератора, тим стабільніші параметри виміру, і ти точніші покази пристрою).

Дозвіл рахунку відбувається протягом низького рівня на вході CLK лічильника і результат рахунку позитивних імпульсів по входу EN цього ж лічильника з'являється на входах D1-D4 чотирирозрядного D-триггера DD3. При цьому низький рівень на вході POL триггера забезпечує заборону передачі вхідних комбінацій на його виходи VT1-VT4. З приходом високого рівня на вхід CLK, рахунок по входу EN припиняється, і цим же рівнем по входу POL на виходах VT1-VT4 з'являється комбінація результату рахунку, відображена за допомогою дешифратора та демультимплексора, які передають сигнал на індикатор, у вигляді неперервної шкали (варіант індикації №1) або цифрових значень на чотирирозрядному семисегментному індикаторі (варіант індикації №2), відповідно до комбінацією логічних рівнів на входах ABCD дешифратора. Перемикання між режимами індикацій відбувається за допомогою перемикача SA1.

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Цикл "рахунок-індикація" оновлюється імпульсом скидання по входу CLR, який формується інвертором, і RC-ланцюгом C7, R12. У момент рахунку світлодіод, що відображає попередній результат рахунку, - активний до приходу наступної логічної комбінації на входах дешифратора. Подача на вхід CLK низького рівня забезпечується резистором R4, резистор R3 - забезпечує режим роботи тахометра за допомогою підстроювання глибини ВЗЗ. При подачі високого рівня на цей вхід відбувається безпосередня передача даних з виходів тригера на входи дешифратора.

1.3 Проектування і розрахунок електричної принципової схеми та вузла пристрою

1.3.1 Розрахунок надійності пристрою

Імовірність безвідмовної роботи це показник який пояснює те, яка частина виробу із заданої їх кількості буде працювати безвідмовно протягом певного виділеного проміжку часу. Інтенсивністю відмов називають кількість відмов компоненту або частини пристрою за одиницю часу, що приходить на один пристрій, який продовжує виконувати свої функції в заданий момнт часу.

Коефіцієнти впливу:

коефіцієнт механічних впливів:..... 1.46;

коефіцієнт впливів температури та вологості:..... 1;

коефіцієнт впливу атмосфери:..... 1.

Результати розрахунку:

інтенсивність відмов:..... 3.26456e-005 1/год;

середня наробка до відмови:..... 30632.0 год.

Розрахунок імовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год..... $P(t) = 0.999674$;

$t = 100$ год..... $P(t) = 0.996741$;

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

$t = 1000$ год..... $P(t) = 0.967882$;

$t = 10000$ год..... $P(t) = 0.721476$;

$t = 100000$ год..... $P(t) = 0.038214$.

Таблиця 1.1 – Дані для розрахунку

	Назва групи елементів	К- сть	К попр 1 /год	I відм* I e-06	Ксть*Кнав *Iві д*1e-06
1	Резистори постійні 0.125-0.5 Вт	10	0,42	0,8	6,72
2	Резистори не дротяні змінні	1	0,42	5	2,1
3	Напівпровідникові інтегральні мікросхеми	4	1	0,03	0,12
4	Діоди випрямляючі малої потужності	4	0,35	0,7	0,98
5	Світлодіоди	7	1	2	34
6	Конденсатори керамічні	6	0,1	1,4	0,84
7	Конденсатори електролітичні	4	0,4	2,4	3,84
8	Роз'єм багатоконтактний	1	0,1	0,05	0,25
9	Роз'єм (на один контакт)	5	1	0,15	0,15
10	Пайки	163	1	0,02	3,26
11	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
12	Перемикач	1	0.7	0.15	0.2

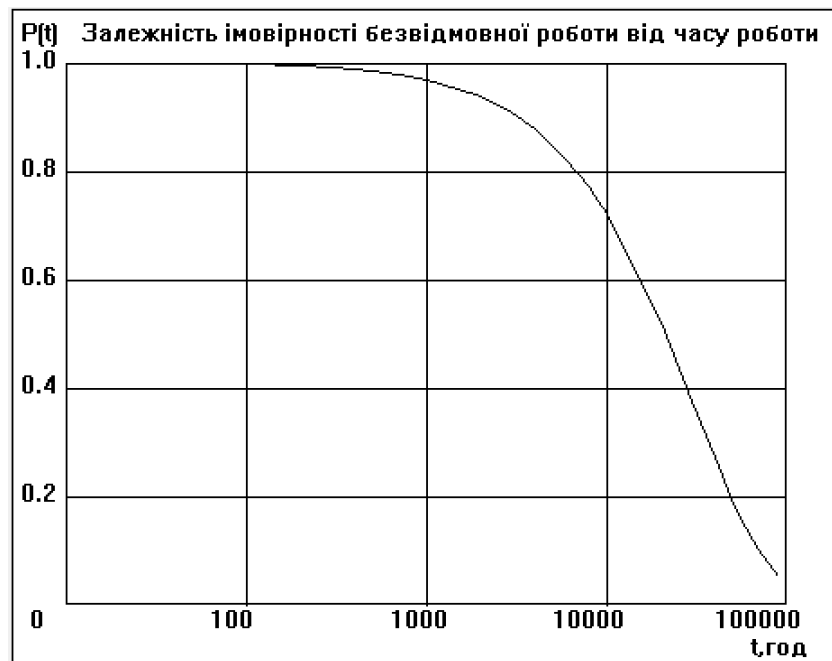


Рисунок 1.4 - Графік надійності

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЧПВ2.089.001 ПЗ

Арк.

17

Наробка на відмову становить 30632 годин. Надійність пристрою є дуже високою, що означає якісну роботу приладу протягом усього довгого періоду експлуатації.

Висновок: розрахований показник надійності, як і теоретичний, виявились дуже високими, як для виробу такого типу, тобто саме наробка на відмову проектного пристрою становить 30632 години.

1.3.2 Конструктивний розрахунок друкованої плати пристрою

Друкована плата тахометра із модульною системою індикації виготовлена комбінованим методом.

При проектуванні роботах над друкованою платою було враховано психо-фізичні фактори оператора. Роз'єми для підключення виходу сигналів індикації і роз'єм живлення розміщені на краях плати. Усі інші елементи розміщено так щоб займати якомога менше місце на платі, та не створювати зайвих паразитних зв'язків і перешкод для роботи пристрою, та зменшити довжину кожного друкованого провідника.

Використовуючи усі технологічні можливості сучасного виробництва отримуємо в результаті електрохімічний метод виготовлення друкованої плати із дотриманням 3-го класу точності (ОСТ 4.010.022-85).

Визначення мінімальної ширини провідника , мм., по постійному струму для кола живлення:

$$b_{min1} = \frac{I_{max}}{j_{доп} \cdot t} , \quad (1.1)$$

де I_{max} – максимальний постійний струм у колі живлення, який протікає в провідниках (визначається з аналізу схеми), $I_{max} = 0,5A$;

$j_{доп}$ – густина струму яка допускається для заданого типу провідника, що вибирається в залежності від способу виготовлення друкованої плати з таблиці 1.2, $j_{доп} = 25 \text{ A/мм}^2$;

t – товщина друкованого провідника, $t = 0,035 \text{ мм}$.

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$b_{min} = \frac{0,5}{25 \cdot 0,035} = 0,057 \text{ (мм)}.$$

Визначення мінімально-можливої ширини друкованого провідника, мм., у відповідності до допустимого падіння напруги на цьому провіднику:

$$b_{min2} = \frac{\rho \cdot I_{max} \cdot l}{t \cdot U_{доп}}, \quad (1.2)$$

де ρ – питомий об'ємний опір згідно табл.1.2, $\rho = 0,05 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$;

l – довжина заданого провідника, $l = 0,13 \text{ м}$;

$U_{доп}$ – допустиме падіння напруги (визначається шляхом аналізу електричної схеми), $U_{доп} = 0,5 \text{ (В)}$.

$$b_{min2} = \frac{0,05 \cdot 0,05 \cdot 0,13}{0,6 \cdot 0,035} = 0,020 \text{ (мм)}.$$

Визначання номінального значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{H.B.}| + r \quad (1.3)$$

де d_E – максимальний діаметр виводу встановлюваного в плату елемента, мм;

$\Delta d_{H.B.}$ – нижнє крайнє відхилення від номінального діаметру монтажного отвору (з таблиці 1), мм;

r – різниця між мінімальним діаметром отвору та максимальним діаметром виводу встановлюваного ЕРЕ (допускається вибір у межах 0,1...0,4 мм).

$d_1 = 0,5$ для усіх перехідних отворів.

$d_2 = 0,7$ для роз'ємів (XS1-XS2) та перемикача (SA1).

$$d_1 = 0,5 + 0,05 + 0,25 = 0,8 \text{ (мм)};$$

$$d_2 = 0,7 + 0,05 + 0,25 = 1,0 \text{ (мм)}.$$

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Таблиця 1.2 Допустимі густини струмів в залежності від методів виготовлення друкованої плати

Метод виготовлення	Товщина фольги, мкм	Допустима густина струму, А/мм ²	Питомий опір, ρ, Ом·мм ² /м
Хімічний:	20,35,50	15	0,050
Внутрішні шари БДП, зовнішні шари ОДП, ДПП	20,35,50	20	
Комбінований позитивний	20 35	75 48	0,0175

Розрахунок діаметру контактних площадок:

Мінімальний діаметр контактних площадок для односторонніх друкованих плат і внутрішніх шарів багат шарових плат, виготовлених хімічним та комбінованим методом:

$$D_{min} = D_{1min} + 1,5 h_{\Phi} \quad (1.4)$$

де h_{Φ} – товщина фольги, мм;

D_{1min} – мінімально-допустимий ефективний діаметр площадки, мм:

$$D_{1min} = 2 \cdot \left(b_M + \frac{d_{max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (1.5)$$

де b_M – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки, мм;

δd і δp – допускові норми на розташування отворів і контактних площадок, мм;

d_{max} – максимальний діаметр просвердленого отвору, мм:

$$d_{max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (1.6)$$

де Δd – допуск на отвір (з таблиці 2), мм.

$$d_{max1} = 1,0 + 0,05 + 0,15 = 1,2 \text{ (мм);}$$

$$D_{1min1} = 2 \cdot \left(0,035 + \frac{1}{2} + 0,08 + 0,2\right) = 1,71 \text{ (мм)};$$

$$D_{min1} = 1,71 + 1,2 \cdot 0,035 = 1,75 \text{ (мм)}.$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max} = D_{min} + (0,2 \dots 0,6) \quad (1.7)$$

$$D_{max1} = 1,75 + 0,2 = 1,95 \text{ (мм)};$$

Визначення ширини провідників:

Мінімальна ширина для провідників ДП, які виготовлені хімічним методом :

$$b_{min} = b_{1min} + 1,5 h_{\Phi} , \quad (1.8)$$

де b_{1min} – мінімально-допустима ефективна ширина провідника у мм.
Для ДП 3-го класу точності допускається $b_{1min} = 0,18$ мм.

$$b_{min} = 0,18 + 1,5 \cdot 0,035 = 0,23 \text{ (мм)}.$$

Максимальна ширина провідників:

$$b_{max} = b_{min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (1.9)$$

$$b_{max} = 0,23 + 0,04 = 0,27 \text{ (мм)}.$$

Визначення мінімальної відстані між складовими провідного рисунку:
Найменша відстань між друкованим провідником та контактною площадкою:

$$S_{1min} = L_0 - \left(\frac{D_{max}}{2} + \delta p\right) + \left(\frac{d_{max}}{2} + \delta l\right) \quad (1.10)$$

$$S_{1min1} = 2,5 - \left(\frac{1,95}{2} + 0,2\right) + \left(\frac{1,2}{2} + 0,08\right) = 0,48 \text{ (мм)}.$$

Мінімальна відстань між двох контактних площадок:

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$S_{2min} = L_0 - (d_{max} + 2\delta p) \quad (1.11)$$

$$S_{2min2} = 2,5 - (1,2 + 2 \cdot 0,2) = 0,9 \text{ (мм)}.$$

Мінімальна дистанція між двох провідників:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta l) \quad (1.12)$$

$$S_{3min1} = 2,5 - (1,95 + 2 \cdot 0,08) = 0,39 \text{ (мм)}.$$

Висновок: в результаті розрахунку конструктиву друкованого монтажу були отримані наступні результати:

- 1) найменша ширина провідника друкованого по постійному струму для кіл живлення, мм..... $b_{min} = 0,06$;
- 2) мінімальна ширина провідника виходячи з допустимого падіння напруги на ньому, мм..... $b_{min2} = 0,021$;
- 3) номінальне значення діаметрів монтажних отворів 0,5 і 0,7 мм, але оскільки в отворах присутня металізація номінальне значення діаметрів монтажних отворів 0,9 і 1,1 мм;
- 4) мінімальний діаметр контактних площадок для діаметру монтажних отворів, мм $D_{min1} = 1,75$;
- 5) мінімальна ширина провідників, мм $b_{min} = 0,23$;
- 7) максимальна ширина провідників, мм $b_{max} = 0,27$;
- 8) мінімальна відстань між двома провідниками, мм $S_{3min} = 0,39$.

1.3.3 Електричний розрахунок для стабілізатора живлення

Важливою частиною стабілізатора є обмежувач резистор, який призначений для обмеження струму протікання стабілізатора, тим самим не допускаючи роботи стабілізатора в гранично допустимих режимах.

Вхідна напруга, від акумуляторної батареї, для стабілізатора складає 12В, максимальний струм не перевищуватиме 0.3А.

$$R1 = \frac{U_{in}}{I_{in}} \quad (1.13)$$

$$R1 = \frac{12}{0.3} = 40(\text{Ом}).$$

В результаті отримуємо опір в 40Ом, оскільки такий номінал у ряді е24 немає то вибираємо резистор номіналом 39Ом. Також необхідно розрахувати потужність розсіювання резистора.

$$P = I_{in}^2 \times R1 \quad (1.14)$$

$$P = 0.3^2 \times 39 = 0.35 (\text{Вт}).$$

Отримуємо потужність розсіювання обмежувального резистора 0.35Вт, виходячи з цього для використання буде достатньо резистора із потужністю розсіювання у 0.5Вт.

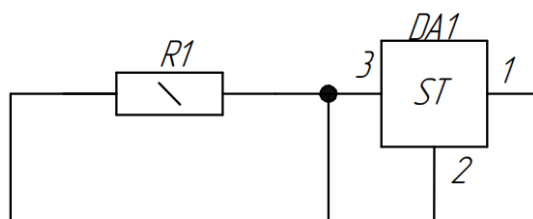


Рисунок 1.5 – Розраховуваний каскад

1.3.4 Розрахунок RC – фільтра

Важливою складовою для розрахунку схеми електричної принципової є RC - фільтр високих частот на вході пристрою, який призначений для

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

забезпечення оптимальних обрахунків вимірів, та перешкоджанні помилок у роботі давача.

Для початку слід розрахувати опір у ланцюзі фільтра, оперуючи даними граничних значень напруги давача та частоти імпульсів зчитування:

максимальна амплітуда напруги давача 24В;

струм давача 15мА.

$$R = \frac{U}{I_d} \quad (1.15)$$

$$R_6 = \frac{24}{0.015} = 1600(\text{Ом}).$$

Знаючи опір резистора R6 та максимальну частоту імпульсів давача можна визначити ємність конденсатора C3.

Спершу треба визначити кутову частоту:

$$\omega = 2\pi f \quad (1.16)$$

$$\omega = 2 \times 3.14159 \times 1500 = 9420(\text{Гц}).$$

Отримавши результат можна приступити до розрахунку ємності:

$$C = \frac{1}{\omega R} \quad (1.17)$$

$$C_3 = \frac{1}{9420 \times 1600} = 66 \times 10^{-8}(\text{Ом}).$$

Отримавши результати вибираємо номінали цих елементів, тому оскільки у ряді e24 є номінал 1.6, то вибираємо резистор R6 номіналом 1.6кОм. Для конденсатора C3 у ряді e12 номіналу у 66 немає, то вибираю найближчий номінал у 0,68мкФ.

Знаючи точні номінали елементів фільтра, можна визначити коефіцієнт передачі цього фільтра.

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

$$K = \frac{1}{1 + \omega RC} \quad (1.18)$$

$$K = \frac{1}{1 + 9420 \times 1600 \times 68 \times 10^{-8}} \approx 0.9.$$

Отриманий результат є більш ніж задовільним для розраховуваного фільтра. Зображення графіка АЧХ фільтра зображено на рисунку 1.6.

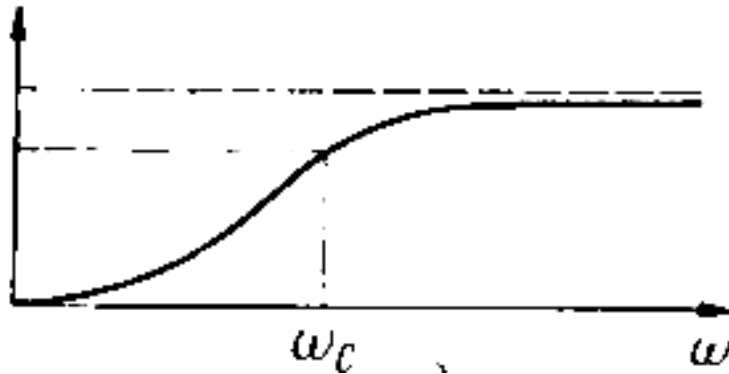


Рисунок 1.6 - АЧх фільтра

Зображення розраховуваного каскаду зображено на рисунку 1.7.

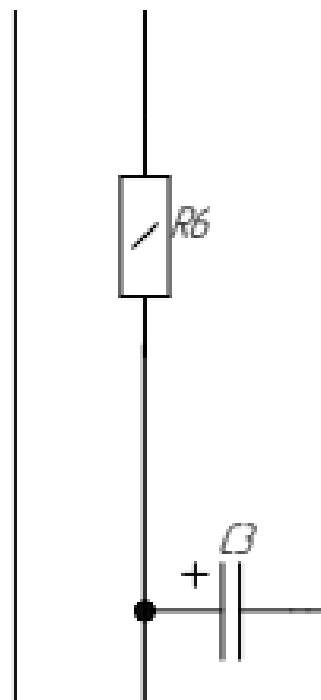


Рисунок 1.7 - Розраховуваний фрагмент схеми

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЧПВ2.089.001 ПЗ

Арк.

25

Варто зазначити що наступні фільтри на елементах R7, R13 та C4, C5 є аналогічними до розрахованого фільтра, і розраховуються за аналогічною методикою.

1.4 Обґрунтування та вибір компонентної бази

В процесі підбору елементної бази для будь якого пристрою, виробу основними критеріями вважаються надійність та доступність вибраних елементів. Не менш важливим критерієм є те, щоб дані елементи мали низький відсоток внутрішніх шумів, тобто не вносили внутрішніх перешкод у роботу пристрою.

Відповідно до заданих умов було вибрано наступні радіокомпоненти:

Стабілізатор MC78L05ABP (DA1), який є недорогим, простим у застосуванні стабілізатором із хорошими експлуатаційними параметрами. Стабілізатори цієї серії переважно не потребують додаткових елементів для узгодження, або забезпечення заданого рівня стабілізації. Параметрами мікросхеми такого типу переважають звичайні комбінації діодів та діодно-транзисторні стабілізатори зібрані на широкодоступних елементах, вихідним опором і струмом спокою, значення яких є значно меншими у перших ніж у других. Стабілізатор MC78L05ABP зображений на рисунку 1.8

Технічні характеристики інтегрального стабілізатора 78L05:

- максимальна напруга на вході, В	30;
- вихідна напруга, В	5;
- вихідний струм, мА	300;
- струм споживання, мА	5,5;
- температура при роботі, С	-40 +125;
- корпус	SOD-89.

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

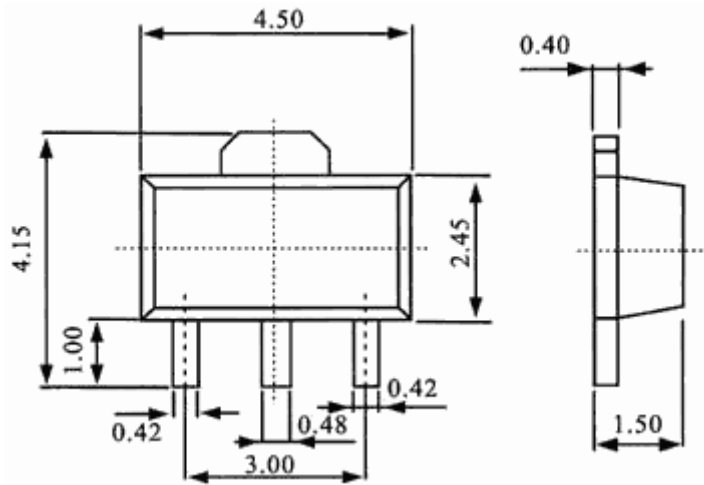


Рисунок 1.8 – Установочні розміри стабілізатора MC78L05ABP

Мікросхема CD4093BCM (DD1) виконує функцію обробки даних вхідних даних від датчика обертів, є ключовою частиною пристрою. Мікросхема CD4093BCM у корпусі sop-14 зображена на рисунку 1.9.

Технічні параметри мікросхеми CD4093BCM:

- напруга живлення, В3-15;
- робоча температура, С-30 – +85;
- кількість входів/виходів, шт 14;
- струм споживання, мА 5;
- тип корпусуSOP-14.

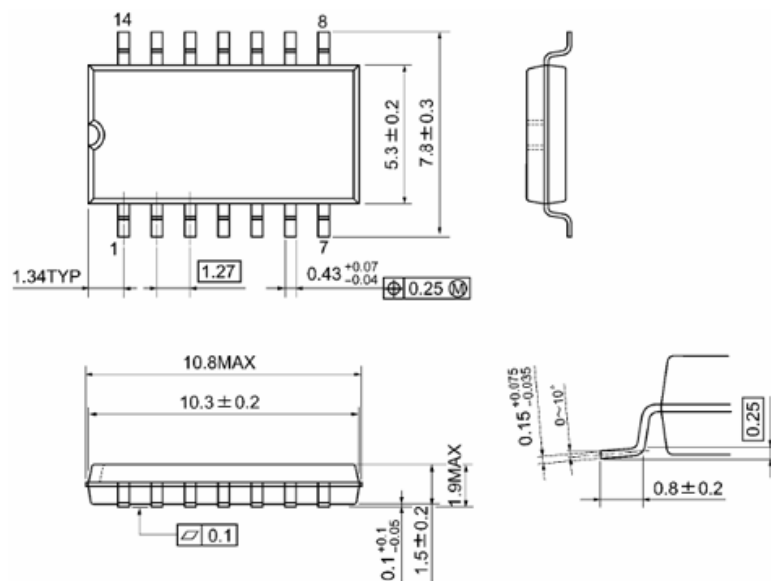


Рисунок 1.9 - Розміри мікросхеми CD4093BCM

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

FS-CPD02 датчик обертів, оптичний, призначений для визначення частоти обертів. Визначає частоту обертів за допомогою інфрачервоного лазера та фоточутливого елемента. Зовнішній вигляд датчика датчика рисунку 1.10



Рисунок 1.10 – Зовнішній вигляд оптичного датчика обертів

Мікросхема MM74HC154WM (DD4) – простий і доступний демультиплексор, призначений для обробки інформаційного сигналу для зручної індикації за допомогою світлодіодів, або семисегментних індикаторів, режим обробки сигналів можна змінювати в залежності від пристрою індикації. Вибрана мікросхема у корпусі SOP-24, установочні розміри та загальний зображено на рисунку 1.11

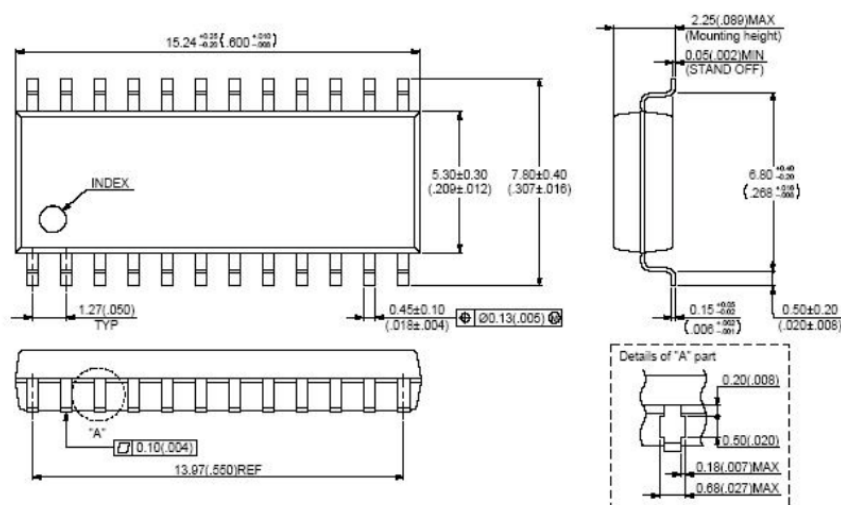


Рисунок 1.11 – Установочні розміри мікросхеми MM74HC154WM

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Мікросхема M74HC4520B1R (DD2) є високошвидкісним бінарним лічильником. Габаритні розміри зображено на рисунку 1.12

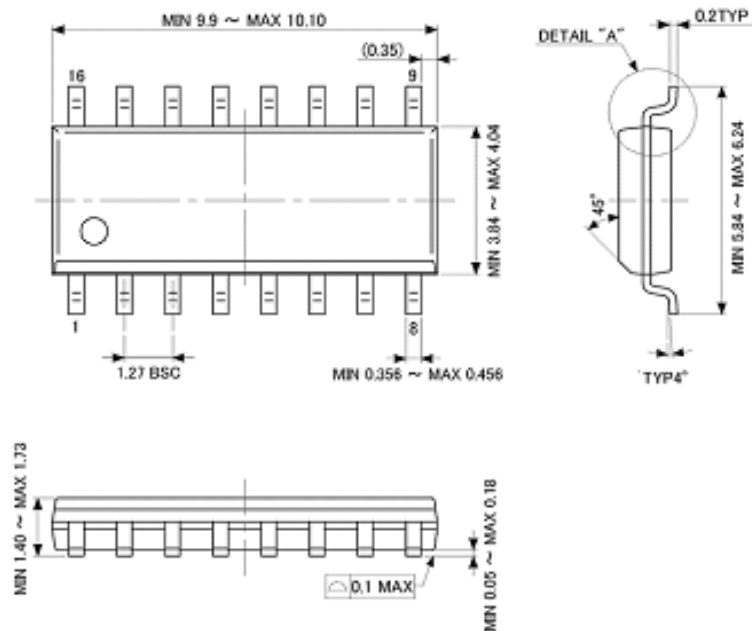


Рисунок 1.12 - розміри мікросхеми M74HC4520B1R у корпусі SOP-16

Перемикач SS12N06F02-2510 (SA1) – повзунковий перемикач, трьохпозиційний, призначений для перемикання режимів індикації тахометра. Габаритні розміри зображено на рисунку 1.13

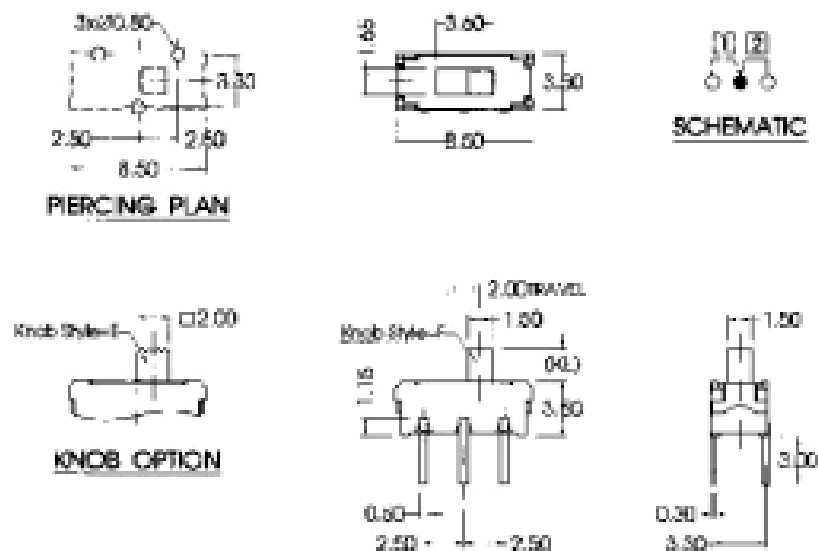


Рисунок 1.13 – Зовнішні розміри перемикача SS12N06F02-2510

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЧПВ2.089.001 ПЗ

Технічні параметри перемикача:

- напруга, В 1...12;
- струм, мА 200;
- кількість позицій, 3.

Мікросхема HCF4042BEY (DD3) є монолітною інтегральною мікросхемою виконаною за технологією КМОП. Містить у собі 4 ключі.

Мікросхема HCF4042BEY зображена на рисунку 1.14

Технічні параметри мікросхеми HCF4042BEY:

- напруга живлення: В 3-20;
- робоча температура, С -55 – +125;
- тип корпусу SOP-16.

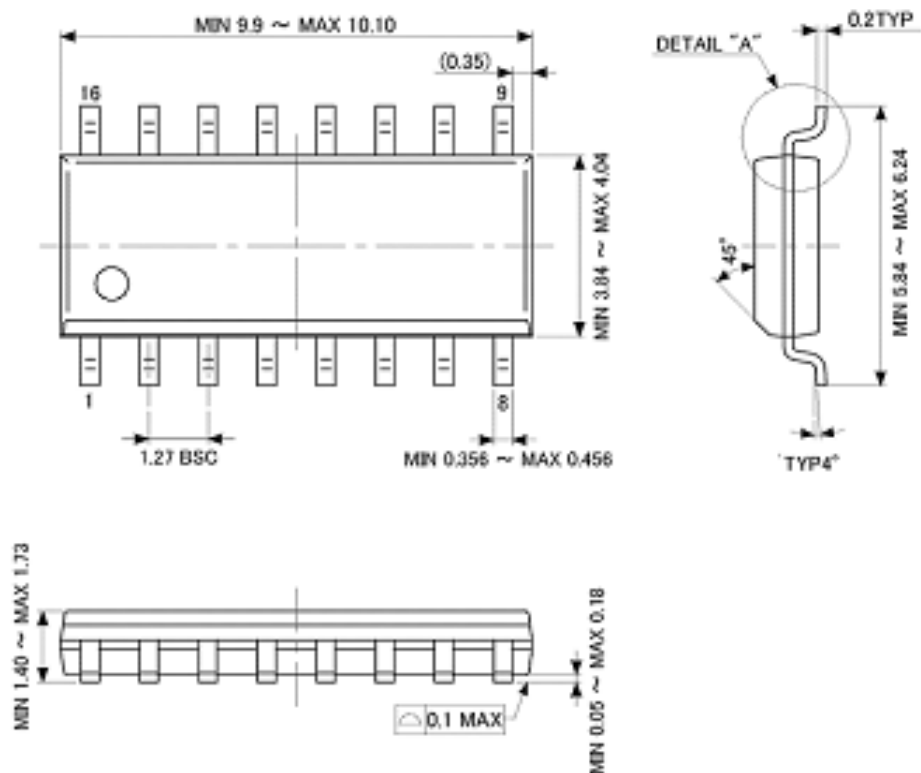


Рисунок 1.14 - Розміри мікросхеми HCF4042BEY у корпусі SOP-16

Керамічні конденсатори (C2, C4, C7-C10) призначені для експлуатації в ланцюгах постійного, змінного струмів. Вибраний тип серії ECJ від

Panasonic Electronic Components. Габаритні розміри конденсаторів зображені на рисунку 1.15.

Технічні параметри керамічних конденсаторів:

- номінальна ємність, мкФ0.001 до 1 мкФ;
- допуск номіналу, %5;
- температурний коефіцієнт ємностіpp0;
- робоча температура, С-55/+125.

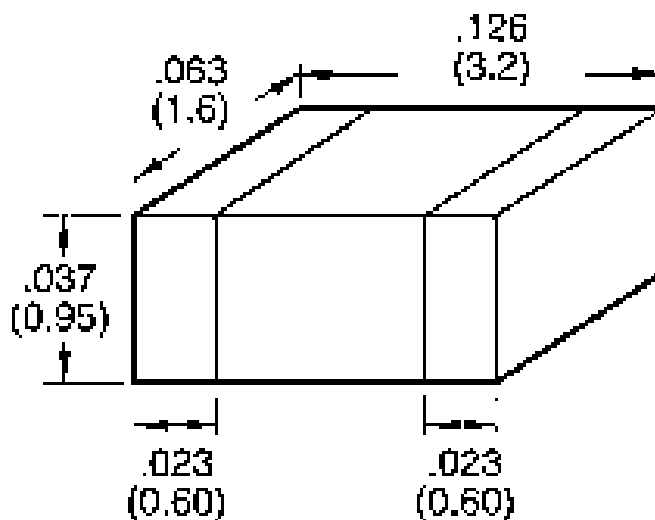


Рисунок 1.15 - Габаритні розміри керамічних конденсаторів SMD1206

Електролітичні конденсатори (C1, C3, C5-6) вибрані серії FK від Panasonic Electronic Components. Це дешеві, надійні та доступні радіоелементи. Розміри цих конденсаторів зображені на рисунку 1.16.

Технічні параметри електролітичних конденсаторів:

- робоча напруга, В63;
- номінальна ємність, мкФ10;
- допуск номіналу ємності, %20;
- робоча температура, С-40 - 105.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

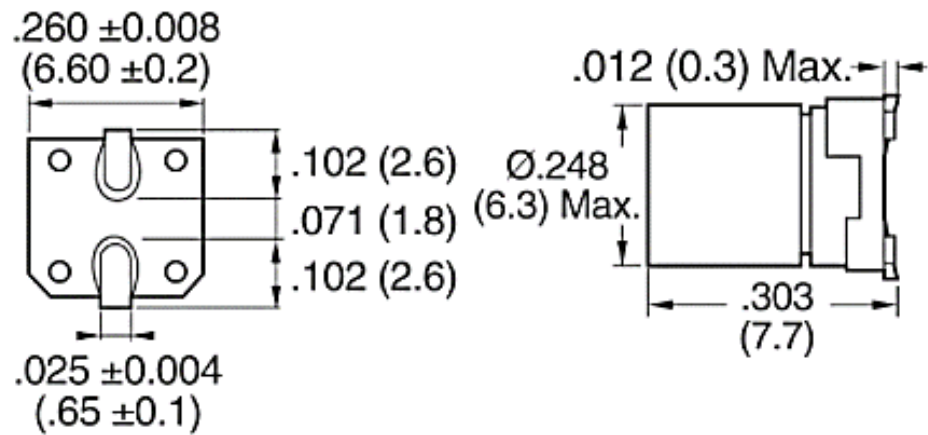


Рисунок 1.16 - Габаритні розміри електролітичних конденсаторів

Резистори SMD (R1-R21) серії ERJ-8R компанії Panasonic Electronic Components – прості резистори призначені для поверхневого монтажу, дешеві, можна придбати партіями різних обсягів, є усі необхідні номінали опорів, та багато номіналів потужностей. Типорозмір корпусу – 1206.

Габаритні розміри резисторів зображено на рисунку 1.17

Технічні характеристики резисторів:

- точність, % ±5;
- потужність, Вт 0,25;
- робоча напруга, В 250;
- тип, вугільно-плівковий.

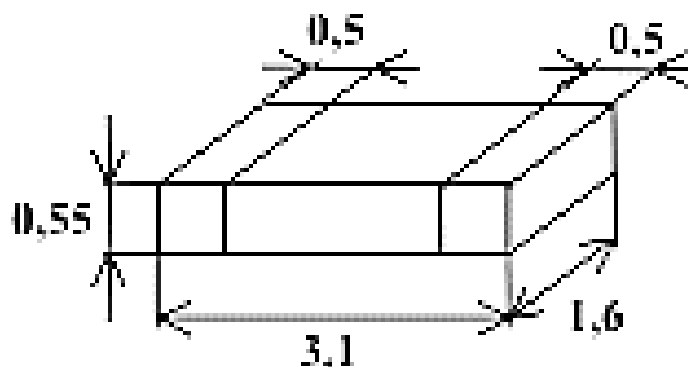


Рисунок 1.17 - Габаритні розміри резисторів ERJ-8R (розміри в мм)

Діод 1N4148 кремнієвий, випрямний загального призначення. Головно виконує функції перетворення змінної напруги з максимально допустимий

середнім прямим струмом 2А. Випускаються в пластмасовому корпусі з гнучкими виводами. На корпусі з боку катодного виводу нанесена кільцева мітка. Діод 1N4148 зображений на рисунку 1.18

Технічні характеристики діода 1N4148:

- максимальна постійна зворотня напруга, В 15;
- максимальний постійний прямий струм, А 2;
- ємність діода, пФ 40 пФ;
- максимальна пряма напруга, В 1,3;
- Оптимальна робоча температура, С 65 ... + 200.

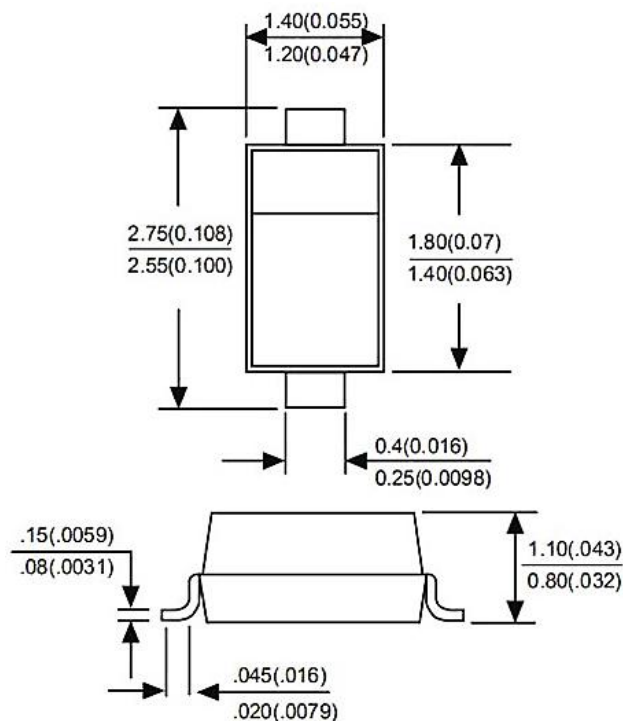


Рисунок 1.18 - Габаритні розміри діода 1N4148

1.5. Компонування друкованого вузла пристрою

1.5.1 Технічне обґрунтування конструктиву проектного пристрою з врахуванням технологічності, та технологій виготовлення.

Цей виріб складається з корпусу, однієї двосторонньої плати, розміщеної усередині корпусу, та зовнішніх елементів індикації.

Корпус для проектного пристрою складається із двох кришок. Матеріалом вибрано пластмасу, а метод виготовлення кришок – литтєве пресування. Оскільки елементів які потребують додаткової вентиляції та охолодження немає, то вибір пластмаси в якості матеріалу корпусу позитивно впливає на технологічність виробу, тому що корпус виготовлений з пластику не потребує додаткових механічних доробок та додаткових покриттів. Плата друкована розміщена всередині корпусу, і прикріплюється до нижньої кришки. Давач обертів, через спеціальну втулку, кріпиться між двох кришок. Для індикації використовується окрема панель із світлодіодами, або семисегментним восьмирозрядним індикатором, вибір панелі залежить від необхідної в даний момент репрезентації вимірів. Ця панель собою представляє плату на якій розміщено 16 світлодіодів із лінзами квадратної форми, така форма лінз вибрана для створення видимості неперервної шкали, або із семисегментними восьмирозрядними індикатором, на заміну світлодіодів, та ідентичною у всіх інших моментах до плати із світлодіодами. Одночасно до плати може бути підключений лише один блок індикації, той який буде давати найкращу репрезентативу вимірів, іншими словами перед початком вимірів оператор тахометра повинен сам вибрати необхідний йому в даний момент часу індикатор, та встановити відповідний режим роботи тахометра.

Друкована плата виробу двохстороння, усі елементи, крім перемикача, розміщені на платі. Елементи розміщуються лише із однієї сторони, інша сторона призначена для електричних з'єднань які неможливо прокласти при односторонньому компонуванні плати. Мікросхеми розміщені на платі так, щоб реалізувати якомога коротші шляхи проходження сигналу та для забезпечення найменших паразитних ємностей та індуктивностей.

В якості матеріалу друкованої плати вибраний склотекстоліт, завдяки чому плата має хороші механічні параметри, та є термо- і хімічностійкою, не піддається впливу вологи і має хороші діелектричні параметри.

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

1.5.2 Опис пристрою з точки зору конструкції та її елементів

Основним складовим елементом пристрою є друкований вузол. Друкована плата для друкованого вузла двохстороння і виготовлена із фольгованого склотекстолітного полімеру СФ2 - 15 - 1.5ІКП (ДСТУ10316-78). Плата повинна виготовлятися комбінованим методом, який є досить економним та малозатратним. Комбінований метод виготовлення плати полягає у тому, що основні провідники на платі утворюються шляхом хімічного травлення мідної фольги із поверхні двостороннього склотекстоліту, а металізація отворів створюється шляхом гальванічного нарощення провідного шару, тобто такий метод містить як процеси хімічного травлення, так і гальванічного нарощення. Таким чином можна отримати плату із досить хорошими струмопровідними параметрами у двосторонньому виконанні.

Корпус виготовляється із пластмаси методом литтєвого пресування і собою представляє конструктив із двох кришок. ВД, як і акумулятор живлення, кріпиться до задньої (нижньої) кришки, панель індикації до верхньої кришки.

Так як матеріалом для корпусу виступає полімерна маса (пластик), це надає йому ряд переваг, серед яких як спрощення технологічного процесу, зменшення маси, так і зниження ціни виробу, загалом, та хороший зовнішній вигляд, який не потребує додаткових покриттів. Термопластичні полімери, що собою представляють пластмаси, відрізняються від інших матеріалів такого типу значною текучістю під дією тепла значної потужності, тобто здатні багаторазово змінювати форму під дією зовнішніх чинників. Текучість, переважно, зростає із зростанням впливу навантаження та температури. Термопластичний пластик широко застосовують для виготовлення корпусів у радіотехнічних та електронних пристроях, та у

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

інших галузях, де полімерний матеріал може покращити параметри пристрою.

До мінусів термопластичних пластиків можна, напевне, віднести різку зміну їхніх механічних властивостей разом із зміною температури, та порівняно короткі терміни збереження своїх заявлених параметрів, оскільки такий тип полімерів швидше старіє та втрачає свої якісні властивості.

1.5.3 Кількісна оцінка технологічності пристрою

Кількісне оцінювання технологічності – це математичний розрахунок показників технологічності у числових значеннях.

При кількісному оцінюванні технологічності розраховується показник технологічності у комплексі K , який вираховує середнє значення показників технологічності з врахуванням тих коефіцієнтів які характеризують їх важливість при розрахунках.

1. Коефіцієнт використання (застосованості) електрорадіоелементів $K_{\text{Заст.ЕРЕ}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{Заст.ЕРЕ}} = 1 - \frac{N_{\text{Т.ОР}}}{N_{\text{Т.ЕРЕ}}} \quad (1.19)$$

де: $N_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}$ – сума усіх оригінальних типорозмірів ЕРЕ у виробі (визначається з аналізу схеми), $N_{\text{Т.ОР}} = 1$;

$N_{\text{Т.ЕРЕ}}$ – сумарна кількість типів ЕРЕ у виробі (визначається шляхом аналізу схеми), $N_{\text{Т.ЕРЕ}} = 6$;

$$K_{\text{Заст.ЕРЕ}} = 1 - \frac{1}{6} = 0,83$$

2. Коефіцієнт використаних мікросхем і мікрокомпонентних зборок $K_{\text{Вик.ІМС}}$ визначається із формули:

$$K_{\text{Вик.ІМС}} = \frac{N_{\text{ІМС}}}{N_{\text{ІМС}} + N_{\text{ЕРЕ}}}, \quad (1.20)$$

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

де: N_{IMC} – загальна кількість мікросхем у виробі (визначається з аналізу схеми), $N_{\text{IMC}} = 4$;

$N_{\text{ЕРЕ}}$ – підсумкова кількість усіх ЕРЕ (визначається з аналізу схеми), $N_{\text{ЕРЕ}} = 53$;

$$K_{\text{ВИК.ІМС}} = \frac{4}{4 + 53} = 0,07$$

3. Коефіцієнт автоматизованості підготовки ЕРЕ до монтажу $K_{\text{М.П.ЕРЕ}}$ визначається із формули:

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{N_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{N_{\text{ЕРЕ}}} \quad (1.21)$$

де: $N_{\text{М.П.ЕРЕ}}$ – усі ті ЕРЕ, для яких підготовка до монтажу відбувається або може відбуватись шляхом автоматизованого методу формування, тобто наявні механізми, обладнання чи оснастка (або технічна документація) які можуть бути використаними для операцій такого типу. До переліку вищеописаних ЕРЕ також можуть входити і такі, які не вимагають спеціальних передпідготувань для їхнього монтажу, $N_{\text{М.П.ЕРЕ}} = 51$.

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{51}{53} = 0,96$$

4. Коефіцієнт автоматизованості операцій контролю і настройки електричних параметрів $K_{\text{М.К.Н}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{М.К.Н}} = \frac{N_{\text{М.К.Н}}}{N_{\text{К.Н}}} \quad (1.22)$$

де: $N_{\text{М.К.Н}}$ – кількість операцій призначених для контролб і настройки, які можна здійснюватись автоматизованим способом. До числа вказаних

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

операцій входять операції, які не потребують засобів механізації, $H_{M.K.H} = 1$;

$H_{K.H}$ – загальна сума операцій налаштування та контролю, $H_{K.H} = 1$;

$$K_{M.K.H} = \frac{1}{1} = 1$$

5. Коефіцієнт автоматизованості монтажу $K_{A.M}$ виробу визначається за формулою:

$$K_{A.M} = \frac{H_{A.M}}{H_M} \quad (1.23)$$

де: $H_{A.M}$ – кількість тільки тих з'єднань за допомогою монтажу, які здійснюються автоматизовано, або ж можуть проводитись автоматизованим способом, тобто присутні такі механізми або обладнання для здійснення таких монтажних з'єднань, $H_{A.M} = 158$;

H_M – загальна сума монтажних з'єднань, $H_M = 163$;

$$K_{A.M} = \frac{139}{163} = 0,93$$

6. Основним показником, який використовується для повноцінної оцінки технологічності ВД, є КПТ – комплексний показник технологічності К. Цей показник розраховується по усередненій величині відносних показників із врахуванням тих коефіцієнтів, які характеризують основну значимість даних показників, тобто їх вплив на трудоміскість процесу виготовлення виробу. Комплексний показник технологічності К можна визначити за формулою:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{i=s} K_i \varphi_i}{\sum_{i=1}^{i=s} \varphi_i} \quad (1.24)$$

де: K_i – величина показника по таблиці складу базових показників відповідного класу блоків;

φ_i – функція, яка враховує вагову значимість показників, у відповідності до його порядкового положення у таблиці 1.3;

i – порядковий номер показника в ранговій послідовності;

S – загальна кількість відносних часткових показників в таблиці для даної стадії розробки виробу, $S = 5$.

$$K = \frac{K_{\text{Заст.ЕРЕ}} \cdot 0,155 + K_{\text{ВИК.ІМС}} \cdot 0,07 + K_{\text{М.П.ЕРЕ}} \cdot 0,48 + K_{\text{М.К.Н}} \cdot 1 + K_{\text{А.М}} \cdot 0,73}{0,187 + 1 + 0,75 + 0,5 + 1} = 0,71$$

Розрахунок значення нормального комплексного показника за формулою:

$$K_H = K_A \cdot K_{\text{СКЛ}} \cdot K_{\text{Т.Р.}} \cdot K_{\text{О.В.}} \cdot K_{\text{О.П.}} \cdot K_B \quad (1.25)$$

де: K_A – комплексний показник виробу-аналога;

$K_{\text{СКЛ}}$ – коефіцієнт складності (технічної досконалості);

$K_{\text{Т.Р.}}$ – коефіцієнт, що корегується зміною технологічного рівня головного виробництва заводу-виробника, при побудові процесу виготовлення нового виробу по відношенню до заводу який виготовляє аналогічний пристрій;

$K_{\text{О.В.}}$ та $K_{\text{О.П.}}$ – коефіцієнти, які враховують зміну рівня організації виробництва ($K_{\text{О.В.}}$) і праці ($K_{\text{О.П.}}$) заводу-виготовника нового пристрою по відношенню до заводу який виготовляє аналогічний пристрій;

K_B – коефіцієнт, який враховує зміну типу виробництва.

Значення нормованого комплексного показника технологічності конструкції для електронних блоків при серійному виробництві знаходиться в межах 0,5-0,8 (див. табл. 1.4).

Для розрахунку K_H приймається рівним 0,5.

8. Оцінювання технологічності проектуваного пристрою при наперед відомим нормам комплексного показника $K_H = 0.5$ репрезентується відношенням величини отриманого показника K до нормованого K_H . Це співвідношення повинне задовільняти умову:

$$\frac{K}{K_H} \geq 1 \quad (1.26)$$

$$\frac{0.71}{0.5} = 1,42$$

Оскільки показник рівня більший одиниці, то можна вважати конструкцію виробу достатньо технологічною. Це означає що спроектований виріб відповідає сучасним вимогам виробництва та може виготовлятися без відчутно великих витрат у великих обсягах, а ще те що виріб є високо конкурентно спроможним.

Оскільки у виробі застосовується в основному поверхневий монтаж технологічність даного виробу є дуже високою. Загалом використання поверхневого монтажу позитивно впливає на автоматизацію процесу складання обох друкованих вузлів, дозволяє економити як час складання вузла, так і кількість витрачених матеріалів (припой, флюс, спиртобензинова суміш) та енергоресурсів.

Таблиця 1.3 – Склад базових показників технологічності

Номер в ранговій послідовності	Показники технологічності	Позначення	Φ_i
1	Коефіцієнт використання мікросхем у пристрої	$K_{\text{ВИК.ІМС}}$ 0,07	1,000
2	Коефіцієнт автоматизованості монтажу	$K_{\text{М.К.Н}}$ 1	1,000
3	Коефіцієнт механізацій підготовлювань ЕРЕ	$K_{\text{А.М}}$ 0,97	0,750
4	Коефіцієнт механізацій контролю і настройки	$K_{\text{М.П.ЕРЕ}}$ 0,96	0,500
5	Коефіцієнт застосування ЕРЕ	$K_{\text{Заст.ЕРЕ}}$	0,187

		0,83	
--	--	------	--

Таблиця 1.4 – Нормативи комплексних показників технологічності конструкції блоків автоматизованих систем керування, систем управління та ЕОМ

Найменування блоків	класу	Серійне виробництво
Електронні		0,50 – 0,80
Електромеханічні		0,45 – 0,60
Радіотехнічні		0,80 – 0,85
З'єднувальні, комутаційні, розподільчі		0,55 – 0,75

1.6 Висновки до розділу 1

Узагальнюючи усі роботи проведені у даному розділі можна сказати що була проведена робота із побудовою структурної та електричної принципової схем пристрою, описано принцип роботи пристрою згідно із представленими схемами. Також слід відмітити проведені розрахункові роботи, серед яких розрахунок надійності пристрою вцілому, розрахунок параметрів друкованої плати, розрахунок одного із RC-фільтрів пристрою, розрахунок необхідного опору для обмеження струму стабілізатора та відповідно розрахунок потужності розсіювання даного резистора. Був здійснений підбір сучасної елементної бази для побудови даного пристрою, були описані параметри вибраних ЕРЕ, їхні переваги та недоліки. Також було здійснено опис конструкції пристрою із врахуванням технологічності, а також продано кількісну оцінку технологічності за допомогою математичних формул.

2. Спеціальна частина

2.1 Аналіз технічного завдання, щодо необхідності використання під час роботи над проектом САПР.

Сучасні умови науки про проектування та проектні роботи являє собою самостійну галузь технічних, в основному, наук із своїми методологічними умовами та ланцюгами, які і є її основою. Надійний базис для формування елементів теорії сучасного проектування дає визначення процесу проектування, виходячи із результатів, тобто з кінцевого результату проектування, а не з ходу протікання самого процесу. Під звичайним проектуванням розуміється вирішення завдання для досягнення певної мети, здійснюване наперед зрозумілими шляхами чи способами за допомогою широковживаних засобів. Для розв'язання проектних завдань слід розглядати насамперед бажаний кінцевий результат, а також проектні роботи, які включають в себе процеси виробництва, та завершується повним та глибоким аналізом впливів спроектованого пристрою на зміни у ринку подібної техніки вцілому. Якщо ж проєкт виявився невдалим, його кінцевий результат може бути дуже далеким від розрахунків і прогнозів проектувальника.

Метою проектування є старт необхідних конкретних змін у сучасній апаратурі, та приладобудуванні вцілому. При цьому проектування задіює працю не тільки конструкторів і проектувальників, але також усіх тих, кому потрібно здійснити зміни в навколишньому середовищі: плановиків, економістів, учених, і т.п. Для технологів це визначені параметри на виході з агрегату. Якщо слід підвищувати ефективність технологічних процесів, у завданні вказуються певні попередні вказівки щодо зміни параметрів процесів, що повинні підтримуватися економічно. Для проектування та оформлення принципової схеми, друкованої плати та друкованого вузла

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

було використано програмне забезпечення Altium Designer та КОМПАС-3D V20.

Altium Designer – система автоматизованого проектування друкованих плат (САПР), розроблена компанією Altium. Данне програмне забезпечення дозволяє створювати проекти електронних пристроїв з початку побудови принципової схеми до створення трьохвимірної моделі друкованого вузла.

Завдяки ідеї принципів наскрізного проектування Altium Designer дає змогу реалізовувати проекти електронних пристроїв, розпочинаючи із найнижчих рівнів принципів схем, моделюючи отримані схеми відповідно до бажаних показників пристрою, розробляти документи необхідні для процесу автоматизованого промислового виготовлення друкованих плат, отримувати тривимірні моделі плат, відстежуючи зміни у окремих складових частинах проекту, синхронізувати та підлаштовувати їх.

КОМПАС-3D V20 – система програмного забезпечення для створення технічних малюнків, комплектів креслень, збірок з деталей та створення 3D графіки.

2.2 Узагальнення завдань розділу

Використання САПР стало можливим, та набуло широкого поширення завдячуючи широкому поширенню електронних обчислювальних машин практично у всіх галузях сучасної промисловості та виробництва, не оминувши радіоелектроніку як складову великої галузі. Особливою особливістю сучасних ЕОМ є висока швидкодія, та беззаперечна можливість здійснення розробок на найрізноманітніших рівнях складності у якомога коротші строки, та за реалізацію поправок у дуже короткий час, перебір величезної кількості різних варіантів реалізації і тп.

Виходячи із вищеописаного, застосування САПР дозволяє:

-підвищувати якісні і техніко-економічні рівні проєктованих виробів;

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

-підвищувати продуктивність праці розробників та конструкторів приладів, скорочувати час виконання проєктів, зменшувати трудомісткість і вартість проєктування.

Розрізняють кілька завдань, що можуть реалізовуватись швидше за допомогою САПР:

-автоматизованість розробки друкованої плати пристрою, з автоматизованим трасуванням друкованих провідників;

-автоматизація розробки графічної і текстової частин конструкторської документації;

-математичне моделювання.

У даній проєктній роботі було застосовано такі САПР як: Altium Designer та КОМПАС-3D V20.

Altium Designer - комплексна система автоматизованого проєктування електронних пристроїв на базі друкованих плат, розроблена австралійською компанією Altium. Завдячуючи появі ідеї наскрізних проєктних робіт, Altium Designer став одним із найвагоміших САПР, що дає змогу реалізовувати проєкти, та проєктні роботи над будь якими електронними пристроями, починаючи із найнижчих етапів у таких роботах.

Altium Designer дозволяє легко перетворювати величезні складні схеми в набір найпростіших підсхем та використовувати готові напрацювання. Також Altium Designer містить величезні бібліотеки вже готових компонентів (більше 80 тис.), які до того ж постійно оновлюються.

Система «Компас-3D» - це, призначена, в основному, для створення тривимірних моделей пристроїв, окремих їх деталей і інших складальних одиниць. Параметрична технологія у цій САПР дозволяє швидше одержувати моделі типових простих виробів, беручи за основу раніше спроектовані базові прототипи. Багаточисельні сервісні функції, та розширений функціонал полегшують вирішення тих допоміжних завдань проєктування й обслуговування виробничих процесів.

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Після не тривалої роботи в програмі, усі процеси у ній стають інтуїтивно зрозумілими, такими, що в ній можна налаштувати абсолютно усі процеси: починаючи від ліній та розмірів шрифтів, закінчуючи розташуванням панелей швидкого доступу. КОМПАС-3D, загалом, має хорошу обчислювальну здатність, яка не потребує особливих потужностей від апаратної частини, на якій вона запущена.

2.3 Детальний опис проектування пристрою в середовищі Altium Designer

Проектування схеми починається з створення бібліотеки графічних позначень. Нам потрібно створити файл проекту, а до вибраного проекту додати документ «Schematic Library». Щоб це зробити потрібно натиснути правою кнопкою миші на файл проекту, вибрати команду «Add New to Project» і додати нову бібліотеку позначень.

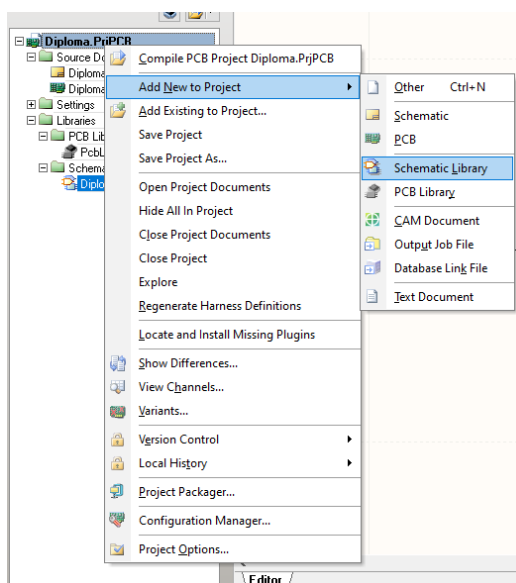


Рисунок 2.1 – Додавання до проекту файл бібліотеки графічних позначень

Робота з бібліотекою умовних графічних позначень відбувається з допомогою панелі PCB Library, яка знаходиться в лівій частині екрану. На цій панелі можна вибрати компонент який входить в дану бібліотеку,

подивитись кількість контактів компонента та їх нумерацію з описом. Нижче показано перелік посадочних місць який стосується вибраного елемента. Під кожною колонкою є три команди «Add», «Delete», «Edit». Вони дозволяють додати новий, видалити, та редагувати елементи відповідно.

В нижній середній частині екрану переважно знаходиться вкладка «Editor», тут інформація посадочних місць дублюється та описується більш детально. Також тут показано умовне зображення 3D моделі посадочного місця.

Перед початком роботи потрібно зайти в вкладку «Document options» (нажавши правою кнопкою миші на вільну ділянку робочого місця та навівши мишку на «options»). Змінюємо налаштування на використання метричної системи числення. Та встановлюємо потрібний крок сітки.

Після створення графічного позначення елемента. У властивостях, в колонці «Default Designator» вказуємо позначення даного елемента на схемі, замість порядкового номеру ставимо знак «?». При автоматичній нумерації елементів він буде змінений на порядковий номер елемента на платі. У вікні «Models» оберемо відповідні посадочні площадки для даного елемента пізніше.

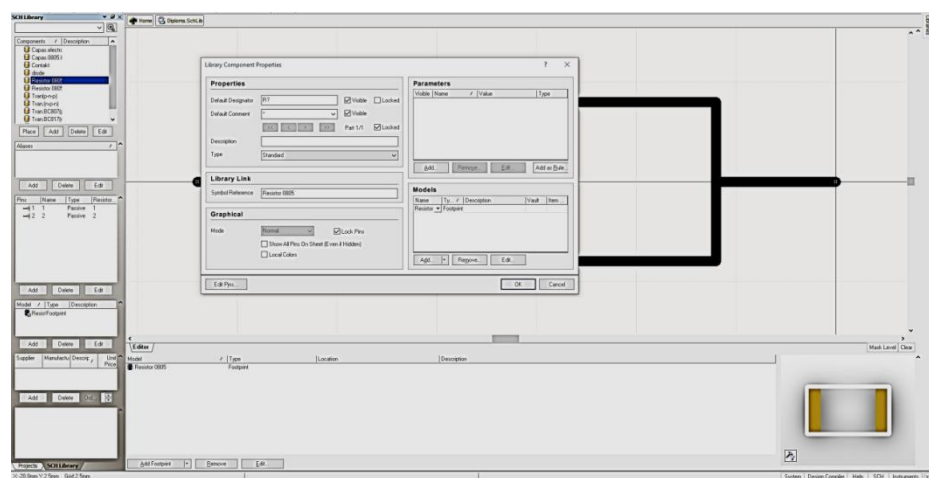


Рисунок 2.2 – Робоча панель бібліотеки графічних позначень та вікно властивостей компоненту

Наступний етап це створення бібліотеки посадочних місць. Як в попередньому етапі, до проекту ми додаємо новий файл «PCB Library».

Зліва на показана перелік елементів та характеристики усіх примітивів, які рображені в робочій зоні (контактні площадки, лінії, позначки).

Обираємо у верхній частині екрану площадку та встановлюємо її на вільному місці. Нажавши два рази на контакну площадку відкриється мені властивостей. Якщо це посадочне місце SMD елемента то обираємо шар Top Layer, в налаштуваннях Shape встановлюємо «Rectangular» і вказуємо розміри контактної площадки. Головне у вкладці «Designator» вказати той самий порядковий номер (або літеру) контакту, який зазначений в бібліотеці графічних позначень. В майбутньому площадки можна копіювати на інші контакти, головне змінювати порядковий номер площадки. Умовне зображення габаритів компонента вказується на шарі «Top Overlay»

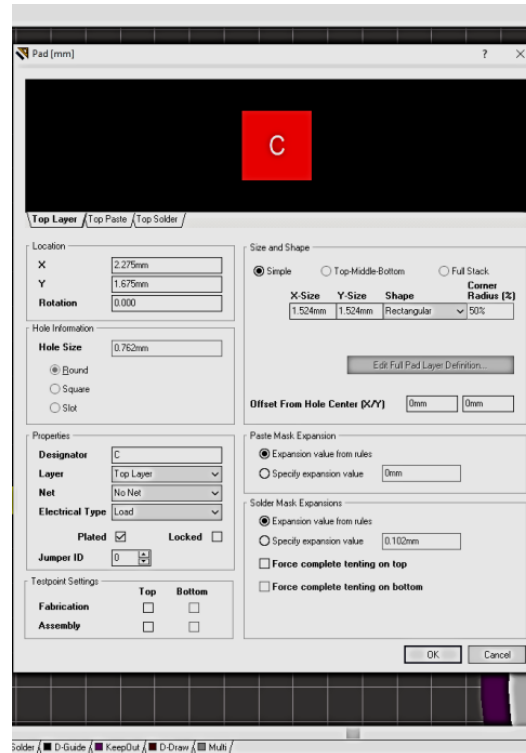


Рисунок 2.3 – Робоча панель бібліотеки посадочних місць та вікно властивостей компоненту

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЧПВ2.089.001 ПЗ

Арк.

47

Коли бібліотека посадочних місць та умовних графічних позначень готові. Дану бібліотеку можна вибрати в вікні «Libraries» при створення принципової схеми і шляхом перетягування вносимо елементи на схему.

Створення документації проекту схеми та плати використовуючи САПР Altium Designer можна розділити на окремі складові згідно зазначеного на рисунку 2.4 де зображено основні етапи створення необхідної документації.

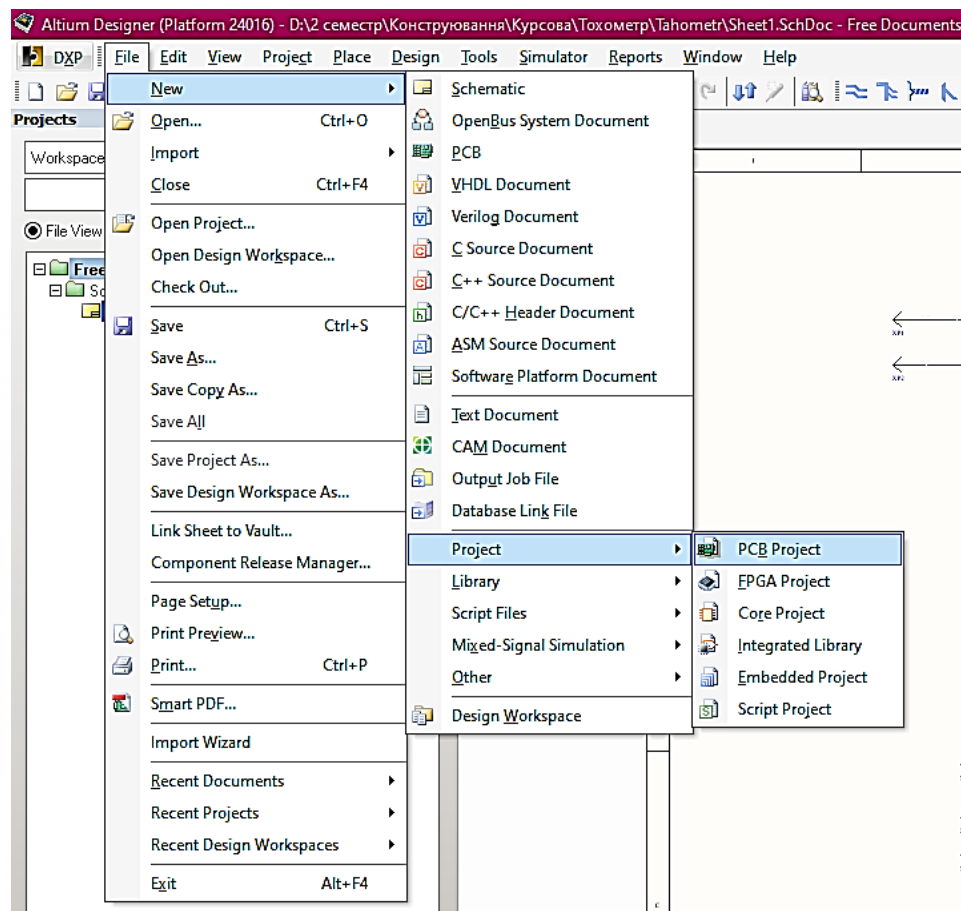


Рисунок 2.4 – Алгоритм створення проекту

Стартовою площадкою для роботи в Altium Designer для створення проекту пристрою є створення робочої області, в якій створюється проект виробів. Пуста робоча область створюється при відкритті Altium Designer, також пустий робочий простір можна створювати вибравши команду File→New→Design Workspace. В робочій області створюється проект PCB

Для того, щоб розмістити значок спільного провідника потрібно виконати команду за алгоритмом Place→Power Pot. З'явиться значок спільного провідника, проте біля нього буде написано VCC, що значить його під'єднання до шини живлення, для того щоб змінити призначення на шину спільного провідника або ж як її ще називають GND, слід натиснути на клавіатурі клавішу Tab і в області Net ввести GND.

Для істотного зменшення загальної кількості проведених ліній зв'язку, особливо, якщо вони багаторазово перетинаються, та проведені практично через увесь листок проєкту, для того щоб з'єднати лише два елементи між собою, то в такому випадку можна використати присвоєння імен лініям зв'язку. При чому у такому випадку слід провести коротенький відрізок лінії зв'язку від кожного із виводів тих елементів, які потрібно під'єднати, та виконати після цієї операції команду Place→Net Label. Слід також дати найменування шині, для цього натисканням клавіші Tab і у області Net ввести назву шини та прожати ОК, для збереження змін. Потім підвівши, до ліній які слід об'єднати із іншими, коли на лінії з'явиться червоний хрестик, нажати клавішу ЛКМ і так для кожної із ліній у цій групі провідників. Після усіх електричних зв'язків, потрібно виконати фінальне розміщення УГП для того, щоб краще та легше було читати схему, та щоб рівномірно заповнити простір робочої області. Для такої роботи потрібно натиснувши комбінацію Ctrl ЛКМ перетягувати мишею елементи на необхідне для них місце, при цьому електричні зв'язки будуть зберігатись і змінювати своє положення прямо залежно до змін положення у просторі робочої області УГП.

Після закінчення розробки схеми електричної принципової потрібно виконати автоматизовану нумерацію усіх елементів на цій схемі, тому для того, щоб САПР могла самостійно створити назву для кожного окремого електричного зв'язку. Для того слід використати таку команду як вказана за алгоритмом Tools→Annotate Schematics, після виконання якої спливе вікно

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Annotate, в якому слід задати параметри для автоматичної нумерації Down Then Across у області поля Order of Processing, що значить – нумерація проводитиметься у послідовності зверху вниз і зліва направо. Потім натисканням пашки Update Changes List та у вікні proposed change list буде продемонстрована нова нумерація для усіх УГП схеми. Для збереження цієї нумерації потрібно та необхідно натисканням плашки Acept Change, після якої імовірно буде відкрито вікно Engineering Changes Order, у якому слід у певній послідовності натискати клавіші команд Validate Changes, потім Execute Changes та Close, і після проведення усіх цих маніпуляцій у схемі повинна бути встановлена нова згенерована автоматична нумерація УГП.

Також необхідно виконати процес компіляції проекту. В процесі компіляції здійснюється комплексна перевірка правил, та створюється спеціальний звіт, у якому звітується про вірність та правильність проекту. Всі виявлені, в процесі компіляції, помилки, відзначаються на схемі, та додатковими коментатуваннями моментів які потребують уваги про них. У результаті компілювання проєктувальник отримує готовий та налагоджений файл проєкту, який є готовим для подальшого створення друкованої плати автоматизованим способом.

Операція компіляції проєкту проводять слідуючи наступному алгоритму команд Project > Compile PCB Project. Після закінчення операції компіляції, з'являється спливаюче вікно Messages, і якщо воно не містить помилок, це може означати лише те, що побудована схема є правильною, та проєкт є готовим до передачі необхідної інформації для побудови структури друкованої плати.

За допомогою Altium Designer розроблена схема електрична принципова.

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

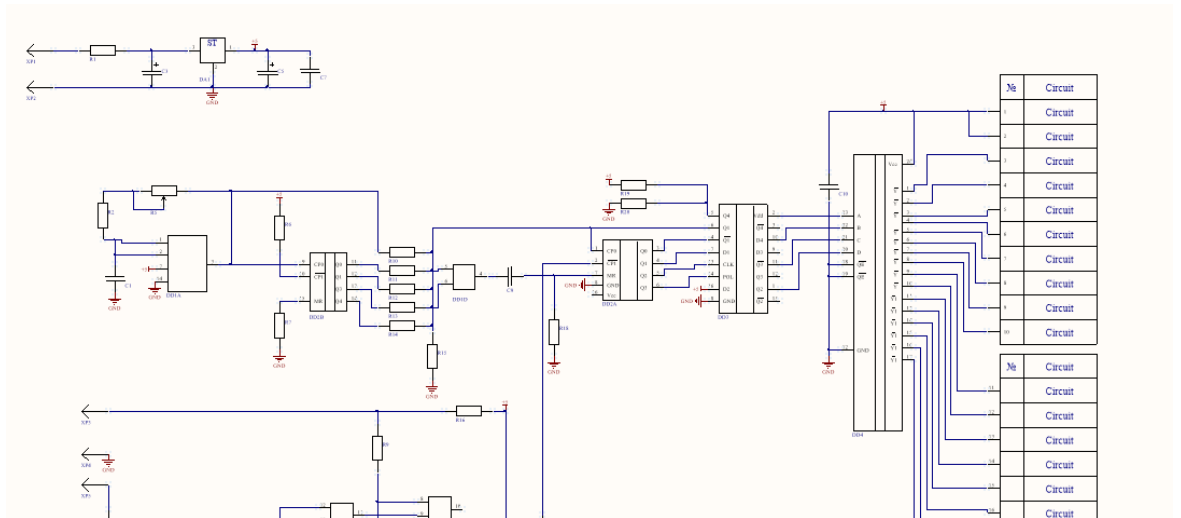


Рисунок 2.6 – Фрагмент схеми електричної принципової в Altium Designer

2.4 Висновки до розділу 2

Узагальнюючи всі вищенаведені рисунки та описаний процес проектування пристрою починаючи від створення бібліотеки схемних позначень та посадочних місць, і закінчуючи готовою схемою, уже з якої можна продовжувати роботу із створенням друкованої плати та, у подальшому, друкованого вузла у середовищі Altium Designer. Так у даній САПР можна створювати різні проекти, які можна розробляти як за допомогою існуючих бібліотек, так і створюючи власні бібліотеки, які будуть відповідати конкретним вимогам конкретного проекту.

3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

3.1 Надзвичайні ситуації: визначення причини, класифікація

Класифікація надзвичайних ситуацій створена за постановою Кабінету Міністрів України від 24 березня 2004р. №368

Класифікація надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру (далі — надзвичайна ситуація) за їх рівнями здійснюється для забезпечення організації взаємодії центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій у процесі вирішення питань, пов'язаних з надзвичайними ситуаціями та ліквідацією їх наслідків.

Залежно від обсягів заподіяних наслідків, технічних і матеріальних ресурсів, необхідних для їх ліквідації, надзвичайна ситуація класифікується як державного, регіонального, місцевого або об'єктового рівня.

Для визначення рівня надзвичайної ситуації встановлюються такі критерії:

- територіальне поширення та обсяги технічних і матеріальних ресурсів, що необхідні для ліквідації наслідків надзвичайної ситуації;
- кількість людей, які постраждали або умови життєдіяльності яких було порушено внаслідок надзвичайної ситуації;
- розмір заподіяних (очікуваних) збитків;

Державного рівня визнається надзвичайна ситуація:

- яка поширилась або може поширитися на територію інших держав;
- яка поширилась на територію двох чи більше регіонів України (Автономної Республіки Крим, областей, м. Києва та Севастополя), а для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують можливості цих регіонів, але не менш як 1 відсоток від обсягу видатків відповідних місцевих бюджетів (надзвичайна ситуація державного рівня за територіальним поширенням);

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

- яка призвела до загибелі понад 10 осіб або внаслідок якої постраждало понад 300 осіб (постраждали — особи, життю або здоров'ю яких було заподіяно шкоду внаслідок надзвичайної ситуації), чи було порушено нормальні умови життєдіяльності понад 50 тис. осіб на тривалий час (більш як на 3 доби)

- внаслідок якої загинуло понад 5 осіб або постраждало понад 100 осіб, чи було порушено нормальні умови життєдіяльності понад 10 тис. осіб на тривалий час (більш як на 3 доби), а збитки (оцінені в установленому законодавством порядку), спричинені надзвичайною ситуацією, перевищили 25 тис. мінімальних розмірів (на час виникнення надзвичайної ситуації) заробітної плати;

- збитки від якої перевищили 150 тис. мінімальних розмірів заробітної плати;

- яка в інших випадках, передбачених актами законодавства, за своїми ознаками визнається як надзвичайна ситуація державного рівня;

Регіонального рівня визнається надзвичайна ситуація:

- яка поширилась на територію двох чи більше районів (міст обласного значення) Автономної Республіки Крим, областей, а для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують можливості цих районів, але не менш як 1 відсоток обсягу видатків відповідних місцевих бюджетів (надзвичайна ситуація регіонального рівня за територіальним поширенням);

- яка призвела до загибелі від 3 до 5 осіб або внаслідок якої постраждало від 50 до 100 осіб, чи було порушено нормальні умови життєдіяльності від 1 тис. до 10 тис. осіб на тривалий час (більш як на 3 доби), а збитки перевищили 5 тис. мінімальних розмірів заробітної плати;

- збитки від якої перевищили 15 тис. мінімальних розмірів заробітної плати.

Місцевого рівня визнається надзвичайна ситуація:

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

- яка вийшла за межі територій потенційно небезпечного об'єкта, загрожує довкіллю, сусіднім населеним пунктам, інженерним спорудам, а для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості потенційно небезпечного об'єкта;

- внаслідок якої загинуло 1 — 2 особи або постраждало від 20 до 50 осіб, чи було порушено нормальні умови життєдіяльності від 100 до 1000 осіб на тривалий час (більш як на 3 доби), а збитки перевищили 0,5 тис. мінімальних розмірів заробітної плати;

- збитки від якої перевищили 2 тис. мінімальних розмірів заробітної плати.

Об'єктового рівня визнається надзвичайна ситуація:

- яка не вийшла за межі території потенційно небезпечного об'єкта та не загрожує сусіднім населеним пунктам

- немає загиблих осіб

- постраждало до 20 осіб або було порушено нормальні умови життєдіяльності до 100 осіб на тривалий час.

При виготовленні друкованого вузла, на території підприємства можуть виникнути надзвичайні ситуації об'єктового або місцевого рівнів.

3.2 Опис конструкції огорожувальної техніки небезпечних зон механізму, машини

Для створення безпечних умов праці на виробництві використовують технічні засоби, які поділяються на об'єктивні та суб'єктивні. Суб'єктивні — це таблички, сигнальні пристрої та застережні написи. Однак, якщо на підприємстві використовують лише їх, це не захистить працівників. До об'єктивних засобів належать захисні та блокувальні пристрої, ізоляція, герметизація, заземлення, а також захисні огороження. Без об'єктивних засобів захисту працівники погано почуваються через шум, вібрацію, загазованість, недостатнє освітлення тощо. Як наслідок, вони стають

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

неуважними та можуть травмуватися. Щоб запобігти нещасним випадкам на підприємстві, потрібно знати вимоги як до об'єктивних, так і до суб'єктивних технічних засобів безпеки. У цій статті розповімо детальніше про захисні огороження, які вважаються найбільш ефективним об'єктивним засобом безпеки.

Захисні огороження — це технічні засоби, що запобігають потраплянню частин тіла працівника до небезпечної зони або мінімізують негативну дію небезпечних факторів в аварійних ситуаціях.

Захисні огороження запобігають падінню працівників у проїми, ями, відкриті каналізаційні колодязі, траншеї, вирви та інші заглибини. Огороження мають бути надійними, аби запобігати падінню не лише людей, а й інструментів, що використовують під час роботи на висоті чи на глибині. Також згідно з вимогами безпеки усі приводи, передачі, рухомі деталі, робочі органи машин та механізмів необхідно обладнати огороженнями. Вони запобігають потраплянню одягу, рук і ніг до робочих органів, захищають від стружки та крапель розплавленого металу, агресивних рідин і випромінювання.

Залежно від призначення огороження виготовляють із листового металу, металевої сітки, пластмаси, а в деяких випадках — зі спеціальних матеріалів (наприклад для захисту від радіоактивного випромінювання).

Стаціонарні огороження облаштовують як невід'ємну складову устаткування.

Відкидними огороженнями закривають робочі вузли, передавальні системи й інші механізми, з якими часто працюють. До них належать кожухи, футляри, дверцята.

Відкидні огороження приєднують до нерухомих частин машин петлями чи навісами.

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Знімними огороженнями закривають приводні та передавальні механізми, які не налагоджують та не оглядають у міжремонтний період роботи устаткування. До машин їх прикріплюють болтами.

Переносні (тимчасові) огороження використовують під час ремонтних і налагоджувальних робіт. Вони перешкоджають працівникам випадково доторкнутися до рухомих механізмів та струмопровідних частин.

Усі рухомі, обертові та такі, що виступають, частини устаткування і допоміжних механізмів, якщо вони становлять небезпеку для працівників, необхідно надійно огороджувати.

Огороження приводних і натяжних барабанів стрічкових конвеєрів мають перекривати з торців барабани та ділянки стрічки, що накручується на барабан, по довжині не менше $R + 1$ м від лінії дотику барабана зі стрічкою. Конвеєри над проходами знизу потрібно укомплектувати суцільним огороженням. Висота огороження має бути не нижче 2 м від рівня підлоги.

Огороження з боків бортів, що піднімаються над верхньою несучою стрічкою, має бути 0,4 м. Аналогічним вимогам безпеки має відповідати огорожа засобів підмоцнення. Розсувні та відкидні (на шарнірах, завісах), а також знімні огороження (накривки, кожухи, щитки), що закривають зубчаті передачі, робочі механізми й інші рухомі частини машин та які необхідно періодично обслуговувати, потрібно укомплектувати блокувальним пристроєм. Він автоматично зупиняє машину, коли накривку, кожух чи щиток відкривають.

Розсувні та відкидні огороження мають бути з двома фіксованими положеннями — «ВІДЧИНЕНО» та «ЗАЧИНЕНО».

Огороження конструюють так, щоб вони не могли відчинитися чи зачинитися випадково. Огороження мають бути міцні, легкі, надійно закріплені, без країв, об які можна порізатися, та гострих кутів, а також не торкатися рухомих частин устаткування. Захисні пристрої деревообробного

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

устаткування запобігають зіткненню працівників із різальним інструментом, вильоту інструмента, оброблюваної заготовки та відходів до робочої зони, а також травмуванню людей під час обслуговування. Огородження має автоматично закривати робочу частину ріжучого інструмента деревообробних верстатів (пилок, фрез, ножових установок). Воно відкривається лише коли проходить оброблюваний матеріал чи інструмент на ширину цього матеріалу (інструмента). Деталі рухомих частин верстатів і машин (шпонки валів), що виступають, та обертові з'єднання, мають бути закриті кожухами по всьому колу обертання. Захисні огороження небезпечних зон обладнання повинні мати надійне кріплення, легко відкриватися і надійно закриватися. До них є такі вимоги: забезпечувати надійний захист від дії небезпечних факторів; не ускладнювати спостереження за роботою механізмів; не перешкоджати виробничому процесу; не підвищувати шум і вібрацію; бути простими у виготовленні та в експлуатаванні; відповідати вимогам технічної естетики. За державними стандартами захисні огороження мають бути жовтого кольору. На зовнішній бік огороження наносять або прикріплюють попереджувальний знак (знак безпеки). Огородження мають бути зручні для встановлення та демонтажування.

Станом на сьогодні не існує єдиного нормативного документа, який визначав би вимоги до захисних огорожень місць будівельних робіт на висоті. Тому вимоги до огорожувальних засобів на об'єктах будівництва визначають залежно від сфери господарювання. Йдеться, зокрема, про такі нормативні документи:

ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення»;

ДСТУ Б В.2.8-43:2011 «Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови»;

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

ДСТУ-Н Б А.3.2-16:2015 «Настанова щодо влаштування суцільних захисних огорожень при зведенні каркасно-монолітних будівель».

Потрібно з обережністю використовувати наведені вище документи. Наприклад, пункти 4.18, 4.19 ДБН А.3.2-2-2009 містять посилання на вже нечинний ГОСТ 23407 (ГОСТ 12.4.059).

ДСТУ Б В.2.8-43:2011 поширюється лише на огорожі, призначені для запобігання доступу сторонніх осіб на території будівельних майданчиків і ділянок будівельно-монтажних робіт. Тобто цей документ не поширюється на огорожувальні засоби місць будівельних робіт на висоті.

ДСТУ-Н Б А.3.2-16:2015 встановлює, як монтувати або демонтувати та експлуатувати захисні огорожі тільки при зведенні каркасно-монолітних будівель. Технічні умови до використання стаціонарних металевих засобів підмоцнення визначає ДСТУ Б В.2.8-44:2011 «Майданчики та драбини для будівельно-монтажних робіт.

Загальні технічні умови», пересувних — ДСТУ Б В.2.8-45:2011 «Підмості пересувні збірно-розбірні. Технічні умови». Вимоги до розташованих на висоті робочих майданчиків, пов'язаних з експлуатацією промислових машин, регламентує ДСТУ EN ISO 14122-3:2016 «Безпечність машин. Постійні засоби доступу до машин. Частина 3. Сходи, драбини та поручні».

Вимоги до стаціонарних металевих майданчиків, пов'язаних з обслуговуванням розташованого на висоті будинкового стаціонарного виробничого обладнання, встановлює ДСТУ Б В.2.6-52:2008 «Конструкції будинків і споруд. Сходи маршеві, площадки та огорожі сталеві. Технічні умови». Випробування їхніх конструктивних елементів проводять за ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування».

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

3.3 Висновки до розділу 3

Узагальнюючи усю інформацію із даного розділу слід зазначити головне: на безпеку середовища життєдіяльності впливають дуже багато чинників, серед яких як і штучно створюванні передумови небезпечних ситуацій, так і природні стихійні лиха і не тільки. Було проведено класифікацію надзвичайних ситуацій, їхній частковий опис і тп. Також у даному розділі була розглянута така важлива тема як спеціальні захисні огорожі і подібні конструкції, які призначені для захисту операторів обладнання, контролерів на підприємствах і тп. Був проведений короткий аналіз таких засобів захисту, їхня загальна класифікація.

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Висновки

Згідно даного завдання було розроблено цифровий тахометр, проведено розрахунок електричних параметрів, розрахунок надійності, також розраховано параметри ДДП для нього, описано основні фізико-технічні параметри пристрою, проведена якісна та кількісна оцінка технологічності конструкції та методів виготовлення елементів пристрою, були визначені основні умови експлуатації для даного приладу.

Даний пристрій варто відносити до класу переносної побутової радіовимірювальної апаратури. Пристрій призначений для застосування як у приміщеннях, так і у відкритому просторі. Завдяки тому, що використано сучасну елементну базу, особливо спеціалізовані інтегральні мікросхеми, було досягнуто високих показників надійності пристрою, та технологічності його конструкції. Показник надійності становить 30632 годин, це показує що прилад є досить надійним.

Проектування здійснювалось з врахуванням сучасних вимог конструктивно-технологічних, економічних, естетичних параметрів, норм ергономіки та дизайнерської думки. Розповсюдженість та широке практичне застосування вибраних елементів значно полегшує ремонт та обслуговування проектованого пристрою.

Розробка виробу вимагала використання певних САПР. Для проектування плати використовувався Altium Designer, для розробки друкованого вузла використовувалась САПР КОМПАС 3D v20.

Прилад було розроблено так, щоб він не потребував колосальних затрат при виробництві, що значною мірою зменшує загальні затрати праці, підвищує рівень її продуктивності, а також добре впливає на собівартість готового продукту.

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Список використаних джерел

1. Методичні вказівки до КР [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://dl.tntu.edu.ua/content.php?cid=205141> Дата доступу 10.05.2022.

2. Тахометр [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki>. Дата доступу 15.03.2022.

3. DigiKey [Електронний ресурс]. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.digikey.com>. Дата доступу 26.03.2022.

5. Imrad [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://imrad.com.ua/ua>. Дата доступу 29.03.2022.

6. Розєм 282836-5 [Електронний ресурс]. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: <https://imrad.com.ua/ua/282836-5-3> Дата доступу 30.03.2022.

7. Розєм IDC-20M [Електронний ресурс]. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: <https://imrad.com.ua/ua/idc-20m-8>. Дата доступу 12.04.2022.

8. Методи виготовлення друкованих плат [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <http://obrobka.pp.ua/3354-metodi-vigotovlennya-drukovanih-plat.%20html> Дата доступу 17.04.2022

9. Документація Altium Designer [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.altium.com/ru/documentation/altium-designer> Дата доступу 19.05.2022.

10. Захисні огороження на підприємствах [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sop.com.ua/article/578-pravilno-pdbran-zahisn-ogorodjennya-dopomojut-zapobgti-travmatizmu-na-rdprimstv> Дата доступу 14.06.2022.

11. Надзвичайні ситуації та їх класифікація [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/5390215> Дата доступу 14.06.2022.

12. ГОСТ 2.105-79 ЕСКД. Загальні вимоги до текстових документів.

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

13.ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила виконання електричних схем схем.

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Додатки

					ЧПВ2.089.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64