

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет заочний  
Кафедра електроніки і комп'ютерної  
техніки**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА НА ТЕМУ:**

**«Блок контролю роботи вентиляторів»**

**Виконав студент  
гр. ЕСДН – 51п**

**Пономаренко Д. В.**

**Керівник проекту**

**Гапич В.М.**

**Завідувач кафедри**

**Опанасюк А. С.**

**Сумы 2020 р.**

## ВСТУП

У рішенні задачі подальшого поліпшення охорони праці особливе місце займає вентиляція вибухонебезпечних приміщеннях, що забезпечує санітарно-гігієнічні властивості і безпечний стан атмосфери приміщення. Останнім часом зросла роль вентиляції і в створенні умов для високопродуктивної роботи у вибухонебезпечних приміщеннях. Вимоги безперервного підвищення безпеки праці і інтенсифікація виробничих процесів поставили перед копальневою вентиляцією ряд нових завдань і стали причиною її швидкого розвитку в останнє десятиліття.

До роботи вентиляційної установки пред'являються особливі вимоги в частині надійності і безперебійності провітрювання вибухонебезпечних приміщень. Проблема автоматизації установок вентиляторів в основному полягає в забезпеченні дистанційного і автоматичного пуску і зупинки вентиляторів, дистанційного керування шиберами і лядами для реверсування струменя повітря; включення резервного вентилятора при аварійній зупинки робітника; дистанційного контролю за продуктивністю і депресією вентиляторів з поданням аварійного сигналу диспетчерові при відключенні контрольованих параметрів від заданих меж; дистанційного контролю за температурою підшипників вентилятора і електродвигуна, що забезпечує подання аварійного сигналу при перегріванні підшипників.

Крім того, в системі автоматизації установок вентиляторів мають бути передбачені захисту і блокування від коротких замикань, від зatoryного пуску, від перевантажень електродвигуна вентилятора, від обриву поля збудження синхронного електродвигуна, від випадання електродвигуна з синхронізму, від зниження напруги на шинах 6 Кв.

Будь-яке порушення нормальної роботи агрегатів вентиляторів повинне супроводжуватися відключенням його з поданням диспетчерові аварійного сигналу.

Механізація і інтенсифікація робіт з шкідливими чинниками призводять до значного виділення в атмосферу приміщень різних шкідливих домішок : метану, вуглекислого газу, пилу. Проте, зростаючий об'єм шкідливих домішок не може бути компенсований збільшенням кількості повітря, що подається у вибухонебезпечні приміщення. Підвищити ефективність провітрювання можна шляхом раціонального використання помірної кількості повітря при відповідному перерозподілі повітря по приміщеннях. Вирішити це завдання можливо тільки шляхом повної автоматизації процесу провітрювання, тобто створення системи автоматичного регулювання режиму вентиляції вибухонебезпечних приміщень.

Найбільш ефективним методом управління буде автоматичний, при якому у вибухонебезпечних приміщеннях встановлюються автоматичні системи датчиків, що реагують на зміну вентиляційних параметрів і регулюють відповідно до цього подання повітря.

Автоматизація і регулювання режиму роботи вентиляторів - потужний чинник вдосконалення технологічного процесу поліпшення умов праці.

# 1 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Огляд літератури постановка завдання проектування

Для автоматизації вентиляційних установок головного провітрюванні промисловістю випускається комплексна апаратура автоматизації.

Автоматизація вентиляційних установок головного провітрювання вибухонебезпечних приміщень передбачає дистанційне керування і автоматичний контроль роботи вентиляторів. Засоби контролю і управління вентиляторами установками зосереджені в приміщенні диспетчера. Для дистанційного керування вентиляторами головного провітрювання вибухонебезпечних приміщень, що розташовуються зазвичай на поверхні застосовні системи телемеханічного управління і контролю [1].

Телемеханічними системами називають такі системи, в яких по мінімальному числу дротів або по зайнятих лініях зв'язку передається велике число сигналів і команд. Якщо команди за допомогою спеціальних пристроїв передаються з пункту управління (ПУ) або з диспетчерського пункту до об'єктів, що знаходяться на відстані прийнято говорити про телекерування (ТК) якщо повідомлення про стан об'єктів передаються у зворотному напрямі - про телесигналізацію. Структурна схема телекерування і телесигналізації представлена на рисунку 1.1.

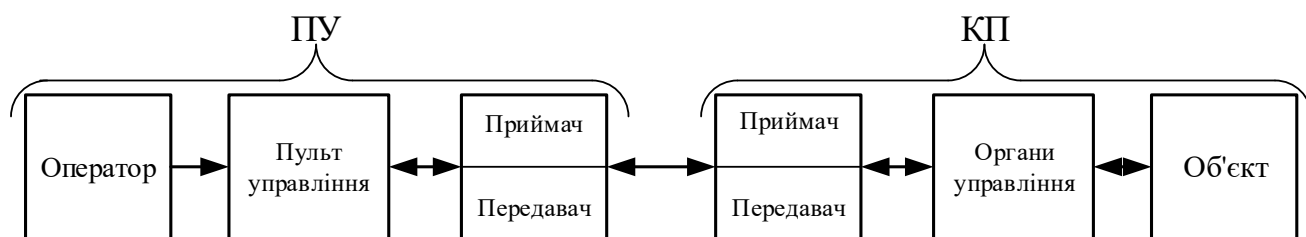


Рисунок 1.1 - Структурна схема телекерування і телесигналізації

Телемеханічні системи зазвичай класифікують по прийнятих в них методах обранні (селекції). За допомогою спеціальних елементів виборчого включення сигнал, що посиляється з ПУ, сприймається тільки певним елементом на КП, що дозволяє включати і контролювати тільки ті ланцюги, яким адресований сигнал [2].

Нині отримали поширення наступні селекції: частотні, фазові з тимчасовим розділенням каналів. Частотні тимчасові, циклічні з тимчасовим розділенням каналів і розподільним методом обрання [3].

Суть частот систем ТУ і ТС полягає в тому, що в лінію зв'язку подаються сигнали на різних частотах, сприйнятими налаштованими на ці частоти фільтрами. Прикладом частотної системи ТС може служити система ТСД.

Апаратура ТСД- 1 призначена для безперервного контролю і сигналізації про роботу у вибухонебезпечних приміщеннях стаціонарних і пересувних машин і механізмів. Контроль і сигналізація здійснюється, як правило по діючих телефонних кабелях або вільних жилах на частотах 14,20,26 кГц.

У комплект апаратури ТСД- 1 входять апарат приймальний і реєстраційний АПР - 4; по вісім поодиноких генераторів на 20кГц (ОГ- 1); індикатор виходу ІВ - 65 і 16 фільтрів низької частоти ФНЧ - 1.

При включенні пускачі контролюючого механізму живлення поступає на генератор сигналів, який через вихідний фільтр видає сигнал в телефонну лінію. По телефонній лінії виданий частотний сигнал поступає в приймальний і реєструвальний апарат АПР - 4.

З метою виключення попадання частотних і комбінаційних сигналів системи в телефонний комутатор, а також для розділення телефонної лінії по цих сигналах застосовується фільтр низької частоти ФНЧ - 1. У приймально-реєструвальному апарату сигнали поступають на резонансні контури приймачів сигналів, де посилюються налаштованим на цю частоту підсилювачем і викликають

спрацьовування напівпровідникового реле, що включає сигнальну лампочку. Напруга з останньою подається через комутатор на блок включення пера.

Нині апаратура ТСД - 1 являється той, що недостатньо відповідає вимогам, що пред'являються до систем ТУ і ТС, так як має малу інформаційну місткість. [2]

Досконалішим є пристрій "Вітер" призначене для роботи в системі автоматичного контролю і централізованого диспетчерського управління вентиляторами місцевого провітрювання (ВМП), розосередженими в декількох пунктах, і контролю стану вибухонебезпечної атмосфери в приміщеннях.

У цій системі пристрій "Вітер" здійснює функції телемеханічного управління ВМП і передачі інформації від відповідних датчиків, що мають контактний вихід; про стан ВМП (включено або відключено); контроль подання повітря в провітрюване приміщення і наявність в нім метану понад норму.

Комплект пристрою складається з апарату пункту управління ПУ, поєднаного з пультом управління, і апаратів (до 10) контрольованих пунктів КП. Зв'язок між ПУ і усіма КП здійснюється по двопровідній кабельній лінії зв'язку.

Пристрій "Вітер" забезпечує виконання наступних телемеханічних функцій:

- телекерування ТУ двопозиційними об'єктами;
- телесигналізацію ТС про стан об'єктів контролю.

Виконання вказаних функцій одночасно лише на одному з десяти КП, причому вибір КП робиться диспетчером за допомогою ключів вибору КП. Такий режим роботи КП називається "робочим режимом". Усі інші дев'ять КП в цьому випадку працюють в "черговому режимі", тобто з кожного КП посипається по одному контрольному сигналу, передача якого забороняється при появі на КП нової інформації.

Диспетчер ПУ отримує відповідну світлову і звукову сигналізацію про режими роботи кожного КП. Апаратура кожного КП забезпечує передачу двох сигналів телекерування і восьми сигналів телесигналізації. Це є істотним

недоліком, оскільки можливе розширення об'єму передаваної інформації - сигналів ТУ до 12.

Схема безконтактного телемеханічного пристрою "Вітер" виконана за розподільним принципом обрання з незалежним в течії циклу синхронним і безперервним рухом імпульсом в розподільниках ПУ і КП. Обираючою якістю є наявність або відсутність імпульсів в лінії зв'язку на цьому кроці розподільника [2].

Телекерування здійснюється комутацією на ПУ відповідних ключів управління, які дають дозвіл на передачу команд імпульсами розподільника. Ці імпульси поступають в лінію зв'язку.

Телесигналізація здійснюється комутацією відповідних ланцюгів датчиків сигналізації на КП, які дозволяють включення передавача. На ПУ сигнальні імпульси включають вихідні елементи сигналізації, що подають імпульс на включення реле сигналізації. Останні комутують своїми контактами ланцюга сигналізації [4].

Окрім перерахованих апаратів телемеханіки існує ще, і комплексна безконтактна телемеханічна система ТКУ - 2 з підсистемою ППТ - 1 призначена для телемеханічного диспетчерського контролю роботи стаціонарних і пересувних установок. Апаратура виконує наступні операції: телекерування ТК; телесигналізацію ТС про стан або положення контрольованих об'єктів на ділянці; телевимірювання ТВ кількості метану і повітря за наявності датчиків із стандартним виходом [2].

У комплект апаратури входять передавачі ТІ і КП приймач ПУ і блок живлення БП. Основними елементами, використовуваними в системі ТКУ- 2 являються безконтактні магнітні елементи з прямокутною петлею гістерезису. Це є недоліком цієї апаратури. Його можна виключити застосуванням в схемах інтегральних мікросхем (ІМС).

Для розділення каналів телемеханічної системі передачі інформації

використовується тимчасове розділення сигналів методом розподільного обрання, що полягає в тому, що лінія зв'язку по черзі і циклічно перемикається з одного приймально-передавального каналу на подальші. Таке перемикання робиться за допомогою двох ферит - діодних розподільників, працюючих синхронно і синфазний і що знаходяться на контрольованому КП і диспетчерському ДП пунктах.

Для облаштувань телемеханіки основною характеристикою є об'єм передаваної інформації на один передавач КП або приймач ПУ.

Зведемо ці характеристики перелічених вище пристроїв в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1

Назва пристрою	Об'єм передаваної інформації		Відстань між ПУ і КП
	ТУ, сигналів	ТС, сигналів	
ТСД – 1	-	3	до 10 км
«Вітер»	2	8	до 10 км
ТКУ - 2	5	8	до 10 км
Необхідне значення	12	8	до 10 км

Жодного з перелічених вище пристроїв не задовольняє необхідному об'єму передаваної інформації, крім того ці пристрої мають у своєму складі елементи (дроселі, трансформатори), наявність яких збільшує масу, габарити, споживану потужність усього пристрою. Отже, виникає завдання розробити пристрій, що виключає ці недоліки.

За основу при розробці дипломного проекту взято комплект телемеханічної



системи ТКУ - 2 модифікація I - а. Метою дипломного проекту є подальше поліпшення експлуатаційних показників : збільшення кількості виконуваних функцій з двох базового варіанту до 12 проєктованого; збільшення об'єму інформації, що передається на диспетчерський пункт і команд управління агрегатами з 10 сигналів базового варіанту до 20 сигналів проєктний; збільшення надійності, поліпшення якості і збільшення терміну служби за рахунок застосування сучасної елементної бази.

Проєктований блок прийому сигналів головних вентиляторів вибухонебезпечних приміщеннях є пунктом управління ПУ облаштування телемеханіки, що складається з ПУ і двох напівкомплектів контрольованих пунктів КП, сполучених між собою чотирипровідною (включаючи резервну пару дротів) кабельною або повітряною лінією зв'язку.

Облаштування телемеханіки забезпечує виконання телемеханічних функцій управління і сигналізації для двох агрегатів вентиляторів (робочого і резервного), що входять до складу установки вентилятора. За один цикл роботи, впродовж якого проєктований блок передає на КП, а потім приймає серію імпульсів, зв'язуючись автоматично по черзі з кожним КП, здійснюючи постійну передачу синфазуючого імпульсу, сигналів вибору КП, сигналів телекерування ТУ (передача інформації в прямому напрямі). Обоє КП по черзі передають на блок прийому сигналів сигнали телесигналізації ТС про стан об'єкту, включаючи і сигнали ТС за викликом диспетчера (передача інформації у зворотному напрямі).

Об'єм передаваної інформації, що приймається блоком, по кожному агрегату вентилятора складає:

- розпорядливій інформації (команд ТУ) - 12;
- повідомній безперервно відтворній інформації (ТС) - 8;
- повідомній інформації за викликом (ТС) - 8;
- попереджувальній інформації за викликом (сигналів ТС) - 8;

- аварійній інформації за викликом (ТС) - 8.

Проектований блок прийому сигналів (БПС) повинен забезпечувати:

- подання команд розподільній інформації по кожному з двох агрегатів вентиляторів;
- формування імпульсів серії, що включає імпульс синфазування і активні імпульси, що несуть в собі ознаку передаваної команди розпорядливої інформації;
- передачу імпульсної серії, що сформувалася, в лінію зв'язку;
- прийом імпульсної серії зв'язку, що прийшов з лінії;
- селекції імпульсів, що поступили з лінії зв'язку, несуть в собі ознаку інформаційного повідомлення;
- відтворення сигналів повідомної, аварійної і попереджувальної інформації по кожному з двох агрегатів вентиляторів.

## 2 РОЗРОБКА, ОБГРУНТУВАННЯ АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ І СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРОЕКТОВАНОГО ПРИСТРОЮ

Виходячи з виконуваних функцій і вимог до вихідних сигналів розробимо алгоритм функціонування проектного пристрою.

Розглянемо, як працює облаштування при передачі сигналів розпорядливої інформації контрольованим пунктам. Диспетчер на пульті управління вибирає той КП, якому повинна передаватися команда. Для цього потрібний блок "Вибір КП". Після цього диспетчер натисненням відповідних кнопок на пульті управління формує команду розпорядливої інформації. А пристрій в другому блоці повинен рахувати цю інформацію і прив'язати до тактів (тимчасовим інтервалам). Далі перетворений сигнал поступає в тимчасовий розподільний пристрій, що складається з основного датчика тактів ОДТ і додаткового датчика тактів ДДТ. У третьому блоці, якщо ОДТ знаходиться на нульовому такті, то включається пам'ять управління датчиками четвертий блок. Цей блок дозволяє роботу ДДТ і гальмує роботу ОДТ. Якщо умова, поставлена в третьому блоці, не виконується, то ОДТ необхідно перекласти на нульовий такт. На тактах ДДТ від нульового до дев'ятого формує і передається в лінію зв'язку сигнал розпорядливої інформації. У наступному блоці перевіряється умова чи дійшов ДДТ до дев'ятого такту, якщо не дійшов, а знаходиться на шостому або сьомому, то командою ДДТ+1 він переводиться в наступне положення. На дев'ятому такті робота ДДТ припиняється, а генератор тактових імпульсів переводить ОДТ в наступне положення блок ОДТ+1. Так ОДТ переходить на перший такт і так далі. Коли ОДТ дійде до третього такту передача розпорядливої інформації припиняється і в пам'ять передачі заноситься нуль. Якщо на виході приймача знаходиться одиничний сигнал, то пристрій повинен перейти в режим прийому. Якщо сигналу на виході приймача немає, то в пам'ять передачі заноситься одиниця і пристрій повинно перейти до повторної передачі інформації, тобто в точку М на блок - схемі.

Розглянемо, як відбувається прийом інформації від КП. Перейшовши в режим прийому, в пам'ять прийому заноситься одиниця. Генератор тактових імпульсів переводить ОДТ в четверту позицію. Далі, аналогічно схемі передачі інформації, включається пам'ять управління датчиками. ДДТ переводиться в першу позицію, формується сигнали телесигналізації. Дійшовши до дев'ятого такту ДДТ відключається і сигнали телесигналізації, що сформувалися, переписуються в основні пам'яті. ОДТ імпульсом з тактового генератора переводиться в наступне положення. Коли ОДТ дійде до восьмого такту, то прийнята інформація буде видана на індикацію. Далі в пам'ять прийому заноситься нуль і пристрій переходить на зв'язок з КП2. Якщо ключ вибору КП знаходиться в нейтральному положенні, то пристрій по черзі знаходиться на зв'язку, то з КП1, то з КП2. Якщо зв'язок з КП2 не порушений, то в пам'ять передачі заноситься одиниця і пристрій переходить в режим передачі розпорядливої інформації КП2. Якщо ж зв'язок з КП2 порушений, то пристрій сформує сигнал "немає зв'язку" і включиться аварійна сигналізація. Після цього пристрій перейде на зв'язок з КП1 і в точку М на блок - схемі, зв'язок здійснюватиметься з КП1.

На основі визначимо необхідний функціональний склад проектованого пристрою і встановимо необхідні зв'язки між його блоками.

У пристрої використовується розподільний метод обрання з тимчасовим розділенням сигналів. Кожен сигнал має присвоєний йому часовий інтервал, який неприпустимо займати іншими сигналами. У зв'язку з цим є необхідним наявність на передавальній стороні і приймальній стороні КП тимчасових розподільних пристроїв, що складаються з ОДТ і ДДТ, і забезпечення їх синхронної і синфазної роботи. У пристрої застосовується покроковий метод синхронізації, коли синхронне перемикання того, що веде і веденого розподільників забезпечується за рахунок руху їх від загального генератора імпульсів.

Такти ОДТ призначені для передачі тільки службових імпульсів і сигналів вибору відповідної групи джерел і приймачів інформації. Уся технологічна

інформація у вибраній групі розпорядлива, повідомна, аварійна і попереджувальна передається на тактах ДДТ, який вводиться в роботу на такті ОДТ, що відповідає цій групі інформації.

На першому і другому тактах ОДТ передається перша і друга групи розпорядливої інформації. На ну лівому такті ОДТ формується сигнал синфазування, а так само сигнал на введення ДДТ. На третьому такті ОДТ пристрій перемикається з передачі інформації на прийом. На четвертому такті ОДТ пристрій приймає повідомну інформацію за викликом диспетчера. На п'ятому і шостому тактах ОДТ приймається відповідно попереджувальна і аварійна інформація за викликом диспетчера. На сьомому такті приймається повідомна інформація. На восьмому такті ОДТ якщо синфазність роботи не порушена в пристрої формується сигнал скидання, яким пристрій перемикається з прийому на передачу, а ОДТ цим же сигналом встановлюється в нульовий стан.

Для надання активним імпульсам, що входять в імпульсну серію, що передається в лінію зв'язку відмітних тимчасових ознак в пристрій входить часовий формувач, що складається з формувача тимчасових позицій ДДТ і вузла прив'язки до тактів.

Сигнал з пульта управління поступає на формувач на введення ДДТ, де сигнали телекерування перетворюються в сигнали, які надалі дозволяють роботу ДДТ. З виходу формувача на введення ДДТ сигнал поступає на вхід формувача тимчасових позицій ДДТ. При поданні лічильника ДДТ, сигнал з виходу формувача на введення ДДТ використовується для введення в роботу ДДТ на тому такті ОДТ, на якому передбачається передача команди ТУ. Цей сигнал подається на вхід вузла прив'язки до тактів. Туди ж одночасно подаються сигнали розпорядливої інформації з кнопок пульта управління. Відповідно до того, на якій тимчасовій позиції запрограмоване передавати ту або іншу команду, на виході вузла виходить сигнал ТУ відповідній передаваній команді тимчасової позиції ДДТ. Цей сигнал поступає на вхід пам'яті управління імпульсною серією, що входить в субблок

формування і селекції імпульсних ознак. Субблок призначений для формування і передачі в лінію зв'язку через передавач імпульсної серії; формування тимчасових позицій основного і додаткового датчика тактів; перемикання пристрою з передачі на прийом і назад; селекції імпульсів, що поступають з лінії зв'язку, несуть в собі відмітну часову ознаку; селекції тих, що поступають з лінії зв'язку розширених пауз і формування сигналів "дозволу виконання" і "скидання".

Субблок складається з наступних функціональних вузлів:

- формувач імпульсної серії, до складу якого входить генератор тактових імпульсів; пам'ять управління імпульсною серією, додатковий лічильник, пам'ять скидання;

- вузол формування тимчасових позицій, що включає ОДТ і ДДТ і пам'ять управління датчиками;

- пам'ять "прийом-передача";

- вузол селекції імпульсів і пауз.

Розглянемо роботу субблоку. З приходом ОДТ в нульове положення включається пам'ять управління датчиками, дозволяючи роботу ДДТ і гальмуючи роботу ОДТ. Пам'ять управління датчиками коротким імпульсом включає пам'ять управління імпульсною серією, яка забороняє формування тактових імпульсів від тактового генератора. Імпульси поступають на вхід додаткового лічильника. Лічильник рухається до певної позиції і включає пам'ять скидання, яка сигналом Усбр1 відключає пам'ять управління імпульсною серією. Поновлюється формування тактових імпульсів, а додатковий лічильник встановлюється в нульове положення. В результаті в імпульсній серії передаваного в лінію зв'язку з'являється перший, розширений активний імпульс, що несе в собі ознаку "старту".

Першим же тактовим імпульсом пам'ять скидання повертається в початковий стан. Пам'ять управління датчиками і пам'ять управління імпульсною серією

включаються також при вступі на їх вхід сигналу введення ДДТ, який формується на початку кожного такту ОДТ, на якому передбачається передача команди ТУ.

До включення пам'яті управління імпульсною серією приводить і прихід сигналу  $U_{туі}$  власне команди ТУ з виходу вузла прив'язки до тактів. У цих випадках додатковий лічильник рухається лише до певної позиції, що відповідає команді ТУ, наприклад, до п'ятої позиції. Оскільки негативний сигнал  $U_{сбр1}$  до цього часу знімається, отже, в імпульсній серії, що передається в лінію зв'язку з'являється активний сигнал, розширений до п'яти періодів, відмітна ознака команди, що несе в собі. Пам'ять управління датчиками повертається в початковий стан на дев'ятому такті ДДТ.

Під час переходу ОДТ в третю позицію сигналом  $U_{1-3}^q$  пам'ять "прийом-передача" до того та, що знаходилася в змозі "передача" перемикається в стан "прийом". Вона встановлюється в положення дозвіл прийом сигналів з лінії зв'язку. Проходження імпульсів з генератора тактових імпульсів на ОДТ і ДДТ, а також в лінію зв'язку припиняється, таким чином в лінії зв'язку настає пауза, що несе в собі відмітну часову ознаку "контроль роботи 1". Якщо до моменту виникнення паузи ОДТ на КП також знаходився в третьому положенні, тобто збоївши в роботі датчиків не сталося, то команда передається до виконання на восьмий механізм, якому була адресована команда.

Передачу інформації КП здійснює тільки після опитування відповідних груп датчиків. Сигналом восьмий такт ОДТ пристрій перемикається з прийому на передачу інформації.

Вузол селекції імпульсів і пауз працює лише в режимі прийому. Пасивні імпульси, що приходять з лінії зв'язку не формують на виходах селекторів ніяких сигналів і лише беруть участь у формуванні імпульсів руху датчиків тактів. Сигнал, що поступив з лінії зв'язку, "контроль роботи 2" (розширена пауза) дає дозвіл лічильнику селектора пауз сформувати сигнали дозвіл виконання  $U_{ри1}$  і  $U_{ри2}$  і  $U_{сбр}$ . Сигналом  $U_{ри1}$  робиться перезапис прийнятої в режимі прийому інформації в

основні пам'яті і видача її на елементи індикації. Сигналом  $U_{\text{сбр}}$  датчик ОДТ встановлюється в нульове положення.

У пристрій входить субблок лошки, що складається з розподільника циклів; формувача сигналу "немає зв'язку"; формувача коду вибору КП.

Розподільник циклів переходить з однієї позиції в іншу за допомогою сигналу  $U_{\text{ри2}}$ , що формується у кінці кожного циклу роботи пристрою. З розподільника циклів формувач коду вибору КП передаються сигнали, номери поточного циклу в двійковому коді. Одночасно на вхід формувача коду вибору КП подаються і перша, друга, третя і четверта позиції, такти ДДТ. На виході формувача коду формується код, для вибору (розпізнавання) КП. КП1 вибирається на зв'язок при передачі в лінію зв'язку коду вибору усіх непарних КП, а КП2 усіх парних КП. У пристрої формується код вибору шістнадцяти КП. Наприклад, якщо на нульовому такті ОДТ і першому такті ДДТ з лінії зв'язку приходить сигнал, то на зв'язок підключається КП1, а якщо немає сигналу, то КП2. При виборі якого-небудь КП для передачі на нього сигналів ТУ або для прийому від нього інформації за викликом сигналом  $U_{\text{вб}}$  що поступив на його вхід розподільник циклів, встановлюється у позиції вибраного КП.

Якщо в результаті порушення зв'язку з яким-небудь КП в течії 8 циклів підряд не формується сигнал  $U_{\text{ри1}}$ , то формувач сигналу "немає зв'язку" виробляє сигнал, що включає світлову індикацію і формує імпульси звукової сигналізації що оповіщає диспетчера про аварійну ситуацію.

Схемою передбачається можливість вибору того або іншого КП в ремонт, наприклад, при порушенні з ним зв'язки. Якщо ключ вибору якого - або КП перевести в положення "ремонт", то при виникненні сигналу циклу, що відповідає виведеному в ремонт КП, на вхід субблоку поступає сигнал, що дозволяє прискорений переключення розподільника циклів в наступну позицію. Це робиться для виключення з опитування виведеного в ремонт КП.



У субблок пам'яті входить вісім елементів проміжної пам'яті, вісім елементів вихідної пам'яті, вісім підсилювальних транзисторних осередків, що включають елементи гальванічної розв'язки вихідних сигналів від внутрішніх ланцюгів апарату. Основні пам'яті призначені для прийому, запам'ятовування і видачі до виконання восьми дискретних електричних сигналів телесигналізації. У пристрої є три субблоки пам'яті. Два з них призначені для прийому постійній повідомній інформації по кожному агрегату вентилятора, а третій для прийому інформації за викликом.

У два перших інформація записується при формуванні сигналу  $Y_{\text{шп1}}$  на сьомому такті ОДТ за наявності сигналу циклу, що відповідає першому або другому агрегату вентилятора. Третій субблок приймає інформацію на четвертому, п'ятому і шостому тактах ОДТ за умови вибору одного з КП (сигнал  $Y_{\text{вб}}$ ) і запиту по ньому додатковій інформації. Установка пам'яті в початковий стан робиться сигналом  $Y_{\text{сбр}}$ .

Приймач і передавач призначені для посилення, передачі і прийому сигналів імпульсної серії і гальванічної розв'язки ПУ від лінії зв'язку. У режимі передачі сигналів на вхід передавача сформовані по тривалості імпульси, вони посилюються і поступають на вихід передавача, а далі в лінію зв'язку.

У режимі прийому сигналів з лінії зв'язку імпульси поступають на вхід приймача, де сигнал проходить через гальванічну розв'язку, інвертується і проходить на вихід субблоку приймача. Далі, прийнята імпульсна серія поступає для подальшої обробки.

Схема алгоритму функціонування блоку прийому сигналів зображена на рисунку 2.1. Структурна схема блоку прийому сигналів зображена на рисунку 2.2.

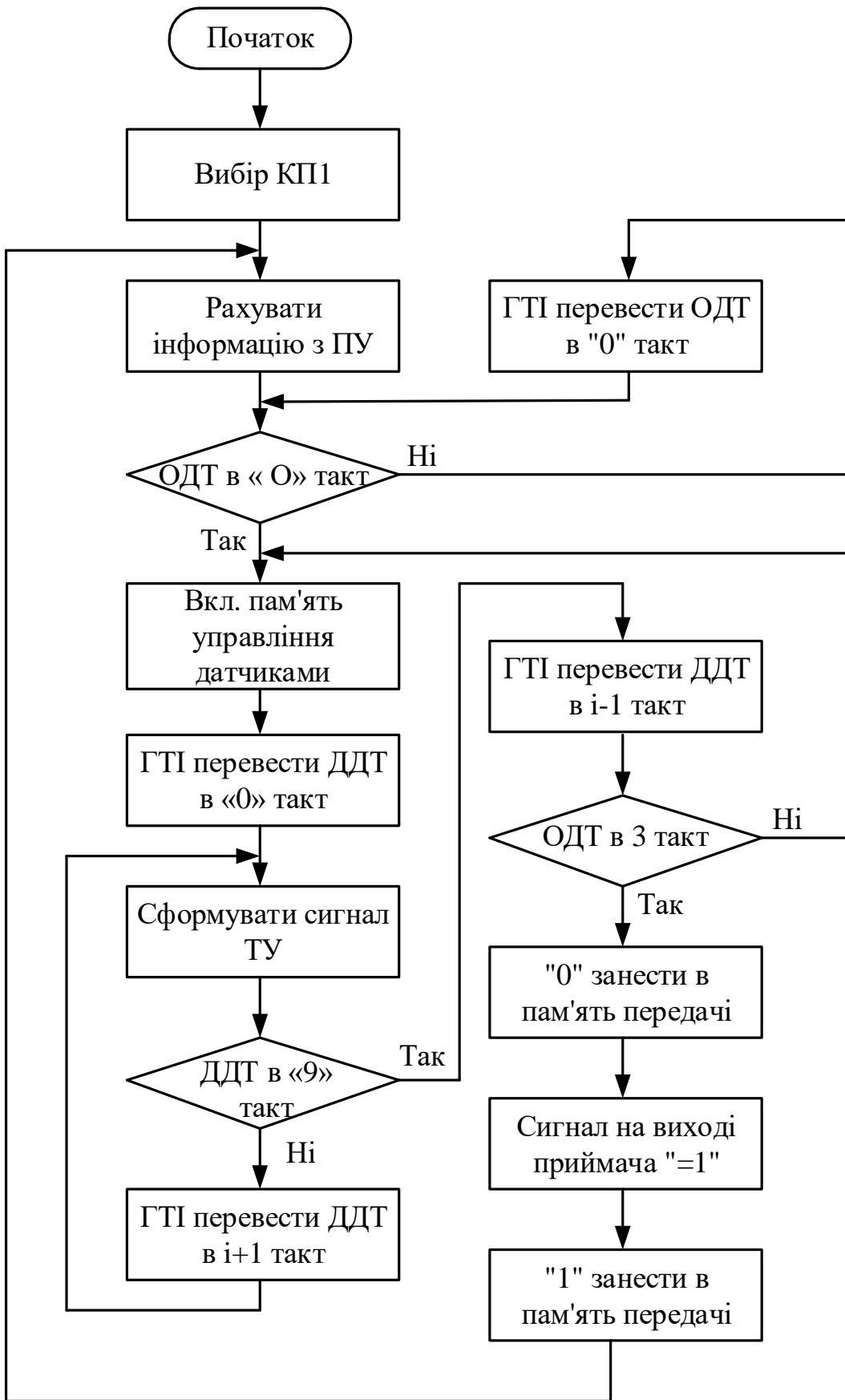


Рисунок 2.1 - Схема алгоритму функціонування

## 2.1 Розробка, вибір і розрахунок принципів електричних схем пристрою

2.1.1 Вибір елементної бази. При конструюванні блоку критеріями вибору елементної бази являються: забезпечення швидкодії роботи схеми, низьке енергоспоживання, забезпечення мінімальної вартості проєктованого пристрою, а також наявність функціональних вузлів, використовуваних у блоці.

Для правильного вибору елементної бази блоку розглянемо основні особливості схемотехніки поширених типів мікросхем. У таблиці 2.1 дані основні характеристики різних типів логічних елементів.

Час затримки поширення - параметр що визначає швидкодію схеми.

Коефіцієнт розгалуження по виходу - параметр, рівний числу одиничних навантажень, які можна одночасно підключити до виходу. Він визначає здатність навантаження елемента.

Дві особливості схем ТТЛ викликає найбільші труднощі при побудові схем. Перша пов'язана з генерацією струмів перешкод при перемиканнях. Виникають імпульси напруги на шині живлення і землі, амплітуда яких достатніх для паразитного запуску сусідніх схем. Друга особливість ТТЛ - схем полягає в тому, що не слід залишати їх виходи вільними, тобто несполученими з нульовою шиною або шиною, що має потенціал "1".

По широті застосування з схемами ТТЛ успішно конкурують n-МОП - логічні схеми. n-МОП - схеми повністю сумісні с ТТЛ за номіналом живлення і рівням сигналів "0" і "1". Але здатність навантаження n-МОП - схем значно менше.

Схеми комплементу КМОП отримали широке поширення завдяки виключно малому споживанню потужності при високій здатності навантаження і завадостійкості. Швидкодія істотно залежить від напруги живлення. Зазвичай для нього задається широкий діапазон (3 - 15В), але живлення нижче 5В використати не слід - занадто погіршуються характеристики.

Виходячи з особливостей розглянутих типів логічних елементів побудову блоку прийому сигналів доцільно виконати на КМОП - схемах серії К1561.

Таблиця 2.1

Основні параметри	ТТЛ	п-МОП	КМОП
1. Напруга живлення, В	5	5	3 - 15
2. Рівень допустимих перешкод, В	0,3	0,5	0,3 $U_{жив}$
3. Генерація перешкод	Сильна	Мала	Мала
4. Коефіцієнт розгалуження	10	20	50
5. Потужність споживана одним логічним елементом, мА	2,5 – 35	0,1 – 1,5	***
6. Затримка поширення сигналу, нс	3 – 50	1 – 100	10 – 100
7. Максимальна щільність розміщення на кристалі вентилів, мм <sup>2</sup>	15	150	50

Цифрові мікросхеми серії К1561 відрізняються рядом переваг в порівнянні з іншими мікросхемами. Вони мають малу потужність споживання в статичному режимі (0,3 - 3мк Вт при частоті 1кГц), відносно високу швидкодію, хорошу завадостійку і досить велику здатність навантаження. Мікросхеми серії К1561 відрізняються кращими електричними параметрами, зручні в застосуванні, мають високий рівень інтеграції і мають велику функціональну різноманітність.

При розробці пристрою на мікросхемах серії К1561 необхідно враховувати, що місткість, що виникає між провідниками, сполучаючи мікросхеми являється місткістю навантаження для мікросхем, передавальних інформацію, збільшення якої призводить до збільшення динамічного струму споживання мікросхеми. Так само слід передбачити захист від попадання імпульсних перешкод на шини

"живлення" і "загальна", для чого в цілях живлення рекомендується встановлювати розв'язуючі низькочастотні і високочастотні конденсатори.

2.1.2 Розрахунок параметричного стабілізатора. Схема параметричного стабілізатора приведена на рисунку 2.3.

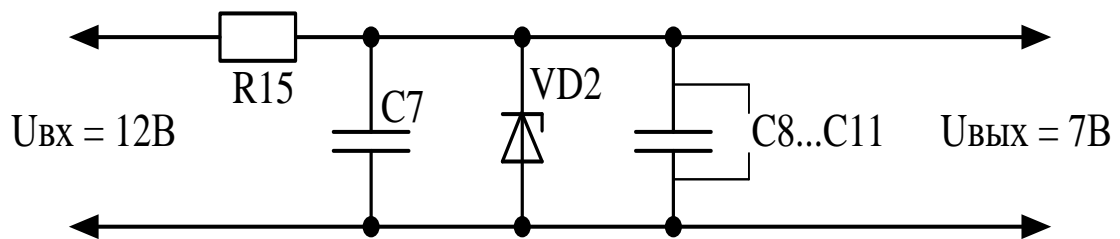


Рисунок 2.3 - Схема параметричного стабілізатора

Для розрахунку задаємося наступними параметрами:  $U_{ВХ} = 12В$ ;  $U_{ВЫХ} = 7В$ ; допустимі відхилення на вході стабілізатора у бік збільшення  $a_{ВХ} = 10\%$  і зменшення  $b_{ВХ} = 15\%$ ; допустимі відхилення напруги на виході стабілізатора від номінального у бік зменшення  $b_{ВЫХ} = 10\%$  і збільшення  $a_{ВЫХ} = 10\%$ ; допустимі відносні відхилення струму навантаження від номінального у бік збільшення  $c = 10\%$  і зменшення  $d = 10\%$ . Усі дані наводяться згідно завдання.

З приведених вище вихідних значень вибираємо стабілітрон КС 168А з наступними характеристиками: напруга стабілізації  $U_{СТ} = 6,8В$ ; номінальний, мінімальний і максимальний струми стабілізації  $I_{СТ} = 10мА$ ,  $I_{СТmin} = 3мА$ ,  $I_{СТmax} = 41мА$ ; диференціальний опір стабілітрона  $r_{СТ} = 100 Ом$ .

Необхідне значення коефіцієнта стабілізації визначимо по формулі:

$$K_{СТ} = (a_{ВХ} + b_{ВХ}) / (a_{ВЫХ} + b_{ВЫХ}) \quad (2.1)$$

$$K_{СТ} = (10+15) / (10+10) = 1,25$$

Знаходимо максимальне значення коефіцієнта стабілізації :

$$K_{стmax} = [U_{вых}(1 - V_{вх} / 100)] / [I_{н}(1 + c/100) + I_{ст}]r_{ст}, \quad (2.2)$$

де  $I_{н}$  - струм навантаження рівний 2,5мА;

$I_{ст}$  - струм стабілітрона, який приймемо рівний 5мА.

Тоді:

$$K_{стmax} = [6,8(1 - 15/100)] / [2,5 \cdot 10^{-3}(1 + 10/100) + 5 \cdot 10^{-3}] \cdot 100 = 7,2$$

Умова  $K_{стmax} \geq (1,3 \cdot 1,5) K_{ст}$  виконується [7].

Визначаємо необхідне мінімальне значення напруги на вході стабілізатора по формулі:

$$U_{вх} = U_{вых} / (1 - V_{вх} / 100) \cdot (1 - K_{ст} / K_{стmax}), \quad (2.3)$$

$$U_{вх} = 6,8 / (1 - 15/100) \cdot (1 - 1,25/7,2) = 9,7В.$$

По умові  $U_{вх} = 12В$ , що перевищує мінімальне розрахункове, а, отже, забезпечує стійку роботу параметричного стабілізатора.

Знайдемо величину опору резистора, що гасить :

$$R_{15} = [U_{вх}(1 - V_{вх}/100) - U_{вых}] / [I_{н}(1 - c/100) + I_{ст}], \quad (2.4)$$

$$R15 = [12(1-15/100)-6,8]/[2,5 \cdot 10^{-3}(1-10/100)+5 \cdot 10^{-3}] = 503 \text{ Ом.}$$

Згідно стандартного ряду номіналів  $R15 = 510 \text{ Ом}$ .

Визначимо максимальне значення струму стабілітрона:

$$I_{\text{стmax.розр}} = I_{\text{ст}} + I_{\text{н}}(1-c/100) - I_{\text{н}}(1-d/100) + \frac{[I_{\text{н}}(1+c/100)] \cdot [(a_{\text{ex}} + \epsilon_{\text{ex}})/100] \cdot K_{\text{стmax}}}{(1-\epsilon_{\text{ex}}/100)K_{\text{ст}}}, \quad (2.5)$$

$$I_{\text{стmaxрозр}} = 5 \cdot 10^{-3} + 2,5 \cdot 10^{-3}(1+10/100) - 2,5 \cdot 10^{-3}(1-10/100) + \\ + \frac{[2,5 \cdot 10^{-3}(1+10/100) + 5 \cdot 10^{-3}] \cdot [(10+15)/100] \cdot 7,2}{(1-15/100) \cdot 1,25} = 21 \text{ мА.}$$

Ця величина не перевищує величину  $I_{\text{стmax}}$  для вибраного типу стабілітрона:

$$I_{\text{стmaxрасч}} \leq I_{\text{стmax}}$$

Знаходимо величину струму на вході стабілізатора:

$$I_{\text{вх}} = I_{\text{ст}} + I_{\text{н}}, \quad (2.6)$$

$$I_{\text{вх}} = 5 \cdot 10^{-3} + 2,5 \cdot 10^{-3} = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ А.}$$

Розрахуємо потужність, що розсіюється резистором:

$$P_{R15} = I_{\text{стmaxрозр}}^2 \cdot R, \quad (2.7)$$

$$P_{R15} = (21 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 510 = 0,22 \text{ Вт.}$$

Потужність резистора повинна перевищувати розрахункову, тому вибираємо  $P_{R15} = 0,25 \text{ Вт}$ , оскільки значення розрахункової потужності відповідає максимальній.

Для зменшення пульсацій вихідної напруги прийmemo RC- фільтр. Його застосування обумовлене простотою і компактністю конструкції, а також тим, що струми споживання низькі [7]. Резистором в RC - фільтрі служить резистор параметричного стабілізатора. Ця схема дозволяє так само понизити вимоги до коефіцієнта згладжування і прийняти його рівним 1%. Звідки:

$$RC = 1,5 \cdot 10^6 q/mfc, \quad (2.8)$$

де  $q$  - коефіцієнт згладжування %;

$m$  - число фаз випрямляча;

$f$  - частота мережі, Гц;

$c$  - місткість фільтру, мкФ;

$R$  - опір фільтру, Ом.

Тоді:

$$C7 = \frac{1,5 \cdot 10^6 \cdot 1}{1 \cdot 50 \cdot 510} = 59 \text{ мкФ.}$$



Згідно стандартного ряду вибираємо  $C7 = 50\text{мкФ}$ .

Оскільки напруга на конденсаторі може досягати 7,5В, то вибираємо конденсатор на напругу 16В.

Параметричний стабілізатор в цій схемі приймемо для живлення інтегральних мікросхем. Згідно [7] для усунення перешкод по живленню упродовж ланцюга живлення ставляться конденсатори малої місткості. Цими конденсаторами і являються  $C8, C11$  їх місткість рівна 4700пФ.

2.1.3 Розрахунок вузла передавача. Передавач складається з мікросхеми DD15.1 оптрона V6, транзистора VT5, діода VD16, резисторів R37, R40, R41, R42, R43, R45.

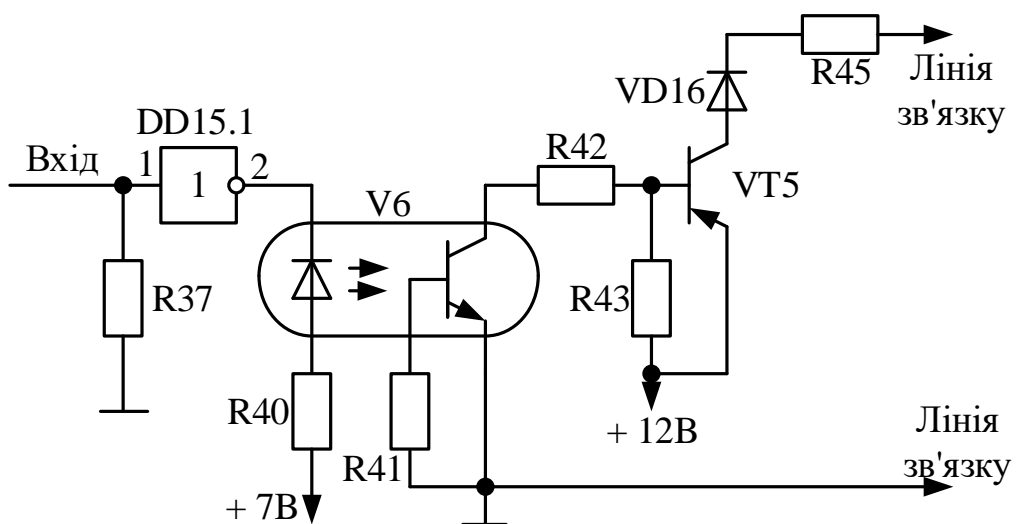


Рисунок 2.4 - Вузол передавача

На вхід поступають сформовані по тривалості імпульси, посилюються мікросхемою DD15.1 і поступають на вхід оптрона V6 (гальванічна розв'язка). Через відкритий транзистор оптрона відкривається транзистор VT5, працюючий в ключовому режимі. З колектора транзистора VT через резистор R42 (обмеження струму при короткому замиканні лінії зв'язку) імпульси поступають на вихід вузла і далі в лінію зв'язку 1.

У вузлу передавача знаходиться інтегральна мікросхема К1561ЛН2, яка живиться напругою 7В, отже на її виході буде напруга не більше напруги живлення. Ця мікросхема управляє оптроном. Максимальний вихідний струм мікросхеми 5мА [8]. Щоб уникнути роботи мікросхеми максимального вихідного струму, прийнемо  $I_{\text{вих}} = 3,5\text{мА}$ . Тоді значення номіналу резистора R40 знаходимо по наступній формулі:

$$R40 = \frac{U_{\text{вих}}}{I_{\text{вих}}}, \quad (2.9)$$

де  $U_{\text{вих}}$  - вихідна напруга мікросхеми, В;

$I_{\text{вих}}$  - вихідний струм мікросхеми, мА.

$$R40 = \frac{7}{3,5 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot 10^3 \text{ Ом}.$$

Згідно стандартного ряду  $R40 = 2\text{кОм}$ . Потужність  $P_{R40} = 0,25\text{Вт}$  [7].

Резистор R37 служить для подання на вхід мікросхеми сигналу логічного нуля у момент подання сигналу, що управляє. Його опір може знаходитися в межах від 20кОм до 100кОм [9]. Прийнемо  $R37 = 51\text{кОм}$ . Опір резистора  $R41 = 100\text{кОм}$ . Ця величина вказана в інструкції по застосуванню оптрона АОТ 128А.

Напруга, що подається в лінію рівне 12В. Струм може досягати 90мА. Максимальний вихідний струм оптрона 8мА, тому потрібне застосування підсилювального каскаду. Він побудований на транзисторі КТ501А, що має наступні характеристики :  $U_{\text{ке}} - 60\text{В}$ ,  $h_{21} = 40$ ,  $I_{\text{ке}} = 150\text{мА}$  [11].

Розрахуємо резистивного дільника R42 і R43. визначимо, що резистор R42 служить для завдання струму бази, а резистор R43 для підтримки транзистора в закритому стані відсутності сигналу, що управляє, на базі.

Прийmemo їх номінали рівними і розрахуємо їх значення. При цьому, слід мати на увазі, що напруга на базі при рівності номіналів складатиме половину загальної напруги :

$$U_{R42R43} = U/2, \quad (2.10)$$

$$U_{R42R43} = 12/2 = 6В.$$

Прийmemo струм транзистора рівним 120 мА, що нижче його максимального струму і вище за струм в лінії. Це необхідно для нормальної роботи транзистора. Знайдемо струм бази :

$$I_б = I_{эк} / h_{21}, \quad (2.11)$$

де  $I_{эк}$  - струм межу колектором і емітером, мА;

$h_{21}$  - коефіцієнт передачі струму.

$$I_б = 120 / 40 = 3мА.$$

Знайдемо номінал резистора R42;

$$R42 = U_б / I_б, \quad (2.12)$$

$$R42 = 6 / 3 \cdot 10^{-3} = 2000Ом.$$

Згідно стандартного ряду  $R42 = R43 = 2\text{кОм}$ .

Діод VD16 служить для захисту колекторного переходу від напруги при прийомі. Він може бути будь-яким, але мати струм не нижче струму в лінії. По довіднику [11] вибираємо діод КД209А,  $I =$ , що має,  $0,1\text{А}$ ,  $U = 30\text{В}$ .

Розрахуємо опір резистора R45. Падіння напруги на переході транзистора досягає  $1,5\text{В}$ , а на діоді  $0,5\text{В}$ , тоді напруга в лінії:

$$U_{\text{лин}} = U - U_{\text{пдтр}} - U_{\text{пдд}}, \quad (2.13)$$

$$U_{\text{лин}} = 12 - 1,5 - 0,5 = 10\text{В}.$$

$$R45 = U_{\text{лин}} / I, \quad (2.14)$$

$$R45 = 10 / 0,09 = 111\text{Ом}.$$

Згідно стандартного ряду  $R45 = 120\text{Ом}$ .

Розрахуємо його потужність:

$$P_{R45} = I^2 \cdot R45 = 0,09^2 \cdot 120 = 0,9\text{Вт}. \quad (2.15)$$

З умови надійності приймаємо потужність резистора  $R45 = 1\text{Вт}$ , оскільки розрахована потужність для випадку короткого замикання в лінії зв'язку і, отже, є максимальною.

2.1.4 Розрахунок вузла приймача. У вузол приймача входять: транзистор VT6, оптрон V7, мікросхема DD15.2, резистори R44, R47, R46, R49, R50.

У режимі прийому сигналів імпульси, що поступають на вхід, як від "свого" передавача, так і від "чужого". З лінії зв'язку через резистор R50 (обмежувач струму бази) подаються на базу транзистора VT6, працюючого в ключовому режимі. При відкритому транзисторі VT6 через вхід (світлодіод) оптрона V7 (гальванічна розв'язка) протікає струм, обмежений резистором R50, відкриваючи транзистор оптрона. З виходу 5 оптрона сигнал поступає на мікросхему DD15.2 (K1561ЛН2) і інвертується. З виходу прийнята по лінії зв'язку імпульсна серія поступає для подальшої обробки.

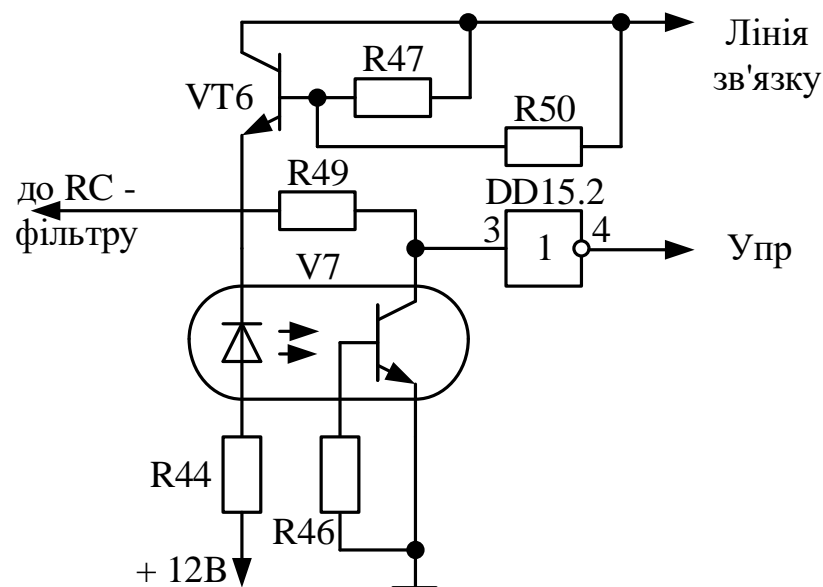


Рисунок 2.5 - Вузол приймача

У вузлі приймача в якості приймального підсилювача застосований транзистор КТ315Б. Його характеристики: постійна напруга  $U_{кmax} = 20В$ , максимальний струм колектора  $I_{кmax} = 100mA$ , коефіцієнт передачі струму  $h_{21} = 250$  [11].

Світлодіод оптрона живиться від джерела живлення 12В, в якому застосований RC- фільтр, отже, споживаний струм не може бути більший 10-12мА (максимальний для цього типу фільтрів) [7]. Отже, струм світлодіода рівний  $I_{cb} = 6\text{мА}$ :

$$R_{44} = U / I_{cb} = 12 / 6 \cdot 10^{-3} = 2000\text{Ом}. \quad (2.16)$$

Потужність резистора R44:

$$P_{R44} = I_{cb}^2 \cdot R_{44} = (6 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 2000 = 72 \text{ мВт}. \quad (2.17)$$

Згідно [10] приймаємо  $P_{R44} = 0,25\text{Вт}$ .

Прийmemo струм колектора транзистора рівним 40мА. Тоді струм бази з формули (2.11):

$$I_b = 40 \cdot 10^{-3} / 250 = 0,16 \cdot 10^{-3} \text{А}.$$

Резистор, що забезпечує закриття транзистора ставимо рівним  $R_{47} = 2\text{кОм}$ .

Прийmemo R50 рівним 9,1кОм і перевіримо струм бази:

$$U_b = U - \frac{U}{R_{47} + R_{50}} \cdot R_{50}, \quad (2.18)$$

$$U_b = 12 - \frac{12}{2000 + 9100} \cdot 9100 = 2,16 \text{В}.$$

$$I_{61} = U_6 / R_6 = 2,16 / 9100 = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ A.} \quad (2.19)$$

$I_{61} > I_6$ ,  $0,2 \cdot 10^{-3} > 0,16 \cdot 10^{-3}$ , що задовольняє умові. Резистор R46 приймемо рівним 100кОм, згідно інструкції по застосуванню оптрона АОТ128А.

Вхідний струм мікросхеми DD15.2 дуже малий. Тому розрахуємо резистор R49, виходячи з того, що він навантажений на RC - фільтр, який задіяти в живленні передавача. Приймемо струм через резистор рівним 1,6мА:

$$R_{49} = U_{\pi} / I_{R_{49}} = 7 / 1,6 \cdot 10^{-3} = 43750 \text{ Ом.}$$

Згідно стандартного ряду  $R_{49} = 4,3 \text{ кОм}$ .

2.1.5 Розрахунок RC- фільтру. У цій схемі конденсатор C20 є згладжуючим конденсатором випрямляча. Вхідна напруга рівна 12В відповідно до рисунка 2.6.

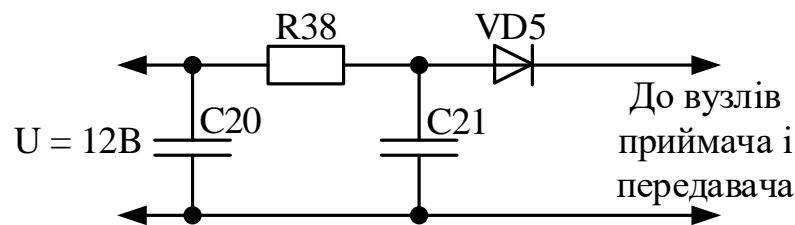


Рисунок 2.6 - Схема RC – фільтру

Оскільки ця схема живить вхідну частину приймача і вихідну частину передавача у неї має бути малий рівень пульсацій. Він дорівнює  $4 \cdot 10^{-3}\%$ . Тоді місткість конденсатора знаходиться по формулі:

$$C_{20} = 300 \cdot (I_{\pi} / U_c \cdot p), \quad (2.20)$$

де  $C$  - місткість конденсатора, мкФ;

$U_c$  - напруга на конденсаторі, В;

$I_H$  - струм навантаження, А;

$P$  - коефіцієнт пульсацій, %.

Оскільки застосований RC - фільтр, то струм навантаження не може перевищувати 15мА [7]. Це значення і прийmemo за струм навантаження:

$$C_{20} = 300 \cdot (15 \cdot 10^{-3} / 12 \cdot 4 \cdot 10^{-3}) = 93,75 \text{ мкФ}.$$

Згідно стандартного ряду приймаємо  $C_{20} = 100 \text{ мкФ}$ .

Виходячи з [7] місткість в RC- фільтрі повинна дорівнювати місткості конденсатора випрямляча.

Знаходимо опір резистора R38. При цьому враховуємо, що коефіцієнт згладжування повинен знаходитися в межах від 0,02% до 0,1%. Приймемо 0,06%. Згідно формули (2.8):

$$R_{38} = \frac{1,5 \cdot 10^6 \cdot g}{m \cdot f_c \cdot C}, \quad (2.21)$$

$$R_{38} = \frac{1,5 \cdot 10^6 \cdot 0,06}{1 \cdot 50 \cdot 100} = 19 \text{ Ом}.$$

Згідно стандартного ряду  $R_{38} = 20 \text{ Ом}$ .



2.1.6 Розрахунок параметричного стабілізатора субблоку прийому-передачі сигналів. Схема параметричного стабілізатора приведена на рисунку 2.7.

Розрахунок параметричного стабілізатора субблоку прийому-передачі сигналів проводиться аналогічно приведеному вище розрахунку параметричного стабілізатора.

VD7 - стабілітрон КС168А;

R39 - резистор номіналом 510Ом.

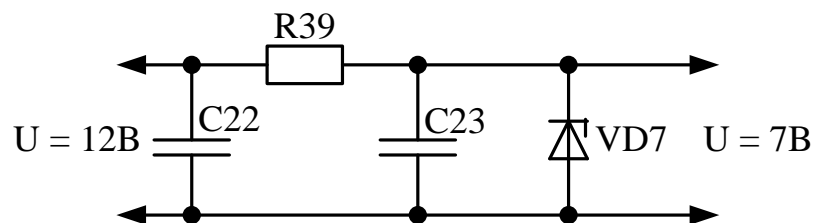


Рисунок 2.7 - Параметричний стабілізатор субблоку

Конденсатор C22 є таким, що згладжує у випрямлячі. Ця схема живить вхідну частину передавача і вихідну приймача. Знаходимо місткість конденсатора:

$$C22 = 300 \frac{I_n}{U_c \cdot p},$$

По формулі (2.20) знайдемо місткість.

Оскільки застосований RC - фільтр, струм навантаження не може перевищувати 15мА [7].

$$C22 = 300 \cdot \frac{15 \cdot 10^{-3}}{12 \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = 93,75 \text{ мкФ.}$$

Згідно стандартного ряду прийємо місткість конденсатора  $C22 = 100\text{мкФ}$ ,  $C22 = C23$ .

2.1.7 Розрахунок і синтез вузла формування тимчасових позицій. Вузол формування тимчасових позицій включає основний датчик тактів DD9.1, виконаний на мікросхемі K1561IE8, додатковий датчик тактів мікросхеми DD7.2 це мікросхема K1561IE10, DD1.2. DD1.5 - K1561ЛН2. Пам'ять управління датчиками тактів (мікросхеми DD1.1 K1561ЛН2; DD4.1 - DD4.4 K1561ЛА7 і DD2.3 K1561ЛА9).

Основний датчик тактів виконаний на мікросхемі K1561IE8. Вона є десятковим лічильником - дільником. Мікросхема має 10 дешифрованих виходів  $Q0...Q9$ , рисунку 2.8.

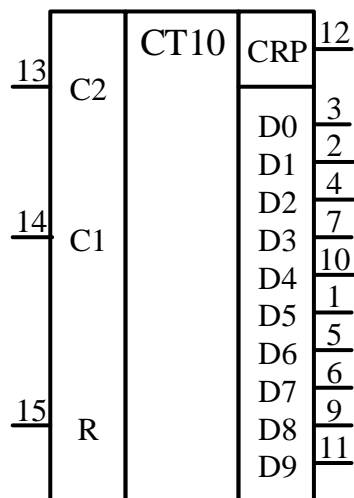


Рисунок 2.8 – Мікросхема K1561IE8

K1561IE8 містить п'ятикаскадний високошвидкісний лічильник Джонсона і дешифратор, що перетворює двійковий код в сигнал на одному з десяти виходів. Якщо на виході низький рівень лічильник виконує свої операції синхронно з позитивним перепадом на тактовому вході С.

При високому рівні на вході V дії тактового входу забороняється і рахунок зупиняється. При високому рівні на вході скидання R лічильник очищається до нульового відліку. На кожному виході дешифратора високий рівень з'являється тільки на період тактового імпульсу з відповідним номером (1,2,і так далі). Лічильник має вихід перенесення CRP. Позитивний фронт вихідного сигналу перенесення з'являється через 10 тактових періодів і використовується тому як тактовий сигнал для лічильника наступної декади. У цій схемі він не використовується. Максимальна тактова частота для лічильника 2МГц [6].

Таблиця 2.2 - Стан лічильників K1561IE8

Вхід			Режим
R	C	V	
В	х	х	Q0 = Q5 – Q9 = В, Q1 – Q9 = Н
Н	В		Лічильник працює
Н		Н	Лічильник працює
Н	Н	х	Код без змін
Н	х	В	Код без змін
Н	В		Код без змін
Н		Н	Код без змін

Тривалість імпульсу заборони рахунку повинна перевищувати 300нс; тривалість тактового імпульсу не має бути менша 250нс. Час дії імпульсу скидання повинен перевищувати 275нс [5].

Додатковий датчик тактів виконаний на мікросхемах K1561IE10 і K1561ЛН2. Робота мікросхеми K1561IE10 розглянута в розрахунку вузла додаткового лічильника.

Мікросхема K1561ЛН2 містить у своєму складі шість буферних інверторів.

Мікросхема живиться однією напругою живлення, яке подається на вивід 14. Тому вона зручна як транслятор логічних рівнів. При напрузі  $U_{ип} = 7В$  час затримки поширення не більше 70нс [6].

Пам'ять управління датчиками виконана на мікросхемах К1561ЛА7 і К1561ЛА9. Ці мікросхеми виконують функцію ІЛИ-НЕ. Мікросхема К1561ЛА7 містить у своєму складі чотири елементи ІЛИ-НЕ, вони є двовходовими. А мікросхема К1561ЛА9 містить три трохвходових елементи ІЛИ-НЕ (малюнок 1.4).

Роботою датчиків тактів управляє елемент пам'яті - тригер зібраний на мікросхемах DD2.3, DD4.3. Основне призначення тригера - зберігати вироблені логічними схемами результати.

Оскільки перемикання повинне відбуватися при одночасному поданні сигналів на виводи 11 і 12 мікросхем К1561ЛА9, а RS- тригерів працюючих по управлінню на два входи не існує, то тригер такого типу виконаний на логічних елементах мікросхемах К1561ЛА9 і К1561ЛА7.

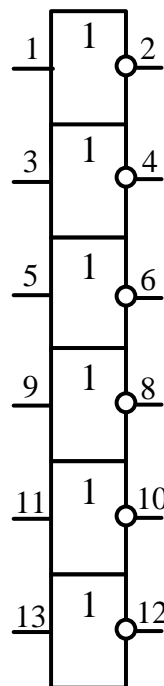


Рисунок 2.9 – Мікросхема К1561ЛН2

Тригер характеризується двома станами логічної "1" і логічного "0". Стану логічної "1" відповідає високий рівень сигналу на вивід 9 мікросхем DD2.3. Цей сигнал дозволяє роботу ДДТ і гальмує роботу ОДТ. У початковий момент зарядки конденсатора С3 на DD2.2 поступає короткий негативний імпульс, який включає пам'ять управління імпульсною серією.

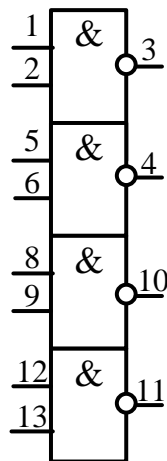


Рисунок .110 – Мікросхема K1561LA7

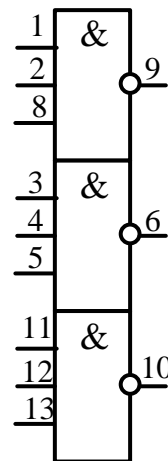


Рисунок 1.11 – Мікросхема K1561LA9

2.1.8 Забезпечення надійності пристрою. Під надійністю виробу (елементу, вузла, пристрою, системи) розуміється властивість останнього зберігати свою якість за певних умов експлуатації впродовж заданого проміжку часу, тобто надійність - якість, розгорнута в часі. Кількісно надійність характеризується рядом інтервальних, інтегральних і точкових показників.

Невідновні вироби - вироби, поведінка яких істотна лише до першої відмови, - характеризуються наступними кількісними показниками надійності : інтенсивністю відмов  $\lambda(t)$ ; частотою відмов  $f(t)$ ; вірогідністю безвідмовної роботи  $P(t)$ ; вірогідністю відмови  $Q(t)$ ; напрацюванням повністю  $T_0$ .

Відновлювані вироби - вироби, експлуатація яких допускає їх багатократний ремонт, - характеризуються наступними показниками надійності; параметрами

потоків відмов  $\omega(t)$  і потоків відновлень  $\mu(t)$ ; функцією готовності  $K_r(t)$ ; коефіцієнтом готовності  $K_r$ ; середнім часом роботи між двома відмовами  $t_{cp}$ ; середнім часом відновлення  $t_B$ .

Якщо в процесі функціонування невідновного виробу можливий ремонт окремих його елементів при збереженні працездатності виробу в цілому за рахунок резерву або якщо надійність функціонування відновлюваного виробу оцінюється в інтервалі часу до першої відмови відновлюваного виробу в цілому, то такі вироби характеризуються наступними кількісними показниками надійності: вірогідністю безвідмовної роботи  $P(t)$ ; вірогідністю відмови  $Q(t)$ ; напрацюванням повністю  $T_0$ ; параметрами потоків відмов елементів виробу  $\omega(t)$  і потоків відновлень елементів виробів  $\mu(t)$ .

У проектуваному пристрої використовуються невідновні вироби (ІМС, резистори, транзистори, конденсатори, діоди).

Інтервальні показники надійності - вірогідність безвідмовної роботи  $P(t)$  і вірогідність відмови  $Q(t)$  - визначаються як вірогідність подій  $P(t) = P\{\tau \leq t\}$  і  $Q(t) = P\{\tau > t\}$  відповідно, де  $\tau$  - випадковий момент часу, в який відбувається відмова. При цьому  $P(t) + Q(t) = 1$ ,  $P(0) = 1$ ,  $Q(0) = 0$ ,  $P(\infty) \rightarrow 0$ ,  $Q(\infty) \rightarrow 1$ .

Точковий (локальний) показник надійності - інтенсивність відмов  $\lambda(t)$  - визначається як вірогідність невідмовної відмови в одиницю часу після деякого моменту часу за умови, що до цього моменту часу відмова не виникала.

Інтенсивність відмов  $\lambda(t)$  - один з найбільш зручних кількісних показників надійності виробів електроніки: інтегральних схем, радіоелектронних виробів (транзисторів, діодів, резисторів, конденсаторів і тому подібне). Зміна інтенсивності відмов  $\lambda(t)$  в часі більшості виробів електронної техніки має істотно нелінійний характер, проте на великій за часом ділянці роботи інтенсивність відмов виробу зазвичай мало змінюється і приймається в практичних розрахунках постійною.

Нижче приведені значення інтенсивності відмов  $\lambda$  (1/г) найчастіше вживаних виробів електронної техніки.

Таблиця 2.3 - Значення інтенсивності відмов  $\lambda$

Електронні вироби	$\lambda(1/г)$
Резистори:	
Постійні композиційні	$5 \cdot 10^{-8}$
Вугільні плівкові	$5 \cdot 10^{-8}$
Металізовані плівкові	$5 \cdot 10^{-7}$
Плівкові	$2 \cdot 10^{-8}$
Дротяні прецизійні	$1 \cdot 10^{-6}$
Змінні композиційні	$2 \cdot 10^{-6}$
Конденсатори:	
Постійній місткості	$10^{-7}$
Електролітичні з алюмінієвою фольгою	$2 \cdot 10^{-6}$
Електролітичні, танталові	$4 \cdot 10^{-7}$
Транзистори:	
Германієві	$1 \cdot 10^{-7}$
Кремнієві	$8 \cdot 10^{-8}$
Інтегральні мікросхеми:	
Кремнієві цифрові	$1 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-7}$
Лінійні	$3 \cdot 10^{-7} - 6 \cdot 10^{-7}$
Ручне паяння	$3 \cdot 10^{-10} - 6 \cdot 10^{-9}$

Слід пам'ятати, що  $\lambda$  (t), залишаючись постійною в часі на основній ділянці роботи, істотно залежить від умов експлуатації виробу (кліматичних, механічних і радіаційних дії, електричного навантаження і тому подібне).

З вірогідністю безвідмовної роботи інтенсивність відмов пов'язана співвідношенням:

$$P_a = e^{-N_1\lambda_1 t} \cdot e^{-N_2\lambda_2 t} \dots e^{-N_n\lambda_n t},$$

де  $N$  - кількість електронних виробів;

$t$  - час роботи пристрою.

$$\begin{aligned} P_a &= e^{-2 \cdot 10^{-7} \cdot 10000} \cdot e^{-2.5 \cdot 10^{-8} \cdot 10000} \cdot e^{-26 \cdot 10^{-7} \cdot 10000} \cdot e^{-25.3 \cdot 10^{-7} \cdot 10000} \cdot e^{-15.5 \cdot 10^{-8} \cdot 10000} = \\ &= 0,998 \cdot 0,999 \cdot 0,974 \cdot 0,928 \cdot 0,993 = 0,9. \end{aligned}$$

Однією з часто використовуваних на практиці характеристик надійності є напрацювання повністю  $T_0$  - математичне очікування випадкового моменту часу, в який станеться відмова, тобто:

$$T = \frac{\ln\left(\frac{I}{P_a}\right)}{\lambda_a}, \quad T = \frac{\ln\left(\frac{I}{P_a}\right)}{\lambda_a},$$

де  $\lambda_a = N_1\lambda_1 + N_2\lambda_2 + \dots + N_n\lambda_n$ .

Зробимо розрахунок  $\lambda_a$ :

$$\lambda_a = 2 \cdot 10^{-7} + 2.5 \cdot 10^{-8} + 26 \cdot 10^{-7} + 25.3 \cdot 10^{-7} + 15.5 \cdot 10^{-8} = 108,5 \cdot 10^{-7} \text{ 1/г.}$$



При розрахунку напрацювання на відмову використовуємо декілька значень вірогідності безвідмовної роботи :

$$T_0 = \frac{\ln\left(\frac{1}{0,9}\right)}{108,5 \cdot 10^{-7}} = 9710,65 \text{ ч};$$

$$T_1 = \frac{\ln\left(\frac{1}{0,91}\right)}{108,5 \cdot 10^{-7}} = 8692,23 \text{ ч};$$

$$T_2 = \frac{\ln\left(\frac{1}{0,92}\right)}{108,5 \cdot 10^{-7}} = 7684,94 \text{ ч};$$

$$T_3 = \frac{\ln\left(\frac{1}{0,93}\right)}{108,5 \cdot 10^{-7}} = 6688,54 \text{ ч};$$

$$T_4 = \frac{\ln\left(\frac{1}{0,94}\right)}{108,5 \cdot 10^{-7}} = 5702,80 \text{ ч}.$$

Побудуємо графік залежності часу напрацювання повністю від вірогідності безвідмовної роботи.

Надійність пристрою росте у міру вдосконалення елементної бази. Зокрема, застосування мікропроцесорних блоків ВІС, ВІС ЗУ веде до зменшення числа елементів і між з'єднань (паянь, зварювань) в засобах обчислювальної техніки. Проте із-за тенденції постійного збільшення функціональних можливостей засобів обчислювальної техніки число елементів в системах залишається досить великим.

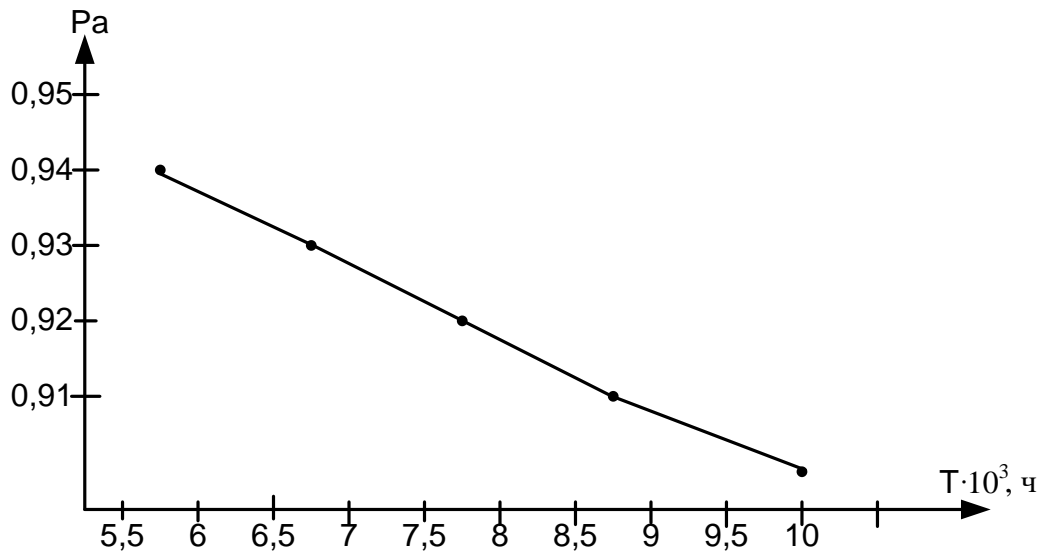


Рисунок 2.12 - Графік залежності часу напрацювання повністю від вірогідності безвідмовної роботи

2.1.9 Розрахунок згладжуючого фільтра. Згладжуючі фільтри включаються між випрямлячем і навантаженням для зменшення пульсацій (змінній складової) випрямленої напруги.

Виберемо Г-подібний LC- фільтр. Г-подібні LC- фільтри широко застосовуються при підвищених струмах навантаження, оскільки падіння напруги постійного струму на них можна зробити порівняно малим. Коефіцієнт корисної дії LC- фільтрів досить високий. До недоліків фільтрів відносяться порівняно великі габаритні розміри і маса.

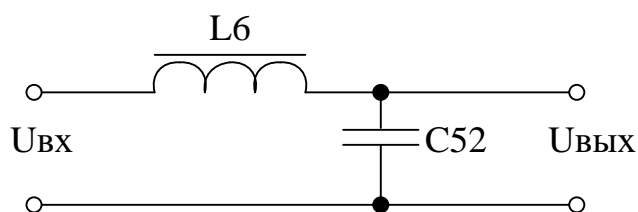


Рисунок 2.13 – LC - фільтр

Для LC- фільтрів коефіцієнт згладжування пульсацій  $q$  слід вибирати великим або рівним 3, щоб уникнути резонансних явищ. Виберемо  $q = 24$ .

1. Множення LC залежно від коефіцієнта згладжування пульсацій  $q$  визначимо по формулі:

$$LC = \frac{2,5 \cdot 10^4 (q + 1)}{m^2 \cdot f^2}$$

де  $L$  - індуктивність, Гн;  $C$  - місткість, мкФ;  $m = 1$  для однонапівперіодних схем;  $m = 2$  для двонапівперіодних і мостових схем.

2. Місткість конденсатора вибираємо в межах 10-40 мкФ. Приймаємо  $C = 33$  мкФ.

Визначимо робочу напругу конденсатора відповідно до формули:

$$U_{\text{раб}} > 1,5U_d,$$

де  $U_d$  - випрямлена напруга. Найчастіше як конденсатори згладжувального LC-фільтру використовуються електролітичні або оксидно-напівпровідникові конденсатори.

$$U_{\text{раб}} = 1,5 \cdot 10 = 15\text{В}.$$

По розрахованих значеннях  $C$  і  $U_{\text{раб}}$  вибираємо конденсатор К50-6-33мкФ×15В+80-20%.

Визначивши місткість конденсатора, знайдемо індуктивність дроселя по формулі:

$$L \cdot 33 = \frac{2,5 \cdot 10^4 (24 + 1)}{2^2 \cdot 100} = 1562,5$$

$$L = \frac{1562,5}{33} = 47,35 \text{ Гн.}$$

Згідно зі знайденим значенням індуктивності виберемо стандартний дросель з довідника. Цим вимогам задовольняє дросель Д58-40-0, 035.

Перевіримо, чи виконується умова:

$$m2\pi fL > \frac{1}{2\pi fC};$$

$$2 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 47,95 > \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 33 \cdot 10^{-6}} \cdot$$

$$29735,8 > 96,5.$$

У разі, коли не виконується ця умова, підбирають інше значення місткості конденсатора С і повторюють розрахунок доки не виконуватиметься умова.

## ВИСНОВОК

У цьому дипломному проекті була проведена розробка блоку прийому сигналів головних вентиляторів вибухонебезпечних приміщень. Результатом проектування є розробка і розрахунок принципів електричних схем субблоку формування і селекції імпульсних ознак і субблоку прийому-передачі сигналів. Названі субблоки є основними функціональними вузлами блоку, що розробляється.

Розроблений блок забезпечує:

- автоматичне, з приміщення диспетчера управління вентиляторів і механізмами двох установок вентиляторів по двопровідній лінії зв'язку при віддаленості вентилятора від диспетчерського пункту до 10 км;

- вибір робочого вентилятора;

- автоматичне включення резервного агрегату при аварійному відключенні працюючого;

- сигналізацію у диспетчера що відбиває режим роботи вентилятора, наявність напруги.

Розроблений блок дозволить диспетчерові з приміщення диспетчерського пункту вести спостереження за роботою установки вентилятора і у разі виникнення аварійної ситуації відключити працюючу вентиляційну установку і включити резервну.

Основною характеристикою спроектованого блоку є об'єм передаваної інформації, що приймається блоком.

Блок передає на контрольований пункт:

- розпорядливій інформації, команд телекерування 12;

- повідомною, безперервно відтворююю, сигналів телесигналізації 8.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизация шахтных вентиляторных установок главного проветривания. Обзор. Серия: Механизация и автоматизация производственных процессов. –М: Недра, 2014.
2. Богопольский Б.Х. и др. Автоматизация шахтных вентиляторных установок. –М: Недра, 2016.
3. Пospelов А.П. Рудничная автоматика и телемеханика. М: Недра, 2013.
4. Ильин В.А. Телеуправление и телеизмерение. –М: Энергоиздат, 1982.
5. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы: Справочник / С.В.Якубовский, Л.И.Ниссельсон, В.И. Кулешова и др.: под ред. С. В.Якубовского –М: Радио и связь, 2016.
6. Шило В.Л. Популярные цифровые микросхемы: Справочник, 2-е изд., испр.-Челябинск: Metallургия, Челябинское отд., 1989.
7. Справочник по цифровым КМОП – микросхемам / Под ред. В.И.Кулешова. –К: Союз Чернобыль, 2011.
8. Руководства техническим работникам: Применение и условия эксплуатации цифровых КМОП-микросхем.-М: Энергия, 2017.
9. Гальперин М.В. Практическая схемотехника в промышленной автоматике.-М: Энергоатомиздат, 2017.
10. Справочник конструктора РЭА: Компоненты, механизмы, надёжность / Н.А.Барканов, Б.Е.Бердичевский и др.; Под ред. Р.Г.Варламова,-М: Радио и связь, 1985.
11. Ненашев А.П. Конструирование радиоэлектронных средств: Учебник для радиотехнических специальностей вузов. –М: Высшая школа, 1990.

12. Справочная книга по охране труда в машиностроении / Г.В. Бектобеков и др.; Под общей ред. О.Н. Русака-Л: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1989.

13. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. Изд. 6-е, пераб. И доп.  
- М: Энергоатомиздат, 1984.