НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра конструювання електронно-обчислювальної апаратури

**КУРСОВА РОБОТА**

з дисципліни Схемотехніка аналогової та цифрової радіоелектронної апаратури

на тему:Акустичний перемикач (АП)

Студента 2 курсу групи ДК-51

Напряму підготовки: Радіоелектронні апарати

Спеціальності: Радіоелектронні апарати та засоби

Сорокіна Д.А.

Керівник:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна оцінка: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Кількість балів: \_\_\_\_ Оцінка: ECTS \_\_\_\_\_

Члени комісії: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_ст. викл., к.т.н. Короткий Є.В.\_\_\_

(підпис) (вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(підпис) (вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Київ − 2017 рік

ЗМІСТ

|  |  |
| --- | --- |
| Зміст\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 2 |
| Вступ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 3 |
| 1. Вибір та дослідження принципової схеми АП\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 4 |
| 1. Розрахунок принципової схеми (характеристик) АП\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 7 |
| 1. Моделювання роботи АП\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 9 |
| 1. Розробка та дослідження конструкції АП\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 12 |
| Висновки\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 17 |
| Список використаних джерел \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 18 |

ВСТУП

Метою даної курсової роботи є створення акустичного вимикача, який може видавати на виході різний рівень напруги, залежно від акустичного впливу на нього. Даний прилад може бути використаний як вимикач для різноманітних приладів, а також реєстратор звукових імпульсів.

Для вирішення даної задачі для початку було обрано принципову схему [1] та досліджено принцип її роботи. Наступним кроком було проведено розрахунки підсилюючого каскаду зі спільним емітером на біполярному транзисторі. Після цього в програмі ltspice була побудована принципова схема та проведена її симуляція, що дозволило перевірити працездатність АП, а також перевірено правильність теоретичних розрахунків. Кінцевим етапом було зібрано АП на макетній платі, з нього було знято певні данні, що були порівнянні з розрахунками та симуляціею в ltspice.

РОЗДІЛ 1

ВИБІР ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ АКУСТИЧНОГО ПЕРЕМИКАЧА

Для основи акустичного вимикача була обрана принципова схема наведена на рис. 1.1

|  |
| --- |
| sup.jpg |
| Рис1.1 Принципова схема акустичного перемикача |

В даному випадку наведена спрощена схема, без параметричного стабілізатору напруги [1]. В даній схемі використовується мікросхема 74HC74. Вона містить два незалежних D-тригери, які спрацьовують по фронту тактового сигналу на вході С. Низький рівень напруги (логічний «0») на вході установки (S) чи збросу (R) встановлюють виходи тригера в відповідний стан незалежно від стану інших входів (С та D).

При наявності на вході установки та збросу логічної «1» необхідна попередня установка інформації по виходу даних відносно фронту тактового сигналу, а також відповідна витримка інформації після подачі фронту синхросигналу. Дані істинності наведено в табл. 1.1

Характеристики даної мікросхеми наведені в табл. 1.2. Повний список характеристик можна знайти за посиланням [2].

*Таблиця 1.1*

**Логічна таблиця 74НС74**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Входи | | | | Виходи | |
| \_  S | \_  R | C | D | Q | \_  Q |
| 0 | 1 | X | X | 1 | 0 |
| 1 | 0 | X | X | 0 | 1 |
| 0 | 0 | X | X | Н | Н |
| 1 | 1 | \_| | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | \_| | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | X | Qo | Qo |

*Таблиця 1.2*

**Основні параметри 74НС74**

|  |  |
| --- | --- |
| Напруга живлення (Vcc) | +2..6В |
| Вхідний струм (0/1), не більше | 1мкА |
| Струм живлення (статичний), max | 20мкА |
| Вихідний струм лог. "0/1", макс. | 25мА |
| Тактова частота | до 36МГц |
| Вихідний рівень "0" | < 0,1В |
| Вихідний рівень "1" | >Uпит-0,1В |
| Робочий діапазон температур | -55..+125oC |
| Корпус 74HC74AN  Корпус 74HC74D | DIP-14  SO-14 |
| Вітчизняний аналог | КР/КФ1564ТМ2 |

Принцип роботи схеми дуже простий. На вході присутній мікрофон, який реєструє зміни звуку у навколишньому середовищі. Він під’єднаний на вхід підсилюючого каскаду на транзисторі, який підсилює реєструючий звук, щоб мікросхема мала змогу його коректно сприймати. Коли на вхід С мікросхеми приходить фронт сигналу, а на вході Д присутня логічна «1», виходи мікросхеми встановлюються відповідно до логічної таблиці Q-«1», а інвертований вихід відповідно «0», який за зворотнім зв’язком подається на вхід Д. Тепер при надходженні наступного фронту на вхід С, на вході Д буде присутній логічний «0», в такому випадку на виході Q встановиться значення логічного «0». В результаті відбувається зміна рівнів напруги «перемикання».

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ АКУСТИЧНОГО ПЕРЕМИКАЧА

Для попередньої перевірки працездатності схеми було проведено певні розрахунки характеристик, а саме робоча точка підсилюючого каскаду на транзисторі VT1-2N2222A[3].

Розрахунок відштовхувався від обрання напруги коллектор-емітер. Ми вирішили опиратись на значення в 1,3 В, так як це рівень напруги логічного «0» для мікросхеми 74НС74. Тому робоча точка виходу повинна знаходитись трохи нижче (нами обрано значення в 1,1 В) заданного параметру, щоб при надходжені мінімального імпульсу та підсилення D-тригер спрацьовував.

-напруга між коллектором та емітером

-коефіціент відношення струму коллеткора до струму бази

-коефіціент підсилення за напругою

-температурние коефіцієнт

За 2 законом Кірхгофа напруга, яка виділиться на R2, буде розраховуватися як:

За законом Ома можемо знайти струм через цей резистор

За 1 законом Кірхгофа

Але струм бази достатньо малий для біполярного транзистору, щоб ним можна було знехтувати, тому можна стверджувати, що

З документації на транзистор для отриманого значення Iк було визначена напруга Uбе=0.6

За 2 законом Кірхгофа можемо стверджувати, що

Ця напруга буде виділятися на R1, тому за законом Ома ми можемо знайти значення струму Iб

Для знайдених значень струму можна розрахувати параметр транзистору β.

Також можна розрахувати коефіцієнт підсилення

*=0.0156*

Вважаючи, що опір мікросхеми у ролі вихідного навантаження(Rn) буде складати порядку - Ом, можна стверджувати, що опір параллельного з’єднання з Rк буде рівним номіналу Rк, а саме 10 кОм.

*=-156*

РОЗДІЛ 3

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ АКУСТИЧНОГО ПЕРЕМИКАЧА

Для перевірки працездатності принципової схеми було проведено симулювання в програмі LTspice. Для цього було побудовано схему, наведену на рис. 3.1

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 3.1 Схема для симуляції |

В данному випадку були внесені певні зміни до конструкції. Практична тестова модель показала, що схема занадто чутлива то зовнішніх збуджувачів, тому було прийняте рішення додати схему для боротьби з дрібяжінням сигналу [4]. Дане рішення суцільно практичне і в симуляції враховане не було. З підключенням цієї схеми симуляція припиняла свою роботу. Це пов'язано с тим, що записаний аудіофайл хлопків сприймався інакше, ніж реальний звук. Результат симуляції наведено на рис 3.2

|  |
| --- |
|  |
| Рис 3.2 Симуляція роботи спроектованої принципової схеми |

На симуляції ми бачимо три графіки:

1. Червоний − напруга, яка подається з джерела. В даному випадку це записаний звук хлопків.
2. Зелений − напруга на колекторі транзистору, який виконує роль підсилюючого каскаду зі спільним емітером.
3. Синій − напруга на виході мікросхеми.

Як бачимо, кожний новій імпульс спочатку підсилюється, щоб сприйматися мікросхемою. Остання в свою чергу реагує на підсилені імпульси та спрацьовує. Як результат на виході мікросхеми відбувається зміна рівнів напруги від 0В низького рівня (логічний «0») до 5 В високого рівня (логічної «1»). Перевірка розрахованих характеристик. Напруга та струм бази відображено на рис. 3.3

|  |
| --- |
| UbIb.jpg |
| Рис 3.3 Напруга та струм бази |

Напруга та струм коллектора показано на рис 3.4

|  |
| --- |
| UkIk.jpg |
| Рис 3.4 Напруга та струм коллектора |

|  |
| --- |
| Підсилення сигналу показано на рис 3.5 |
| Рис 3.4 Підсилений сигнал |
| Коефіціент підсилення за напругою складає 2. |

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТРУКЦІЇ АКУСТИЧОГО ПЕРЕМИКАЧА

Щоб упевнития в корректній роботі присторую для початку була зібрана тестова модель на макетній платі (див. рис 4.1)

|  |
| --- |
| IMG_20170303_172546.jpgIMG_20170303_193005.jpg |
| Рис 4.1 Тестова модель пристрою |

Вона показала, що пристрій занадто чутливий. Це було підтверджено за допомогою AnalogDiscovery, знімаючи рівень напруги на вході С D-тригеру (рис 4.2)

|  |
| --- |
| b5h911BU0es.jpg |
| Рис 4.2 Покази осцилографа з тестовою моделью за допомогою AnalogDiscovery |

Так були виялені різкі не однократні перепади сигналу, які призводили до хибних спрацьовувань тригеру. Ця проблема була вирішена за допомогою схеми для боротьби з дрібяжінням від контактів, яка наведена на рис 4.3.

|  |
| --- |
|  |
| Рис 4.3 Схема для формування короткого імпульсу |

Наступним кроком стало перенесення вже справно працюючого приладу на макетну плату. Для цього у сервісі Sprint Layout для початку було розведено дану схему рис 4.4.

|  |
| --- |
| Screenshot_3.jpg |
| Рис 4.4 Розводка схеми |

Після цього на основі побудови було зібрано та спаяно пристрій на макетній платі рис 4.5

|  |
| --- |
| 1.jpg2.jpg |
| Рис 4.5 Зібраний прилад на макетній платі |

На даному етапі ще не приєднано мікрофон, та було додано світло діод. Це необхідно для зручності проведення подальших тестів з пристроєм. Після необхідних перевірок було додано блок живлення для мережі 220В, та реле, для керування мережею 220В рис 4.6.

|  |
| --- |
| QfzP1yScTyE.jpgiFXo8tglUhU.jpg |
| Рис 4.6 Реле та блок живлення для роботи з мережею 220 В |

Останнім кроком в конструкції робочого прототипу стало приєднання запобіжників у цілях захищення пристрою від неочікуваних перепадів струму (див. рис 4.7)

|  |
| --- |
| TyUnzqSE47o.jpg |
| Рис 4.7 Запобіжники для реле та БЖ |

Результатом роботи було отримано акустичний перемикач, що живиться від мережі та здатен виконувати роль вимикача, що контролюється імпульсами звуку. Рис 4.8

|  |
| --- |
| 9XKq9tEYkwo.jpgMtgEo2b4oYQ.jpg |
| Рис 4.8 Остаточний вигляд пристрою з середини та зовні |

Також було проведено певні виміри для перевірки розрахунків з розділу 2.

Напруга бази та колектора. рис 4.9

Ube=0.61V

Uke=1.2V

Покази амперметру становлять Ib=2uA

Ik=0.41mA

|  |
| --- |
| siniiUcgeltiiUb.jpg |
| Рис 4.9 Напруга бази та колектора (робоча точка) |

Підсилення сигналу можна спостерігати на рис 4.10

|  |
| --- |
| Ku2.jpg |
| Рис 4.10 Підсилення сигналу каскадом |

Коефіціент підсилення складає 152

ВИСНОВКИ

В даній курсовій роботі була обрана схема акустичного перемикача. Було проведено її аналіз, та досліджено принцип роботи.

Далі були проведені теоретичні розрахунки одного з ділянок схеми, щоб перевіритися працездатність. За результатами обрахунку була визначена робоча точка підсилюючого каскаду на біполярному транзисторі, та обраховано коефіцієнт підсилення за напругою, його значення склало 156.

Далі було проведено симуляцію на основі обраної схеми. Вона підтвердила попередні розрахунки, а також підтвердила працездатність схеми. Це можна визначити з графіків вихідних сигналів, а саме виходу Д-тригера. Здійснювалось перемикання рівнів напруги, яке лежить в основі даного пристрою. На даному етапі виникла лише одна суттєва відмінність. Значення коефіцієнт підсилення за напругою, для симуляції склало приблизно 2.

Останнім кроком було безпосереднє проектування та збір пристрою на макетній платі. Для цього схема спочатку була розведена, а після розміщення усіх компонентів спаяна. Зібрана модель працювала коректно, та виконувала ввімкнення/вимкнення світлодіоду в результаті реакції на звукові імпульси. Для зібраного прототипу були виміряні параметри для порівняння з попередніми етапами роботи. Для робочої точки підсилюючого каскаду похибка значень була несуттєвою. Це зумовлено використанням у схемі резистора іншого номіналу: замість 220кОм було використано резистор 200 кОм. Коефіціент підсилення за напругою складає 152.

За власною ініціативою до працюючого пристрою було додано блок живлення та зібрано просту схему з використанням реле. Це було зроблено з метою використання даного пристрою для роботи в мережі 220В.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Акустический выключатель [Електронний ресурс] – Режим доступу <http://cxema.my1.ru/publ/razdel_skhem_dlja_nachinajushhikh_radioljubitelej/konstrukcii_prostoj_slozhnosti/akusticheskij_vykljuchatel_7/23-1-0-2958> − Назва з екрану

2. Документація на мікросхему 74НС74 [Електронний ресурс] – Режим доступу <http://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/74HC_HCT74.pdf> − Назва з екрану

3. Документація на транзистор 2N2222A [Електронний ресурс] – Режим доступу http://web.mit.edu/6.101/www/reference/2N2222A.pdf − Назва з екрану

4. Схема для боротьби з дрібяжінням сигналу [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.junradio.com/nach/TTL/CHAPTER3/3.htm> − Назва з екрану