**Національний технічний університет України**

**“Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського”**

**Факультет прикладної математики**

**Кафедра системного програмування і спеціалізованих комп’ютерних систем**

**ПРАКТИЧНА РОБОТА №7**

з дисципліни

“Комп’ютерна електроніка ”

**ТЕМА:** “Аналогові обчислення”

Група: КВ-12

Виконав: Дмитрієвцев Михаїл

Оцінка:

Київ – 2023

**Варіант курсової роботи для цієї практичної**

Схему на операційних підсилювачах, яка формує вихідну напругу Z за формулою Z=A1\*X1+A2\*X2+B1\*Y1+B2\*Y2, де Х1, Х2 – напруги на першому і другому аналогових входах, Y1, Y2 – напруги на першому і другому аналогових виходах,

A1=0,25; A2=0,1; B1=0,2; B2=-0,15.

Напруга Z диференційною парою виводиться на третій роз’єм, через який на плату ще подаються напруги живлення аналогових схем +3 В, -3 В і аналогове заземлення AGND.

**Основні відомості про використаний у схемі операційний підсилювач MCP6001**

Вигляд:

Зображення, що містить схема, ряд, Шрифт

Автоматично згенерований опис

­Опис згідно документації:

Сімейство операційних підсилювачів (операційних підсилювачів) Microchip Technology Inc. MCP6001/2/4 15 спеціально розроблено для застосувань загального призначення. Це сімейство має продукт посилення смуги пропускання 1 МГц (GBWP) і запас по фазі 90°. Він також підтримує фазовий запас 45° з ємнісним навантаженням 500 пФ. Це сімейство працює від однієї напруги живлення до 1,8 В, споживаючи струм спокою 100 мкА . Крім того, MCP6001/2/4 підтримує зміну входу та виходу «рейка-рейка» з діапазоном вхідної напруги загального режиму від VDD +300 мВ до VSS-300 мВ. Це сімейство операційних підсилювачів розроблено за передовою технологією CMOS від Microchip.

Сімейство MCP6001/2/4 доступне для промислового та розширеного температурного діапазону з діапазоном живлення від 1,8 В до 5,5 В.

**Пояснення і розрахунки для побудови схеми згідно з вашим варіантом курсової роботи**

Нехай R3=R4=2.2кОм. Щоб поділити різницю напруг на 2, опір резисторів R1, R2 має бути вдвічі більшим за опори R3, R4, тобто R1=R2=4,4кОм. Найближче значення серед присутніх у номінальному ряду Е96 складає 4.42 кОм. Аналогічно опори R7=R8=2,2кОм, а опори R18, R19 дорівнюють 4.42 кОм.

Далі застосована схема додавання напруг на інвертуючому операційному підсилювачі D3, на який подаються напруги, що мають додатні коефіцієнти. В нашому прикладі це Х1, Х2 і Y1. Як відомо, значення коефіцієнтів визначається опорами і розраховуються як

А1=R/R9=**0.25** , A2=R10/R11=**0.1** і В1=R10/R16=**0.2**.

Звідси при R10=2.2 кОм маємо:

R9=2.2/0.25= 8.8 кОм,

R11=2.2/0.1=22 кОм.

R16=2.2/0.2=11 кОм.

З номінального ряду Е96 обираємо: R9= 8.87 кОм, R11=22.1 кОм, R16= 11 кОм.

Перевіримо правильність виконання цього етапу:

Якщо Х1=1 В, X2=2В Y1=2 В, то на виході D3 має формуватися напруга Z1=-A1\*X1-A2\*X2-B1\*Y1= (-0.25\*1)-(0.1\*2)-(0.2\*2)= -0.85. На скріншоті нижче можна побачити, що напруга з певною похибкою співпадає.

Ця напруга з коефіцієнтом одиниця (отже R12=R13=2,2 кОм) подається на вхід підсилювача D4, а також на його вхід подається напруга Y2 з коефіцієнтом 0.15.

Звідси R17=2.2/0.15=14.67 кОм.

Це значення приводимо до найближчого присутнього у номінальному ряду Е96: R17=14.7 кОм.

В результаті, при Y2=2,5 В на виході підсилювача D4 спостерігаємо напругу Z=0.4705 , а на виході інвертора D5, що формує сигнал диференційної пари, -Z=-0.4713.

Це дещо відрізняється від теоретичної Z=A1\*X1+A2\*X2+B1\*Y1+B2\*Y2=-Z1 - 0.15\*Y2=0.85 -0,375=0,475, однак така похибка для аналогових обчислень тут, як і в інших місцях цієї схеми, є цілком прийнятною, оскільки при моделюванні ми використовуємо опори з номінального ряду Е96, які дещо відрізняються від розрахованих.

**Скріншот схеми в програмі Micro-Cap, що відображає напруги на входах і виходах схеми**

**Зображення, що містить схема, ряд, текст

Автоматично згенерований опис**

**Часові діаграми сигналів на входах схеми і на виходах операційних підсилювачів під час моделювання схеми**

Зображення, що містить текст, знімок екрана, ряд, Графік

Автоматично згенерований опис

**Скріншот цієї ж схеми, але побудованої в програмі Altium CircuitMaker з необхідними поясненнями до неї.**

Зображення, що містить текст, схема, ряд, План

Автоматично згенерований опис

Пояснення:

У файл з ЦАП і АЦП було додано схему, що була спроектована в MicroCap . Було використано 1 мікросхему MCP6004 та одну мікросхему MCP6001

Резистори обиралися згідно обрахованих значень, невеликої потужності та з точністю не гірше 1%.

Вихід сформованої схемою напруги Z і його інверсію -Z підключено до роз'єму як диференційну пару.

Також було підключено по парі розв'язуючих конденсаторів треба підключати до кожної з опорних напруг, тобто між аналоговим заземленням AGND і +3V, а також між аналоговим заземленням і -3V .