

## Лабораторна робота №8

Варіант: 12

Виконав: Попов А.А.

Група: КС-231

**Тема:** Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі.

**Мета:** Вивчити призначення, конструктивне виконання та характеристики аналого-цифрових та цифро-аналогових перетворювачів. Набути навички роботи з АЦП і ЦАП.

### Порядок виконання роботи

1. Вивчення роботи аналогово-цифрових та цифро-аналогових перетворювачів.
  - 1.1. З довідникової літератури або з мережі інтернет знайти АЦП і ЦАП.
  - 1.2. Перенести електричні характеристики вибраних АЦП і ЦАП у звіт, дати пояснення змісту цих характеристик.
  - 1.3. Перенести розпіновку (символічні позначення та номери виводів) вибраних АЦП і ЦАП у звіт, дати пояснення призначенню виводів.
2. Вивчення внутрішньої будови АЦП і ЦАП.
  - 2.1. Побудувати в пакеті Multisim чи аналогічному схему ЦАП.
  - 2.2. Дослідити роботу ЦАП. Встановити: а) якими компонентами схеми забезпечено цифровий вхід ЦАП; б) якими компонентами схеми забезпечено аналоговий вихід ЦАП; в) розрядність ЦАП, позиції молодшого та старшого розрядів.
  - 2.3. Забезпечити виведення аналогової величини, отриманої при перетворенні цифровій комбінації, відповідної порядковому номеру студента у списку групи +N (число N задано в Google-класі для кожної з академічних груп).
  - 2.4. Результати досліджень занести до протоколу.
  - 2.5. Пояснити роботу АЦП (один з типів, теоретично).
3. Зробити висновки по роботі.

АЦП – пристрій, що перетворює вхідний аналоговий сигнал в дискретний код (цифровий сигнал), який кількісно характеризує амплітуду вхідного сигналу. Зворотне перетворення здійснюється за допомогою цифро-аналогового перетворювача (ЦАП).

ЦАП – електронний пристрій для перетворення цифрового (як правило двійкового) сигналу на аналоговий.

Основні характеристики АЦП:

- Вхідний діапазон сигналу (діапазон виміру).
- Частота перетворення [Гц] – частота проходження аналого-цифрових перетворень. У термінології ЦОС частота перетворення АЦП називається частотою дискретизації сигналу його цифровому представленні.
- Період перетворення [с] =  $[1/\text{Гц}]$  – величина, обернена до частоти перетворення. У термінології ЦОС період перетворення АЦП є періодом перетворення сигналу його цифровому представленні. Для асинхронних АЦП нормується час перетворення.
- Смуга частот пропускання АЦП [Гц]...[Гц]. Це діапазон частот сигналу, що пропускає перетворювач за рівнем сигналу -3 дБ.
- Розрядність АЦП – кількість N двійкових розрядів перетворювача, причому кількість рівнів квантування сигналу в цифровому поданні АЦП дорівнює  $2^N$ .
- Співвідношення сигнал/шум каналу перетворення АЦП [дБ]
- Технологія АЦП. Типові представники: АЦП послідовного наближення, сигма-дельта АЦП.
- Міжканальне проходження [дБ].

Основні характеристики ЦАП:

- Діапазон вихідної напруги.
- Динамічний діапазон.
- Вихідний струм (або характеристики номінального навантаження).
- Смуга частот відтворення вихідного сигналу.
- Період (частота) перетворення. Для асинхронних ЦАП нормується час

перетворення.

- Час встановлення вихідного сигналу.
- Коефіцієнт нелінійного спотворення (КНІ).
- Похибка відтворення напруги постійного та змінного

струму. Приклади:

Розглянемо мікросхема АЦП та наведемо її приклад (див. рис. 1.1, 1.2):

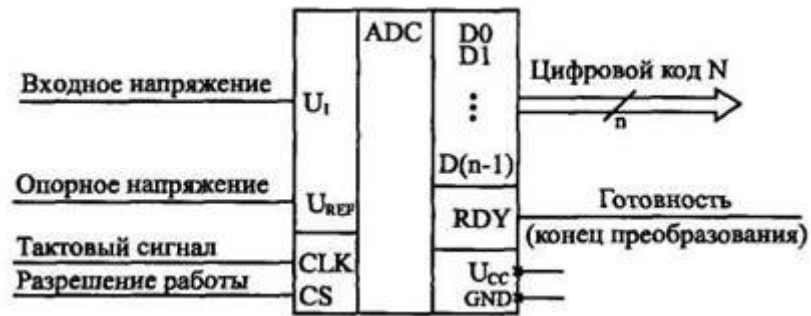


Рисунок 1.1



Рисунок 1.2 - Мікросхема MCP3208

До мікросхеми АЦП наведемо характеристику нище:

- Напруга живлення: від 2,7 до 5,5 В
- Розрядність: 12 біт
- Кількість каналів: 8
- Інтерфейс: SPI
- Струм: 550 мкА

Мікросхема АЦП MCP3208 є 8-канальним 12-бітовим аналого-цифровим перетворювачем. Точність цього АЦП така ж як в Arduino Uno. Цікаво, що платформа Raspberry PI не має жодного аналогового входу. Тому, цей чіп є відмінним вибором, якщо вам потрібно зчитувати прості аналогові сигнали, такі як від датчиків температури або освітленості. Дану мікросхему можна використовувати для Arduino проектів, в яких передбачається обробка великого числа аналогових сигналів, а також для використання з поширеними мікроконтроллерами та іншими міні-комп'ютерами. Якщо потрібна велика точність, слід звернутися до мікросхем з ряду ADS1x115.

Розглянемо мікросхема ЦАП та наведемо її приклад (див. рис. 1.3, 1.4):

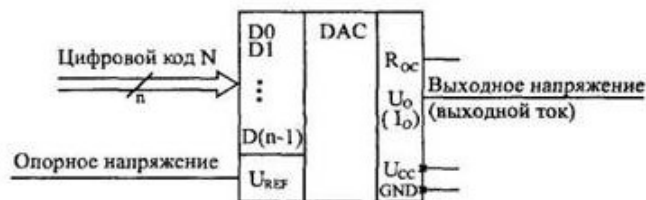


Рисунок 1.3

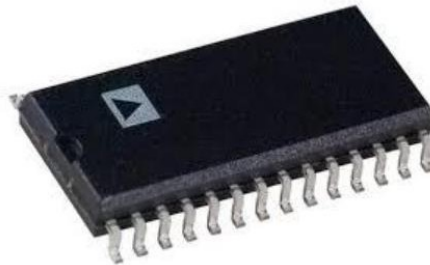


Рисунок 1.4 - Мікросхема AD5421BREQ-REEL7

До мікросхеми АЦП наведемо характеристику нище:

- Категорія продукту: цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП)
- Серія: AD5421
- Роздільна здатність: 16 bit
- Кількість каналів: 1 Channel
- Час стабілізації: 50 us
- Тип інтерфейсу: Serial
- Напруга живлення - макс.: 52 V

- Напруга живлення - хв.: 5.5 V
- Робоча температура: - 40 °C ... +105 °C
- Вид монтажу: SMD/SMT
- Кількість перетворювачів: 1 Converter
- Pd - розсіювання потужності: 1.43 mW

Мікросхема AD5421BREZ-REEL7 є спеціалізованою інтегральною схемою, яка використовується в системах вимірювання енергії та електричних параметрів. Вона розроблена компанією Analog Devices та призначена для прецизійного вимірювання активної енергії, реактивної енергії та інших електричних параметрів в однофазних та трифазних мережах змінного струму.

Принцип роботи АЦП (АЦП прямого перетворення або паралельний АЦП): Містить по одному компаратору на кожен дискретний рівень вхідного сигналу. У будь-який момент часу тільки компаратори, відповідні рівням нижче за рівень вхідного сигналу, видаватимуть на своєму виході сигнал перевищення. Сигнали зі всіх компараторів поступають на логічну схему яка видає цифровий код, залежний від того, скільки компараторів показали перевищення. Паралельні АЦП дуже швидкі, але зазвичай мають розрядність не більше 8 бітів (256 компараторів), оскільки, мають велику і дорогу схему. АЦП цього типу мають дуже великий розмір кристала мікросхеми, високу вхідну ємність, і можуть видавати короткочасні помилки на виході. Часто використовуються для відео або інших високочастотних сигналів.

Дослідимо наступну мікросхему (див. рис. 2.1):

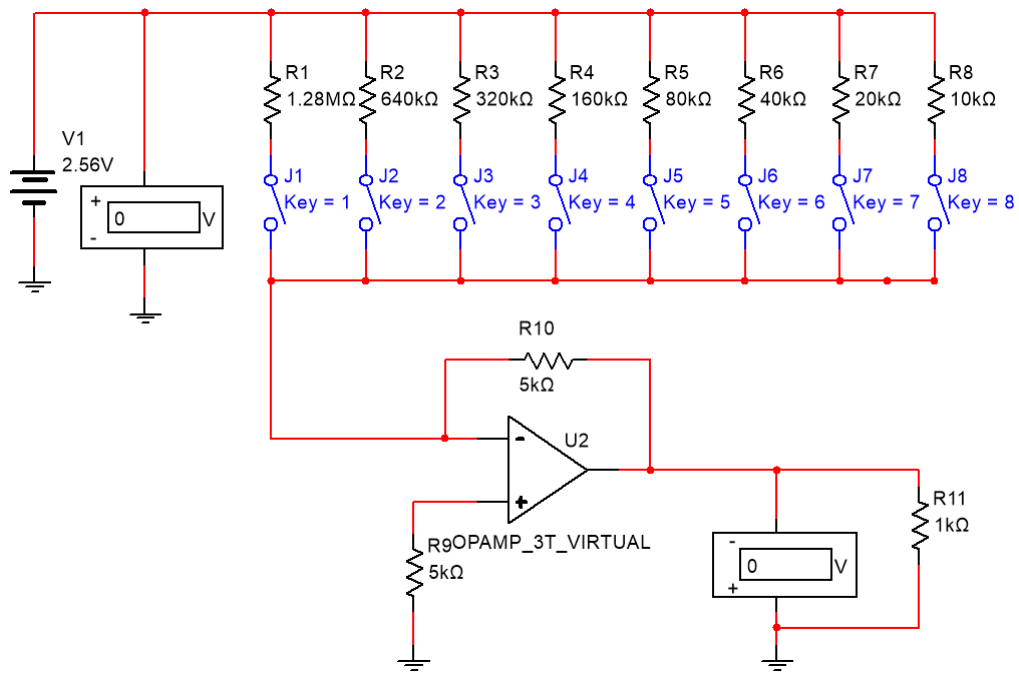


Рисунок 2.1

Цифровий вхід забезпечено паралельно з'єднаними резисторами різних номіналів, через які подається напруга 2.56 В. В залежності від положення ключів, номінал напруги, що проходять через «підключені» резистори будуть додаватись або ігноруватись.

Аналоговий вихід – вольтметр для вимірювання напруги при певній кількості з'єднаних або роз'єднаних ключів.

8-ми розрядний ЦАП. Молодший розряд – J1. Старший – J8.

Для отримання кінцевого значення 112 (1.12) необхідно включити 1, 2, 3, 4 та 8 ключі на мікросхемі (див. рис. 2.2):

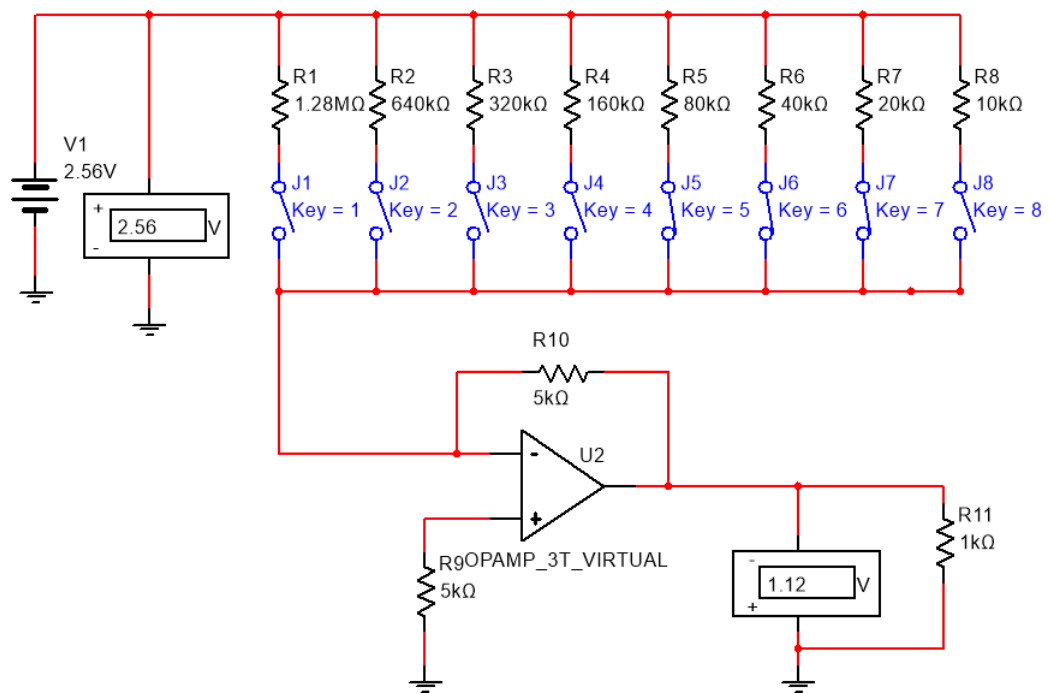


Рисунок 2.2

**Висновок:** Під час вивчення аналого-цифрових та цифро-аналогових перетворювачів я отримав важливі знання про їхнє призначення, конструкцію та основні характеристики. Здобуті навички роботи з АЦП і ЦАП розширили мої можливості у взаємодії з аналоговими та цифровими сигналами, що важливо для реалізації різноманітних мікро контролерних проектів та досліджень.