

Лабораторна робота №2

АЦП. СТВОРЕННЯ ВОЛЬТМЕТРА ТА ТЕРМОМЕТРА НА БАЗІ ARDUINO

Мета роботи:

1. Практичне ознайомлення з АЦП.
2. Створення на базі Arduino вольтметра з використанням АЦП мікроконтролера.
3. Створення на базі Arduino термометра з використанням спеціалізованої мікросхеми LM35 та АЦП мікроконтролера.

1 Короткі теоретичні відомості

Аналого-цифровий перетворювач являє собою пристрій для перетворення величини, що змінюється у часі, у відповідні значення числових кадрів. Перетворення здійснюється через певний інтервал часу t_d , який визначається необхідною частотою дискретизації

$$f_d = \frac{1}{t_d}$$

вхідного аналогового сигналу у конкретній цифровій системі.

Кількісний зв'язок між аналоговою величиною y і відповідною їй цифровою величиною z , яка характеризує алгоритм квантування, має вигляд: $z=(u - \delta)/\Delta u$, де Δu - відлік квантування є аналоговий елемент одиниці молодшого розряду коду, δ - похибка перетворення на даному кроці.

Основні параметри АЦП можна розділити на дві групи: характеризуючу статичну та динамічну точність.

Параметри, які характеризують статичну точність, визначають роботу АЦП при дискретизації квазіпостійних фізичних величин. До цих параметрів відносяться:

- похибка квантування;
- інструментальна похибка;
- часова нестабільність - це здібність АЦП зберігати статичну точність на протязі відповідних інтервалів часу;

- роздільна здатність - це здібність АЦП розрізняти два значення вхідного сигналу, характеризує потенційні можливості АЦП з точки зору досяжної точності;
- діапазони вимірювальних величин - максимальні та мінімальні для даного АЦП значення вимірювальної величини;
- вхідний опір - характеризує міру впливу входу АЦП на вимірювальну величину.

Якщо вхідний опір не великий та сумісний з опором джерела сигналу він не є постійним, то це може призвести до появи додаткових похибок. Тому до величини вхідного опору пред'являють жорсткі вимоги до постійної величини.

Поява динамічних похибок пов'язана з дискретизацією сигналів, які змінюються з часом. До параметрів, що характеризують динамічну точність відносяться: частота дискретизації, час перетворення, час вибірки (стробування).

Частота дискретизації - це частота $f_d = \frac{1}{t_d}$, з якою здійснюється утворення дискретних значень сигналу.

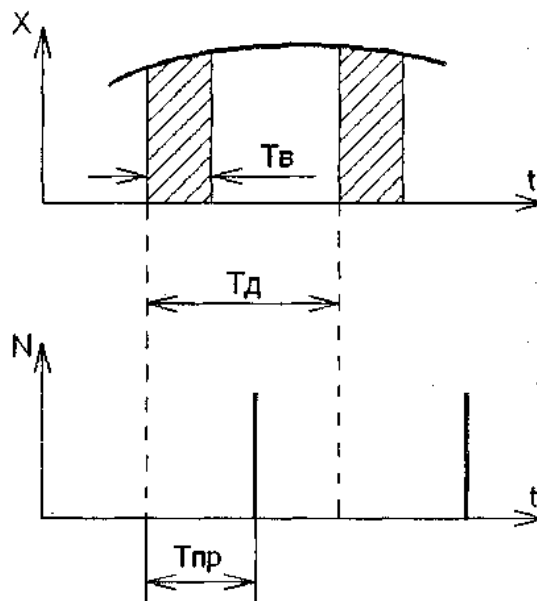


Рисунок 1 – Час вибірки так частота дискретизації

Час перетворення T_{np} - час, який відраховує від початку перетворення до появи на виході коду, відповідного даній вибірці.

Час вибірки T_s (стробування) - час, на протязі якого здійснюється поява одного вибраного значення, Рис. 1.

Дискретизація неперервних сигналів. Суть процесу дискретизації в тому, що з неперервного у часі сигналу обираються окремі його значення, відповідні моментам часу, які з'являються через визначений часовий інтервал T . Інтервал T називається тактовим інтервалом часу, а моменти часу t_1, t_2, \dots , в які беруться відліки, - тактовими моментами часу.

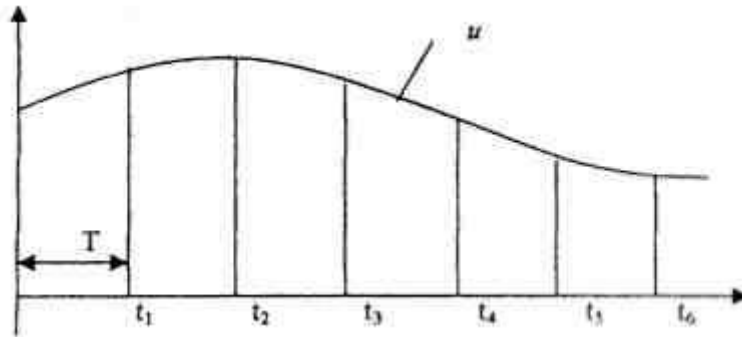


Рисунок 2 – Відліки та тактовий інтервал

Дискретні значення сигналу потрібно визначати з таким малим тактовим інтервалом T , щоб по ним можна було б встановити сигнал в аналоговій формі з потрібною точністю. (Рис.2)

Квантування і кодування. Сутність цих операцій заключається в наступному. Складається сітка так званих рівнів квантування, зсунутих один відносно іншого на величину n , яка називається кроком квантування. Кожному рівню квантування можна дати порядковий номер (0, 1, 2, 3 і т.д.). Далі, отримані в результаті дискретизації значення початкової аналогової напруги замінюються найближчими до них рівнями квантування. Так, на діаграмі значення напруги в момент t_0 замінюється найближчим до неї рівнем квантування з номером 3, в тактовий момент t_1 значення напруги ближче до рівня 6 і замінюється цим рівнем і т.д.

Описаний процес носить назву операції квантування, зміст якого складається в округленні значень аналогової напруги, обраних в тактові моменти часу. Як і будь-яке округлення, процес квантування призводить до похибки (до помилок квантування) в представленні дискретних значень напруги, створюючи так званий шум квантування. При проектуванні АЦП намагаються понизити шум квантування до такого рівня, при якому він ще забезпечує потрібну точність представлення сигналу.

Наступна операція, яка виконується при аналого-цифровому перетворенні сигналів - кодування. Зміст її складається в наступному. Округлення значення напруги, яке виконується при операції квантуванні, дозволяє ці значення представляти числами (номерами відповідних рівнів квантування). Для діаграми на рис.3. створюється послідовність чисел: 3, 6, 7, 4, 1, 2 і т.д. Далі, отримана таким шляхом послідовність чисел представляється двійковим кодом.

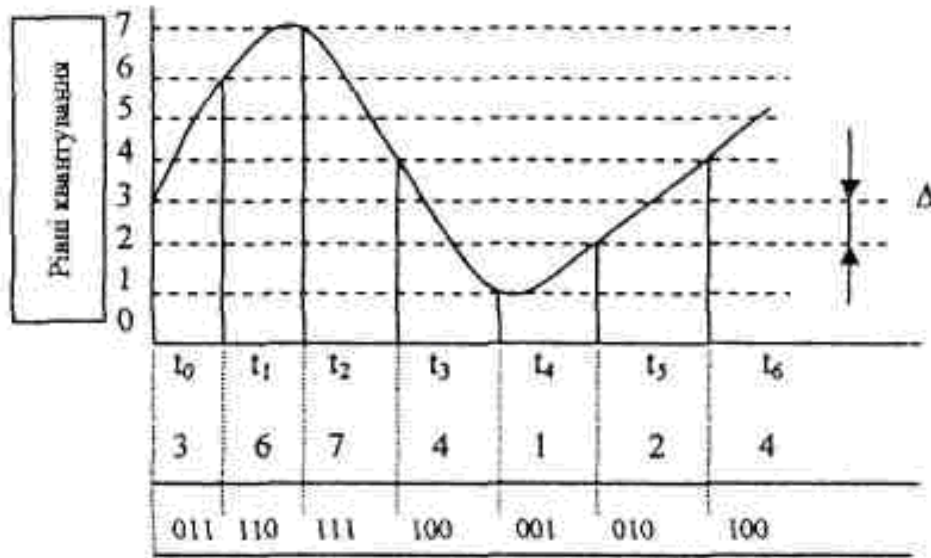


Рисунок 3 – Діаграма кодування

2 Лабораторна установка

Схема 1

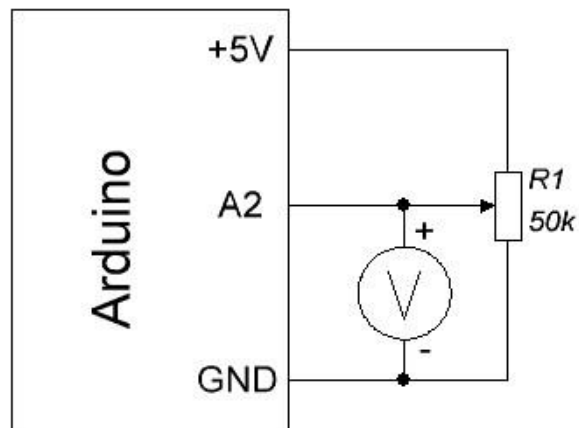
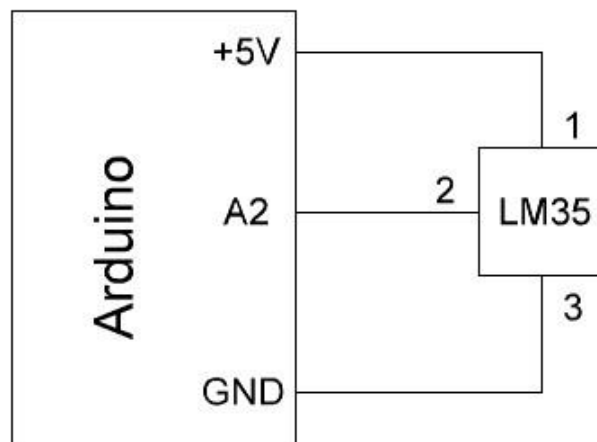


Схема 2



3 Хід виконання роботи

- 3.1 Ознайомтесь з лабораторною установкою та додатковими вказівками по роботі з приладами. Ознайомтесь з технічною документацією (даташит) на мікросхему LM35.

3.2 Зберіть першу схему, та перевірте правильність. Розрахуйте напругу одного відліку за формулою $U_{\text{відл}} = \frac{U_{\text{опорна}}}{2^{\text{Розрядність АЦП}}}$.

3.3 Напишіть програму в Arduino IDE, яка буде виводити в монітор послідовного порту кількість отриманих відліків та напругу у вольтах, так як зображено нижче.

```
Voltage in V:4,213
```

```
863
```

```
Voltage in V:4,213
```

```
863
```

```
Voltage in V:4,213
```

3.4 Заповніть таблицю, виконавши 5-10 вимірювань, кожного разу змінюючи положення повзунка змінного резистора.

№ п/п	Кількість відліків	Напруга на вольтметрі, В	Розрахункова напруга, В

3.5 Зберіть другу схему, та перевірте правильність. Знайдіть в технічній документації на мікросхему LM35 співвідношення напруги на виході мікросхеми до температури, виведіть формулу.

3.6 Напишіть програму в Arduino IDE, яка буде виводити в монітор послідовного порту температуру в градусах Цельсія, та Фаренгейта. Виводити дані так як зображено нижче.

```
Temperature in F: 492.8
```

```
Temperature in C: 25.6
```

```
Temperature in F: 492.8
```

```
Temperature in C: 25.6
```

4 Розрахункове завдання

Розрахункове завдання – див. п. 3.2 та п. 3.5.

5 Вимоги до звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

1. Коротке описання мети і методики проведення роботи.
2. Перелік використаних приладів та матеріалів.
3. Таблиці результатів вимірювань, графічне оформлення.
 1. табличних даних по п.3.4.
4. Результати вимірювань по пп. 3.4, 3.6.
5. Програмний код із середовища Arduino IDE з коментарями.
6. Розрахункове завдання.
7. Висновки.

6 Контрольні питання

1. Що означає термін АЦП?
2. Які бувають види АЦП?
3. Що означає термін квантування?
4. Теорема Котельнікова-Найквіста?
5. Що таке частота дискретизації?
6. Що означає поняття опорна напруга?
7. Де використовуються АЦП?
8. Що таке квантування?
9. Чи залежить полоса пропускання від частоти дискретизації, чому?
10. Який тип АЦП та його розрядність в Arduino UNO?