

Лабораторна робота №6

Інтерфейс та використання енкодера для вимірювання позиції

Мета: дослідити основні принципи роботи з енкодером.

Теоретичні відомості

Датчик кута повороту — пристрій, за допомогою якого вимірюють кут повороту вала.

Датчики кута повороту (енкодери) поділяються на **інкрементні** та **абсолютні**, які можуть мати дуже високу роздільну здатність. Енкодери в свою чергу можуть бути як **оптичними**, так і **магнітними** та можуть працювати через шинні інтерфейси. Інкрементні енкодери призначені для визначення швидкості обертання і кута повороту об'єктів, які обертаються. Вони генерують послідовний імпульсний цифровий код, який містить інформацію про кут повороту. Якщо вал зупиняється — то припиняється і передача імпульсів. Основним робочим параметром датчика є кількість імпульсів за один оберт. Миттєву величину кута повороту визначають підраховуючи кількість імпульсів від початку обертання. Для визначення кутової швидкості об'єкта, процесор в тахометрі виконує диференціювання кількості імпульсів за часом, таким чином одразу видає величину швидкості, тобто число обертів за хвилину. Вихідний сигнал має два канали, в яких ідентичні послідовності імпульсів зсунуті по фазі на 90° , що дає можливість визначити напрямок обертання. Також є цифровий вихід нульової відмітки, який дає можливість визначити абсолютне положення вала. Основною характеристикою абсолютних енкодерів — як оптичних, так і магнітних — є число кроків, тобто унікальних кодів на оберт і кількість таких обертів. При цьому не потрібне початкове встановлення «нуля» та ініціалізації. Найпоширеніші типи вихідного сигналу — це паралельний код, інтерфейси Profibus-DP, CANopen, DeviceNet, SSI, LWL, через котрі також виконується програмування датчиків.

Оптичні енкодери

Оптичні енкодери мають жорстко закріплений на валу скляний диск із прецизійною оптичною шкалою. При обертанні об'єкта з закріпленим на ньому диском оптопара зчитує інформацію, а електронна схема перетворює її в послідовність дискретних електричних імпульсів. Абсолютні оптичні енкодери — це датчики кута повороту, де кожному положенню вала відповідає унікальний цифровий вихідний код, який разом з числом обертів є основним робочим параметром пристрою.

Магнітні енкодери

Магнітні енкодери з високою точністю реєструють проходження магнітних полюсів магнітного елемента, що обертається на малій відстані від чутливого елемента, і перетворюють цю інформацію у відповідний цифровий код.

Механічні та оптичні енкодери з послідовним виходом

Мають у своєму складі діелектричний чи скляний диск з нанесеними на нього випуклими, провідними чи непрозорими ділянками, відповідно до конкретної конструкції приладу. Визначення абсолютного кута повороту диска виконується лінійкою вимикачів чи контактів у випадку механічної схеми, або лінійкою оптопар, у випадку оптичної схеми. Вихідні сигнали являють собою код Грея, який дозволяє позбутися неоднозначності інтерпретації сигналу.

Кріплення

Датчики приєднуються до об'єкта, що обертається, за допомогою суцільного або порожнистого вала. Порожнистий вал, в свою чергу, може бути наскрізним або тупиковим. Вал датчика з'єднують з валом об'єкта за допомогою еластичної або жорсткої з'єднувальної муфти. Як альтернатива, вал датчика з'єднують безпосередньо з валом об'єкта, якщо датчик

має порожнистий вал. У першому випадку можливі несоосності компенсуються деформацією гнучкої втулки. У другому випадку одним з можливих варіантів може бути фіксація енкодера за допомогою штифта.

У середині ротаційного кодера є круглий диск із рівномірно розташованими прорізами. Цей диск прикріплений до ручки, яку ви повертаєте. Диск з'єднується зі штифтом під назвою «С», який служить загальною землею. Кодер також має два інші важливі контакти, які називаються «А» і «В». Ці шпильки допоможуть нам визначити, у якому напрямку обертається ручка.

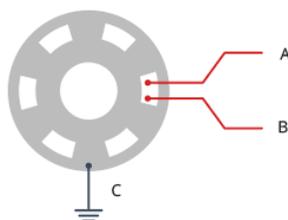


Рис.6.1 – Будова енкодера.

Коли ви повертаєте ручку кодера, диск із прорізами обертається разом із нею. Коли це відбувається, контакти А і В неодноразово контактують із загальною землею (висновок С).

Важливо зрозуміти, як вони встановлюють контакт. Через те, як розташовані щілини, кеглі А і В не торкаються землі одночасно. Один штифт завжди торкається безпосередньо перед іншим. Це створює два окремі сигнали, які трохи не синхронізовані. Технічно кажучи, вони «зміщені по фазі на 90 градусів».

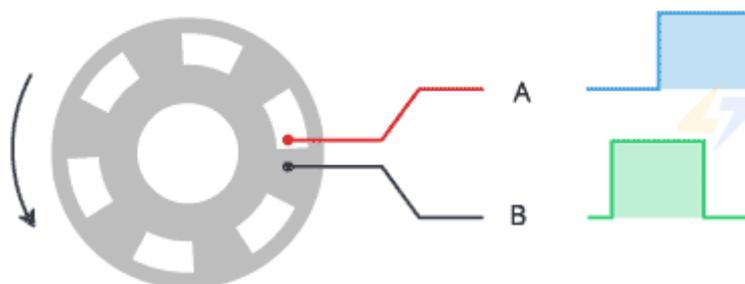


Рис.6.2 – Імпульсна характеристика енкодера при обертанні проти годинникової стрілки.

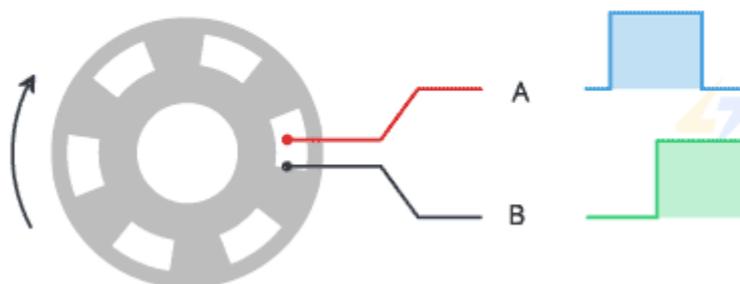
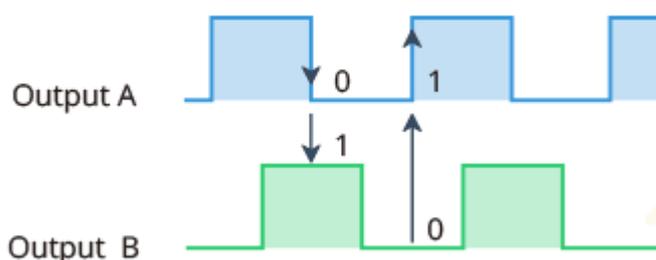


Рис.6.2 – Імпульсна характеристика енкодера при обертанні за годинниковою стрілкою.

Отже, як ми з'ясуємо, у який бік обертається ручка? Ми робимо це, спостерігаючи за станом контакту В у той момент, коли контакт А змінює свій стан.

Коли контакт А змінює свій стан:

Якщо стан контакту В відрізняється від стану контакту А ($B \neq A$), то ручка обертається за годинниковою стрілкою.



Якщо стан контакту В такий самий, як і контакту А ($B = A$), то ручка обертається проти годинникової стрілки.

Цей метод відстеження руху називається квадратурним кодуванням .

GND це заземлення.

+ (VCC) подає живлення на кодер. Зазвичай ви підключаєте його до контакту 5 В або 3,3 В на Arduino.

SW (перемикач) підключається до вбудованої кнопки всередині кодера. Зазвичай цей висновок утримується на високому рівні (при позитивній напрузі) за допомогою внутрішнього підтягуючого резистора Arduino або зовнішнього підтягуючого резистора. Коли ви натискаєте кнопку, штифт SW опускається до «LOW».

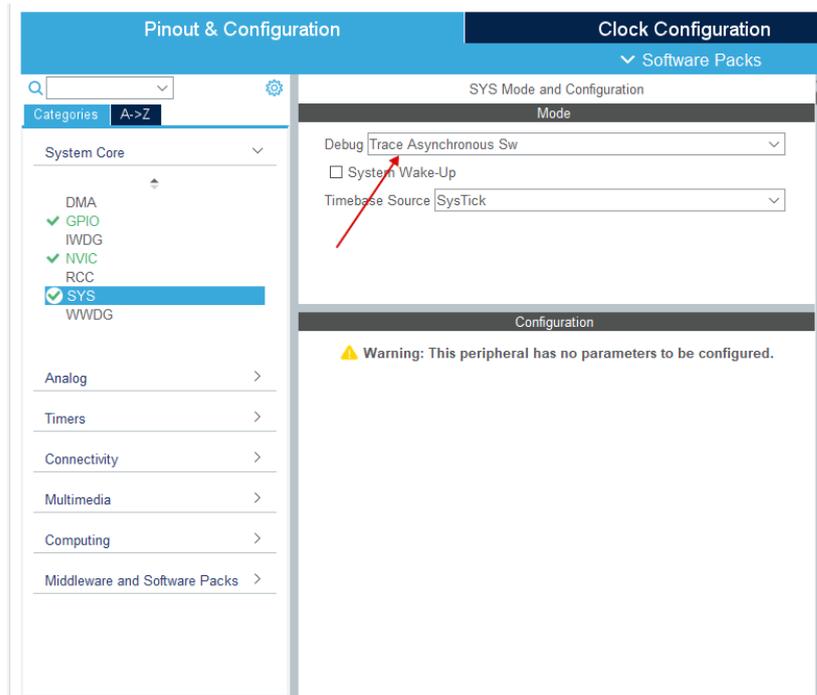
CLK пін забезпечує один із двох квадратурних вихідних сигналів, які використовуються для визначення обертання. Ви підключите цей контакт до контакту цифрового входу на Arduino.

DT пін забезпечує другий квадратурний вихідний сигнал. Цей сигнал схожий на CLK, але з ним зміщений по фазі на 90 градусів. Як і контакт CLK, ви підключаєте DT до іншого контакту цифрового входу на Arduino.

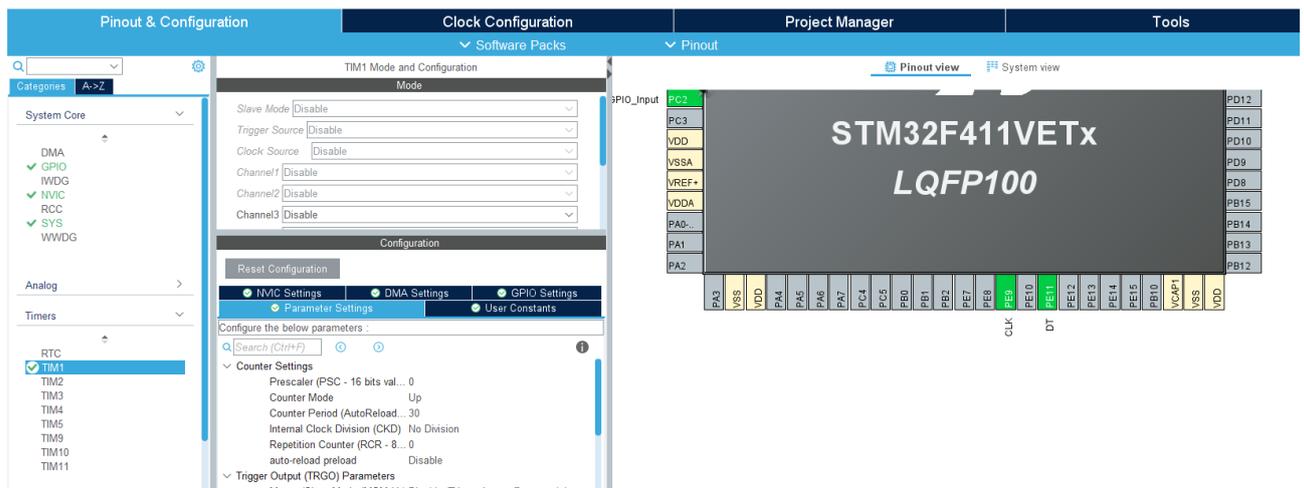
Хід виконання роботи

6.1 Налаштувати файл конфігурації:

6.1.1 Обрати SYS Mode and Configuration та Debug в режимі *Trace Asynchronous Sw* для виводу інформації



6.1.2 Активувати таймер *TIM1*, обрати *Combined Channels* та активувати його в режимі *Encoder Mode*. Ця дія активує виводи PE9 та PE11.



6.1.3 Встановити *Counter Period* = 30.

6.1.4 Здійснити відповідне підключення пінів енкодера до палати STM32.

6.1.5 Оголосити змінну **Encoder** для перевірки

```
/* USER CODE BEGIN PV */
uint8_t Encoder = 0;
/* USER CODE END PV */
```

6.1.6 Запустити таймер для взаємодії з енкодером.

```
/* USER CODE BEGIN 2 */
HAL_TIM_Encoder_Start(&htim1, TIM_CHANNEL_ALL);
/* USER CODE END 2 */
```

6.1.7 Для взаємодії з змінною **Encoder** та збереженні результату через TIM1 в головній функції записати:

```
while (1)
{
/* USER CODE END WHILE */
```

```

Encoder = TIM1->CNT;
/* USER CODE BEGIN 3 */
}

```

6.1.8 Запустити в режимі дебагу та перевірити правильність підключення. Якщо все підключено правильно при обертанні ручки енкодера буде змінюватись значення Encoder.

Expression	Type	Value
secure_code		Failed to evaluate expression
access_granted		Failed to evaluate expression
Encoder	uint8_t	18 '\022'
+ Add new expression		

Значення Encoder буде збільшуватись до 30 після чого обнулиться.

Індивідуальні завдання

1. Написати програму для виводу поточного значення енкодера на LCD дисплей;
2. Написати код керування частотою миготіння для вбудованого світлодіода за допомогою енкодера.

Зміст звіту

1. Тема та мета лабораторної роботи.
2. Скріншот конфігурації мікропроцесора (файл .ioc) з підключеним LCD дисплеєм;
3. Код файлу main.c функції main для кожного пункту індивідуального плану;
4. Висновки.

Контрольні запитання

1. Що таке енкодер і для чого він використовується в системах автоматизації?
2. Як працює інкрементальний енкодер і які його основні характеристики?
3. Які методи можна використовувати для визначення напрямку обертання вала за допомогою енкодера?
4. Як обчислити швидкість обертання вала за допомогою енкодера і таймера?
5. Що таке "зворотній зв'язок" в системах, які використовують енкодери, і як його можна реалізувати?