**Контрольні питання**

1. **Яким є інтерфейс SPI: послідовним чи паралельним?**

SPI (Serial Peripheral Interface – шина для підключення периферійних пристроїв) – послідовний синхронний повнодуплексний інтерфейс, розроблений компанією Motorola в кінці 1970-их рр.

SPI не є інтерфейсом у повному сенсі слова, оскільки визначає принцип обміну даними на логічному рівні, але не диктує конкретну реалізацію.

1. **Яким є інтерфейс SPI: синхронним чи асинхронним?**

“Синхронний” означає, що установлення та читання даних розділені в часі, за допомогою спеціального синхросигналу. Синхросигнал передається по шині тактування (на відміну від асинхронних інтерфейсів, які не застосовують лінію синхросигналу).

1. **Скільки ліній потрібно для забезпечення повнодуплексного режиму роботи SPI? Якою лінією можна знехтувати, якщо потрібен напівдуплексний режим роботи?**

“Повнодуплексний” вказує на можливість передачі даних одночасно у двох напрямах — від ведучого до веденого і навпаки. Утім, можна налаштувати SPI і на напівдуплексний режим (при цьому можна використовувати на одну лінію менше).

1. **Як вибрати ведений пристрій?**

Типово для спілкування ведучого пристрою з веденим застосовуються 4 лінії: SCLK, MOSI, MISO та SS. Немає стандарту на назви цих ліній, тому в різних реалізаціях SPI можна побачити різні позначення.

SCLK – шина тактування, саме по ній передається синхросигнал. Варіант назви: DCLOCK, CLK, SCK.

MOSI (Master Out Slave In) – лінія, по якій ведучий пристрій передає дані веденому. Варіанти назви: DOUT, DO, SDO для ведучого, DIN, DI, SDI – для веденого.

MISO (Master In Slave Out) – лінія, по якій ведучий пристрій приймає дані від веденого. Варіанти назви: DIN, DI, SDI для ведучого, DOUT, DO, SDO – для веденого.

*SS (Slave Select) – лінія для вибору* ***конкретного веденого пристрою****. Варіант назви: CS (Chip Select). Зазвичай, щоб зробити один ведений пристрій активним, встановлюють CS = 0, для інших підключених ведених пристроїв – CS = 1. На рис. 1 проілюстровано сполучення ведучого пристрою з трьома веденими.*

1. В яких випадках лінію СС можна не застосовувати?
2. **Які є режими роботи SPI? Що означає CPOL? CPHA?**

Є 4 режими роботи SPI. Вони визначаються комбінацією значень CPOL та CPHA.

CPOL – задає синхро сигнал, тобто керує роботою SCL

CPHA – задає за яким фонтом відбувається передача даних(переднім або заднім)

CPOL визначає стан лінії синхросигналу (SCL) в час, коли дані не передаються.

Якщо CPOL=0, то на SCL низький логічний рівень, переднім фронтом вважатиметься перехід з логічного нуля в логічну одиницю.

Якщо CPOL=1, то на SCL високий логічний рівень, переднім фронтом вважатиметься перехід з логічної одиниці у логічний нуль.

CPHA визначає, за яким фронтом слід здійснювати вибірку. Якщо CPHA = 0, то по передньому фронту, якщо CPHA = 1 – то по задньому.

1. **Як передаються дані в SPI? Яким може бути розмір пакета та порядок передачі?**

|  |  |
| --- | --- |
| SPI\_DATASIZE\_8BIT | Розмір пакета 8 біт |
| SPI\_DATASIZE\_16BIT | Розмір пакета 16 біт |

1. **Які поля є у структурі SPI\_InitTypeDef і що вони означають?**

Значення полів структури *SPI\_InitTypeDef*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Допустимі значення** | **Пояснення** | |
| *Mode* | | |
| SPI\_MODE\_MASTER | Пристрій є ведучим | |
| SPI\_MODE\_SLAVE | Пристрій є веденим | |
| *Direction* | | |
| SPI\_DIRECTION\_2LINES | Повнодуплексний режим | |
| SPI\_DIRECTION\_2LINES\_RXONLY | Напівдуплексний режим | |
| SPI\_DIRECTION\_1LINE | Симплексний режим | |
| *DataSize* | | |
| SPI\_DATASIZE\_8BIT | Розмір пакета 8 біт | |
| SPI\_DATASIZE\_16BIT | Розмір пакета 16 біт | |
| *CLKPolarity* | | |
| SPI\_POLARITY\_LOW | Відповідає CPOL = 0 | |
| SPI\_POLARITY\_HIGH | Відповідає CPOL = 1 | |
| *CLKPhase* | | |
| SPI\_PHASE\_1EDGE | Відповідає CPHA = 0 | |
| SPI\_PHASE\_2EDGE | Відповідає CPHA = 1 | |
| *NSS* | | |
| SPI\_NSS\_SOFT | Вибір веденого пристрою програмний | |
| SPI\_NSS\_HARD\_INPUT | Вибір веденого апаратний, СС – на вхід | |
| SPI\_NSS\_HARD\_OUTPUT | Вибір веденого апаратний, СС – на вихід | |
| *BaudRatePrescaler* | | |
| SPI\_BAUDRATEPRESCALER\_2 | Тактова частота буде рівна T/2 | |
| SPI\_BAUDRATEPRESCALER\_4 | Тактова частота буде рівна T/2 | |
| SPI\_BAUDRATEPRESCALER\_8 | Тактова частота буде рівна T/8 | |
| SPI\_BAUDRATEPRESCALER\_16 | Тактова частота буде рівна T/16 | |
| SPI\_BAUDRATEPRESCALER\_32 | Тактова частота буде рівна T/32 | |
| SPI\_BAUDRATEPRESCALER\_64 | Тактова частота буде рівна T/64 | |
| SPI\_BAUDRATEPRESCALER\_128 | Тактова частота буде рівна T/128 | |
| SPI\_BAUDRATEPRESCALER\_256 | Тактова частота буде рівна T/256 | |
| *FirstBit* | | |
| SPI\_FIRSTBIT\_MSB | Передача бітів від старшого до молодшого | |
| SPI\_FIRSTBIT\_LSB | Передача бітів від молодшого до старшого | |
| *TIMode* | | |
| SPI\_TIMODE\_DISABLE | Формат пакета Texas Instruments (ТІ) не використовується | |
| SPI\_TIMODE\_ENABLE | Формат пакета ТІ використовується | |
| *CRCCalculation* | | |
| SPI\_CRCCALCULATION\_DISABLE | | Контрольна сума не застосовується |
| SPI\_CRCCALCULATION\_ENABLE | | Контрольна сума застосовується |
| *CRCPolynomial* | | |
| Ціле число з проміжку [0;65535] | | Поліном для розрахунку контрольної суми |

1. **Які кроки включає конфігурація SPI?**

Таким чином, ініціалізація SPI включає:

1. визначення модуля SPI (SPI1, SPI2, ...) мікроконтролера і 4 виводів GPIO;
2. налаштування виводів (тактування відповідного GPIO, задавання режиму, швидкості і т.д.);
3. тактування відповідного модуля SPI;
4. налаштування модуля SPI, а саме визначення:

* є пристрій ведучим або веденим;
* режим передачі даних — повнодуплексний чи навіпдуплексний;
* швидкість передачі даних — потрібно перевірити, на якій швидкості може працювати ведений пристрій, з яким організовується обмін даними;
* порядок передачі даних — MSB або LSB;
* розмір пакета даних;
* режим роботи — комбінація значень CPOL і CPHA;
* спосіб керування виводом для вибору веденого пристрою — апаратний чи програмний;
* наявність і спосіб перевірки контрольної суми

1. Чи може ведений пристрій керувати обміном у SPI?
2. **По якій лінії передається синхросигнал у SPI?**

SCLK – шина тактування, саме по ній передається синхросигнал. Варіант назви: DCLOCK, CLK, SCK.

1. Як здійснити читання і запис даних через SPI за допомогою SPL?
2. Як здійснити ініціалізацію SPI за допомогою SPL?
3. Як здійснити читання і запис даних через SPI за допомогою HAL?
4. Як здійснити ініціалізацію SPI за допомогою HAL?
5. Як здійснити ініціалізацію SPI за допомогою CMSIS SPI Driver?
6. Як дізнатися, яка модель акселерометра встановлена на платі stm32f4discovery?
7. Як за допомогою регістрів акселерометра перевірити правильність ініціалізації SPI?
8. Як перевірити, які виводи портів вводу/виводу загального призначення можуть бути задіяні для обміну даними з акселерометром?
9. **Що таке регістр “WHO\_AM\_I”?**

Для перевірки правильності ініціалізації зчитуємо значення регістру «WHO\_AM\_I», який має адресу 0х0F. Зчитане значення має бути рівне 3Bh.

1. Як здійснити програмну реалізацію інтерфейсу SPI?
2. Який контролер встановлений у дисплеї ET-NOKIA LCD 5110? Які команди він підтримує?

It uses the PCD8544 controller which is a low power CMOS LCD controller/driver that can be interfaced with the microcontroller using a serial interface

1. Які виводи має дисплей ET-NOKIA LCD 5110? Для чого призначений кожен з них? Як відрізнити, що передається від мікроконтролера: команда чи дані?
2. Які дії рекомендує виконати виробник дисплею ET-NOKIA LCD 5110 для його ініціалізації?