

KURS STM32

Wojciech Olech

CZĘŚĆ IX: I2C

I2C - WPROWADZENIE

I2C (Inter-Integrated Circuit) to prosty, szeregowy interfejs transmisji danych działający w trybie master-slave, o średniej szybkości, który umożliwia podłączanie 127 urządzeń jednocześnie z użyciem dwóch linii, oraz komunikację w trybie multi-master.

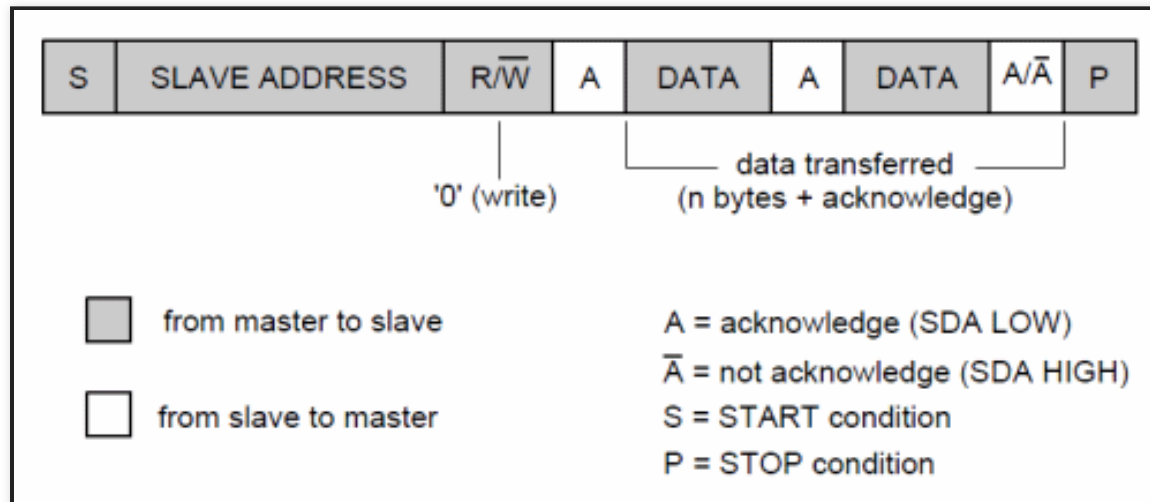
I2C - SPOSÓB DZIAŁANIA

Magistrala I2C opiera się na wysyłaniu danych poprzez pojedynczą linię danych (**SDA**, *Serial Data*) z pomocą linii zegarowej (**SCL**, *Serial Clock*).

W celu skomunikowania się mastera ze slave'em, master wysyła po linii SDA 7-bitowy adres urządzenia, informację o tym czy chce odczytać czy zapisać do niego dane, a potem następuje ich transmisja zakończona znakiem stopu.

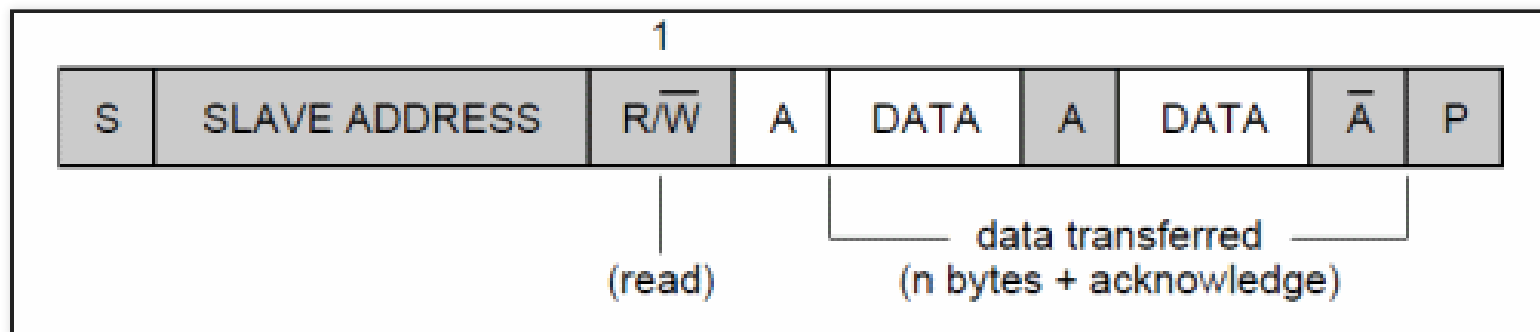
I2C - RAMKA

Format wiadomości I2C w przypadku kiedy master zapisuje dane do slave'a wygląda następująco

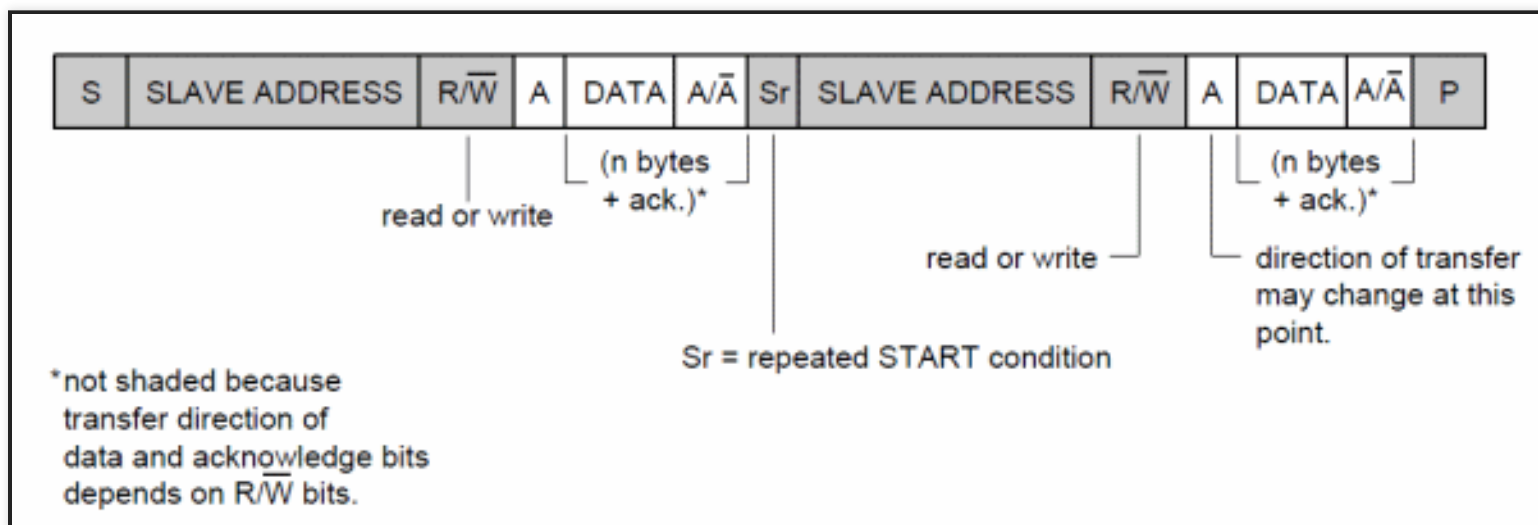


Dane są wysyłane w 8-bitowych pakietach. Transmisję zaczyna warunek startu (zbocze opadające na SDA, kiedy SCL jest nieaktywne), następnie zostaje wysłana 8-bitowa preambuła (7-bitowy adres urządzenia i bit read/write), slave odpowiada bitem ACK (stan niski na SDA jeśli slave odebrał pakiet), a transmisja kończy się w momencie kiedy master zwolni SCL i SDA (warunek stopu)

W przypadku kiedy master czyta dane ze slave'a, transmisja wygląda następująco:

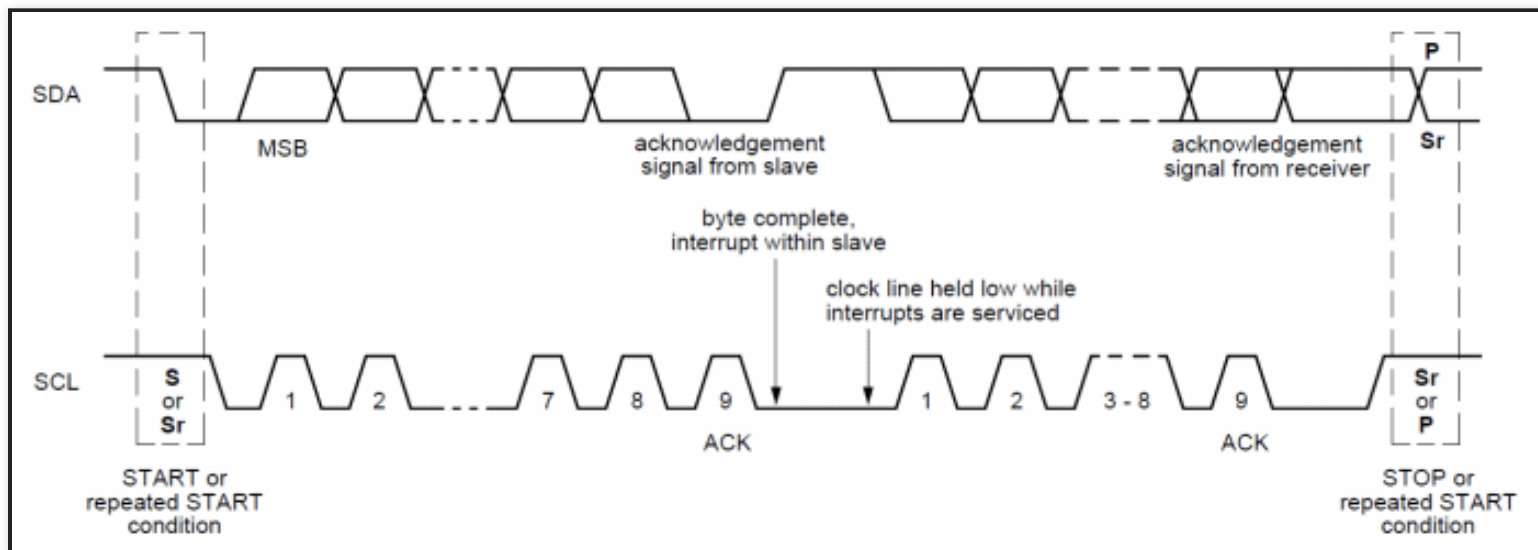


Jeśli master chce jednocześnie odbierać i wysyłać dane w ciągu jednej transmisji, może po zakończeniu operacji zapisu/odbioru ponownie ustanowić warunek startu (zwolnić SCL i wygenerować zbocze opadające na SDA) zamiast kończyć transmisję i zaczynać ją od nowa.



I2C - TIMING DIAGRAM

Timing diagram typowej transmisji I2C wygląda następująco:



I2C - KONFIGURACJA

I2C posiada dwa podstawowe tryby pracy - standardowy i szybki. W trybie standardowym, zegar ma domyślnie częstotliwość 100kHz. W trybie szybkim - 400kHz. Można ustawić prawie dowolną częstotliwość zegara I2C, co jest bardzo wygodne jeśli po drugiej stronie mamy urządzenie z software'owym I2C.

Poza tym, I2C może służyć do normalnej komunikacji między urządzeniami, ale często jest też wykorzystywane do operacji I/O na zewnętrznych pamięciach (najczęściej EEPROM), do czego istnieją osobne funkcje w HALu STM32

PODCIĄGANIE PINÓW

Linie danych i zegara w I2C *muszą* być domyślnie w stanie wysokim, podciągnięte do linii zasilania przez rezystory o wartości około 4.7kOhm. Komunikacja odbywa się na pinach ustawionych w trybie *open drain*, co pozwala na transmisję niezależnie od tego, jakiej logiki (3.3V czy 5V) używają urządzenia po obu stronach.

Najlepszym rozwiązaniem jest posiadanie zewnętrznych rezystorów podciągających. W teorii można użyć wewnętrznych rezystorów podciągających znajdujących się w STMach, **ale** z powodu iż mają one znacznie większe wartości niż zalecane (około 20kOhm), to mogą występować problemy z komunikacją, szczególnie przy długich ścieżkach/kablach. Problemy te wynikają z tego, że przy silniejszych pull-upach, liniom GPIO zajmuje więcej czasu powrót do stanu wysokiego.

Jeśli chcemy używać I2C z wewnętrznymi pull-upami, należy to robić tylko na małe odległości i potencjalnie może być konieczne zmniejszenie częstotliwości zegara.

I2C - KOMUNIKACJA Z UŻYCIEM HALA

HAL posiada sporą ilość funkcji do obsługi I2C w trzech trybach - master, slave i memory.

- Master transmit/receive - wysyłanie/odbiór danych w trybie mastera
- Slave transmit/receive - wysyłanie/odbiór danych w trybie slave'a, możliwe tylko po otrzymaniu zapytania od mastera
- Enable/Disable Listen - jeśli działamy w trybie slave'a, możemy włączyć/wyłączyć przerwanie które zostanie wywołane w momencie odbioru naszego adresu na linii danych.

HAL posiada też funkcje "Seq", które służą do sekwencyjnego wysyłania danych (kiedy w jednej transmisji mamy na przemian zapis i odczyt z powtarzanym startem).

DODATKOWE MATERIAŁY

Szczegółowe informacje o I2C i źródła grafik: <https://i2c.info/>