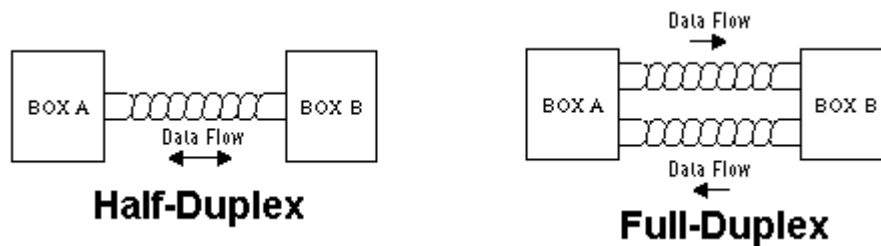


Protocolo SPI

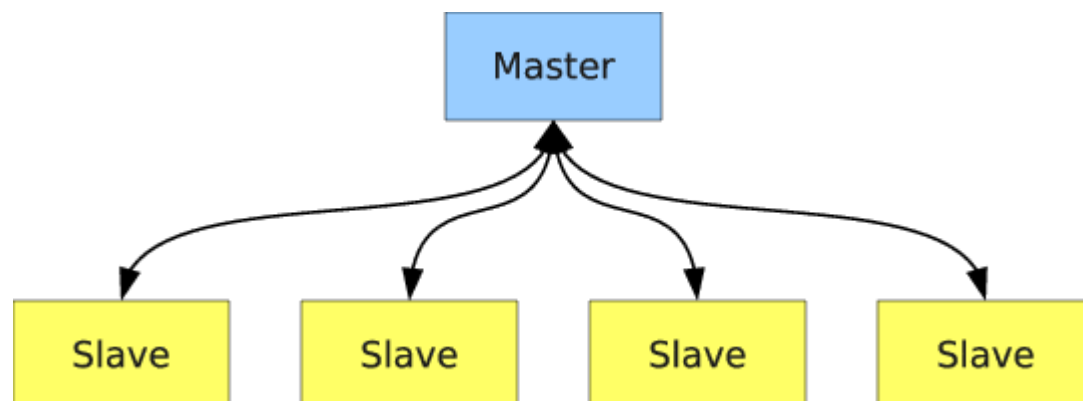
SPI – *SERIAL PERIPHERAL INTERFACE*

Introdução

SPI é um protocolo que permite a comunicação de microcontroladores com diversos outros componentes, formando uma rede. É uma especificação de interface de comunicação série síncrona usada para comunicação de curta distância, principalmente em sistemas embarcados. Aplicações típicas incluem cartões SD e mostradores de cristal líquido.

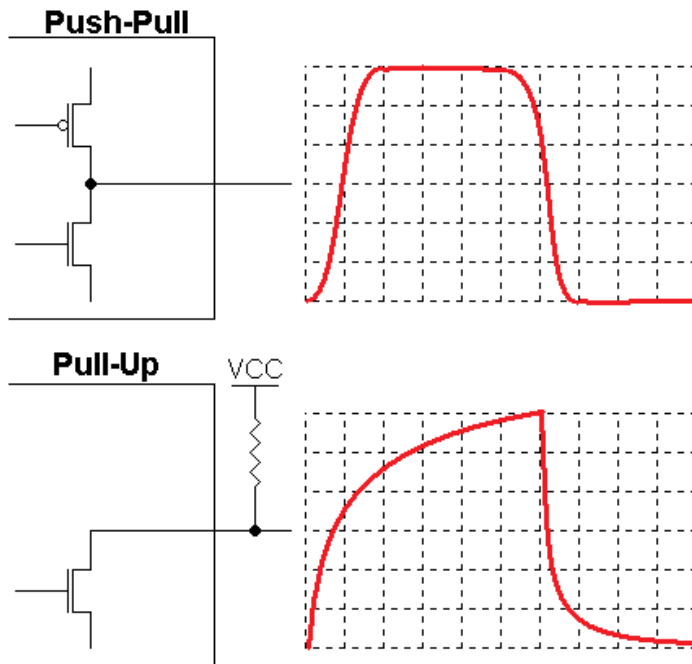


Os dispositivos SPI comunicam entre si em modo “*full duplex*” usando uma arquitetura “*máster-slave*” com um único mestre. O dispositivo mestre origina a trama para a leitura e a escrita. Múltiplos dispositivos escravos são suportados através de seleção (SS).



Comunicação SPI

Os sinais de comunicação SPI possuem uma direção fixa e definida. Isso significa que sempre existem dois transistores definindo o estado de um pino (*push-pull*). Essa característica é uma das grandes diferenças entre outras comunicações seriais como I2C e *OneWire*, que possuem um mesmo barramento de dados para os sinais de entrada e saída através do esquema de dreno-aberto (*pull-up*).

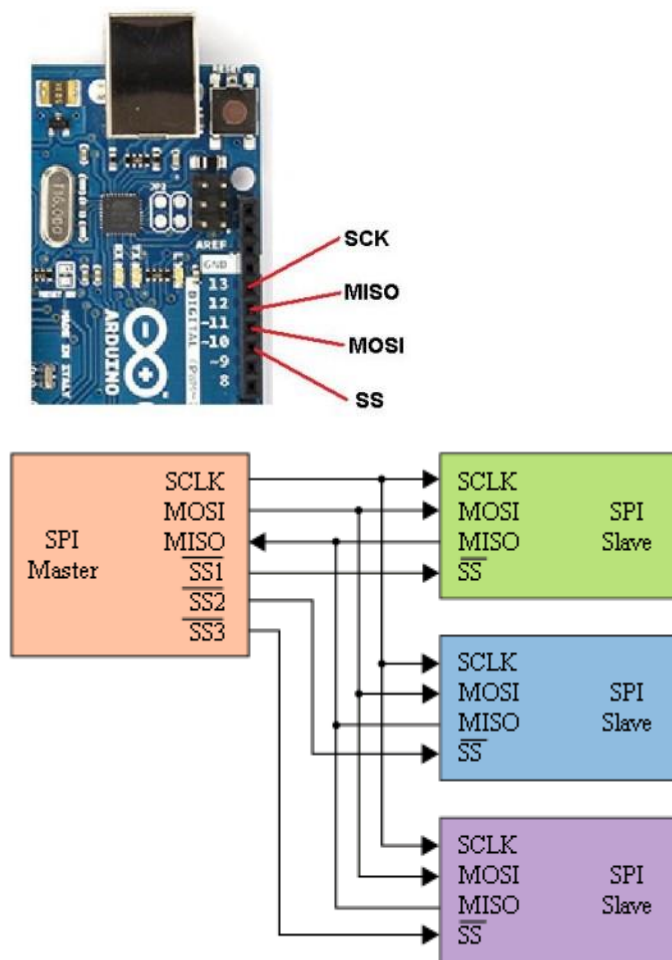


Apesar de utilizar dois sinais de comunicação de dados em vez de um, é possível atingir velocidades maiores de comunicação devido a haver pouca deformação do sinal. Outra característica que define o protocolo é que toda troca de dados acontece sempre em ambas as direções. Ou seja, cada bit trocado entre o *master* e um *slave* traz um bit do *slave* para o *master*. Dessa forma, definimos um tipo de comunicação que é sempre *full-duplex*.

PINAGEM

Os pinos básicos de comunicação entre dispositivos SPI e o esquema padrão de ligação são:

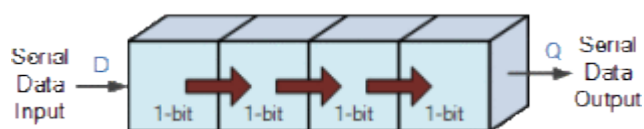
Pino	Nome padrão	Significado	Nome alternativo
Master -> Slave	MOSI	Master output slave input	SDO, DO, SO
Slave -> Master	MISO	Master input slave output	SDI, DI, SI
Clock	SCLK	Serial clock	SCK, CLK
Seleção Slave	SS	Slave select	CS, nSS, nCS



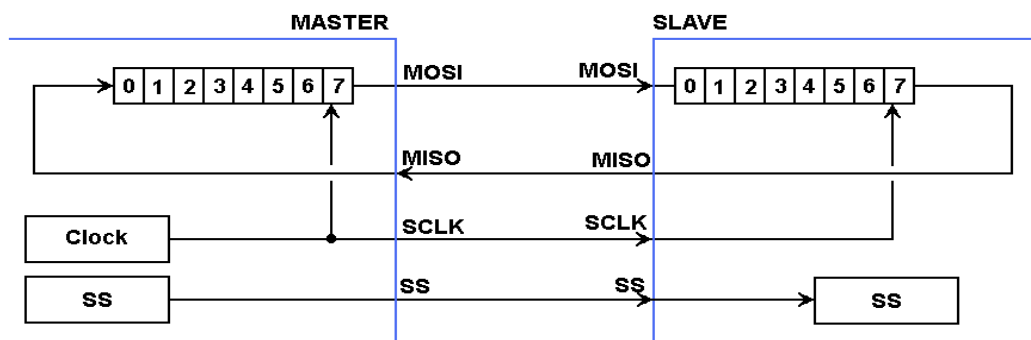
O sinal SS funciona como seleção do *slave*. É um sinal ativo em nível baixo.

DISPOSITIVO

O princípio básico de um dispositivo SPI é o *shift-register*. Esse tipo de dispositivo faz a conversão de um registrador paralelo para sinais de acordo com o *clock*. Cada borda recebida no terminal de *clock* do dispositivo significa um bit transferido. Da mesma forma esse tipo de dispositivo é capaz de receber dados vindos de maneira serial e convertê-los para um valor em um registrador paralelo.



O SPI não apenas é capaz de fazer essa conversão serial/paralelo, como também possui o gerador de *clock*, o controle para a troca do frame e o *select-slave*, ou seja, um dispositivo de comunicação completo.



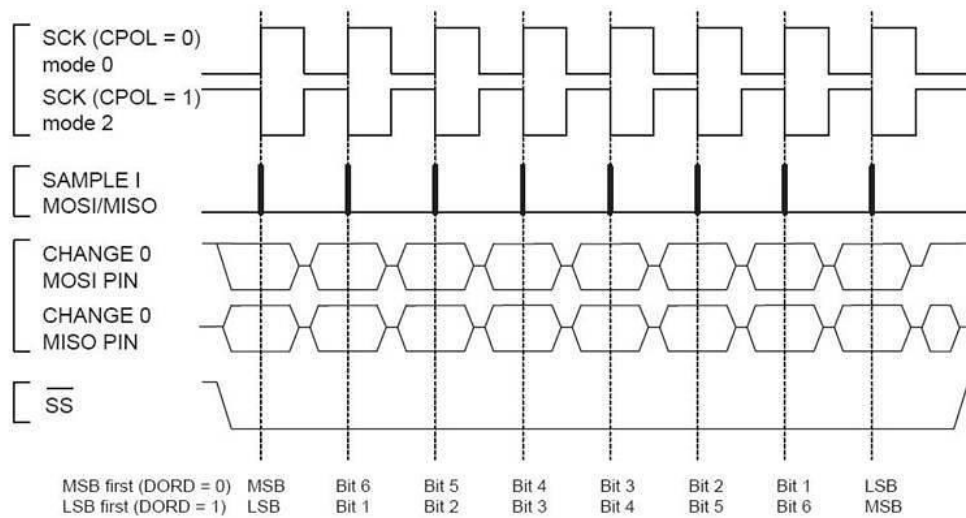
FORMA DE ONDA

Por padrão, a comunicação SPI permite a configuração das bordas de comunicação do *clock* através de sua polaridade e fase. A configuração da polaridade se dá através de CPOL (*clock polarity*), e a configuração da fase se dá através de CPHA (*clock phase*). Seus modos possíveis são:

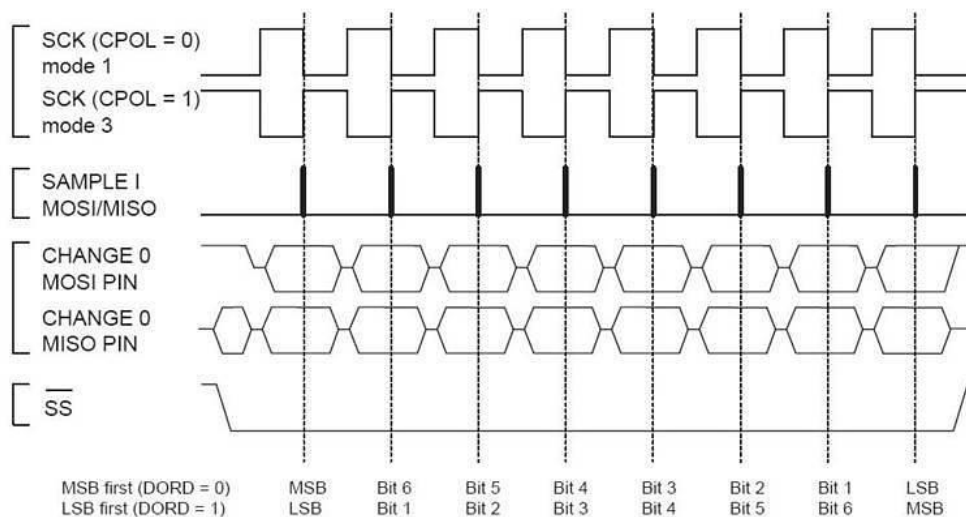
	CPOL	CPHA	Borda de troca	Transição	Nível em IDLE
0	0	0	Subida	Meio do bit	1
1	0	1	Descida	Começo do bit	0
2	1	0	Descida	Meio do bit	0
3	1	1	Subida	Começo do bit	1

Outra característica fundamental da comunicação é a definição da posição do bit mais significativo (MSB). Através de DORD é possível definir que o bit mais significativo será o primeiro (DORD = 0) ou o último (DORD = 1) bit trocado. É possível observar todas essas características através das imagens:

SPI Transfer Format with CPHA = 0

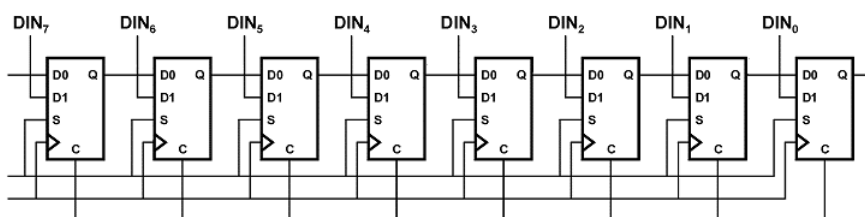


SPI Transfer Format with CPHA = 1

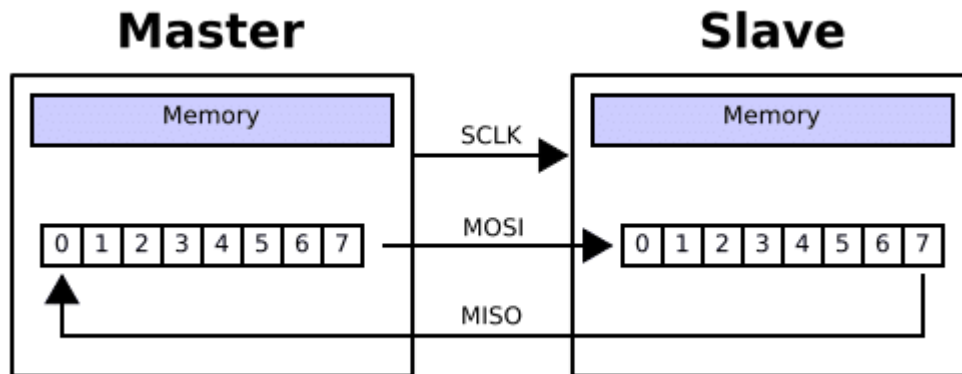


MAIS DETALHES

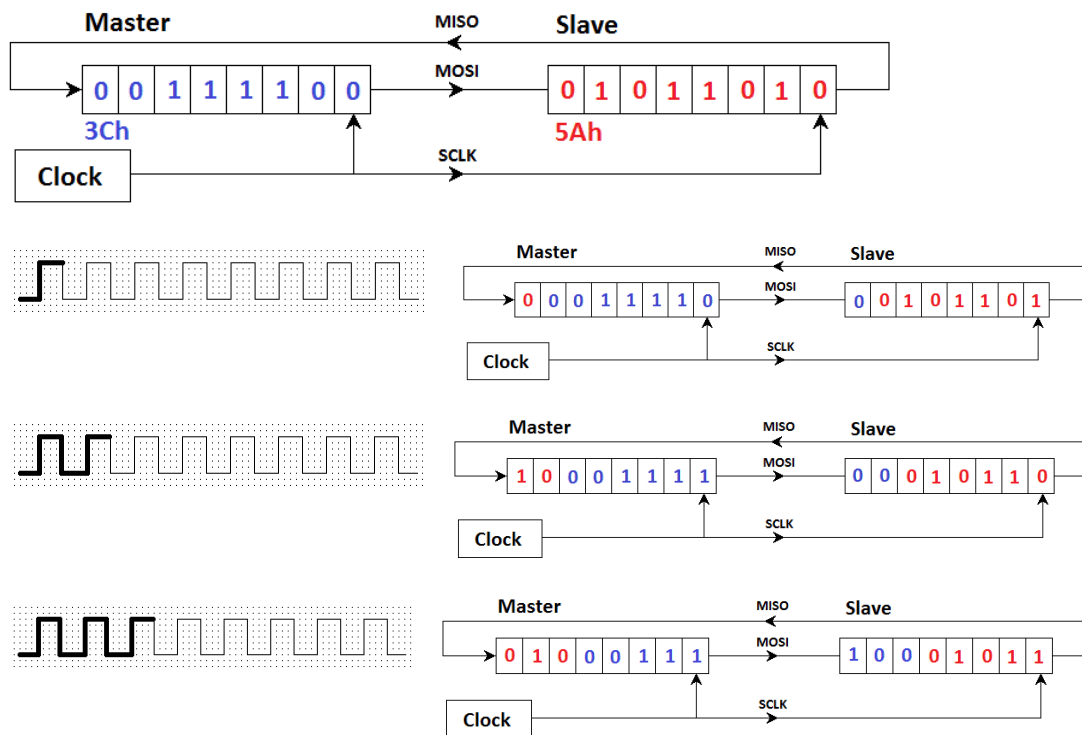
O SPI não apenas permite que os dados sejam transmitidos e recebidos simultaneamente, como é uma exigência de *hardware*. Cada bit de dado enviado do *máster* para a *slave* transfere também um bit de dado da *slave* para a *máster*. Isso é um fundamento do *shift-register*.



Analogamente, não há como receber um dado sem transmitir algo em troca.



Podemos simular uma troca de dados entre *máster* e *slave*. Nesse caso, *máster* possui carregado no seu registrador o dado 2Ch, e o *slave*, 5Ah.:



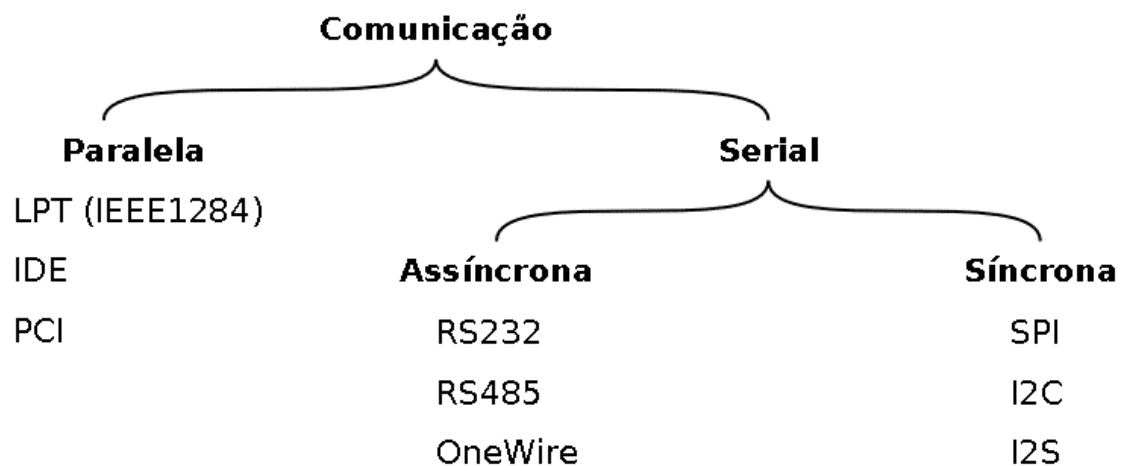
E assim sucessivamente. Ao final de 8 pulsos de *clock*, o valor 3Ch será completamente transferido para o registradores SPI da *slave*. Da mesma forma, o valor 5Ah será transferido para a *máster*.

Comparação entre outros protocolos

Às vezes SPI é chamado de barramento serial de quatro fios, contrastando com os barramentos de três, dois (I²C) e um (*OneWire*) fio.

Diversas tecnologias de interligação serial entre dispositivos foram desenvolvidas, podendo ser separadas em duas grandes categorias, a comunicação síncrona e a comunicação assíncrona. Dentre os métodos de comunicação mais conhecidos estão:

- UART: *Universal Asynchronous Receiver Transmitter*;
- SPI: *Serial Peripheral Interface*;
- I²C: *Inter Integrated Circuit*;



Comparativo entre diversos padrões seriais:

Tecnologia	Barramento de comunicação	Taxa máxima	Fluxo de dados
UART (RS232)	2 (sem controle de fluxo)	115.200 bps	Half ou Full Duplex
SPI	3 + n° de Slaves	2 Mbps	Full Duplex
I2C	2 (até 127 dispositivos)	400 Kbps	Half Duplex

Fontes

- https://pt.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface
- <https://www.embarcados.com.br/spi-parte-1/>
- <https://www.embarcados.com.br/comunicacao-spi-parte-2/>
-