

Trabalho 6 comunicação de dados

Nicolas Beraldo

Novembro 2018

Este trabalho irá descrever os fundamentos, conexões, componentes e comportamentos do protocolo SPI (Serial Peripheral Interface).

Introdução

SPI (Serial Peripheral Interface) é um protocolo de comunicação serial de single master que permite a comunicação a uma elevada taxa de transferência. Uma das suas características que o diferencia dos outros protocolos é ter um sinal com direção fixa, isso se deve por ser do tipo full-duplex. Mesmo usando dois sinais de comunicação a ele consegue manter as suas altas taxas de transferências, que alcançam 2Mbps, graças aos seus transistores em push-pull que também permitem uma comunicação de qualidade devido a pouca deformação do sinal.

Conexões

O protocolo SPI pode ser conhecido como “conexão serial de 4 fios” pois a quantidade mínima de fios para o seu correto funcionamento são os quatro descritos a baixo:

- MOSI (Master Output slave Input): Canal de comunicação entre o master e o slave;
- MISO (Master Input slave Output): Canal de comunicação entre o slave e o master;
- SCLK (Serial Clock): Canal de transmissão do clock entre o master e o slave afim de manter sincronização;
- SS (Slave Selector): Canal de seleção do slave.

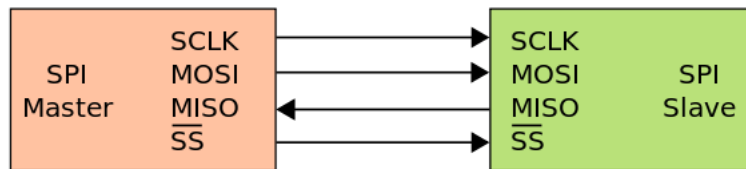


Figura 1: Conexões básicas de um SPI

Na figura 1 é possível ver como são feitas as conexões dos 4 fios necessários. Em todos os casos em que este protocolo é usado sempre haverá uma conexão para o MOSI, uma para o MISO e uma para o SCLK. No caso do SS será necessário determinar o método de conexão dos slaves que será usada já que há duas formas de realizar essa conexão.

Funcionamento

O protocolo consegue funcionar com apenas 1 master e 1 ou mais slaves, podendo serem usados inúmeros slaves. Para iniciar uma comunicação primeiro o master deve selecionar um clock para se comunicar com os slaves, em seguida o master seleciona o respectivo slave ao qual quer se comunicar, assim que o sinal de clock é iniciado e a conexão SS está com nível lógico 0 (ativa) é possível iniciar a comunicação. Por ser um protocolo com a característica full-duplex a cada ciclo de clock um BIT é enviado pelo canal MOSI e um pelo canal MISO, logo o master e o slave estão constantemente trocando informações entre eles, mesmo que apenas um deles irá usar a informação recebida.

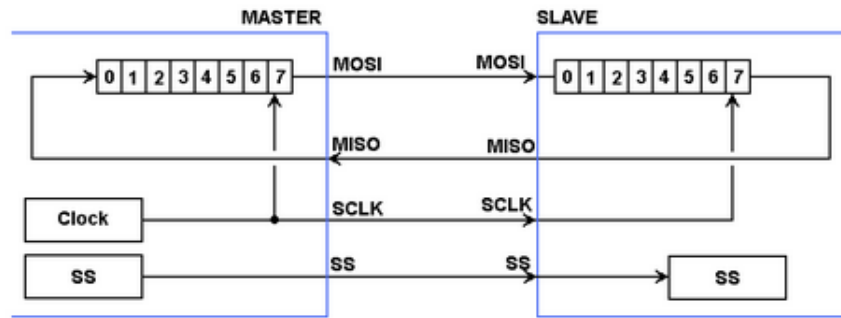


Figura 2: Comunicação entre master e slave

Na figura 2 é possível ver como as conexões funcionam na sua essência e como a comunicação full-duplex é realizada. É necessário que ambos os componentes saibam qual o tamanho da mensagem a ser enviada, assim evitando estourar a capacidade dos “shift registers”, responsáveis por enviar/receber e armazenar os BITS.

Como os registradores dos “shift registers” estão conectados está representado na figura 3 e são eles os responsáveis por converter as string de BITS de serie para paralelo e de paralelo para serie.

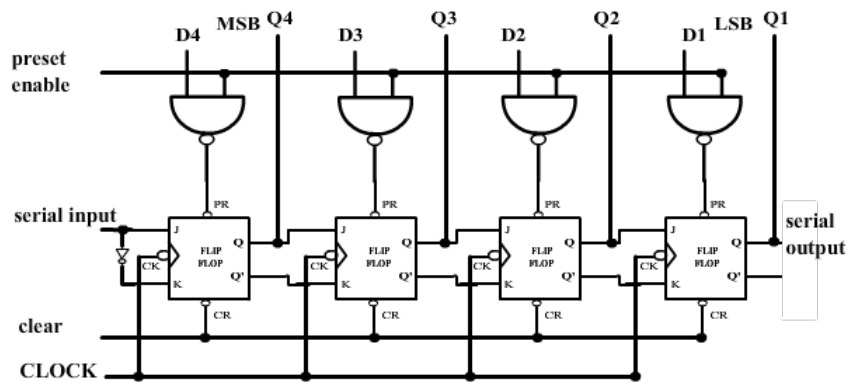


Figura 3: Shift register de 4 BITS

Na figura 3 o “CLOCK” seria o “SCLK”, o “Serial Input” e “Serial Output” as conexões “MOSI” e “MISO”, dependendo quem é analisado, e o “SS” não se encontra na imagem mas poderia ser o “chip enable” dos registradores.

Conexão master-slave

Há dois métodos de realizar a conexão de 2 ou mais slaves ao mesmo master.

- Conexão individual: Nesse tipo de configuração há uma conexão “SS” para cada slave, logo o numero de porta é: 3 + “numero de slave”.

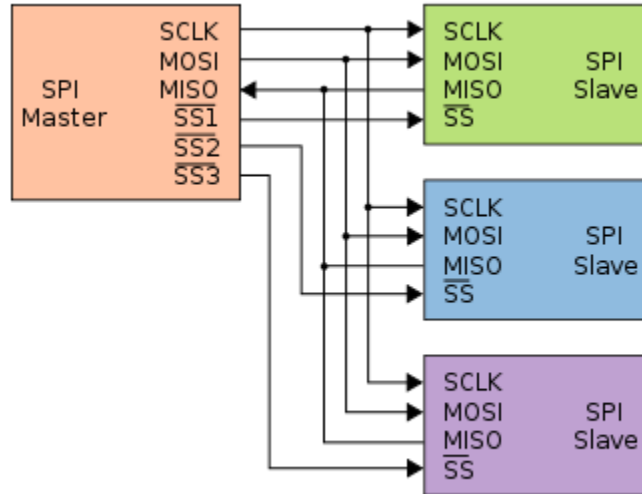


Figura 4: Conexão individual

Na figura 4 mostra que as portas “MISO”, “MOSI” e “SCLK” são as mesmas para todos os slaves e a porta “SS” é única para cada slave. Esse tipo de configuração pode se tornar impraticável ou de difícil implementação dependendo do hardware.

- Daisy-chain: Nessa configuração os slaves são ligados em serie. O primeiro slave é conectado a saída do master, a saída desse slave é conectada a entrada do segundo slave e assim por diante até a saída do ultimo slave se conectar a entrada do master. Na figura 5 é possível visualizar que sempre irá haver apenas 4 conexões no master assim reduzindo o espaço necessário para a implementação desse protocolo.

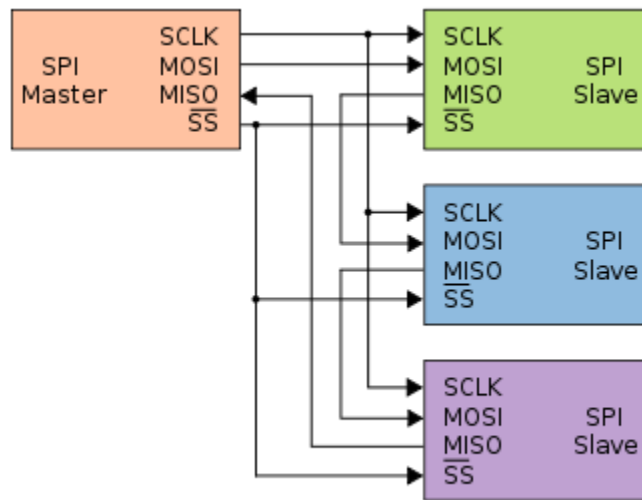


Figura 5: Configuração daisy-chain

Neste método o master prepara a mensagem e começa a rodar o clock para passar para os slaves, a primeira mensagem que o master prepara será transmitida até o ultimo slave mas irá passar por todos os slaves da cadeia, enquanto a ultima mensagem preparada irá para o primeiro slave. Apenas quando todos os slaves tiverem a mensagem corretamente armazenada o master dará um pulso na porta SS para ativar todos os slaves e eles processarem as suas mensagens.

Aplicações

- Sensores: Temperatura, pressão, touch-screens, ADC, controles de videogame;
- Controladores: Audio Codecs, Potenciômetros digitais, DAC;
- Lentes de câmeras;
- Comunicação: Ethernet, USB, IEEE;
- Memórias: FLASH, EEPROM;
- Relógio de tempo real;
- Gerenciamento de imagens: LCD, LED;
- MMC ou SD.

Exemplos

A seguir serão mostrados dois exemplos de componentes que trabalham com o protocolo SPI.

- Um ADC, conversor analógico-digital. Tem como função converter informações do mundo real para o mundo digital:

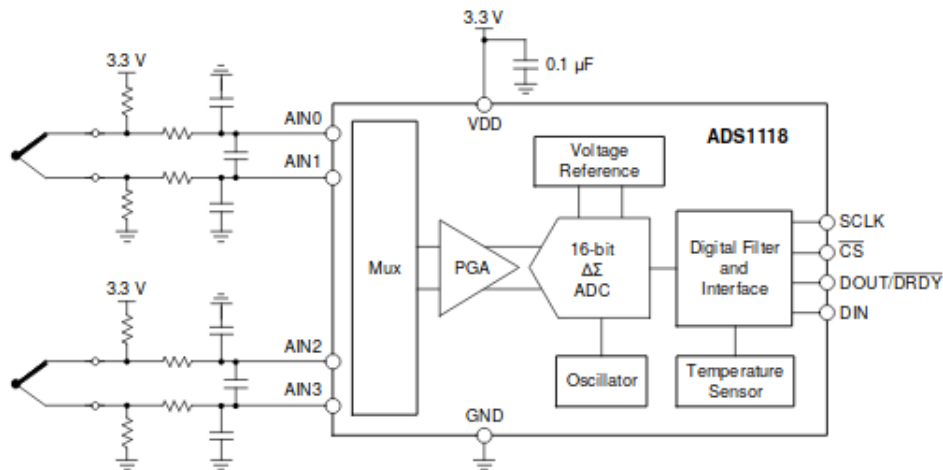


Figura 6: Conversor analógico-digital

Na figura 6 é possível localizar a direita as entradas/saídas do conversor, nela temos o SCLK, CS, DOUT e DIN, que representam respectivamente SCLK, SS, MISO e MOSI. Essas entrada estão conectadas a interface que interpreta as informações.

- Um DAC, conversor digital-analógico. Tem como função converter informações do mundo virtual para o mundo real:

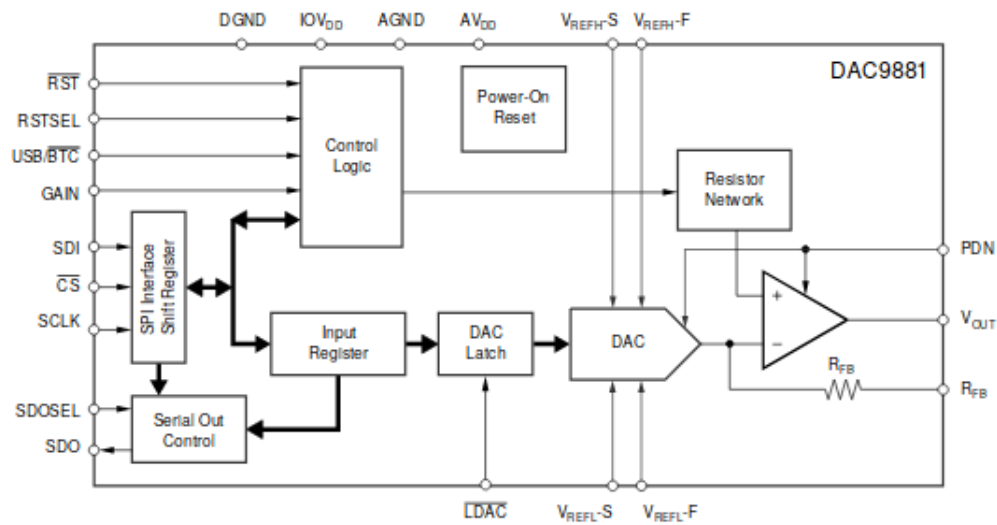


Figura 7: Conversor digital-analógico

Na figura 7 é possível localizar a esquerda as entradas/saídas SDI, CS, SCLK e SDO, que representam o MOSI, SS, SCLK e MISO respectivamente