

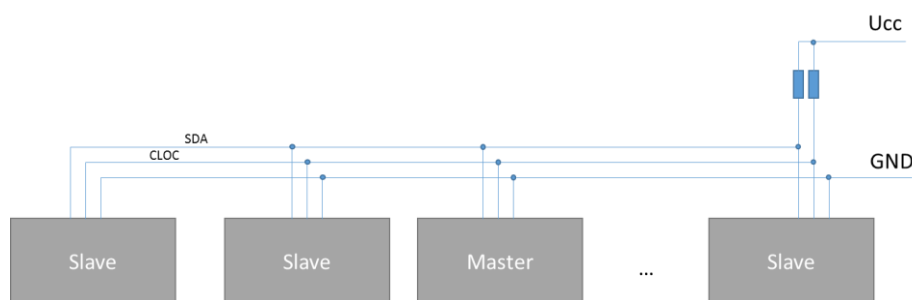
# 1 Meziobvodová komunikace

Pro komunikaci mezi obvodovými součástkami nebo MEMs systémy může sloužit například rozhraní I2C nebo SPI. Tato rozhraní většinou fungují na TTL nebo CMOS technologii. Koncová zařízení, která využívají této komunikace mohou být například akcelerometry, gyroskopy, A/D převodníky, GPS, ... . Tyto zařízení v sobě mají většinou implementovanou „inteligenci“ a k jednotlivým položkám (konfiguračním datům) se přistupuje jako k registrům. Existují přesně definované příkazy pro jednotlivá zařízení. V následujících kapitolách budou popsány jednotlivé typy komunikací.

## 1.1 Sběrnice I2C (IIC)

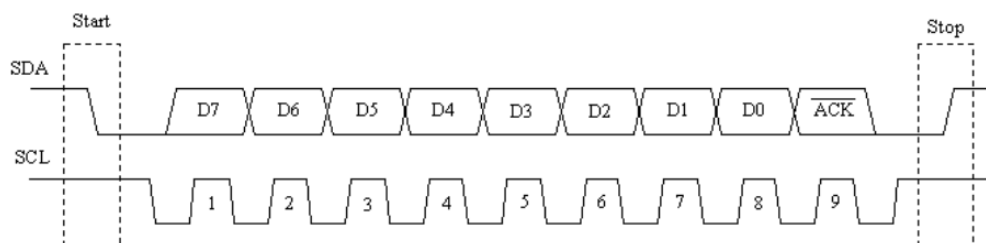
Sběrnice I2C je příkladem komunikačního rozhraní určeného pro komunikaci mezi jednotlivými integrovanými obvody v rámci jednoho zařízení např. paměť, převodník, LCD display, ... . Název sběrnice je zkratkou anglického názvu (Internal-Integrated-Circuit Bus IIC). Protokol vyvinula firma Philips. Jedná se o sériový přenos dat, který je synchronizován hodinami. Jde o dvou vodičové zapojení, kdy jeden z vodičů je datový signál (obvykle značený SDA - serial data) a druhý z vodičů je hodinový signál (obvykle značený SCL - serial clock). Datový vodič je využíván jak pro vysílání, tak pro příjem. Z toho plyne nutnost přepínání směru datového toku vodiče při čtení a při zápisu. Oba vodiče je nutné připojit přes pull-up rezistory k napájecímu napětí. Na jednu sběrnici může být připojeno více zařízení. Ty jsou adresovány 7-mi nebo 10-ti bitovou adresou. Z toho lze odvodit počet připojitelných zařízení (128 resp. 1024). Toto je ale spíše teoretický parametr. V praktických aplikacích se takové množství nevyužívá. Propustnost dat za časovou jednotku je dána frekvencí hodin, která je v základní verzi 100 kHz. Může být zvýšena i na 400 kHz (1 MHz). Nutností je podpora této frekvence ze strany všech připojených obvodů (zařízení).

Komunikace probíhá systémem MASTER/SLAVE, kdy MASTER je většinou mikrokontroler, který má řízení nad sběrnici a začíná komunikaci (generuje hodinový signál). Pokud někdo vysílá, tak všechny ostatní zařízení poslouchají a testují adresu, zda posílaná zpráva není určena pro ně. V této části zprávy je také informace, zda se bude jednat o čtení nebo zápis. Propojení zařízení komunikujících po I2C sběrnici je na obr. 1.



Obr. 1. Zapojení I2C sběrnice

Přenos je realizován pomocí 9-ti bitů, kde 9-tý bit je potvrzením přenosu ze strany příjemce. Potvrzení je formou „log 0“ na SDA vodiči. „log 1“ na SDA vodiči v době potvrzovacího bitu znamená chybu nebo ukončení přenosu. Ke změnám datových bitů může dojít při „log 0“ na SCL vodiči.



Obr. 1-2 Časový průběh signálů na I2C sběrnici

Vlastní přenos lze rozdělit do několika částí (stavů). Klidový stav nastane, když jsou zařízení ve stavu vysoké impedance. Napájení řídicího a datového vodiče zajišťují pull-up rezistory. Větší prioritu má logická nula na vodičích. Zprávu uvozuje tzv. „Start bit“ a zakončuje „Stop bit“. „Start bit“ je generován na sběrnici, pokud přejde signál na SDA z „log 1“ do „log 0“ při „log 1“ na signálu SCL. „Stop bit“ je generován inverzně tj. přechod signálu SDA z „log 0“ do „log 1“ při „log 1“ na signálu SCL.

Potvrzovací bit je na pozici devátého bitu a informuje vysílač, zda data došla v pořádku. Tato informace je indikována příjemcem „log 0“ (uzemněním SDA). Tím vysílač získá informaci, že data jsou přijatá v pořádku a může posílat další byte.

## 1.2 Sběrnice SPI

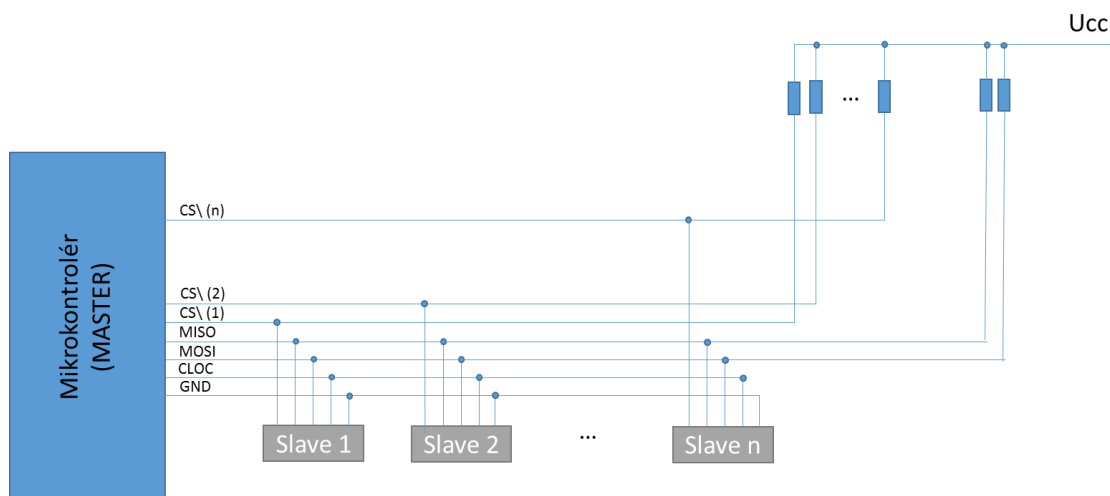
Podobně jako I2C sběrnice se využívá SPI sběrnice. Tuto sběrnici tvoří čtyři vodiče, pomocí kterých se zajišťuje sériový přenos dat z jednoho zařízení do druhého. Na tuto sběrnici musí být připojeno jedno zařízení, které se chová jako MASTER (řídí provoz sběrnice, generuje signál SCL). Ostatní zařízení jsou jako SLAVE. Tato sběrnice může pracovat v zapojení se 4-mi nebo 3-mi vodiči, podle typu zapojení mohou sběrnice využívat plný nebo poloviční duplex. Při polovičním duplexu musí zařízení podporovat přepínání směru toku dat na datovém vodiči. Také tato sběrnice je implementována v mnoha typech mikrokontroléru.

Popis vodičů:

**SCK** – vodič, na který MASTER generuje hodinový signál v době přenosu byte a tím synchronizuje přenos jednotlivých bitů přenášené zprávy.

**MISO** (Master In, Slave Out) – vodič, po kterém SLAVE posílá data zařízení MASTER. Data musí být synchronizované pomocí signálu SCK.

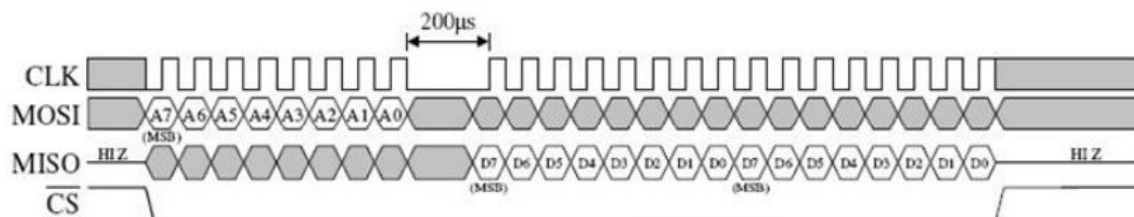
**MOSI** (Master Out, Slave In) – vodič sběrnice, po kterém přenáší MASTER data zařízení SLAVE opět při synchronizaci pomocí signálů SCK.



Obr. 1-3 Zapojení SPI sběrnice

**CS\** nebo **SEL\** – toto je vodič, který vybírá koncové zařízení SLAVE, pro které je zpráva určena. Signál je aktivní v „log 0“. Tento vodič musí být pro každé zařízení samostatný. Z toho plyne, že při použití více zařízení se počet linek této sběrnice musí rozšířit o vodiče pro výběr jednotlivých koncových zařízení.

Algoritmus komunikace na této sběrnici je rozdělen do několika kroků. Nejprve je nutno nastavit výběrový pin zařízení CS\ do „log 0“. Pak nastavit datovou linku na požadovanou hodnotu (aktuální bit přenosu) a teprve pak aktivovat hodiny SCK. Aktivní hrana hodin může být odlišná u různých typů zařízení (vzestupná nebo sestupná hrana). Signál CS\ musí být po celou dobu komunikace aktivní tj. v „log 0“. U třívodičového zapojení, SPI sběrnice, je nutné, aby MASTER resp. i SLAVE v případě čtení dat, přepnul směr přenosu dat na datovém vodiči.



Obr. 1-4 Časový průběh signálů na SPI sběrnici

Zařízení opět mohou komunikovat po bytech nebo blokově. Mezi zařízení, která podporují SPI sběrnici, patří například paměti, převodníky, akcelerometry, gyroskopy, MEMs systémy, komunikační rozhraní apod.