

Měření na sběrnici I2C

Cílem úlohy je seznámit se s průmyslovou sběrnici I2C a typickými zařízeními, které se k této sběrnici připojují.

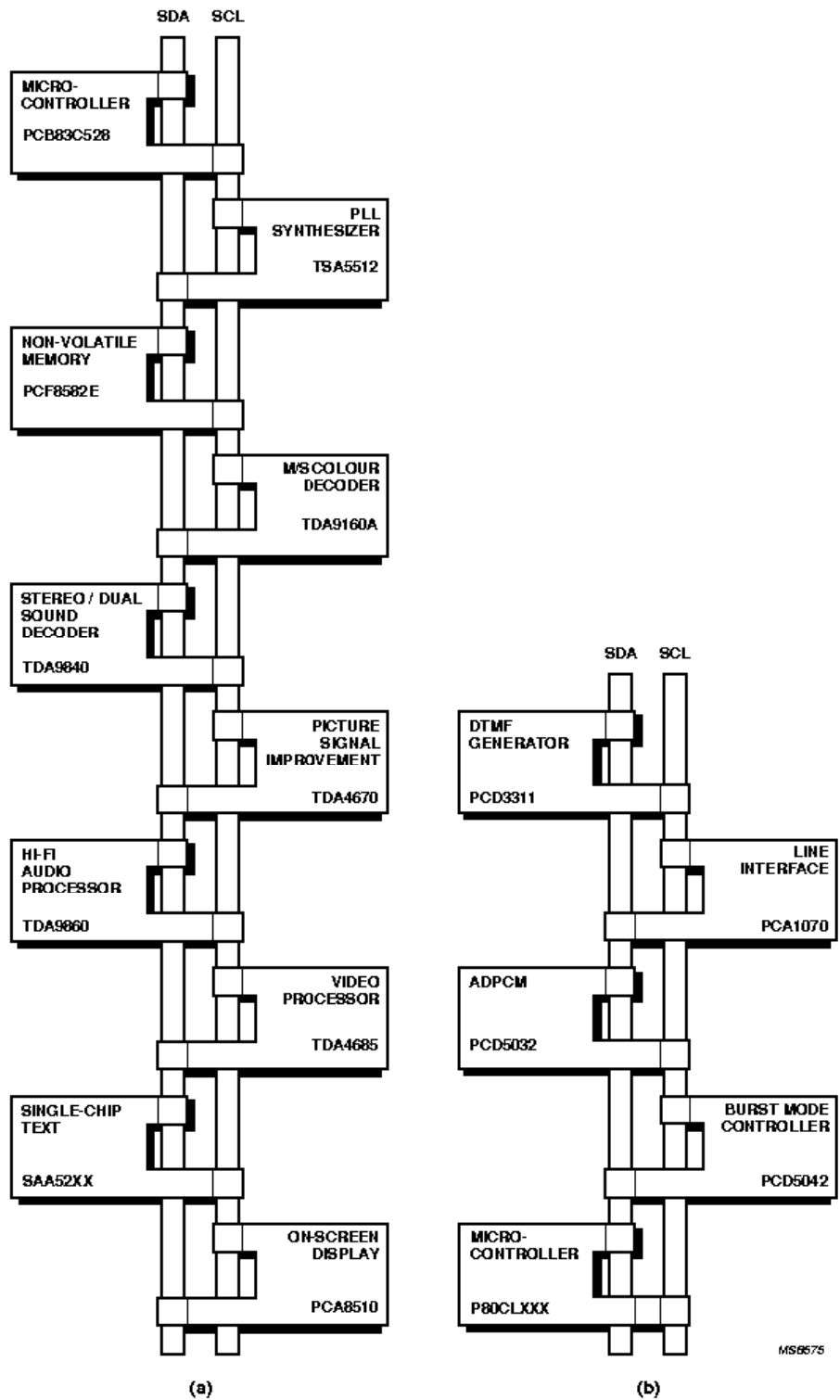
Sběrnice I2C

- Sběrnice I2C byla vyvinuta firmou Philips
- Slouží k usnadnění komunikace mezi integrovanými obvody, odtud její název I²C.
- Ke sběrnici lze připojit celá škála různých integrovaných obvodů od paměti až po IO
- požadavkem byla jednoduchá sběrnice umožňující snadnější návrh zařízení Sběrnici tvoří jen dva signály
- => sériový obousměrný přenos dat - 100kbit/s (základ)
- Každé zařízení na sběrnici je softwarově adresovatelné
- Jednoduché vztahy pán - otrok
- Možnost více "řídících" sběrnice
- Detekce kolizí, rozhodování a synchronizace
- Počet zařízení na sběrnici je omezen celkovou kapacitou sběrnice (400pF)

Tak jak vypadá použití sběrnice ?

- vlevo sběrnice televize
- vpravo bezšňůrový telefon

The I²C-bus specification



The I²C-bus specification

Terminologie

- Transmitter - Zařízení které vysílá data na sběrnici
 Receiver - Zařízení které přijímá data ze sběrnice
 Master - Zařízení které zahajuje přenos a generuje hodiny
 Multi-Master - Více zařízení smí zahajovat přenosy viz. arbitraion
 Arbitration - rozhodovací process vítěz získá kontrolu nad sběrnici
 Synchronization - synchronizace sběrnice a vnitřních hodin zařízení

I2C - obecná charakteristika

- dva signály sběrnice, oba obousměrné připojené ke zdroji proudu
- na straně zařízení jde o sběrnici s "otevřeným kolektorem"

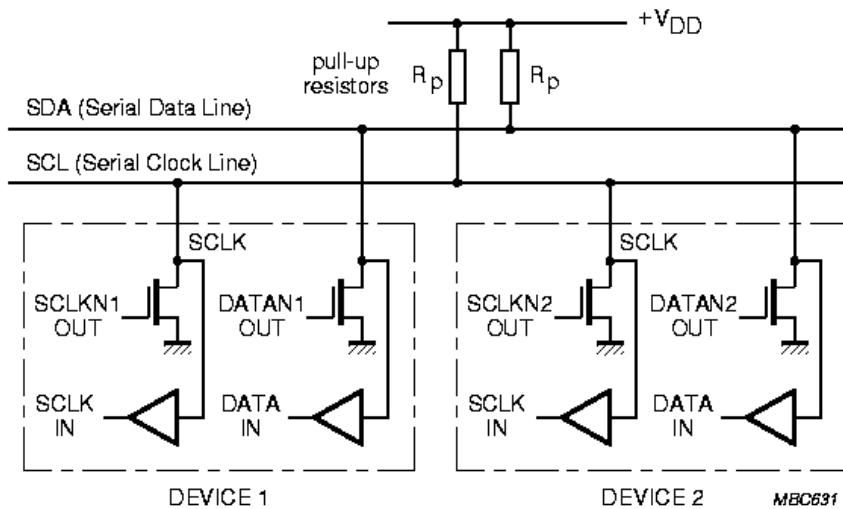


Fig.3 Connection of Standard- and Fast-mode devices to the I²C-bus.

Platnost dat

- data jsou platná (SDA musí být stabilní), pokud je SCL = 1
- data (SDA) se smí měnit pouze pokud jsou hodiny (SCL) na nule

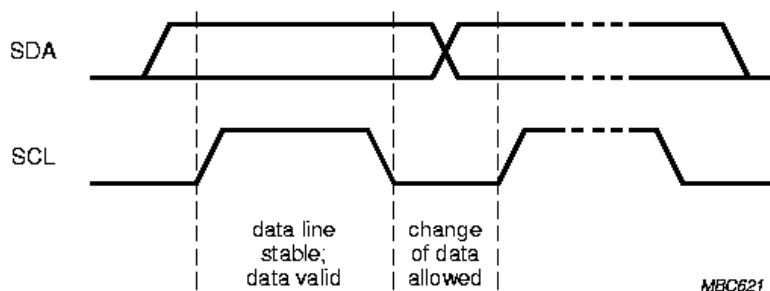


Fig.4 Bit transfer on the I²C-bus.

Začátek vysílání

- sběrnice je volná pokud jsou oba signály HIGH
- začátek a konec vysílání řídí tzv. START STOP conditions

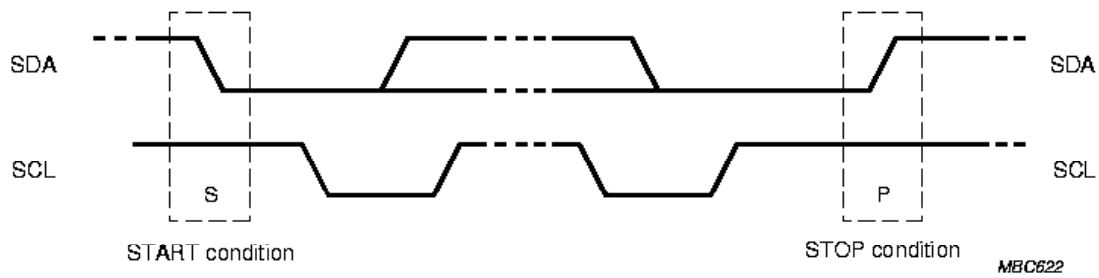


Fig.5 START and STOP conditions.

- START a STOP jsou generovány MASTERem
- sběrnice zůstane obsazena bude-li se místo STOP vysílat zase start

"Formát" přenášených dat

- všechna data přenášená po SDA musí mít "šířku/délku" osmi bitů
- počet takto přenesených osmic není omezen
- data se přenášejí MSB (nejvýznamějším bitem) "napřed"
- Slave si může vynutit čekání (obsahu přerušení) tak že pozdrží SCL na LOW.

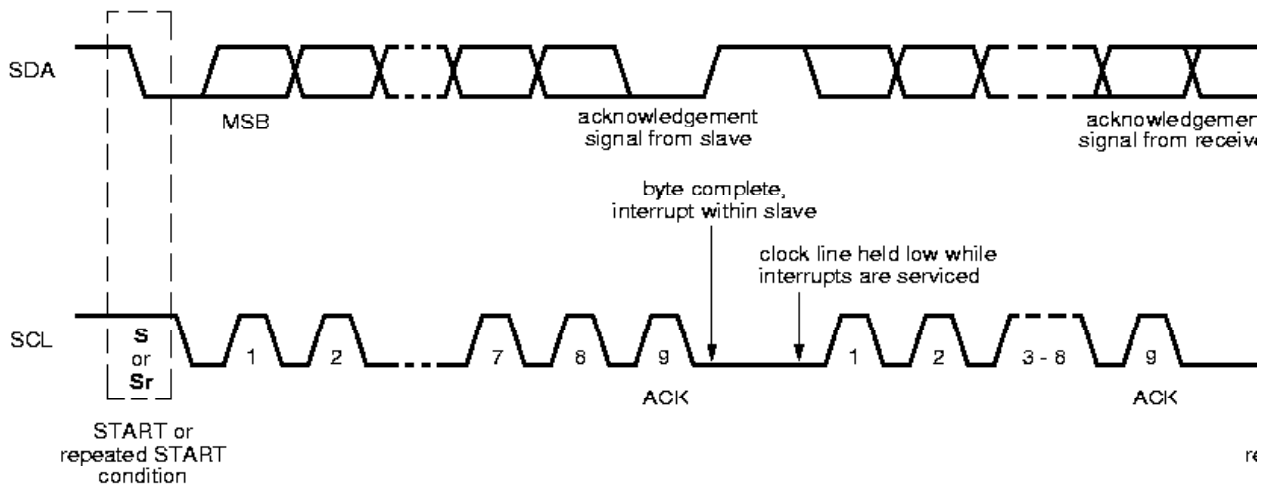


Fig.6 Data transfer on the I²C-bus.

Potvrzování přenášených dat

- každá osmice musí být potvrzena druhou stranou.
- Transmitter pustí SDA na HIGH a Receiver ji musí "přizemnit"

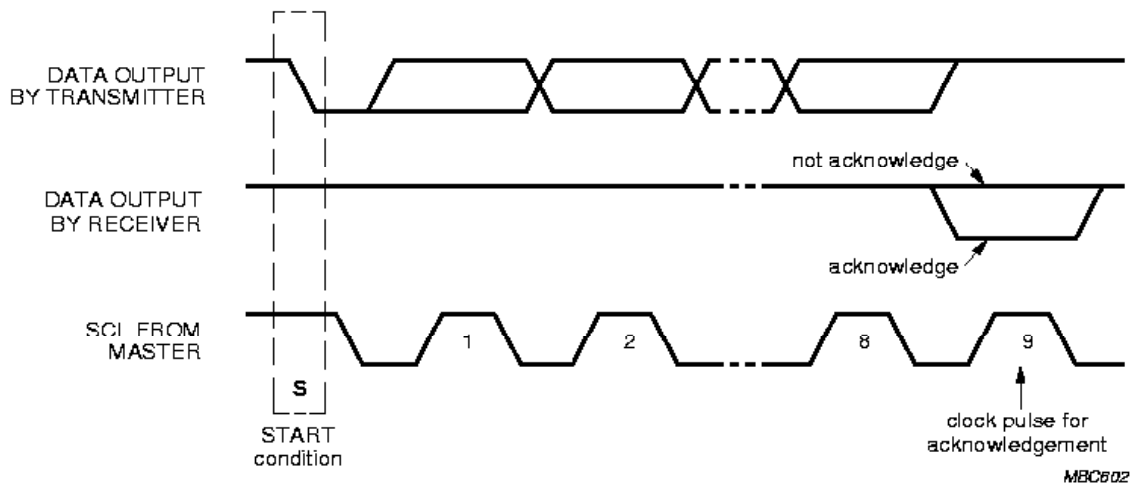


Fig.7 Acknowledge on the I²C-bus.

Synchronizace hodin

- je potřeba, pokud jsou na sběrnici zařízení "operující různě rychle"
- nebo je-li třeba rozhodnout komu se sběrnice přidělí, když začne vysílat START condition více MASTERŮ současně
- hodiny, které generuje zařízení se přispůsobí nejdelšímu intervalu mezi sestupnou a náběžnou hranou hodin (SLC = 0) a nejkratšímu intervalu kdy je SLC=1

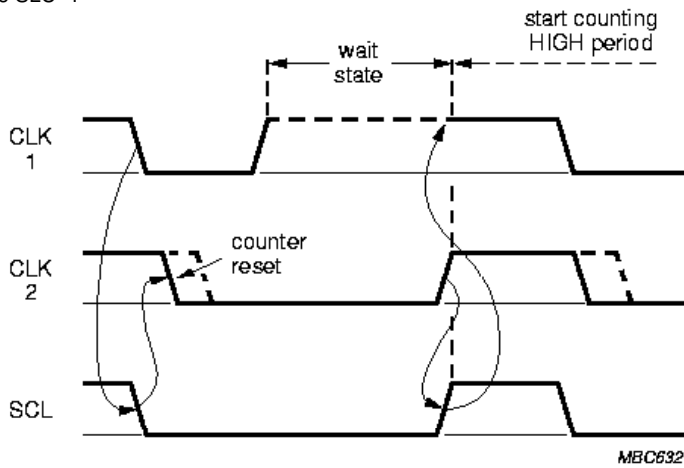


Fig.8 Clock synchronization during the arbitration procedure.

Arbitration

- může se stát, že při START condition začnou hovořit dvě zařízení současně
- rozhodování o vítězím, tedy o zařízení kterému bude dovoleno odvíjet celou zprávu je implementováno s použitím WIRED AND.
- Obě zařízení začnou současně vysílat adresu cíle souhlasí-li právě vysílaný bit stím co si přečtou ze sběrnice, pak pokračují jinak přestabou vysílat.
-

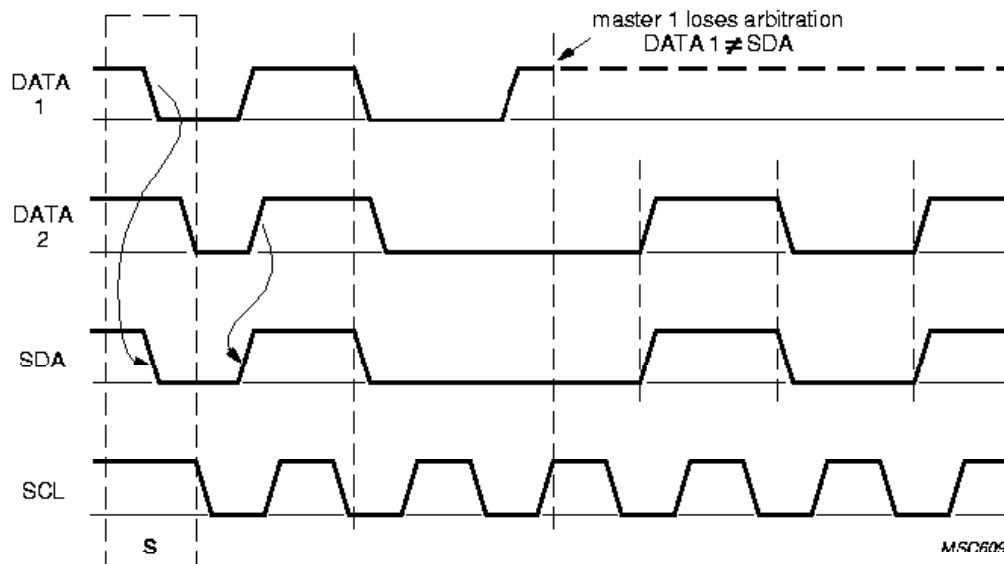


Fig.9 Arbitration procedure of two masters.

Formát datových přenosů

- zařízení vyšle START condition, následuje unikátní sedmibitová adresa cíle
- dalším bitem se upřesní směr přenášených dat 0 - Zápis, 1 - Čtení.
- za každou osmicí se musí vyslaná data příjemcem potvrdit
- přenos je ukončen STOP condition.

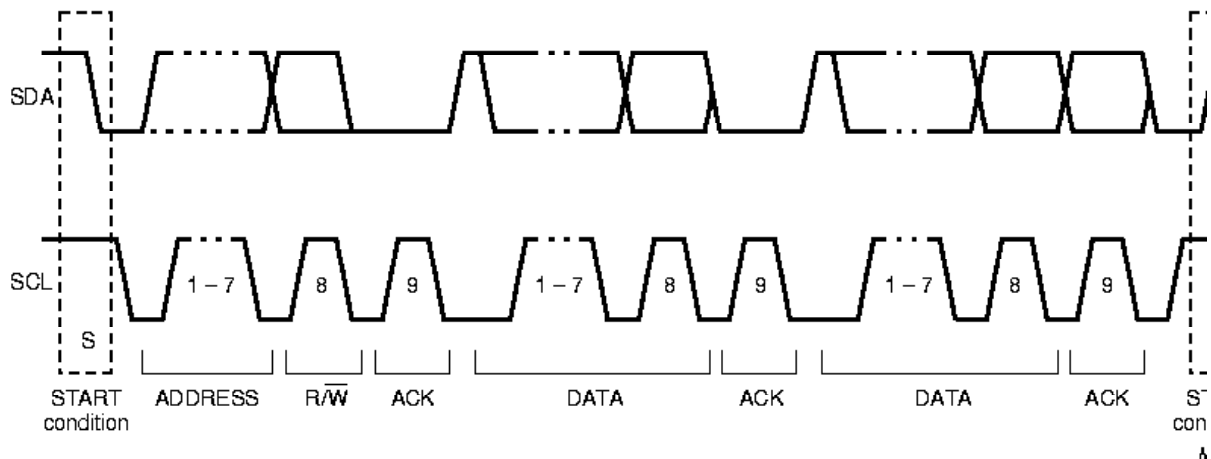


Fig.10 A complete data transfer.

SMBUS

- Sběrnice SMBUS je specifická implementace obecné sběrnice I2C
- Najdeme ji v PC
- jsou na ní připojeny některá zajímavá zařízení jako SPD EEPROM, hw sensors

Programátorský pohled

Zařízení (chipy) mají přidělenou pevnou adresu v rozsahu 0x0 až 0x7F, chip může obsahovat až 256 osmibitových registrů. V případě paměti EEPROM se jednotlivé buňky paměti chovají jako registry, které se rozprostírají na více adresách pokud je paměť větší než 256 byte. Komunikovat se zařízeními můžeme buď jako modul v jádře nebo jako userspace program, který službami IOCTL volá ovladač v jádře.

Zapojení přípravku

Na přípravku je osazena dvojice I/O expanderů PCF -.... - a jedna 1KB paměť EEPROM. Přípravek je připojen přes paralelní port počítače. Jsou potřeba zavést následující moduly:

- i2c-algo-bit
- i2c-pport

Můžeme použít programy i2cdump a i2cdetect a i2cset.

Měřicí úlohy

1) Zjistěte na kterých adresách se rozprostírá paměť EEPROM 24C08 (viz katalog)

2) Popište typický průběh signálů při čtení paměti EEPROM

Programem I2CDUMP přečtete obsah paměti

3) Zapište programem I2CSET do paměti EEPROM vybraný řetězec a sledujte opět typický průběh na sběrnici

4) Seznamte se s aplikačním rozhraním API pro komunikaci s i2c zařízeními.

5) Seznamte se obvodem PCF a s schématem zapojení obvodu

6) Rozblikujte LED

7) Jaká je frekvence sběrnice ?