

Vmesniki in vodila

- ▶ Električni vmesnik (interface)
 - ▶ sestavljen iz fizičnih povezav in priključkov ter logičnega vezja
- ▶ Naloga digitalnih vmesnikov
 - ▶ prenos podatkov in dogodkov med dvema napravama
- ▶ Vodilo (bus)
 - ▶ podatki se prenašajo po vodilu
 - ▶ vodilo omogoča prenos podatkov med dvema ali več napravami
- ▶ Pasivno vodilo
 - ▶ npr. direktne povezave med procesorjem in pomnilnikom
- ▶ Vodilo s krmilnikom
 - ▶ krmilnik poskrbi za usklajevanje prenosa podatkov
 - ▶ izvaja najnižji – fizični nivo prenosa (phy)

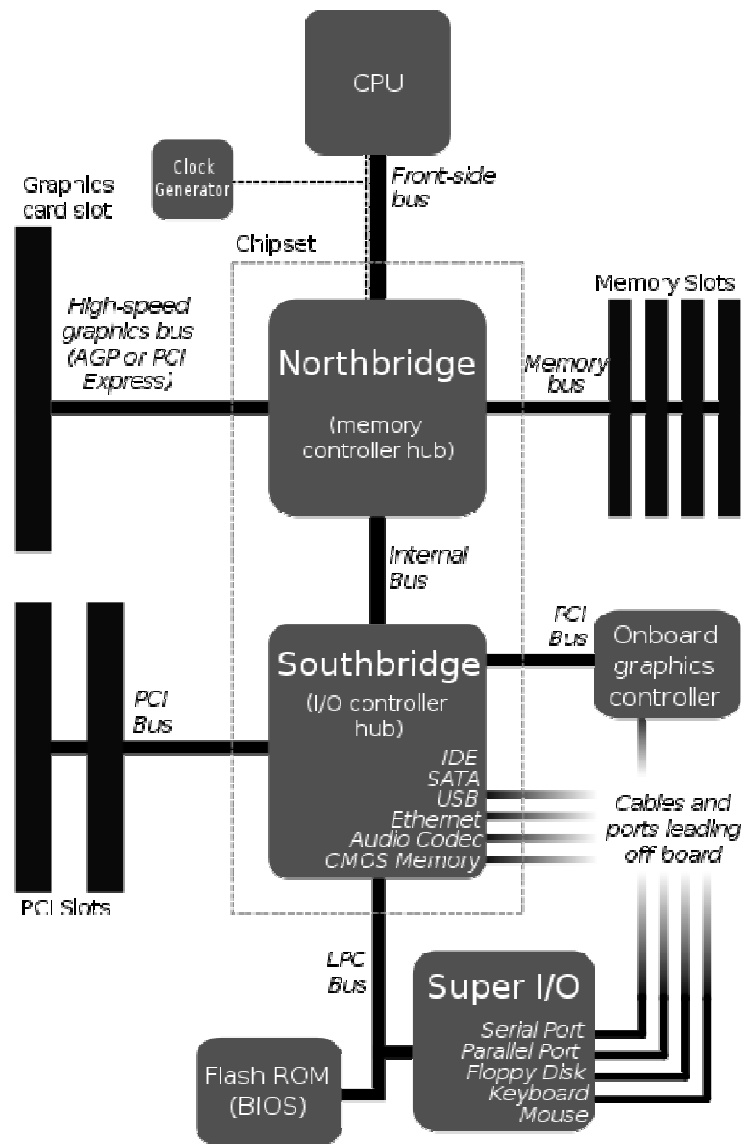
Kako prenašamo podatke

- ▶ vzporedno po besedah (paralelni) ali zaporedno po bitih (serijski prenos)
- ▶ po smeri
 - ▶ enosmerno
 - ▶ dvosmerno (dvojno ali 3-stanjsko vodilo)
 - ▶ hkrati v obe smeri
- ▶ po protokolu
 - ▶ enostaven cikel
 - ▶ blokovni prenos (burst)
 - ▶ manj usklajevanja, večji izkoristek vodila

Razvoj komunikacije v digitalnih sistemih

- ▶ Vzporedni prenos podatkov po tiskanem vezju s standardnimi napetostnimi nivoji (5V TTL/CMOS)
- ▶ Paralelna vodila na plošči osebnega računalnika
 - ▶ vodilo ISA (Industry Standard Architecture, 1981/84)
 - ▶ IBM AT vodilo prenaša 16 bitov pri 8 MHz, TTL
 - ▶ paralelno vodilo za disk (IDE/ATA)
- ▶ Vzporedno vodilo Centronics
 - ▶ prenos podatkov do tiskalnika, na krajše razdalje
- ▶ Zaporedna vodila
 - ▶ RS232, RS485 diferencialni nivoji omogočajo večje razdalje
- ▶ Hitra zaporedna vodila
 - ▶ USB, Ethernet, PCI Express

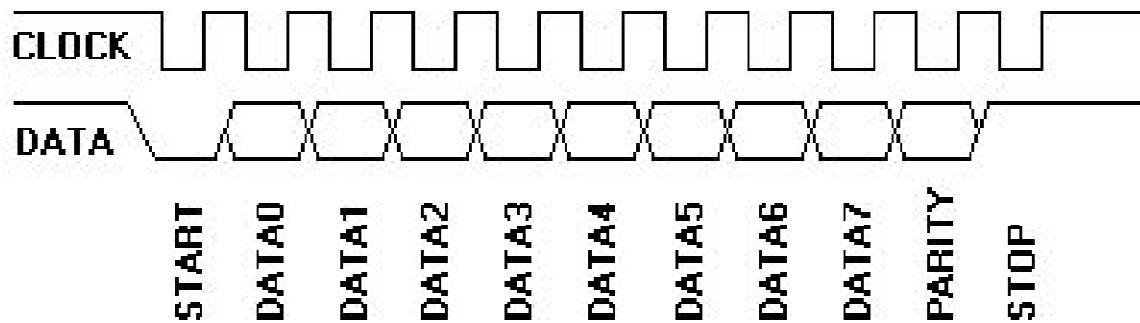
Vodila v osebnem računalniku



- ▶ sistemsko vodilo
 - ▶ odvisno od procesorja
- ▶ pomnilnik SDRAM
 - ▶ 64 bitov, 133 MHz, SSTL 2.5V
 - ▶ do 533 MHz, SSTL 1.5V
- ▶ vzporedno vodilo PCI
 - ▶ 32 bitov, 33 MHz (133MB/s)
 - ▶ 64 bitov, 66 MHz (533MB/s)
- ▶ hitri zaporedni vmesniki
 - ▶ PCIe (1-16 GB/s)
 - ▶ SATA (1.5-6 GB/s)
- ▶ vmesniki za zunanja vodila
 - ▶ zaporedni USB, Ethernet
 - ▶ RS232, PS/2

Zaporedni (serijski) vmesniki

- ▶ Najprimernejši za komunikacijo na daljše razdalje
- ▶ Sinhroni serijski vmesniki
 - ▶ pošiljajo tudi uro
- ▶ Asinhroni vmesniki
 - ▶ pošiljajo le podatke, uro mora sprejemnik rekonstruirati
- ▶ Protokol določa vrstni red podatkovnih in kontrolnih bitov
 - ▶ Npr. vmesnik PS/2 pošlje najprej start ('0'), nato pa podatkovne bite od najnižjega (LSB) proti najvišjemu (MSB)...

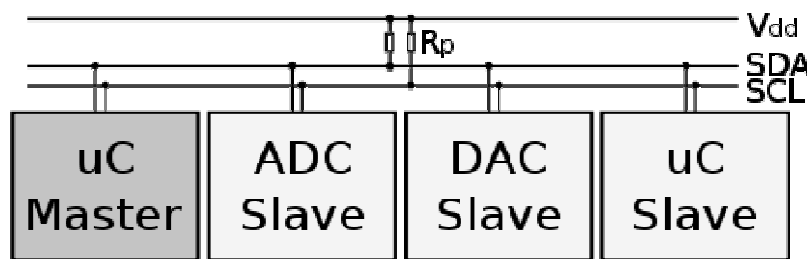


Lastnosti zaporednih vmesnikov

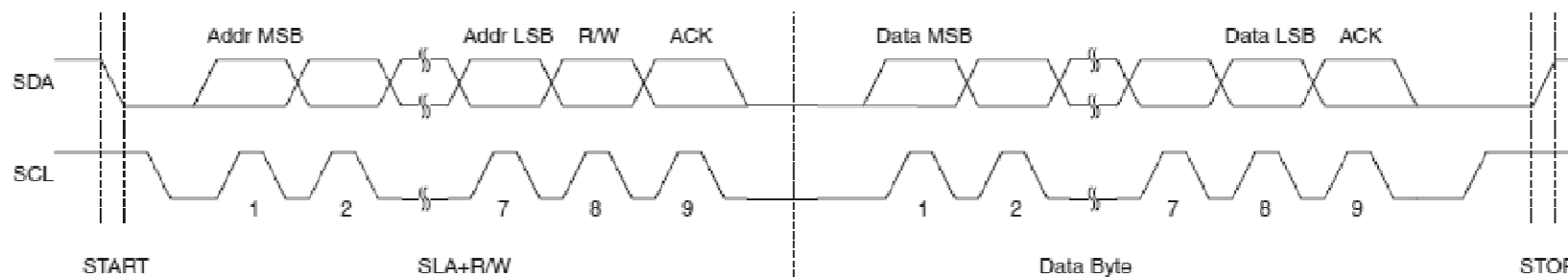
- ▶ Bitna hitrost = frekvenca s katero se prenašajo posamezni biti, določa periodo za posamezni bit ($T = f_{\text{bit}}$)
- ▶ Podatkovni okvir
 - ▶ podatkovne bite vedno spremlja nekaj kontrolnih bitov
 - ▶ podatkovni okvir – start, kontrolna vsota ali pariteta, stop
 - ▶ okvir omogoča usklajevanje sprejemnika in oddajnika in detekcijo ali odpravljanje napak pri prenosu
 - ▶ hitrost prenosa podatkov (podatkovni pretok) je zaradi okvirja manjša od bitne hitrosti
- ▶ Prenos poteka po povezavah z običajnimi logičnimi nivoji (npr. na tiskanem vezju) ali diferencialnih povezavah (za večje razdalje ali hitrosti prenosa)

Sinhroni zaporedni vmesnik – I2C

- ▶ Ločen prenos ure (SCL) in podatkov (SDA) po vodilu
- ▶ Enostavni vmesnik z dvema signalnima povezavama
 - ▶ I2C – serijski EEPROM, D/A in A/D pretvorniki, senzorji
 - ▶ Omogoča povezavo več enot na vodilo

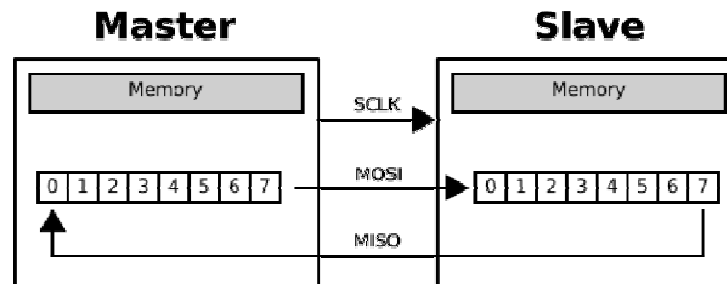


- ▶ Npr. mikroprocesor AVR ima vmesnik TWI (Two Wire Interface) za komunikacijo po I2C protokolu

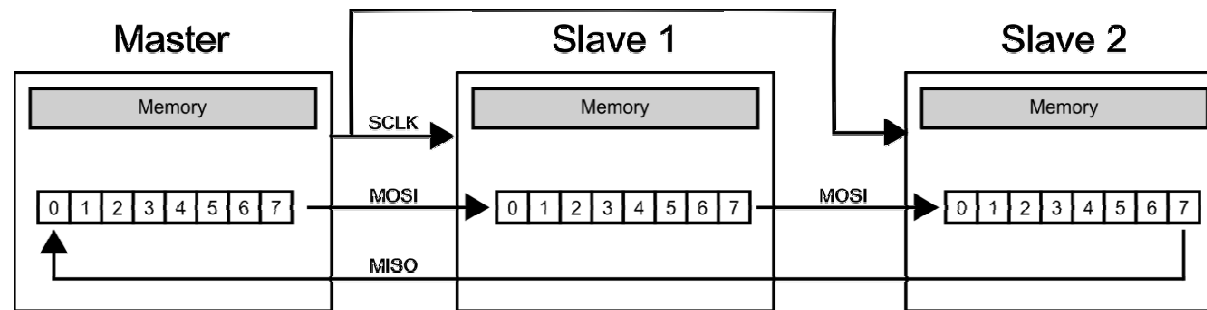


Sinhroni zaporedni vmesnik - SPI

- Prenos ure (SCLK) ter podatkov iz glavne enote (MOSI) in v glavno enoto (MISO)

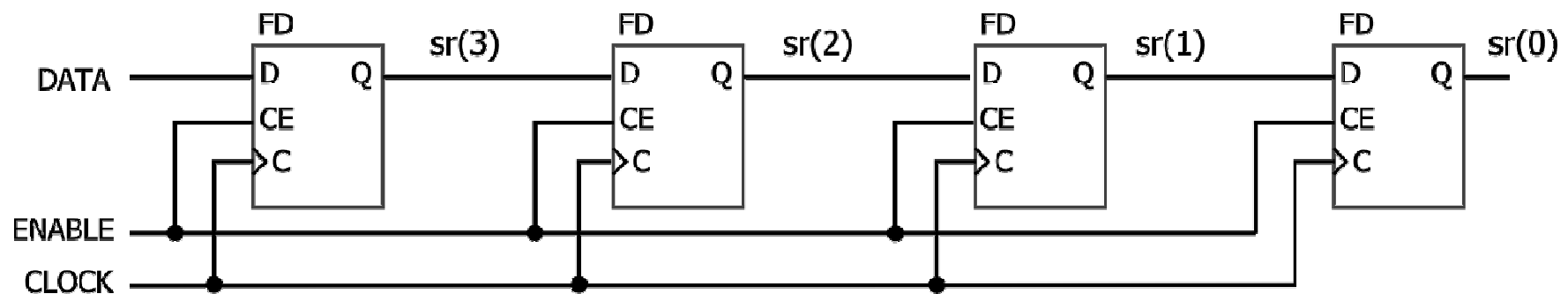


- Uporaba:
 - MMC, SD kartice, senzorji, nalaganje mikrokrmilnikov
 - prenos podatkov od MSB proti LSB
 - več podrejenih enot lahko vežemo vzporedno ali v verigo



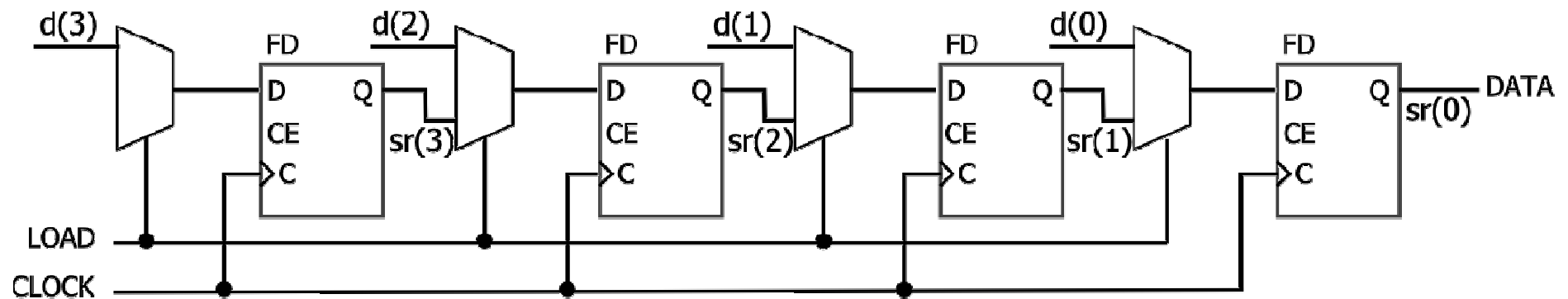
Zaporedna pretvorba podatkov v vzporedno

- ▶ Pretvorba s pomikalnim registrom (SIPO)
 - ▶ zaporedno vežemo toliko DFF, kolikor je dolg podatkovni paket
 - ▶ paziti moramo na zaporedje – prvi poslani bit je MSB ali LSB
- ▶ Npr. 4-bitni pomikalni register, prvi bit je LSB
 - ▶ podatki se pomikajo v desno, proti LSB



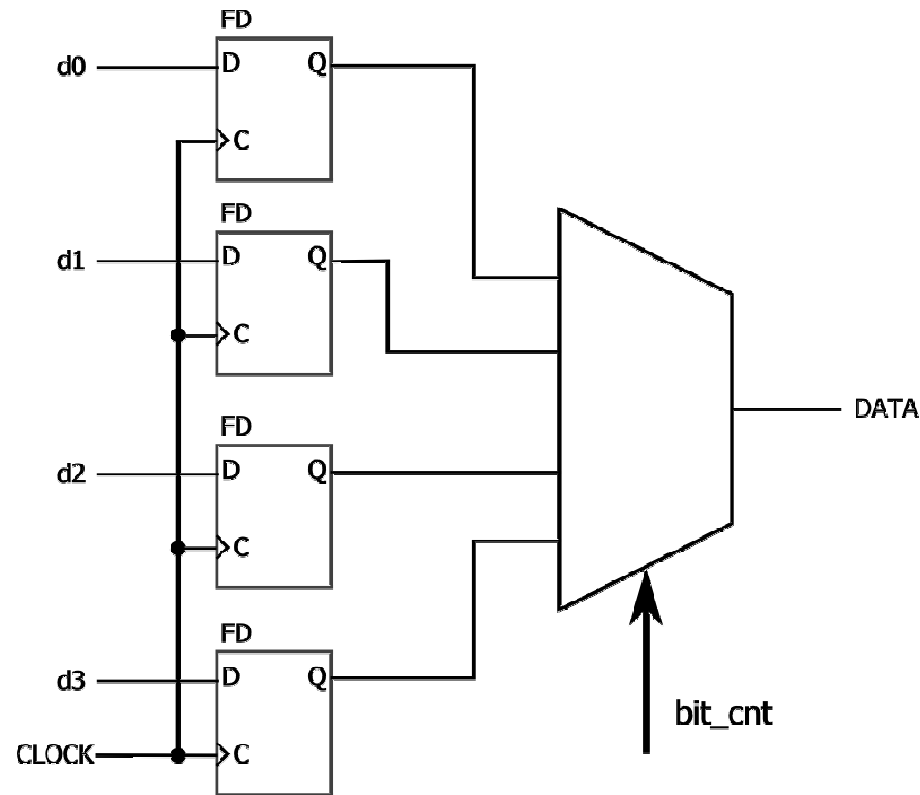
Vzporedna zaporedna pretvorba (oddajnik)

► Zaporedni oddajnik s pomikalnim registrom (PISO)



Pretvorba z izbiralnikom

- ▶ Zaporedno vzporedno pretvorbo lahko naredimo z registrom in izbiralnikom
 - ▶ števec bitov (bit_cnt) določa kateri podatek gre na izhod



Asinhroni zaporedni vmesnik – RS232

- ▶ Asinhroni sprejemnik in oddajnik (UART)
 - ▶ asinhroni podatkovni paketi, sprejemna ura se sinhronizira za vsak paket – sinhronizacija paketov
 - ▶ vnaprej dogovorjene bitne frekvence
 - ▶ 9600, 38400, 115200 bit/s
 - ▶ npr. podatkovni paket 8N1:

