

Procesorski sistemi v telekomunikacijah
Komunikacija v procesorskih sistemih

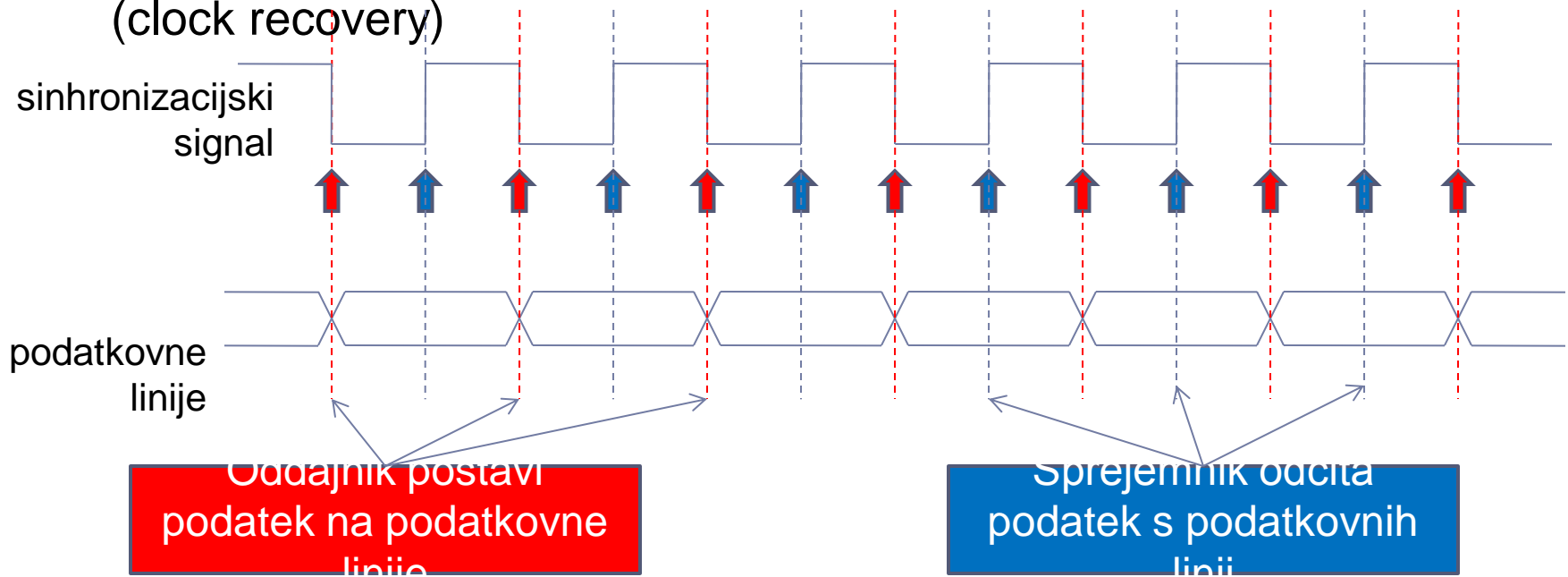


(c) Arpad Bűrmen, 2010-2012

Sinhrona komunikacija

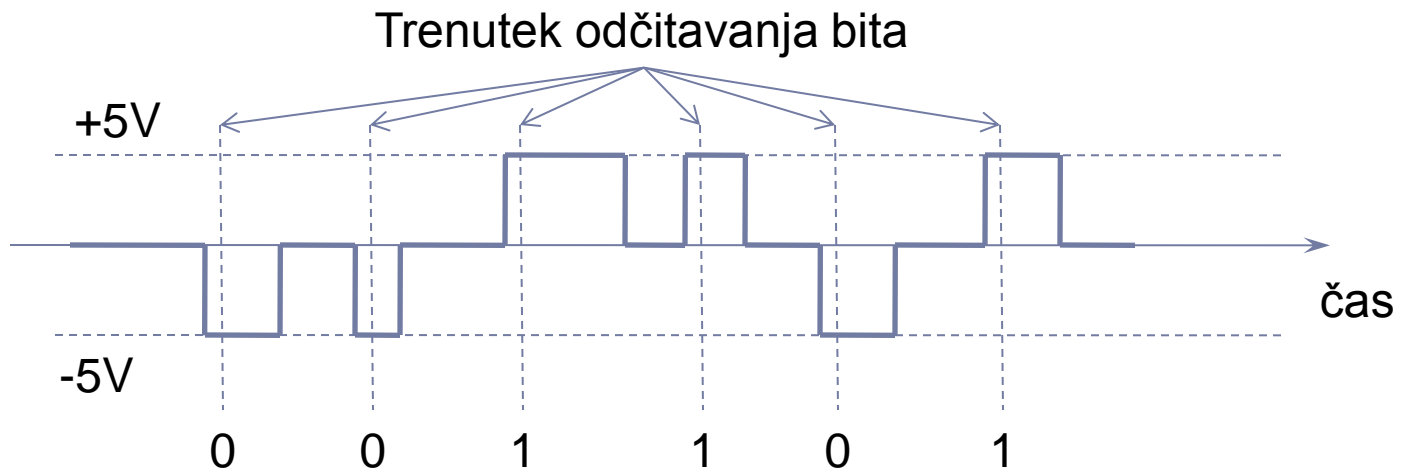
- ▶ Podatkovne linije + sinhronizacijski signal
Sinhronizacijski signal določa trenutke, ko oddajnik odda, sprejemnik pa prebere posamezne bite s podatkovnih linij.
- ▶ Sinhronizacijski signal je mogoče tudi rekonstruirati iz podatkovnega signala, če poznamo približno frekvenco s katero oddajnik oddaja bite

(clock recovery)



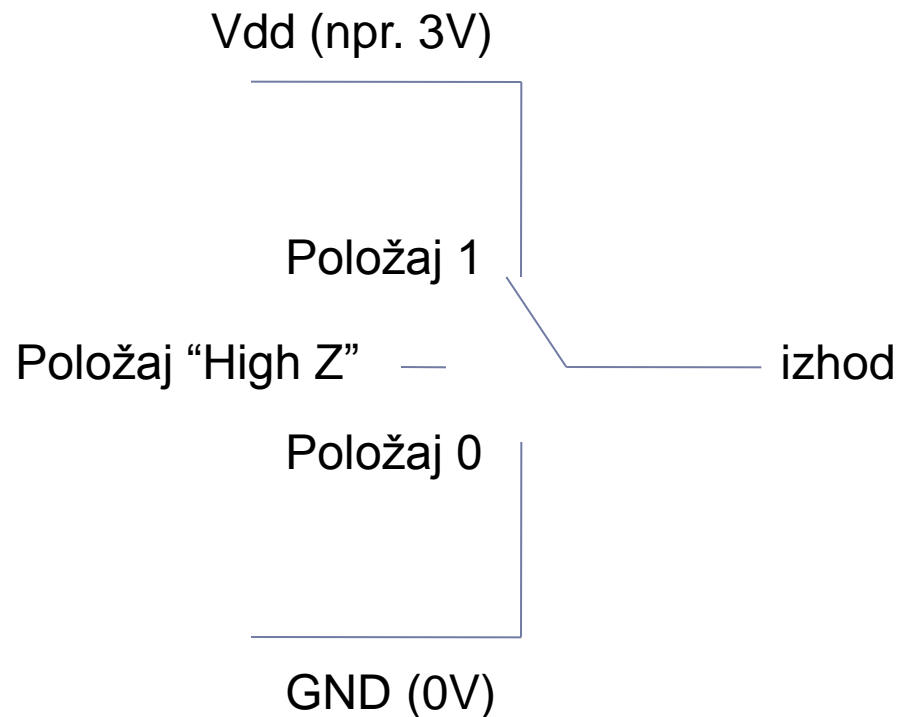
Asinhrona komunikacija

- ▶ Ni sinhronizacijskega signala
- ▶ Sprejemnik določi trenutek odčitavanja podatka iz samega podatkovnega signala



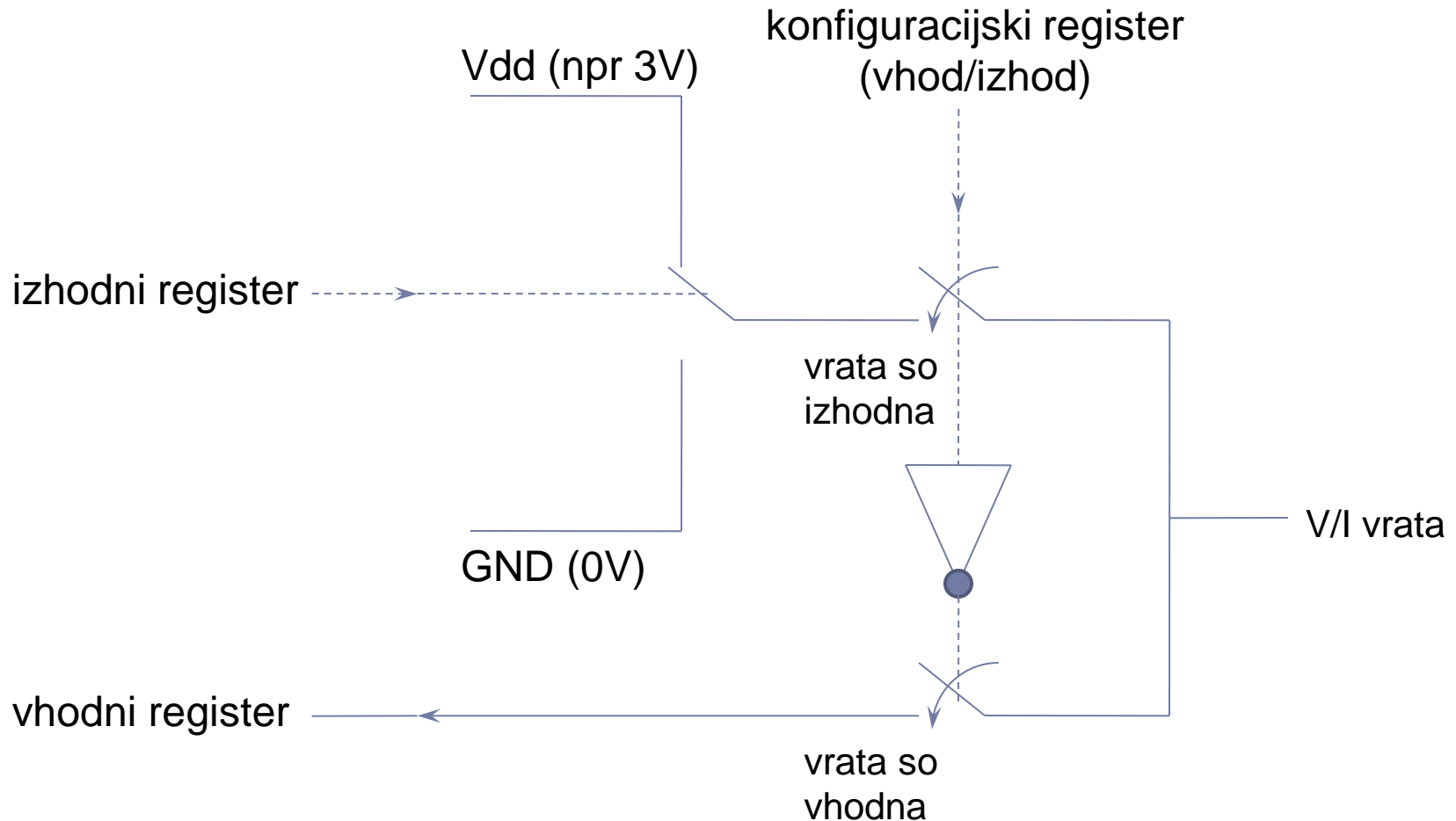
Izhodi - 1, 0 in stanje visoke impedance

- ▶ Tristanjski izhod (tristate output)
- ▶ Možne vrednosti: 0, 1 in “Visoka impedanca” (“High Z”)
- ▶ Stanje visoke impedance – izhod je izoliran od napajanja in mase



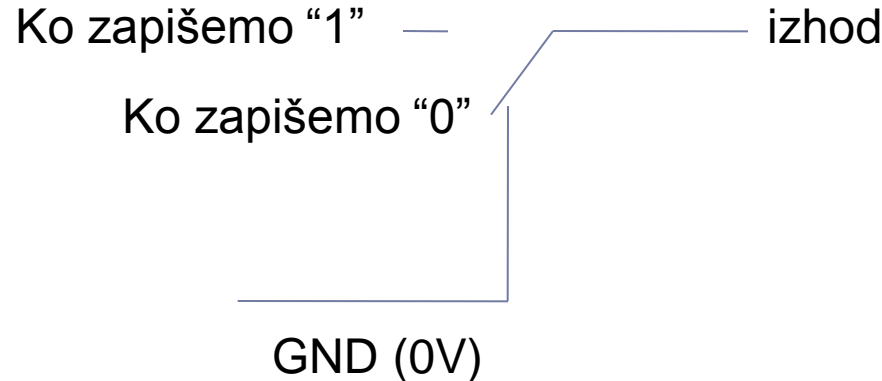
Vhodno-izhodna vrata mikroprocesorja

► GPIO vrata (npr. LPC2138)



Izhod z odprtim ponorom (open-drain output)

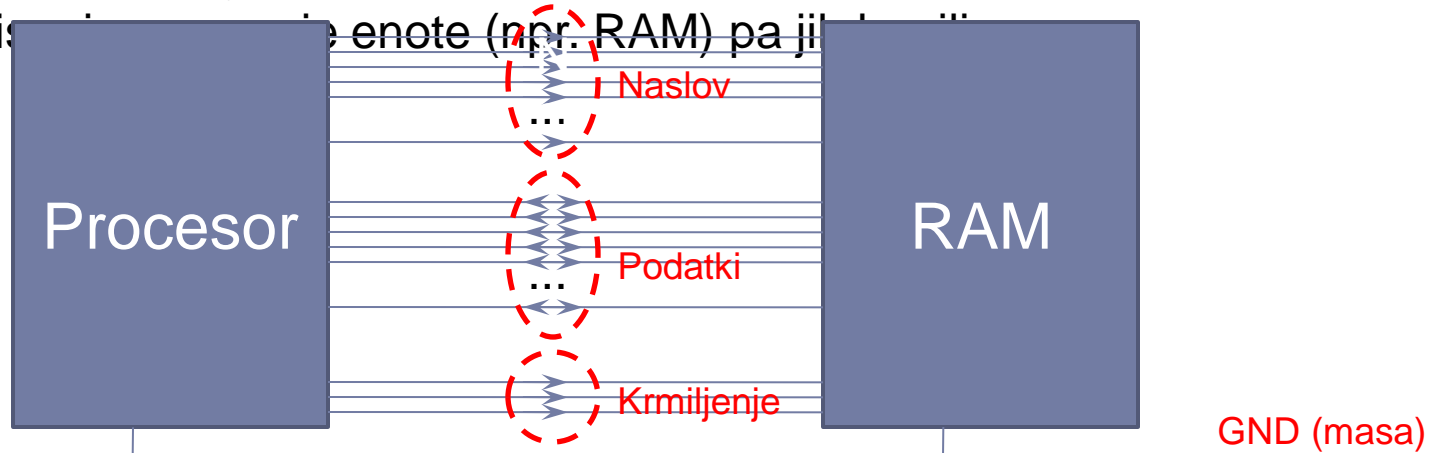
- ▶ Ko na tak izhod zapišemo 0, dobimo na njem napetost 0V
- ▶ Ko zapišemo 1, dobimo stanje “visoke impedance”



- ▶ Z LPC2138 lahko take izhode simuliramo na sledeč način:
 1. Na izhod zapišemo 0
 - 2a. Če želimo stanje “0”, vrata nastavimo kot izhodna.
 - ▶ 6 2b. Za stanje “visoke impedance”, vrata nastavimo kot vhodna.

Vodilo (Bus)

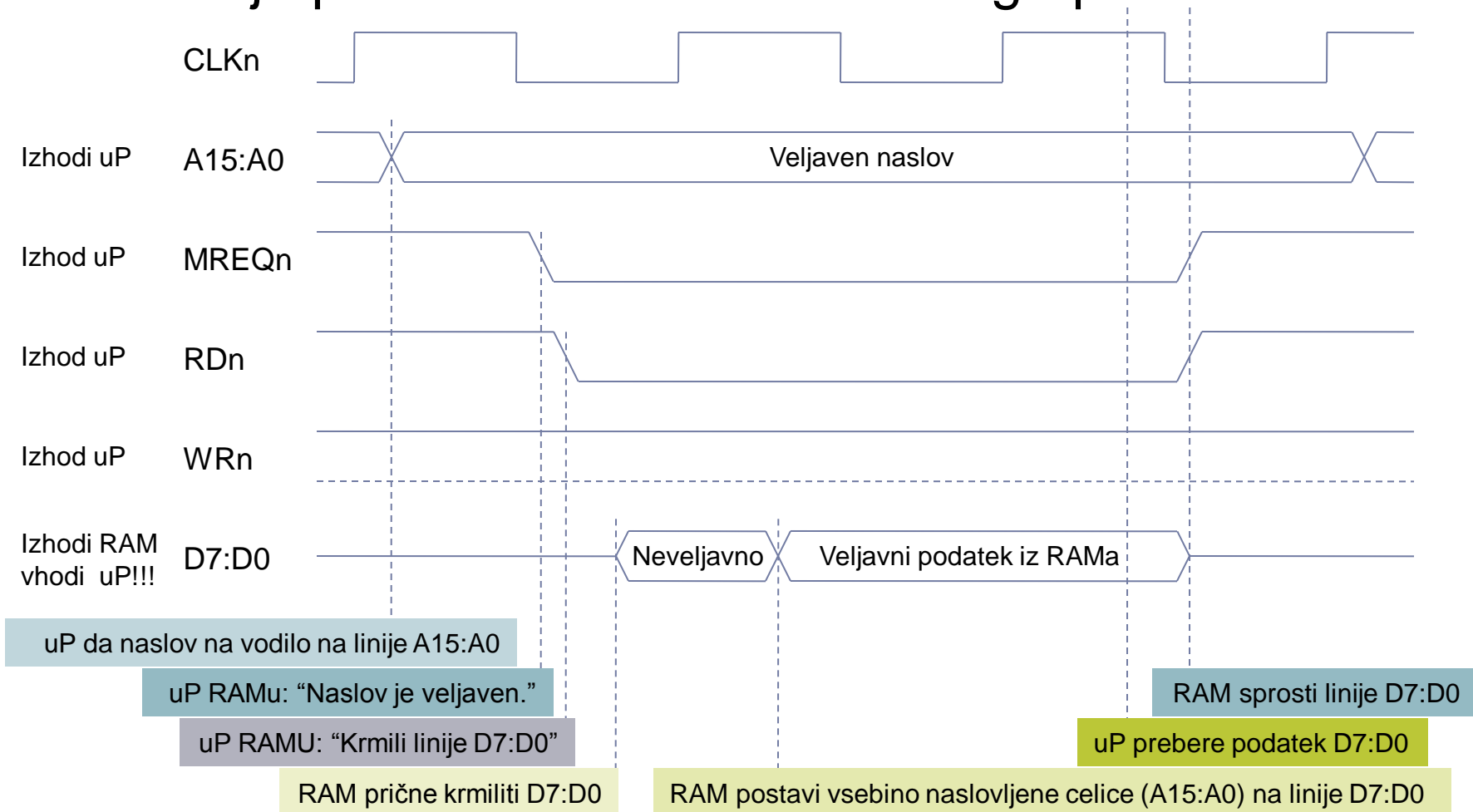
- ▶ Sinhrona komunikacija, hkrati le v eno smer - izmenično dvosmerna (half-duplex)
- ▶ Naslovne linije - npr. A15...A0 za 16-biten naslovni prostor
- ▶ Podatkovne linije - npr. D7...D0 za 8-bitno širino naslovnega prostora
- ▶ Krmilne linije - npr. MREQn (zahtevan dostop do pomnilnika, negirano), RDn (beri, negirano), WRn (piši, negirano)
- ▶ Sinhronizacija poteka preko sistemske ure (CLK)
- ▶ Vse linije, razen podatkovnih linij, zmeraj krmili mikroprocesor. Podatkovne linije mikroprocesor ponavadi bere, ob pisavi pa jih pošilja v enote (npr. RAM) pa jih shranjuje.



Vodilo

Branje iz pomnilnika (Primer: Z80)

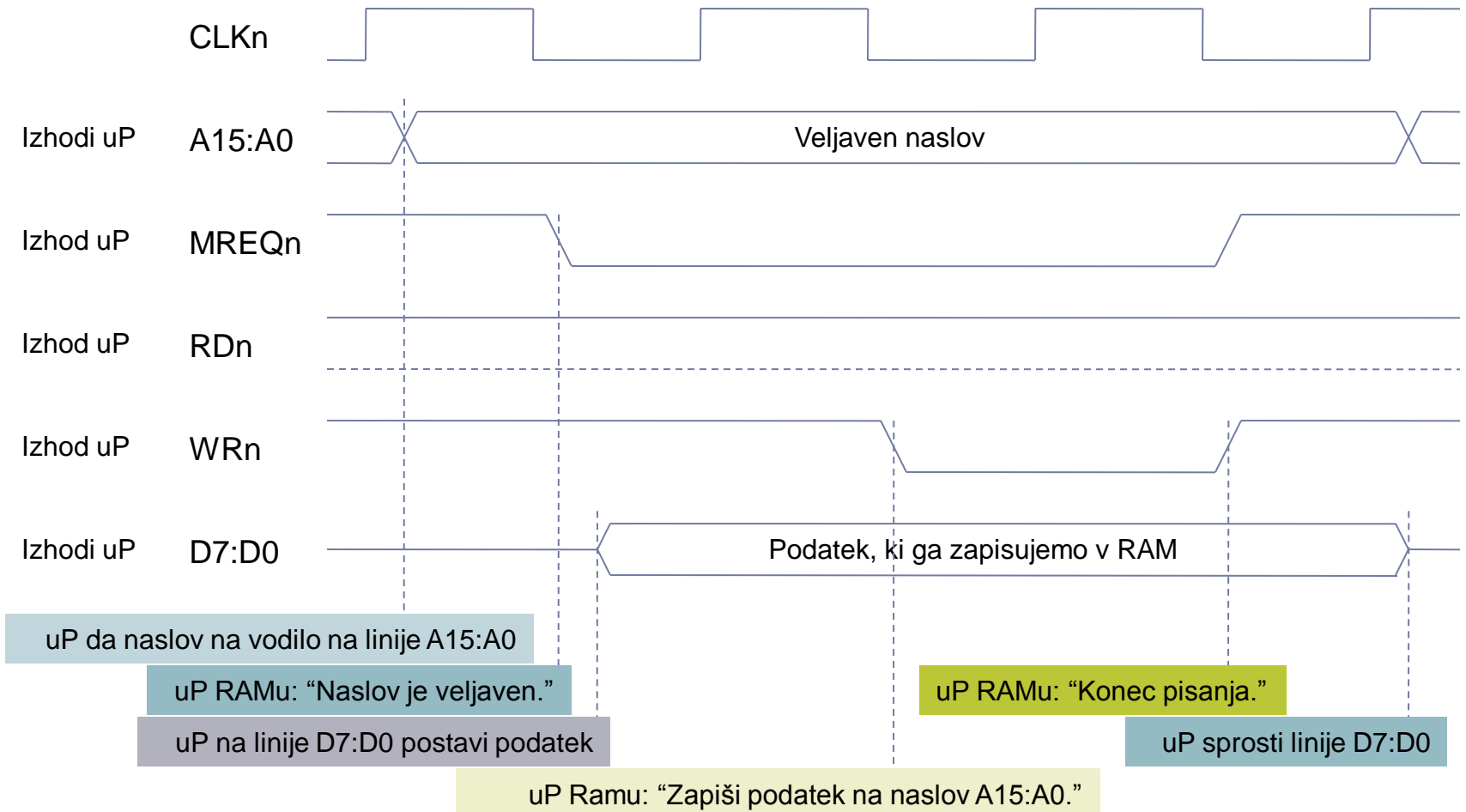
► Pri branju podatka/ukaza iz naslovnega prostora



Vodilo

Pisanje v pomnilnik (Primer: Z80)

► Pri pisanju podatka v pomnilnik



Hitrost prenosa po vodilu

- ▶ **Načeloma en podatek na periodo ure**
(Pri Z80 smo imeli 1 podatek na 3 periode)
- ▶ **Kaj pa če so zunanja vezja prepočasna?**
Po postavitvi signala za branje/pisanje mikroprocesor nekaj ciklov čaka. Tem ciklom pravimo čakalna stanja (Wait State). Pri nekaterih mikroprocesorjih lahko število Wait State-ov nastavljamo.
- ▶ **Kaj pa če uP ne podpira toliko čakalnih stanj, kot jih potrebujemo?**
Zunanjo napravo priklopimo na vhodno-izhodna vrata, komunikacijski protokol pa izvedemo programsko (**bit banging**).
Primer: priklop LCD prikazovalnika na š-ARM.

Vodilo jedra ARM7

- ▶ 32 naslovnih in 32 podatkovnih linij
- ▶ Bolj zapletena komunikacija kot v prejšnjem primeru
- ▶ Štiri vrste cikla (navaden, sekvenčni, interni, koprocesorski)
- ▶ Omogoča branje 8- 16- in 32- bitnega podatka
- ▶ Potrebujemo vmesniško vezje za priklop pomnilnika
- ▶ Most (bridge) - krmilnik, ki pretvarja in prenaša signale iz enega vodila na drugo vodilo
- ▶ LPC2138 nima od zunaj dostopnega vodila
- ▶ LPC2292 (ARM7) ima že vgrajen pomnilniški krmilnik (most).

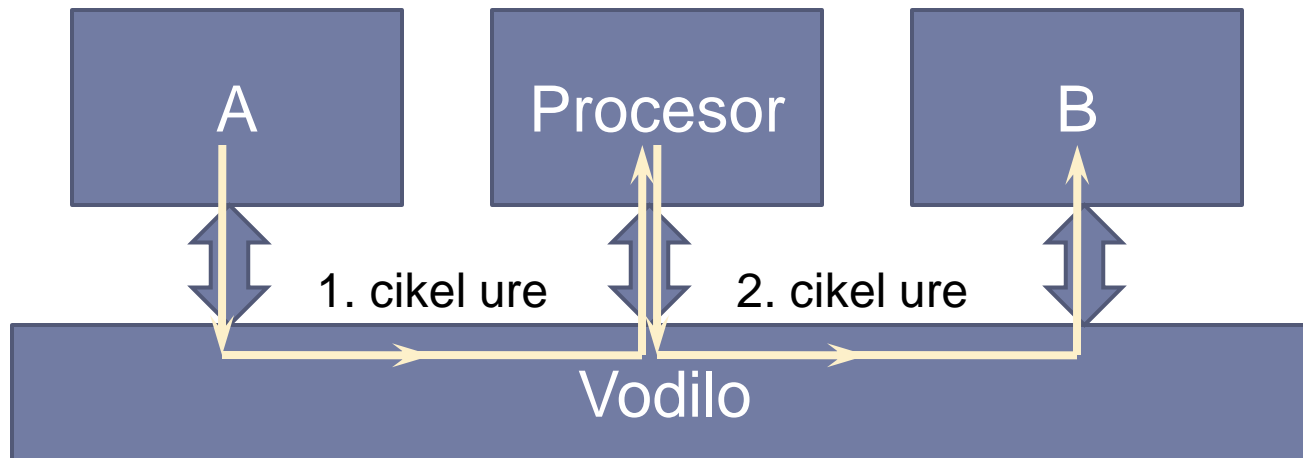
Možen priklop SRAM, ROM, FLASH in BURST ROM vezij

- ▶ ¹¹Možna širina vezij: 8, 16 ali 32 bitov

Prenos podatkov po vodilu

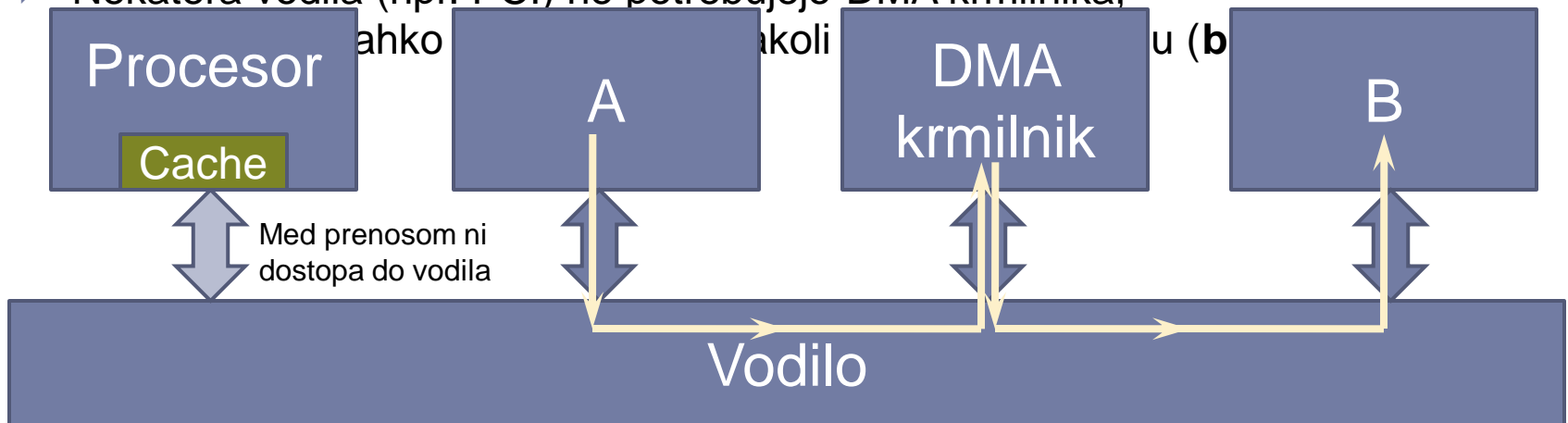
Procesor ima nadzor nad vodilom

- ▶ Prenos iz naprave A v napravo B preko vodila
- ▶ Procesor ima nadzor nad vodilom in opravlja kopiranje podatkov
- ▶ Problem: vsaj 1 cikel za branje A in vsaj 1 cikel za pisanje B
Procesor je zaseden s kopiranjem in ne more početi kaj drugega.



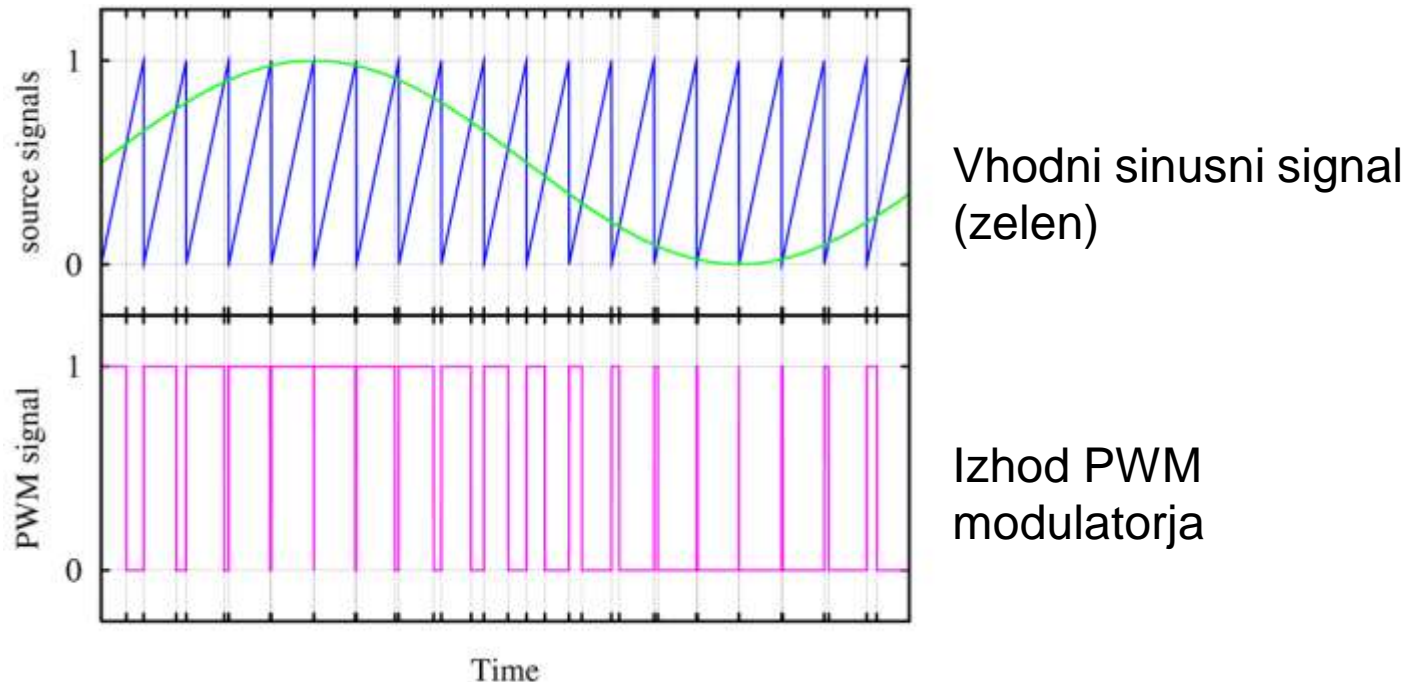
Neposreden dostop do pomnilnika (Direct Memory Access, DMA)

- ▶ Procesor najprej da navodila DMA krmilniku, kako naj izvede prenos (koliko podatkov, od kod, kam)
- ▶ Kopiranje (DMA prenos) opravlja DMA krmilnik, ki prevzame nadzor nad vodilom
- ▶ Med DMA prenosom procesor nima dostopa do vodila, lahko pa neovirano izvaja program iz predpomnilnika
- ▶ Procesor mora počakati na konec DMA prenosa le, če potrebuje dostop do vodila
npr. če podatka/ukaza ni v predpomnilniku (majhna verjetnost)
- ▶ Nekatera vodila (npr. PCI) ne potrebujejo DMA krmilnika,



Pulzno-širinski modulator (Pulse Width Modulator, PWM)

- ▶ Informacija je skrita v trajanju logične "1".

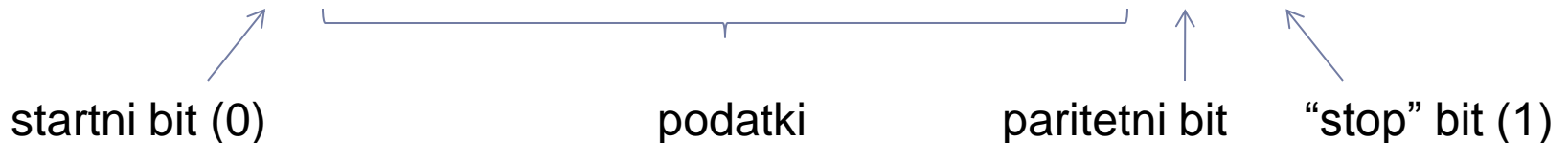


- ▶ Regulacija moči, krmiljenje motorjev, audio ojačevalniki razreda D, ...
- ▶ LPC2138 ima 6 PWM izhodov, ki jim lahko nastavimo frekvenco in delež logične "1" v periodi

Protokol RS-232 ...

- ▶ Asinhrona komunikacija, hkrati poteka v obe smeri - dvosmerna (duplex)
- ▶ Vezje UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) – RS-232
- ▶ Najmanj 3 linije: RX, TX, masa (GND)
- ▶ Oddajnik in sprejemnik morata poznati hitrost prenosa (biti/sekundo)
- ▶ Prenos (podatki) se začne z bitom, ki sledi startnemu bitu

nivo mirovanja



- ▶ Pariteta – za zaznavanje napake pri prenosu
brez (no parity) - ni paritetnega bita,
soda (even) – podatki + paritetni bit = sodo število enk (=1-bitni CRC)
liha (odd) – podatki + paritetni bit = liho število enk

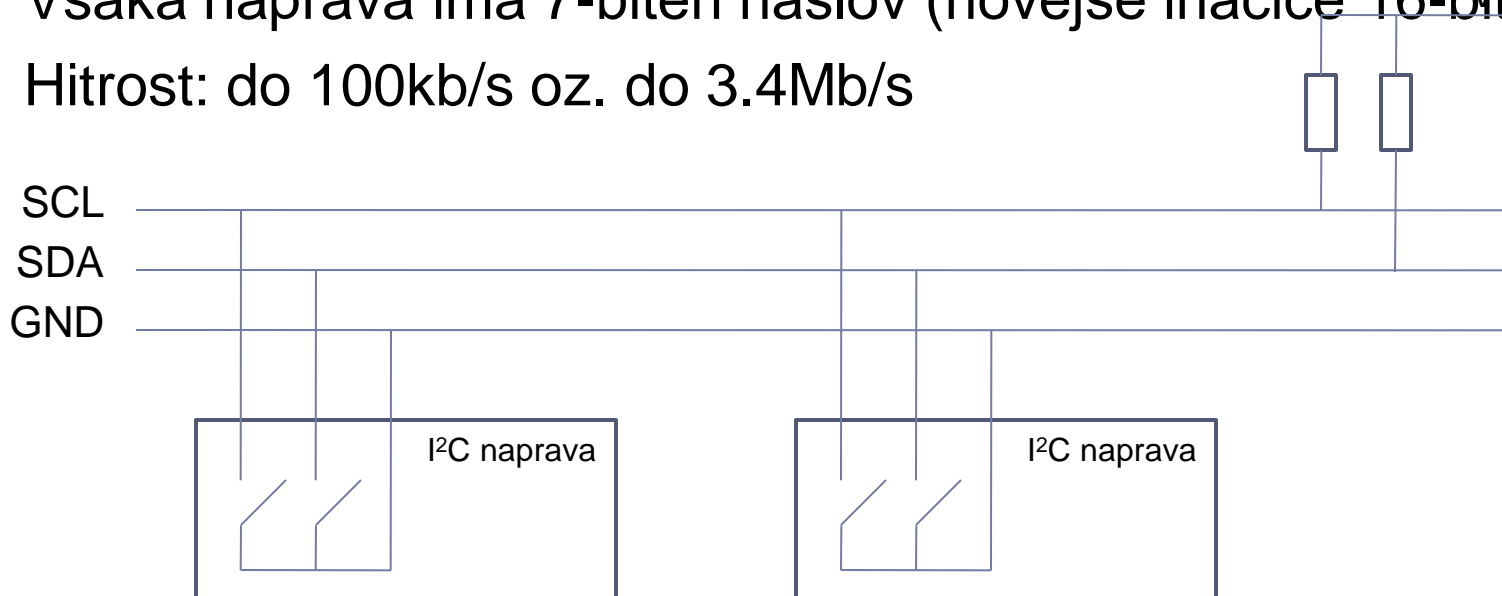
- ▶ En ali več "stop" bitov

... protokol RS-232

- ▶ Standardne hitrosti: 300b/s do 115200b/s
- ▶ Napetostni nivoji: “0” = +3V..+12V, “1”=-3V..-12V
Vezje za oblikovanje signala ... pretvorba 0..Vdd v +5V..-5V
- ▶ Strojna kontrola pretoka informacij (Hardware Flow Control):
Najmanj 5 linij – RX, TX, RTS, CTS, GND
Signal RTS (generira oddajnik) – Request To Send
Signal CTS (generira sprejemnik) – Clear To Send
- ▶ Programska kontrola pretoka z znakoma XON/XOFF
(ASCII 17 in 19) – XOFF ustavi oddajnik, XON ga sproži
- ▶ LPC2138 ima 2 UART vmesnika
UART0 ... samo oddaja/sprejem (3 linije)
Omogoča programiranje notranjega FLASH pomnilnika s hitrostmi do 230400b/s.
UART1 ... oddaja/sprejem in ostali signali (RTS, CTS, DSR, DTR, DCD, RI)
Signali priključeni na RS-232 konektor š-ARMa.
- ▶ Kljub starosti (EIA RS-232-C - 1969) je še vedno priljubljen.

Vodilo I²C (Philips) ... (Inter-Integrated Circuit)

- ▶ Sinhrona komunikacija, izmenično dvosmerna (half-duple)
- ▶ 3 linije: ura (SCL), podatki (SDA), GND
- ▶ Izhodi naprav za liniji SCL in SDA so tipa “odprt ponor”
- ▶ SCL in SDA linija sta v neaktivnem stanju na “1” (“pull up” upor)
- ▶ Vsaka naprava ima 7-biten naslov (novejše inačice 16-biten)
- ▶ Hitrost: do 100kb/s oz. do 3.4Mb/s



... vodilo I²C

- ▶ Vsaka naprava je bodisi glavna (master) ali podrejena (slave)
- ▶ Glavna naprava generira SCL signal in naslavlja podrejene naprave s katerimi želi komunicirati
- ▶ Več glavnih naprav na vodilu – poseben postopek (arbitraža)
določi katera naprava bo uporabljala vodilo (generirala SCL)
- ▶ Uporaba:
serijski pomnilniki (npr. EEPROM),
VESA DDC kanal monitorjev,
krmiljenje OLED/LCD prikazovalnikov,
odčitavanje senzorjev (npr. temperatura, hitrost ventilatorja), ...

Vodilo SPI (Motorola)

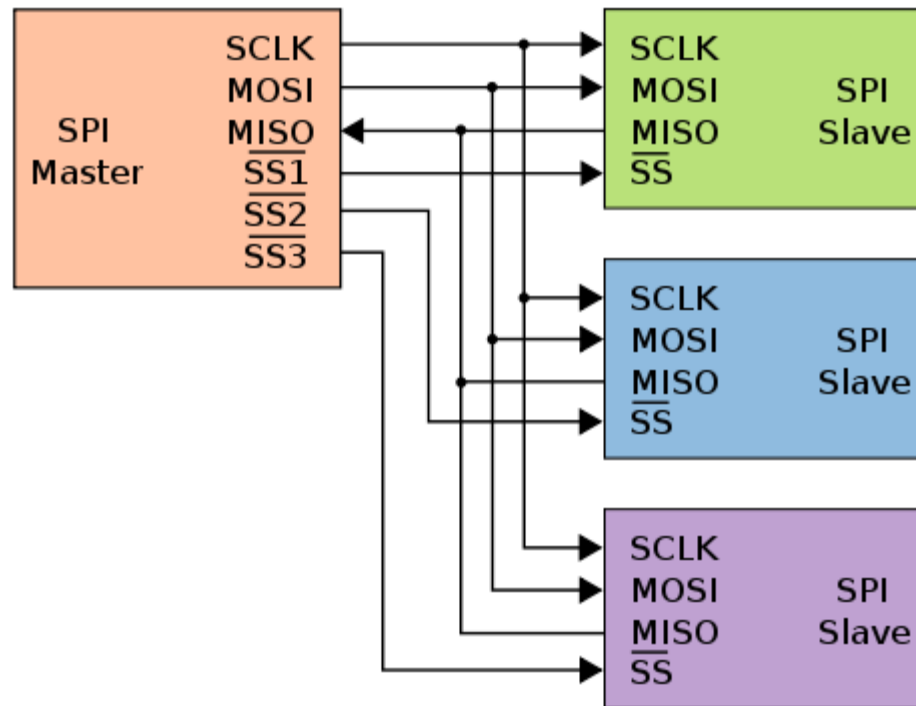
(Serial Peripheral Interface Bus)

- ▶ Sinhrona komunikacija, dvosmerna (duplex)
- ▶ 5 linij: ura (SCLK), MOSI (Master Output, Slave Input), MISO (Master Input, Slave Output), SS (Slave Select), GND
- ▶ Ena glavna naprava (master) in ena ali več podrejenih (slave) na vodilu
- ▶ MISO izhod neaktivnih podrejenih naprave je v stanju visoke impedance (odklopljen od vodila).
- ▶ Hitrost komunikacije določa signal SCLK (1-70MHz) ... do 70Mb/s
- ▶ Uporaba: priklop senzorjev, audio kodekov, digitalnih potenciometrov, LCD prikazovalnikov, SD in MMC pomnilniških kartic, ...
- ▶ JTAG vmesnik (za razhroščevanje) je 3-žična inačica SPI
- ▶ SPI je zaščiteno ime (Motorola), Drugi proizvajalci imajo svoje izvedenke, npr. Texas Instruments 4-wire SSI.
- ▶ LPC2138 ima en SPI in en SSP vmesnik
- ▶ SSP pozna protokole SPI, 4-wire SSI in Microwire (National Semiconductor)

Vezava SPI ...

1 glavna, 3 neodvisne podrejene naprave

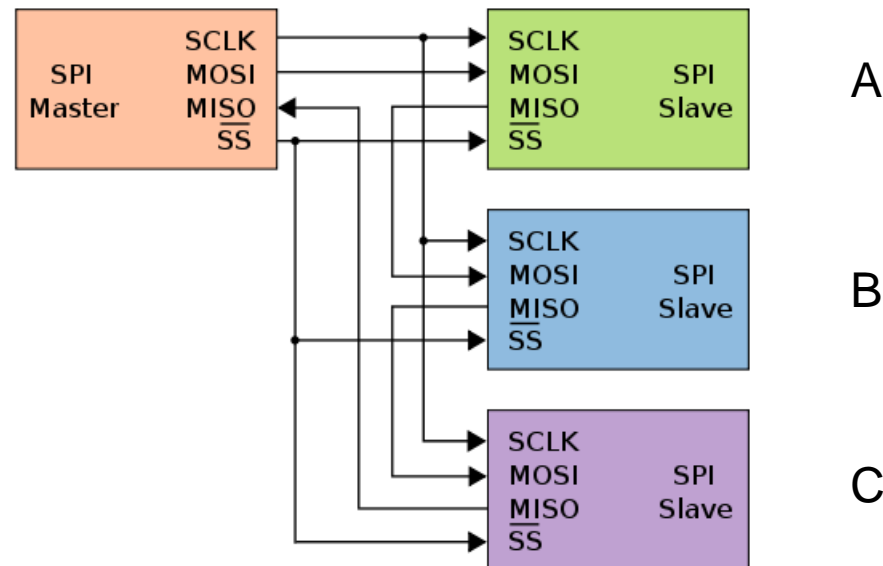
- ▶ Po en SS signal za vsako podrejeno napravo.
- ▶ Aktiven SS izbere podrejeno napravo, ki bo komunicirala z glavno napravo
(oddajala na linijo MISO in sprejemala preko linije MOSI)



... vezava SPI

Veriga podrejenih naprav (daisy chain)

- ▶ Izhod MISO podrejene naprave vezan na vhod MOSI naslednje
- ▶ Podatki ki prihajajo na MOSI vhod naprave gredo ven na MISO izhodu zakasneni za določeno število urinih ciklov



Primer: 8 urinih ciklov zakasnitve od MOSI vhoda proti MISO izhodu podrejene naprave

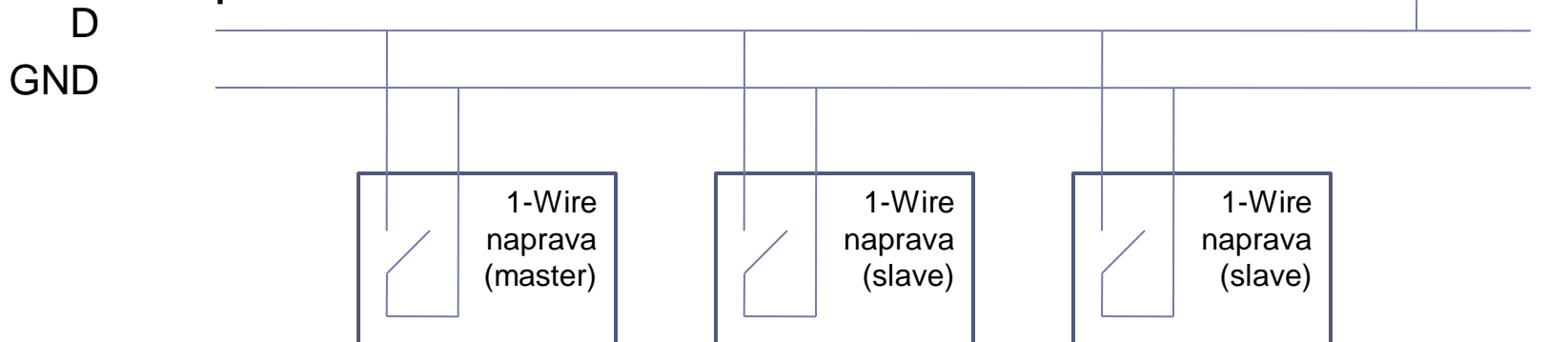


Vodilo 1-Wire (Dallas Semiconductor) ...

- ▶ Asinhrona komunikacija, izmenično dvosmerna (half-duplex)
- ▶ 2 liniji: signal (D) in masa (GND)
- ▶ Signalna linija lahko služi tudi kot napajanje naprave. Kondenzator v napravi (800pF) nabira naboj za napajanje.
- ▶ Skupek naprav povezanih z vodilom 1-wire = MicroLan
- ▶ Ena glavna naprava (master), vse ostale so podrejene (slave)
- ▶ Vsaka naprava ima 64-bitno ID kodo (od tega 8 bitov za tip in 8 bitov za kontrolno kodo CRC)
- ▶ Uporaba: priklop pametnih senzorjev, pomnilnika, A/D in D/A pretvornikov, digitalnih potenciometrov, ...
- ▶ Izvedba protokola je možna s standardnim UART vezjem

... vodilo 1-Wire (komunikacija)

- ▶ D izhod naprav tipa “odprt ponor”, pull-up upor na liniji D (kot pri I²C)
- ▶ Neaktivna linija D je v stanju visoke napetosti zaradi pull-up upora.
- ▶ “1” = 60us dolg pulz nizke napetosti,
“0” = 1-15us dolg pulz nizke napetosti
- ▶ Oddajanje sproži glavna naprava s 60us pulzom nizke napetosti
- ▶ Hitrost prenosa: do 16.3kb/s



Vodilo CAN (Robert Bosch GmbH) (Controller Area Network)

- ▶ Asinhrona komunikacija, izmenično dvosmerna (half-duplex)
- ▶ Za povezovanje naprav v vozilih (ponavadijo so to senzorji in aktuatorji)
- ▶ Naenkrat lahko pošilja sporočila le ena naprava
- ▶ Komunikacija poteka preko sukanega para žic (twisted pair)
- ▶ Naenkrat vzporedno na odcepe vodila
- ▶ Naenkrat hitrosti



UTP – Unshielded Twisted Pair
(neoklopljeni sukani pari žic)



STP – Shielded Twisted Pair
(oklopljeni sukani pari žic)

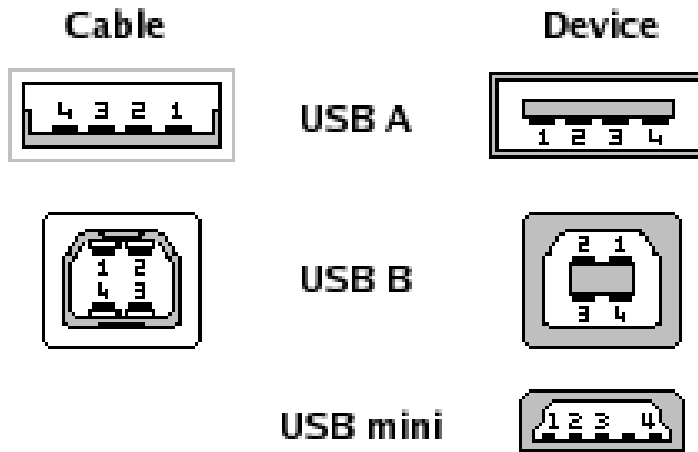
Vodilo USB

(Universal Serial Bus)

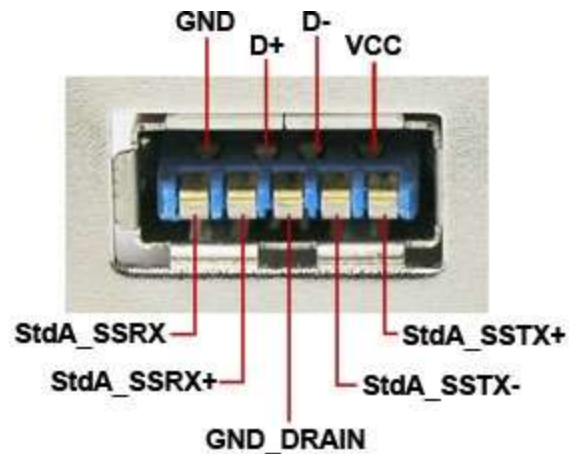
- ▶ Serijska komunikacija, izmenično dvosmerna
- ▶ Hitrost: USB 1.0 do 1.5-2Mb/s, USB 2.0 – do 480Mb/s, USB 3.0 – do 4.8Gb/s
- ▶ Komunikacija poteka preko sukanega para žic (liniji D+ in D-).
- ▶ Liniji GND in Vcc (+5V) lahko služita za napajata podrejenih naprav.
- ▶ Signal je diferencialen (ena žica parice +U, druga –U proti masi)
- ▶ USB 3.0 – dva dodatna sukana para za dvosmerno komunikacijo
- ▶ Smer komunikacije določa naprava, ki je gostitelj (host).
- ▶ Vse ostale naprave so podrejene, oddajajo samo, ko so nagovorjene.
- ▶ Pri USB 3.0 lahko komunikacijo sproži tudi podrejena naprava.
- ▶ USB OTG (On-The-Go) – podrejena naprava lahko prevzame



USB - priključki



USB 2.0
1 .. +5V
2 .. D-
3 .. D+
4 .. GND



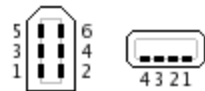
USB 3.0 (SuperSpeed)
USB A vtičnica

IEEE 1394

- ▶ Serijska komunikacija, izmenično dvosmern
- ▶ Hitrost: 100 do 400Mb/s (FireWire 400), do 3.2Gb/s (IEEE1394b)
- ▶ Uporaba: priklapljanje digitalnih video naprav
- ▶ Druga imena: i.LINK (Sony), FireWire (Apple)



IEEE1394
(400Mb/s)



4-pin connector	6-pin connector	Signal	Color	Description
	1	VCC	□	+30V unregulated DC
	2	GND	■	Ground
1	3	TPB-	■	Twisted pair B
2	4	TPB+	■	Twisted pair B
3	5	TPA-	■	Twisted pair A
4	6	TPA+	■	Twisted pair A



Ethernet (IEEE 802.3)

- ▶ Izmenično dvosmerna ali dvosmerna komunikacija
- ▶ Uporaba: mrežne povezave
- ▶ Hitrosti: 10Mb/s, 100Mb/s, 1Gb/s, 10Gb/s
- ▶ Prenosni medij: sukani pari žic ali optična vlakna
- ▶ Vsaka naprava ima 48-biten naslov (Media Access Control, MAC)

24 bitov za kodo proizvajalca

