

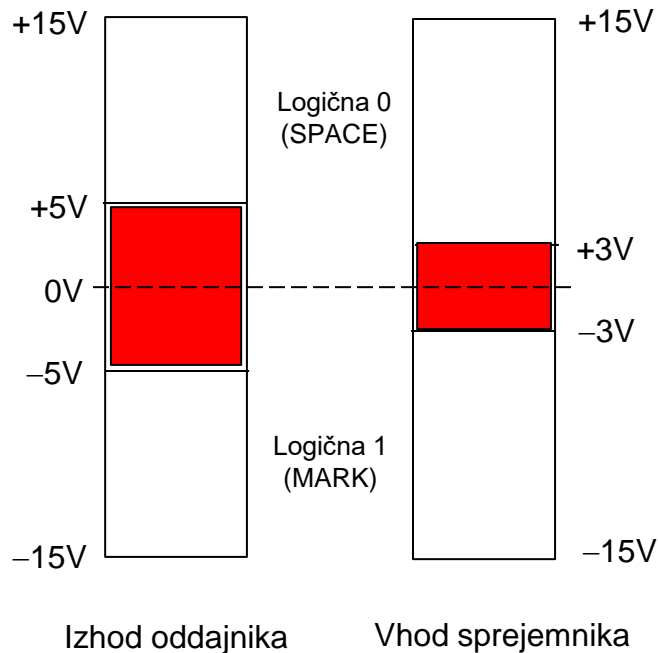


Vhodno izhodne naprave

Laboratorijska vaja 10 - LV 3
Očesni vzorec in ostali signali

■ Električni del standarda RS232:

□ Napetostna in logična nivoja



Šumna imuniteta je 2 V ($5V - 3V = 2V$)

Podatkovna signala RxD in TxD:

Logična 1: neg. napetostni nivo

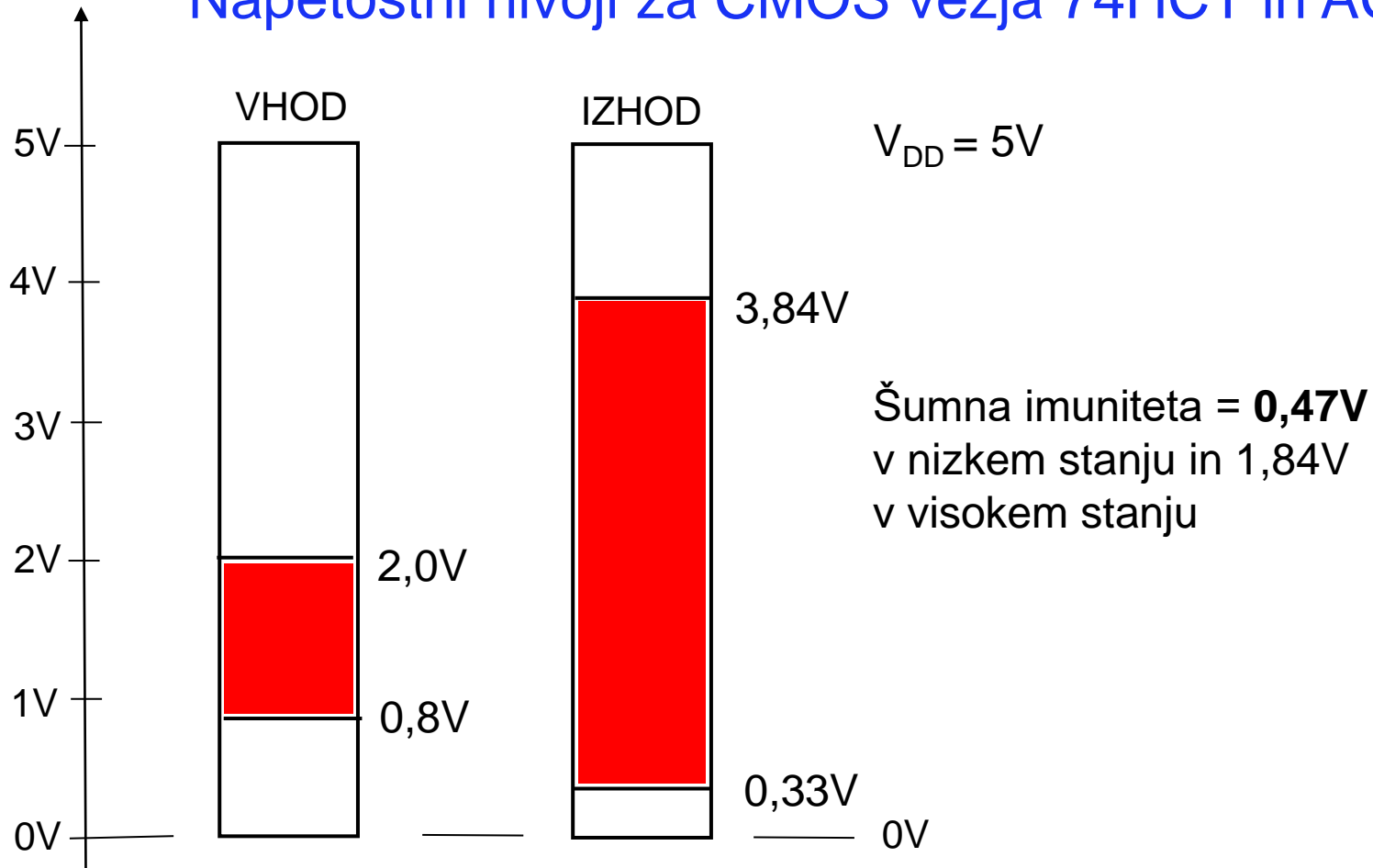
Logična 0: poz. napetostni nivo

Kontrolni signali

Signal aktiven: poz. napetostni nivo

Signal neaktiven: neg. napetostni nivo

Napetostni nivoji za CMOS vezja 74HCT in ACT



8.1 Pojavi, ki omejujejo hitrost prenosa

Čas vzpona linije

- Slabljenje linije in hitrost potovanja signala z višanjem frekvence signala naraščata.

Medsimbolna interferenca

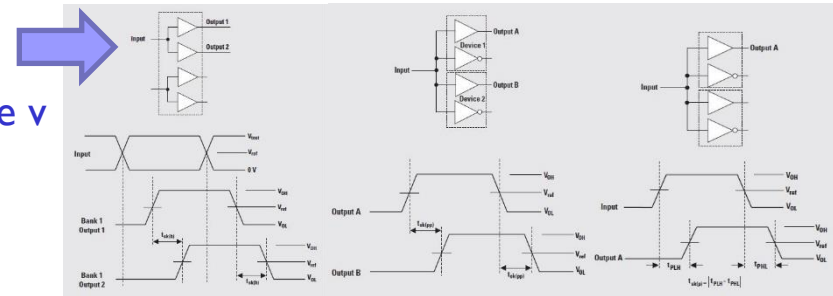
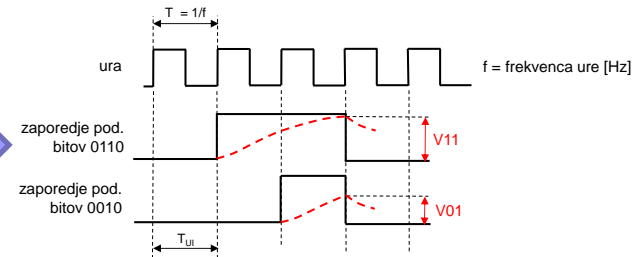
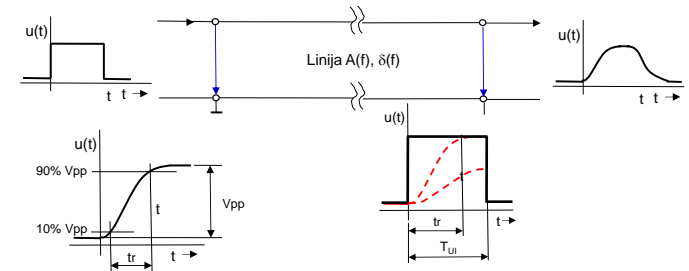
- vpliv vrednosti prejšnjega bita na sosednjega. Pri velikih hitrostih (kratak čas TUI) pride ta vpliv do izraza.

Zamik (skew)

- je časovna razlika med dvema dogodkoma, ki bi se v idealnih razmerah morala zgoditi istočasno. (Definicija JEDEC Standard No. 65B)

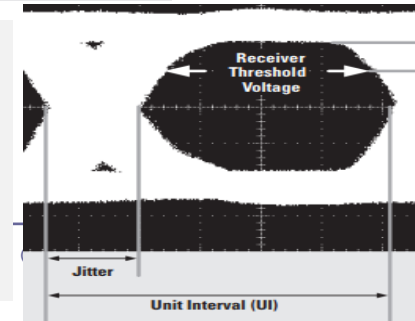
Tresenje (jitter)

- je časovno odstopanje fronte signala od pravilnega položaja.



Pogosto se tresenje (jitter) definira kot vsoto:

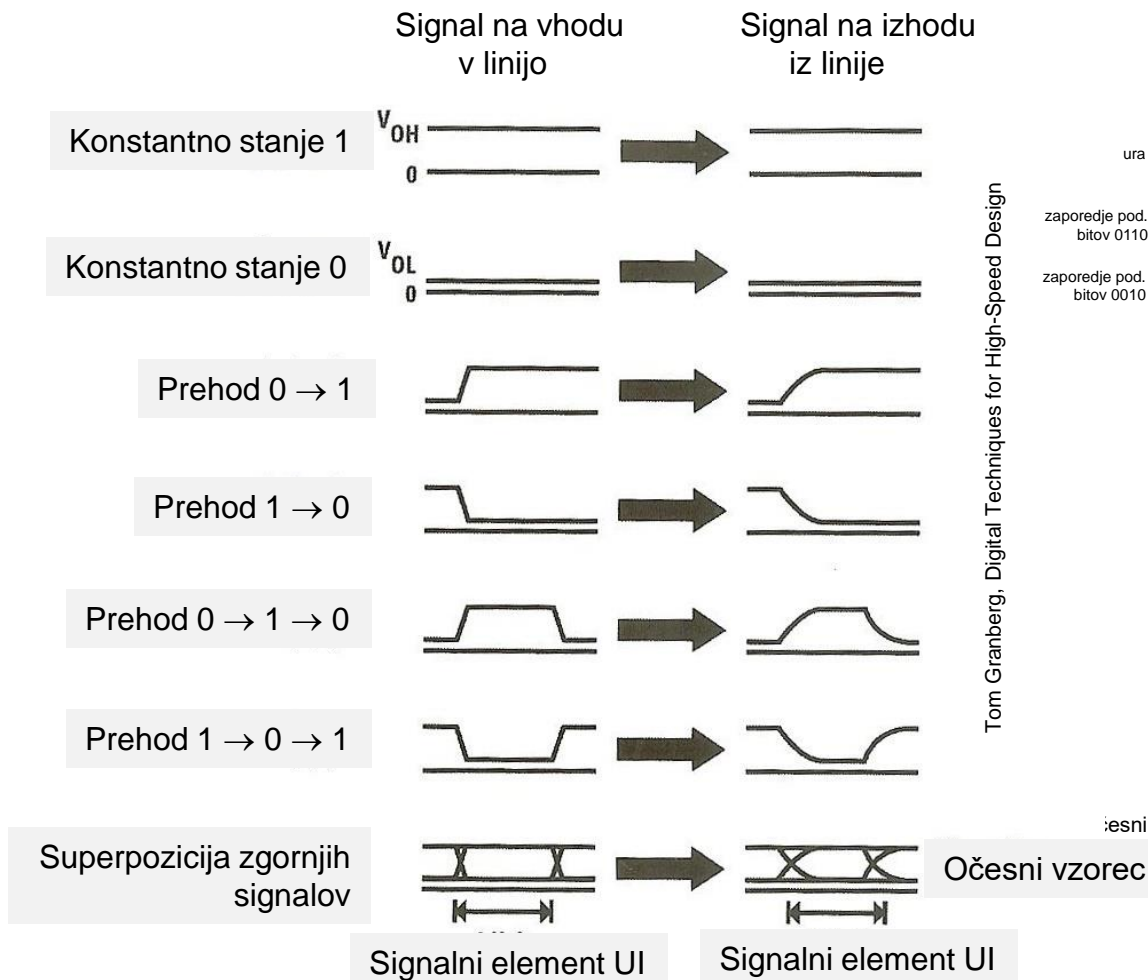
- vseh zamikov signala (skew),
 - odbojev,
 - medsimbolne interference,
 - zakasnitev,
 - šuma,
- ki poslabšuje kvaliteto signala.



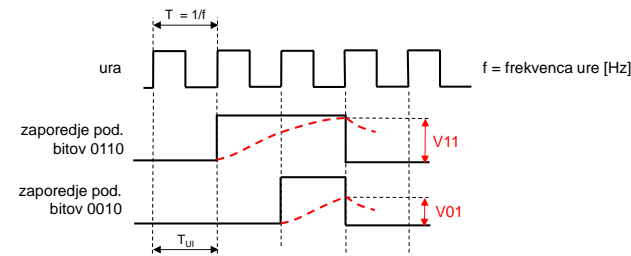
8.3 Očesni vzorec

- **Najvišjo možno hitrost prenosa** na določeni prenosni poti (kanalu) lahko razberemo tudi z **meritvijo očesnega vzorca**.
- Iz očesnega vzorca lahko določimo **najkrajši možni čas signalnega elementa (T_{UI})**, da je sprejem še možen in iz tega **prenosno hitrost**.
 - Tresenje (jitter)
 - Število možnih napetostnih nivojev (število bitov v signalnem elementu)
- Za meritev očesnega vzorca potrebujemo **pseudonaključni generator digitalnega signala**, ki mu lahko **spreminjamo čas trajanja bitne celice** (frekvenco ure in s tem hitrost) in **osciloskop**.

Generiranje očesnega vzorca s superpozicijo signalov

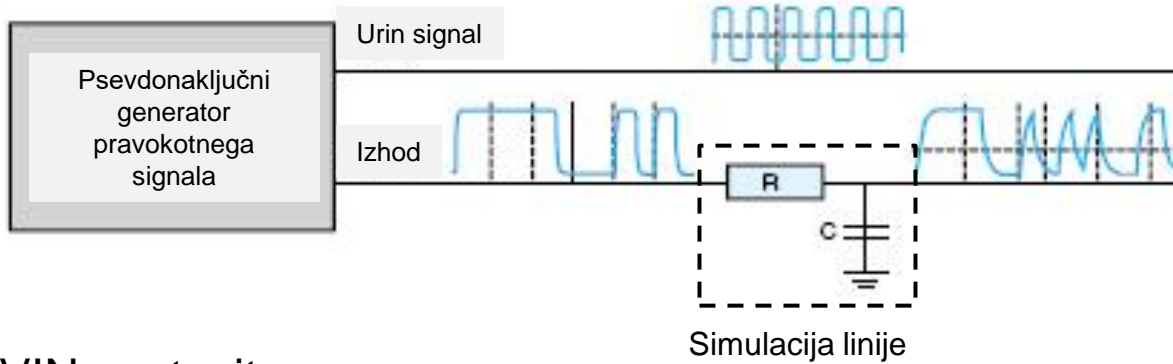


Tom Granberg, Digital Techniques for High-Speed Design

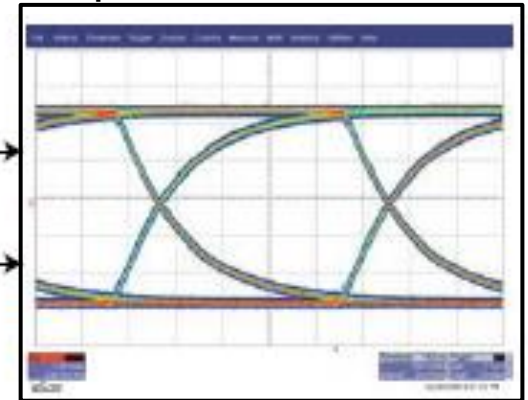


Schema meritve očesnega vzorca – STM32H7

Splošna postavitev :

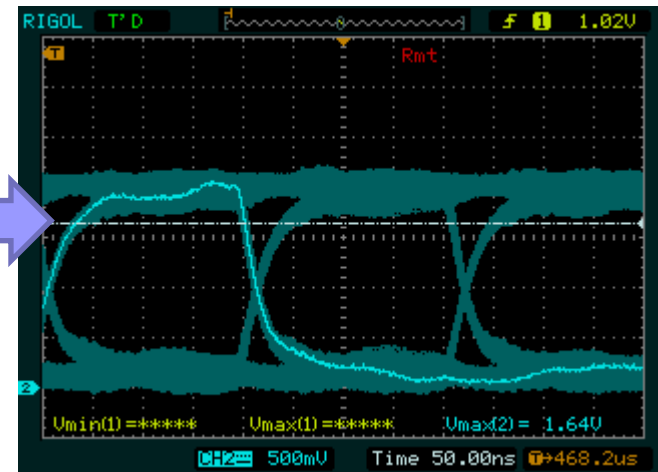
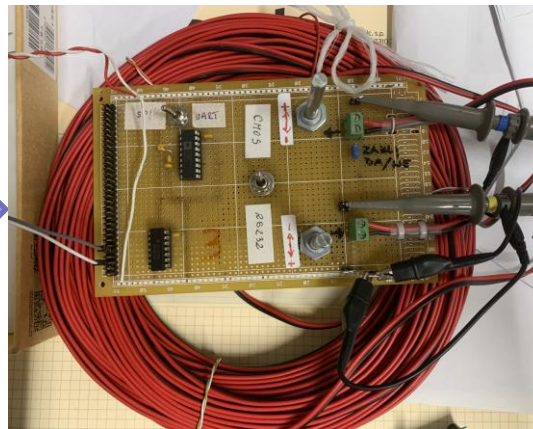
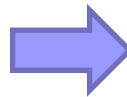
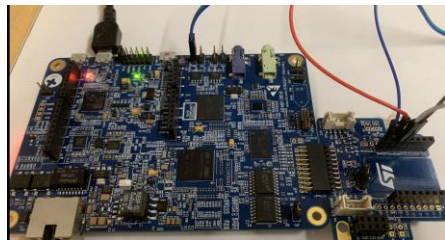


Nastavitve osciloscopa:
„persistence ON“



Osciloskop

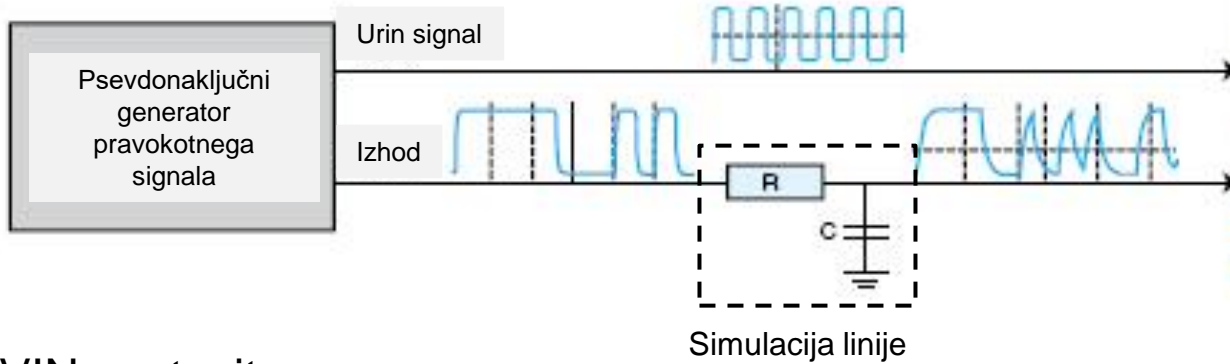
VIN postavitev :



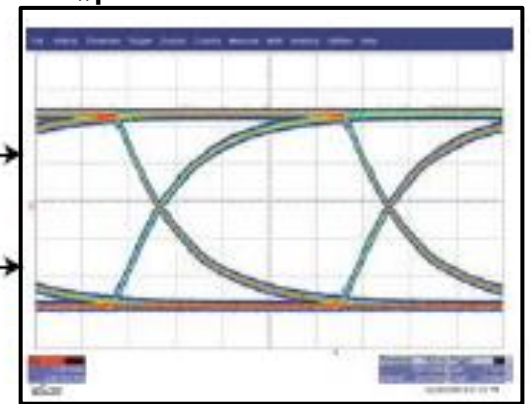
STM32H750B-DK C VIN SignalGen

Schema meritve očesnega vzorca – FRI SMS

Splošna postavitev :

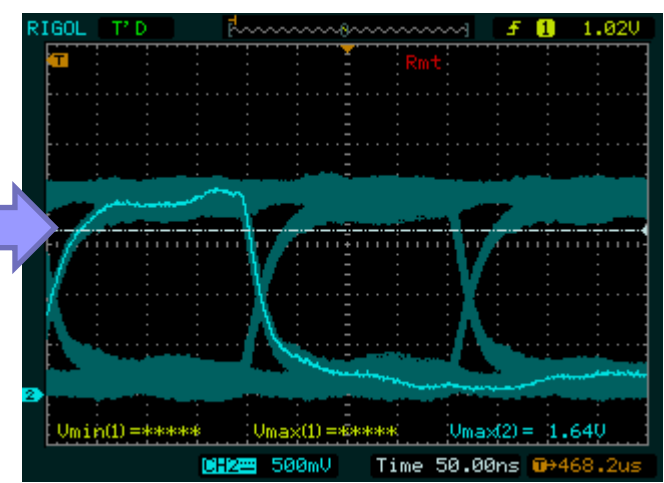
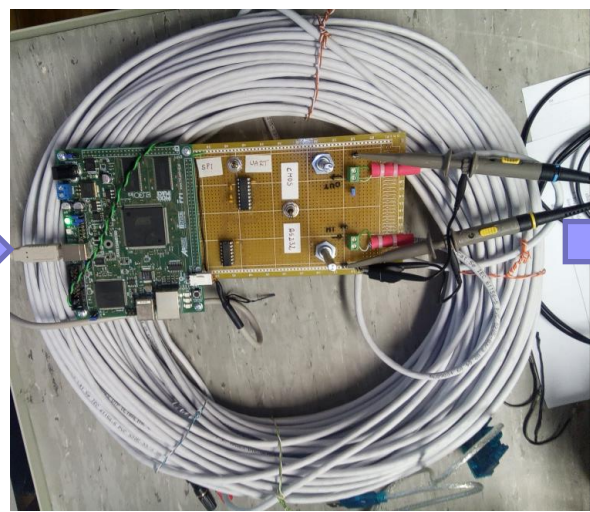
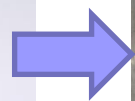


Nastavitev osciloskopa:
„persistence ON“



Osciloskop

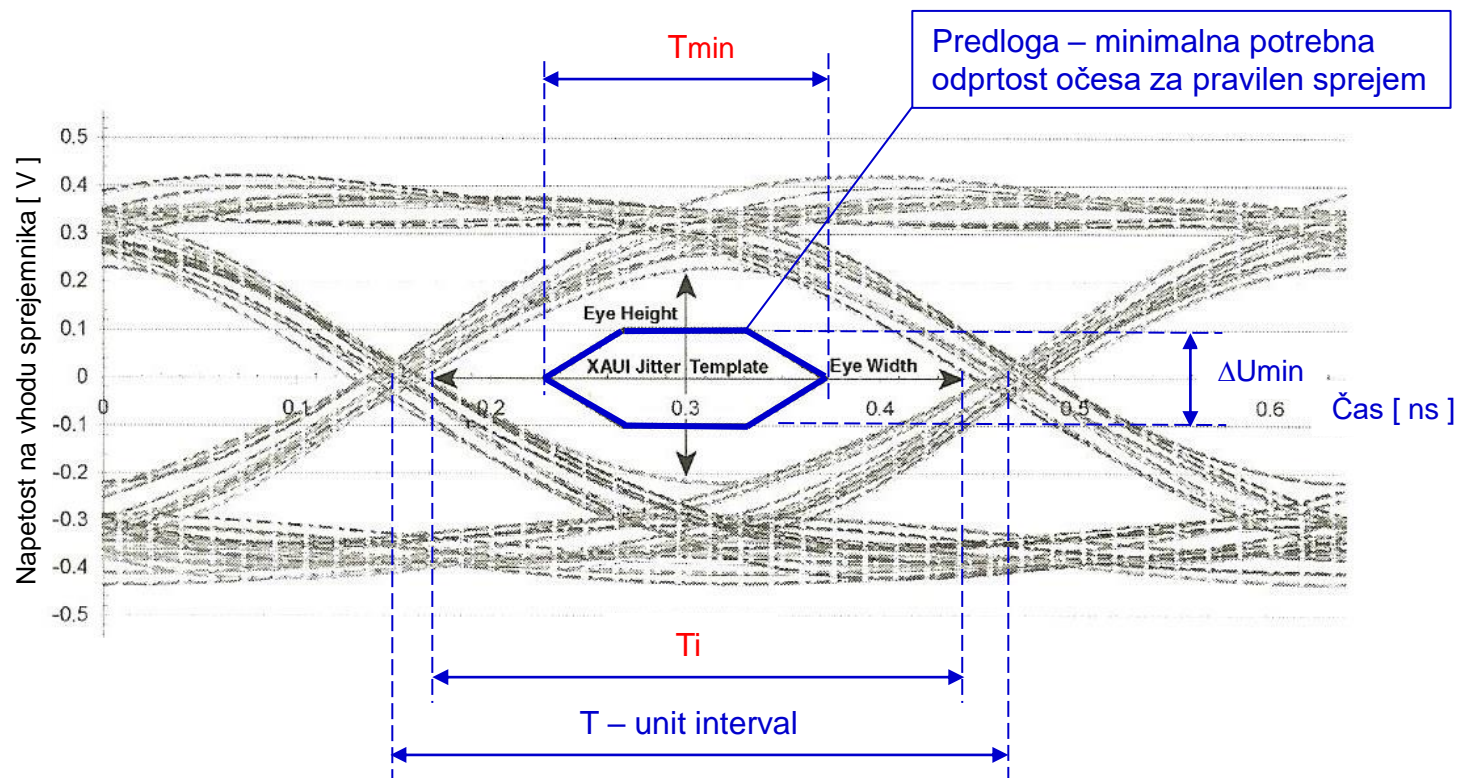
VIN postavitev :



VIN Eye UART Generator.wsb

Primeri meritev očesnega vzorca – 10Gb Ethernet

Očesni vzorec s predlogo za 10-Gigabit Ethernet sprejemnik, ki preklaplja med ± 100 mV

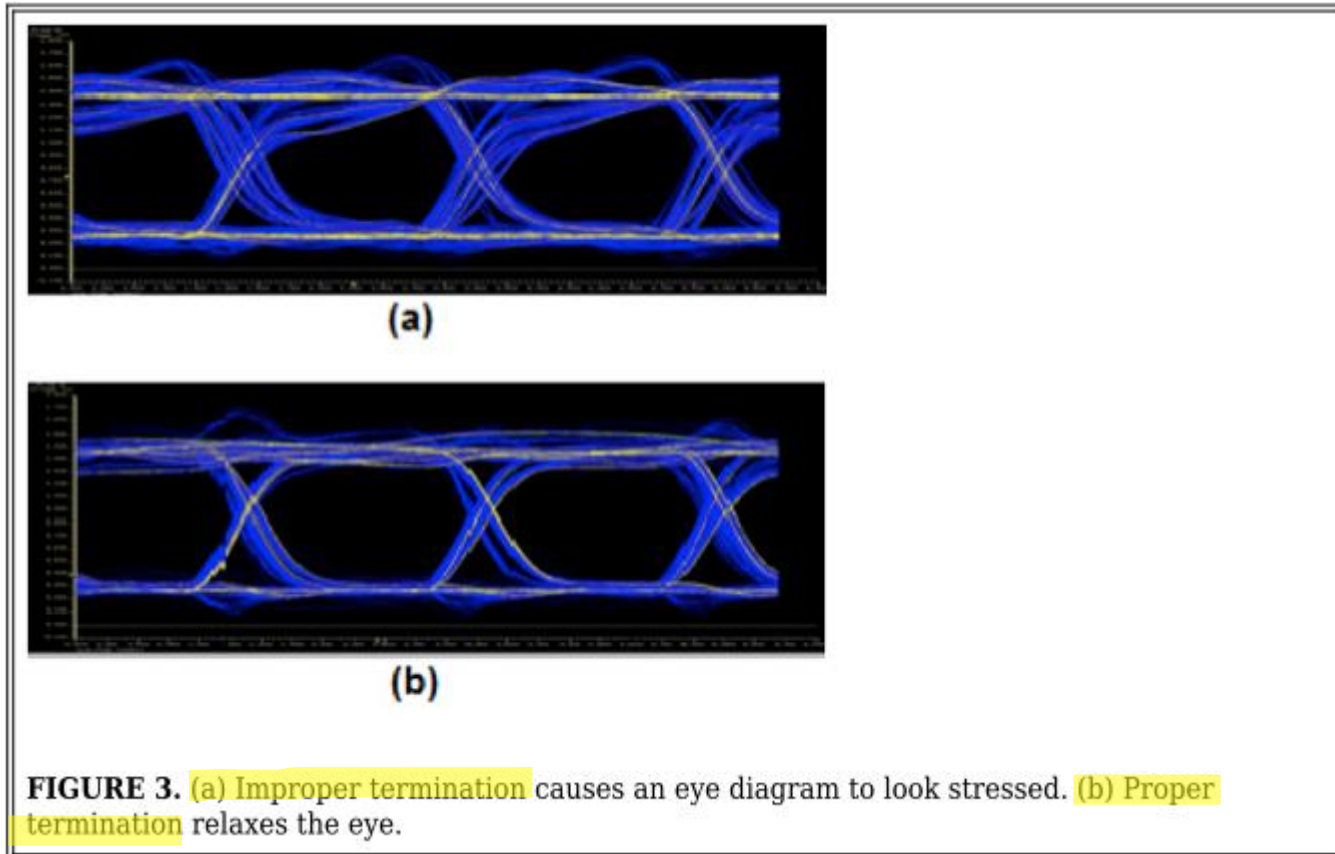


Tom Granberg, Digital Techniques for High-Speed Design

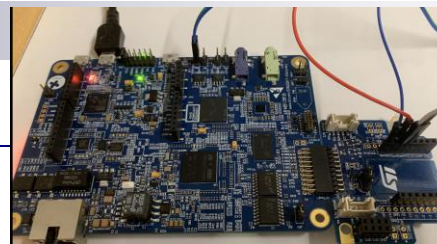
Sprejem ni več možen, ko se

- T_i skrajša pod minimalno vrednost T_{min} (širina očesa se krajša).
- napetostni nivoji znižajo pod mejo ločljivosti (višina očesa se zmanjša pod ± 100 mV).

Primer vpliva zaključitve na očesni vzorec



Vir: EDN: Eye Diagram Basics: Reading and applying eye diagrams



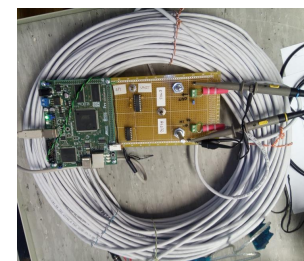
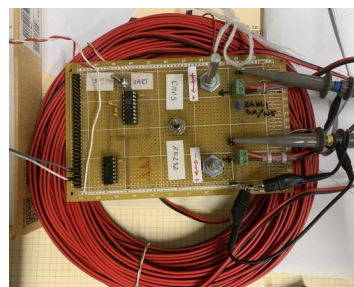
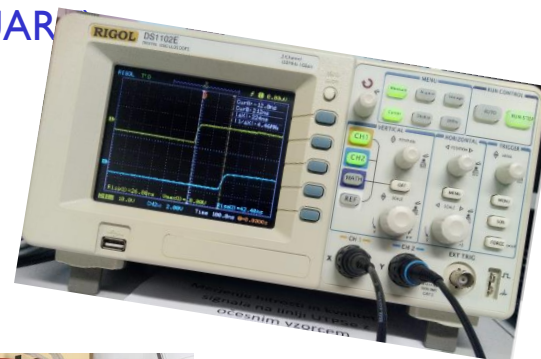
Seznam uporabljenih instrumentov:

- STM32H7(procesor ARM) – projekt „STM32H750B-DK C VIN SignalGen“
 - Generiranje periodičnega/naključnega pravokotnega signala
 - Generiranje signalov (PWM, UART, SPI, I2C, CANBUS)

- FRI - SMS (procesor ARM) – projekt „VIN Eye UART Generator“
 - Generiranje periodičnega/naključnega pravokotnega signala
 - Generiranje asinhronskega prenosa znaka (UART)

- Osciloskop RIGOL DS 1102E

- Linije
 - 1 - UTP Cat5e
 - 2 - RS-232 kabel
 - 3 - Audio kabel
 - 4 - Koaksialni kabel RG59



Merjenje očesnega vzorca – STM32H7

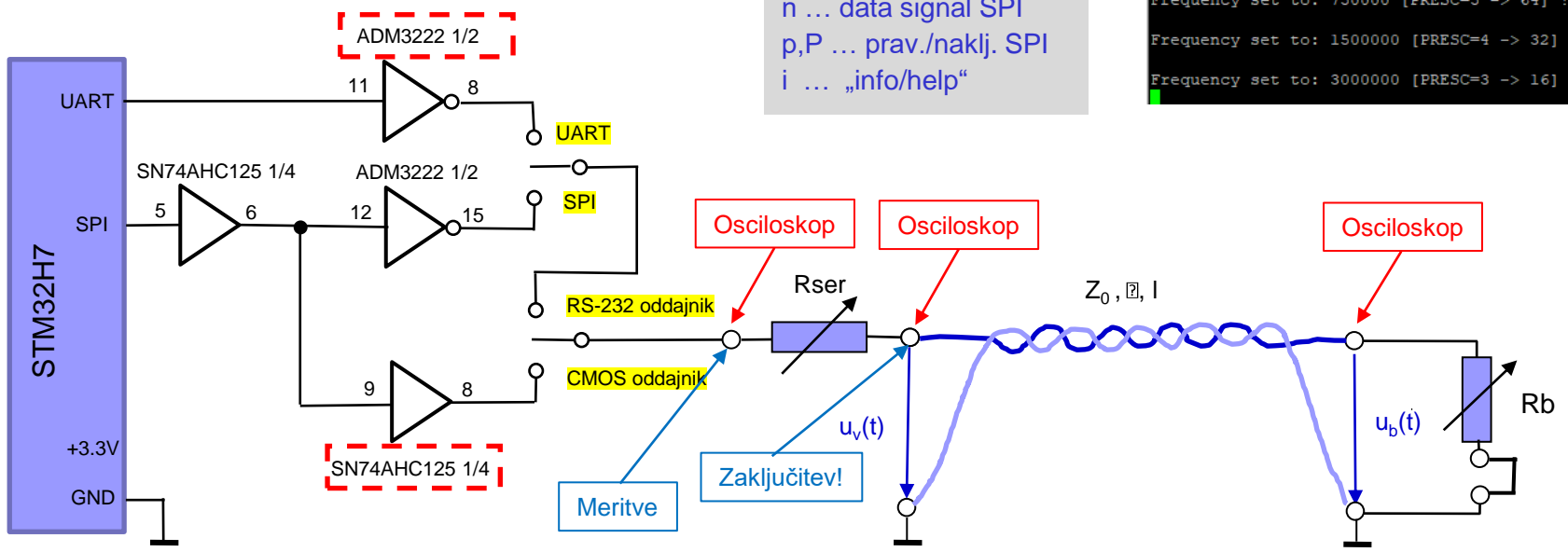
STM32H7 .. Tipke:
 + ... višja frekvenca
 - ... nižja frekvenca
 n ... data signal SPI
 p,P ... prav./naklj. SPI
 i ... „info/help“

```
COM14 - PuTTY
Help: i ..info/help
[pP]..square/rand-bits-on-SPI
[n] ..data-comm-on-SPI
SPI FREQ[pP]: +..inc, -..dec

Square Signal!
Frequency set to: 187500 [PRESC=7 -> 256] !!!

Data Signal!
VIN H7 Signal Generator - Hello!

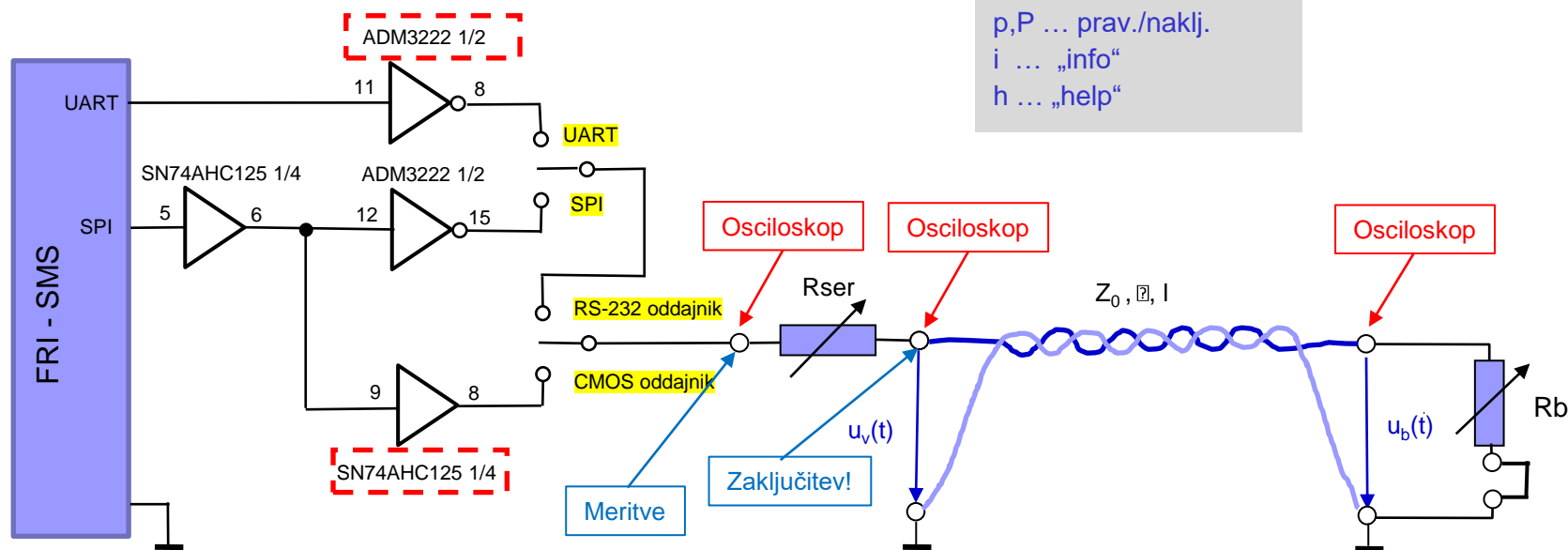
Random Signal!
Frequency set to: 187500 [PRESC=7 -> 256] !!!
Frequency set to: 375000 [PRESC=6 -> 128] !!!
Frequency set to: 750000 [PRESC=5 -> 64] !!!
Frequency set to: 1500000 [PRESC=4 -> 32] !!!
Frequency set to: 3000000 [PRESC=3 -> 16] !!!
```



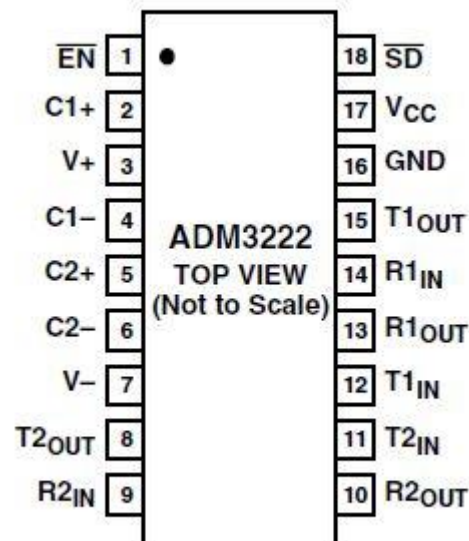
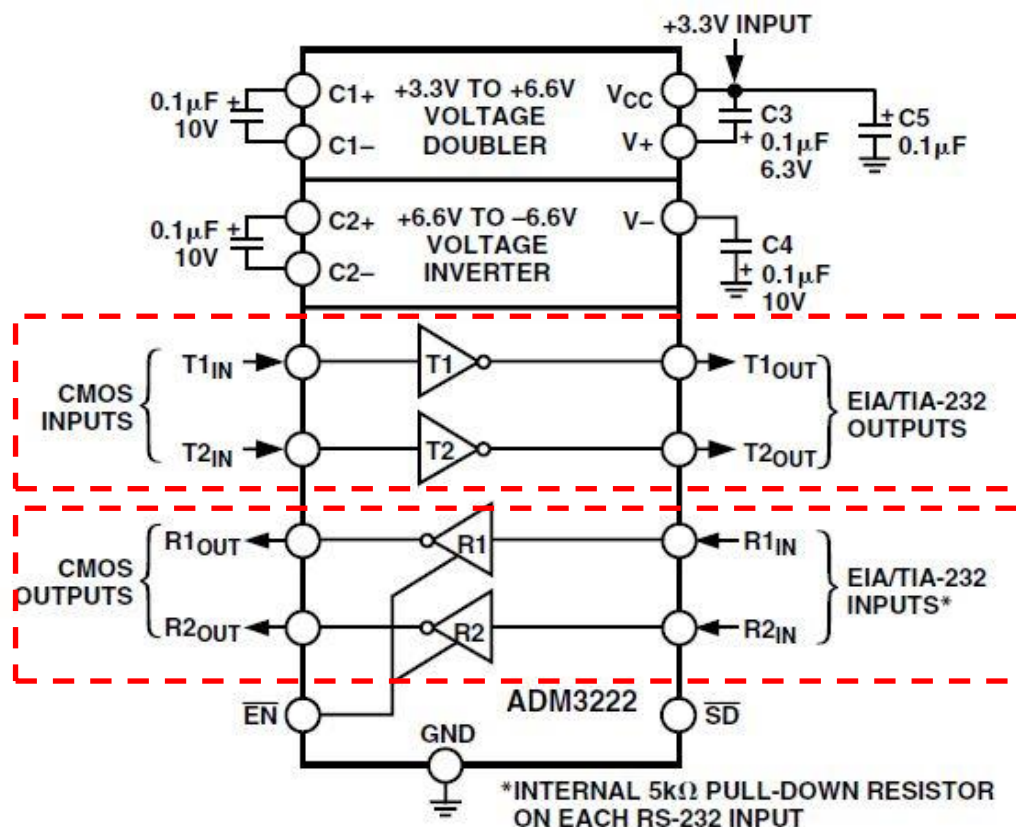
Merjenje očesnega vzorca – FRI SMS

FRI-SMS .. Tipke:

0 ... +
 = ... 10+
 1 ... -
 ! ... 10-
 p,P ... prav./naklj.
 i ... „info“
 h ... „help“



RS-232 oddajnik/sprejemnik - ADM 3222



Laboratorijska vaja 10 (LV3): Očesni vzorec, RS232, SPI

ADM3202/ADM3222/ADM1385—SPECIFICATIONS

($V_{CC} = +3.3 \text{ V} \pm 0.3 \text{ V}$, $C1\text{--}C4 = 0.1 \mu\text{F}$. All specifications T_{MIN} to T_{MAX} unless otherwise noted.)

Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions/Comments
DC CHARACTERISTICS					
Operating Voltage Range	3.0	3.3	5.5	V	No Load $R_L = 3 \text{ k}\Omega$ to GND
V_{CC} Power Supply Current		1.3	2.1	mA	
Shutdown Supply Current		8	10	mA	
		0.01	0.5	μA	
LOGIC					
Input Logic Threshold Low, V_{INL}			0.8	V	T_{IN} T_{IN} $I_{OUT} = 1.6 \text{ mA}$ $I_{OUT} = -1 \text{ mA}$ $T_{IN} = \text{GND to } V_{CC}^*$ Receivers Disabled
Input Logic Threshold High, V_{INH}	2.0			V	
CMOS Output Voltage Low, V_{OL}			0.4	V	
CMOS Output Voltage High, V_{OH}	$V_{CC} - 0.6$			V	
Input Leakage Current		0.01	± 1	μA	
Output Leakage Current			± 10	μA	
RS-232 RECEIVER					
EIA-232 Input Voltage Range	-30		+30	V	
EIA-232 Input Threshold Low	0.6	1.2		V	
EIA-232 Input Threshold High		1.6	2.4	V	
EIA-232 Input Hysteresis		0.4		V	
EIA-232 Input Resistance	3	5	7	$\text{k}\Omega$	
RS-232 TRANSMITTER					
Output Voltage Swing (RS-232)	± 5.0	± 5.2		V	$V_{CC} = 3.3 \text{ V}$. All Transmitter Outputs Loaded with $3 \text{ k}\Omega$ to Ground $V_{CC} = 3.0 \text{ V}$ $V_{CC} = 0 \text{ V}$, $V_{OUT} = \pm 2 \text{ V}$ $SD = \text{Low}$, $V_{OUT} = 12 \text{ V}$
Output Voltage Swing (RS-562)	± 3.7			V	
Transmitter Output Resistance	300			Ω	
RS-232 Output Short Circuit Current		± 15		mA	
Output Leakage Current			± 25	μA	
TIMING CHARACTERISTICS					
Maximum Data Rate	460			kbps	$V_{CC} = 3.3 \text{ V}$, $R_L = 3 \text{ k}\Omega$ to $7 \text{ k}\Omega$, $C_L = 50 \text{ pF}$ to 1000 pF . One Tx Switching $R_L = 3 \text{ k}\Omega$, $C_L = 1000 \text{ pF}$
Receiver Propagation Delay					
TPHL		0.4	1	μs	
TPLH		0.4	1	μs	
Transmitter Propagation Delay		300	750	ns	
Receiver Output Enable Time		200		ns	
Receiver Output Disable Time		200		ns	
Transmitter Skew		30		ns	
Receiver Skew		300		ns	
Transition Region Slew Rate					
	6	10	30	V/ μs	Measured from $+3 \text{ V}$ to -3 V or -3 V to $+3 \text{ V}$, $V_{CC} = +3.3 \text{ V}$ $R_L = 3 \text{ k}\Omega$, $C_L = 1000 \text{ pF}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$ $R_L = 3 \text{ k}\Omega$, $C_L = 2500 \text{ pF}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$
	4	10	30	V/ μs	

*ADM1385: Input leakage current typically $-10 \mu\text{A}$ when $T_{IN} = \text{GND}$.
Specifications subject to change without notice.

V RS232 standardu je predpisana maksimalna strmina spremembe signala ($30\text{V}/\mu\text{s}$)

CMOS oddajnik/sprejemnik (primer)

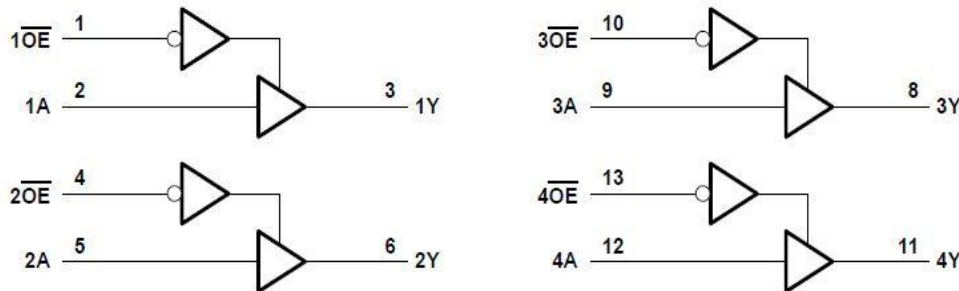
SN54AHC125, SN74AHC125 QUADRUPLE BUS BUFFER GATES WITH 3-STATE OUTPUTS

SCLS256J – DECEMBER 1995 – REVISED JULY 2003

FUNCTION TABLE
(each buffer)

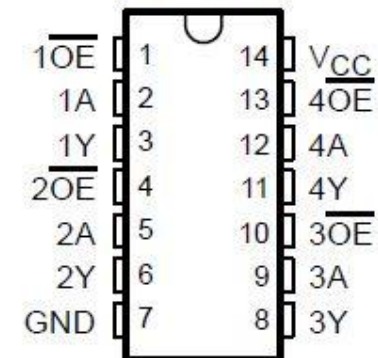
INPUTS		OUTPUT
\overline{OE}	A	Y
L	H	H
L	L	L
H	X	Z

logic diagram (positive logic)



SN54AHC125 . . . J OR W PACKAGE
SN74AHC125 . . . D, DB, DGV, N, NS,
OR PW PACKAGE

(TOP VIEW)



Pin numbers shown are for the D, DB, DGV, J, N, NS, PW, RGY, and W packages.

CMOS oddajnik/sprejemnik (primer)

SN54AHC125, SN74AHC125 QUADRUPLE BUS BUFFER GATES WITH 3-STATE OUTPUTS

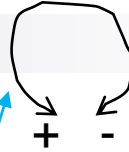
SCLS256J – DECEMBER 1995 – REVISED JULY 2003

recommended operating conditions (see Note 4)

		SN54AHC125		SN74AHC125		UNIT
		MIN	MAX	MIN	MAX	
V _{CC}	Supply voltage	2	5.5	2	5.5	V
V _{IH}	High-level input voltage	V _{CC} = 2 V		1.5		V
		V _{CC} = 3 V		2.1		
		V _{CC} = 5.5 V		3.85		
V _{IL}	Low-level input voltage	V _{CC} = 2 V		0.5		V
		V _{CC} = 3 V		0.9		
		V _{CC} = 5.5 V		1.65		
V _I	Input voltage	0	5.5	0	5.5	V
V _O	Output voltage	0	V _{CC}	0	V _{CC}	V
I _{OH}	High-level output current	V _{CC} = 2 V		-50		μA
		V _{CC} = 3.3 V ± 0.3 V		-4		mA
		V _{CC} = 5 V ± 0.5 V		-8		mA
I _{OL}	Low-level output current	V _{CC} = 2 V		50		μA
		V _{CC} = 3.3 V ± 0.3 V		4		mA
		V _{CC} = 5 V ± 0.5 V		8		mA
Δt/Δv	Input transition rise or fall rate	V _{CC} = 3.3 V ± 0.3 V		100		ns/V
		V _{CC} = 5 V ± 0.5 V		20		
T _A	Operating free-air temperature	-55	125	-40	85	°C

NOTE 4: All unused inputs of the device must be held at V_{CC} or GND to ensure proper device operation. Refer to the TI application report, *Implications of Slow or Floating CMOS Inputs*, literature number SCBA004.

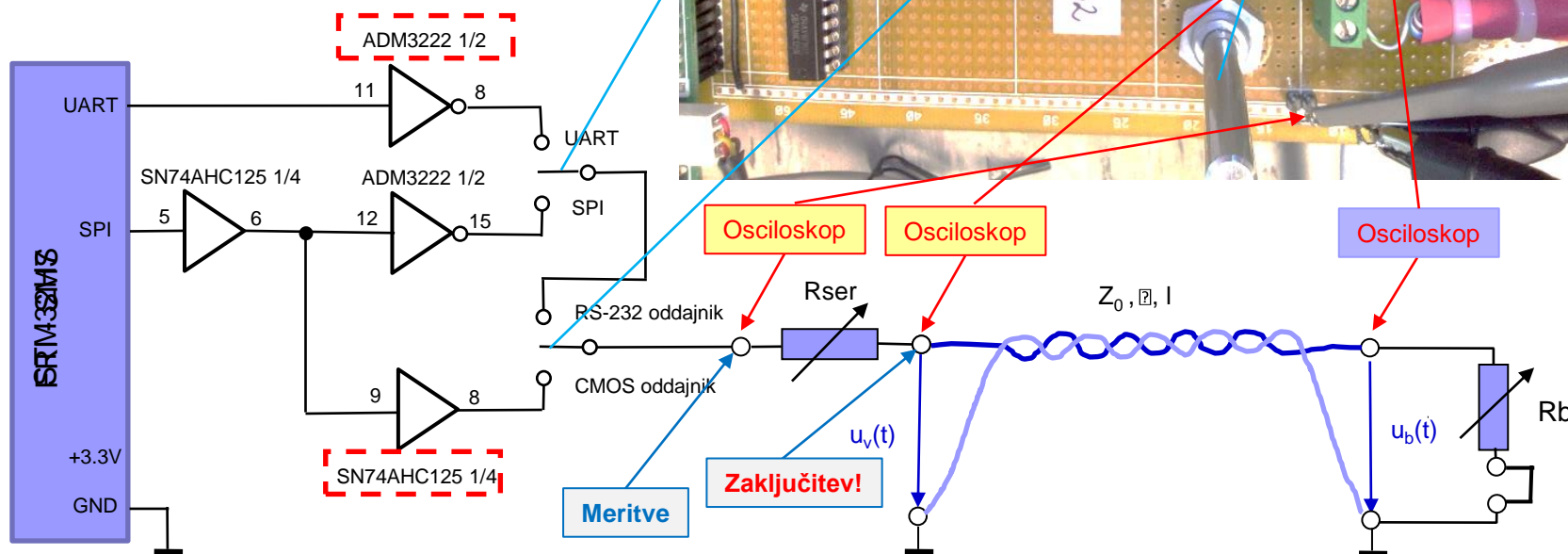
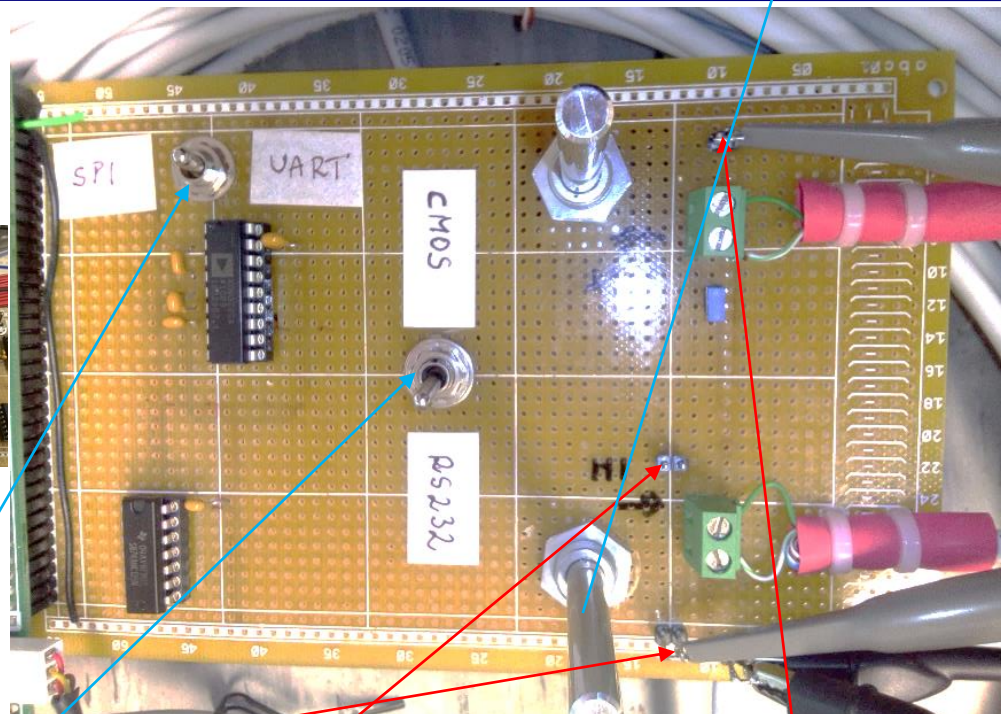
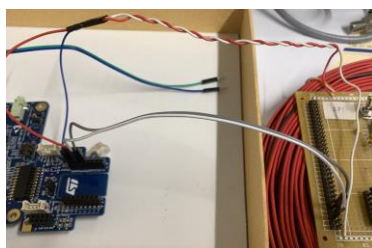
POZOR: Px je lahko tudi obratno !!!



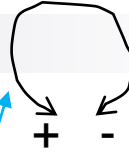
Merjenje očesnega vzorca in signala RS-232 – STM32H7

STM32H7 .. Tipke:

- + ... višja frekvenca
- ... nižja frekvenca
- n ... data signal SPI
- p,P ... prav./naklj. SPI
- i ... „info/help“



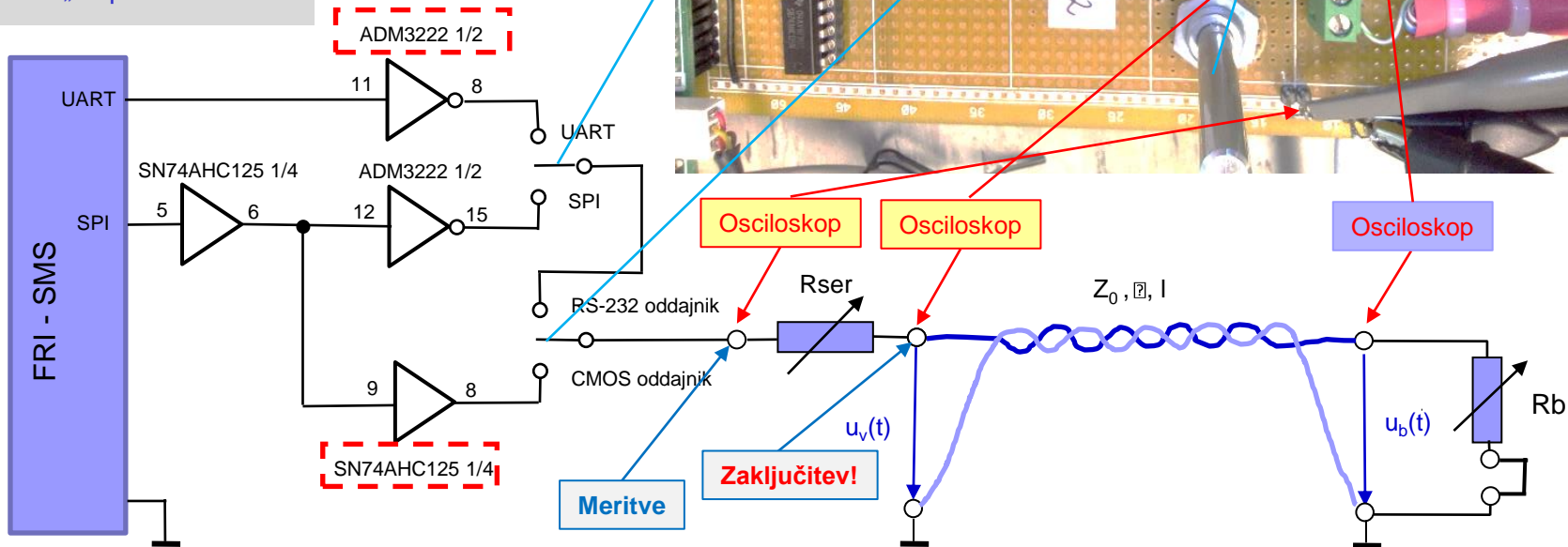
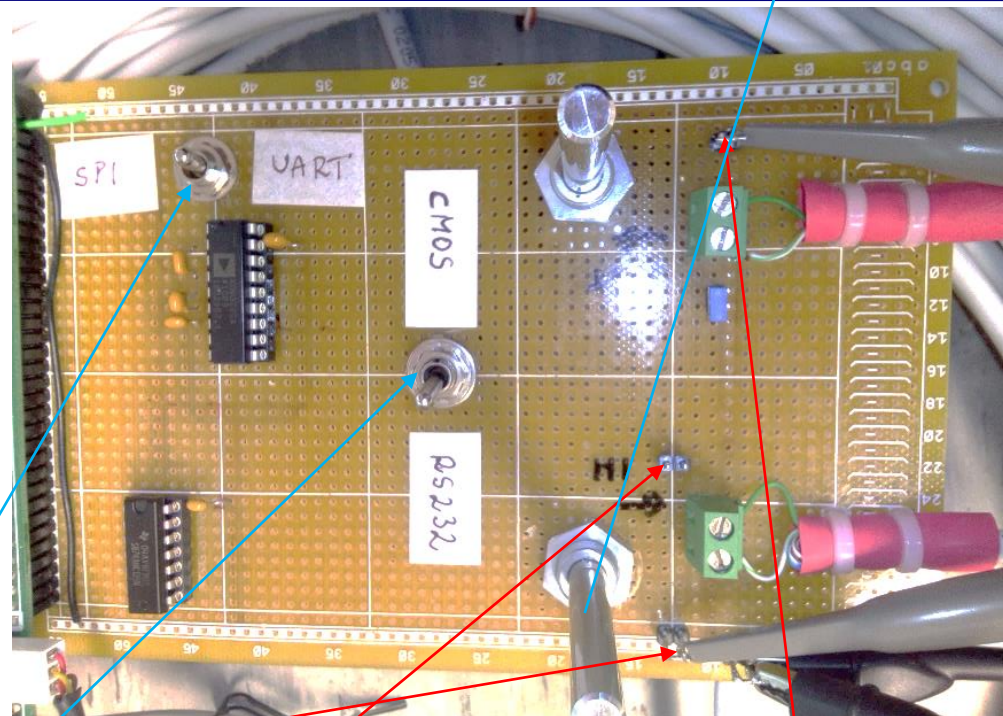
POZOR: Px je lahko tudi obratno !!!



Merjenje očesnega vzorca in signala RS-232 – FRI SMS

FRI-SMS .. Tipke:

- 0 ... +
- = ... 10+
- 1 ... -
- ! ... 10-
- p,P ... prav./naklj.
- i ... „info“
- h ... „help“



Delo na STM32H7 razvojnem sistemu

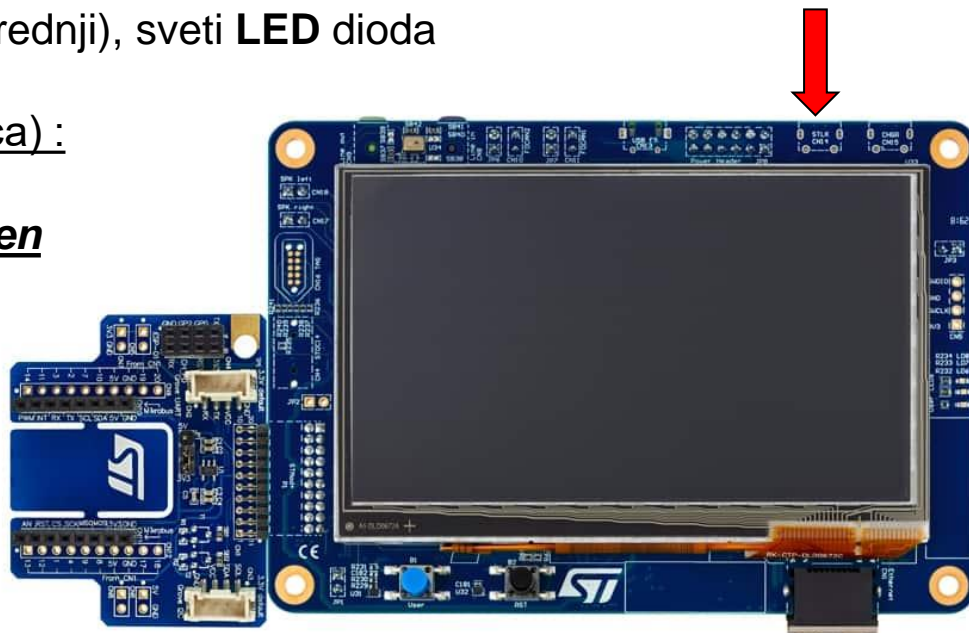
Priključitev :

- **Micro-USB** prikljop nad zaslonom (srednji), sveti **LED** dioda

Poseben projekt za STM32H7 (e-učilnica) :

- **STM32H750B-DK C VIN SignalGen**
 - Vse meritve

Vcom port PC stran



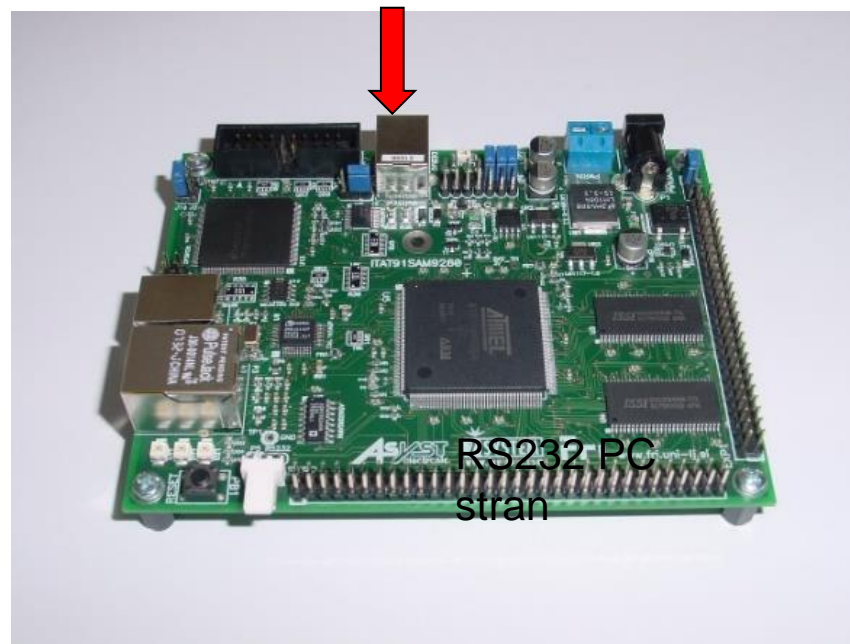
Delo na FRI-SMS razvojnem sistemu

Priključitev :

- **USB** prikllop na **daljši stranici**, sveti **zelena LED** dioda

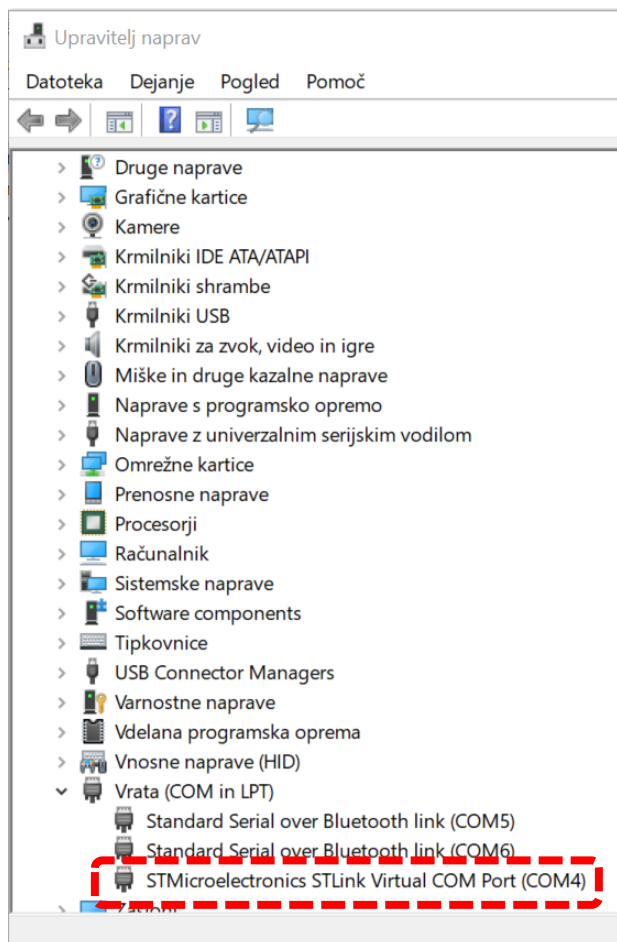
Poseben projekt za FRI-SMS (e-učilnica) :

- „VIN Eye UART Generator“
 - Meritve 1-6

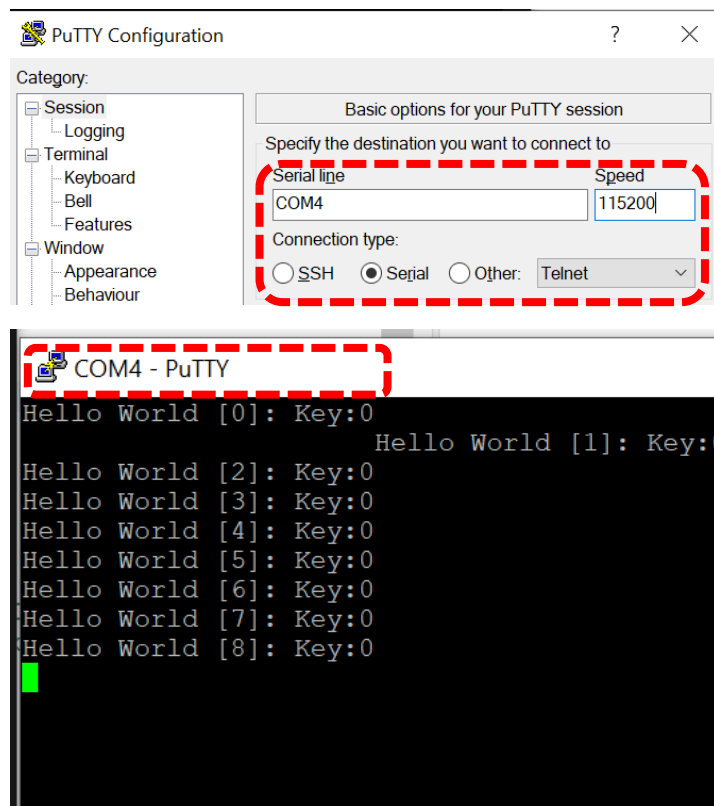


STM32H7 - VComPort Priključitev na PC strani

Program : sprejem na PC strani (povezava z Micro-USB kablom)



<https://the.earth.li/~sgtatham/putty/latest/w64/putty.exe>



FRI SMS - DBGU Priključitev na PC strani

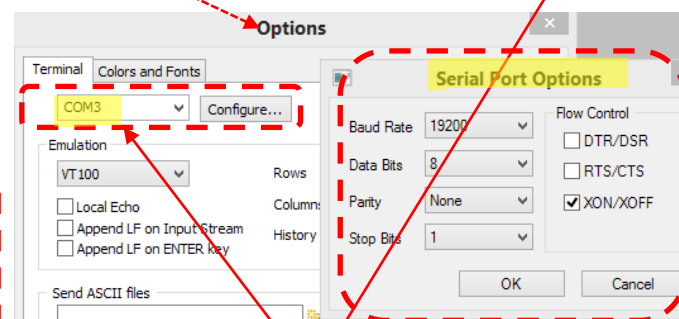
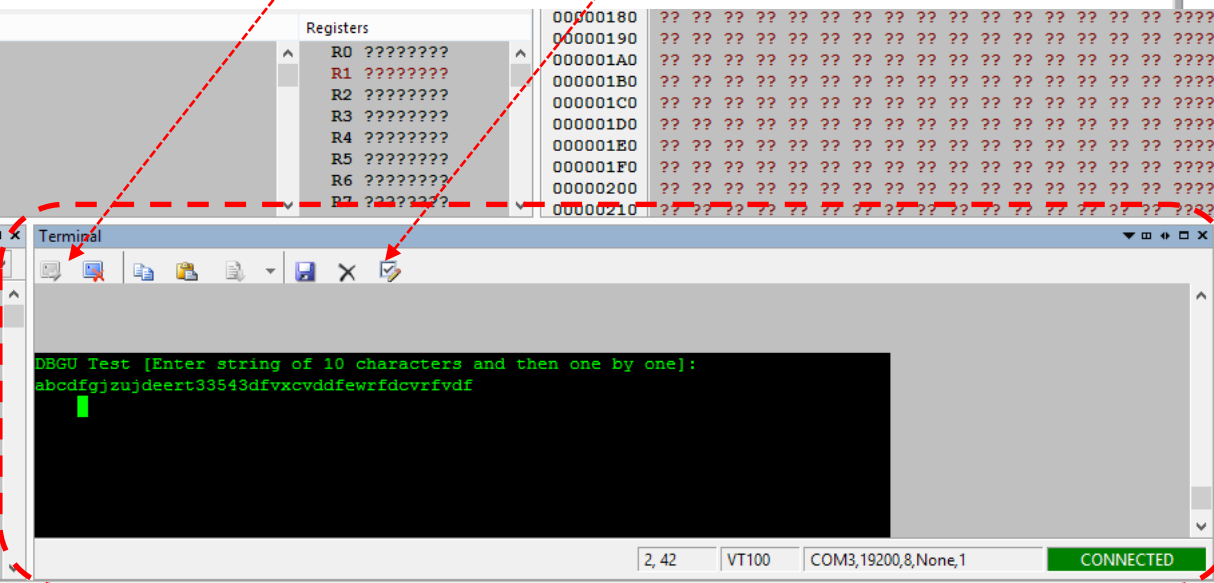
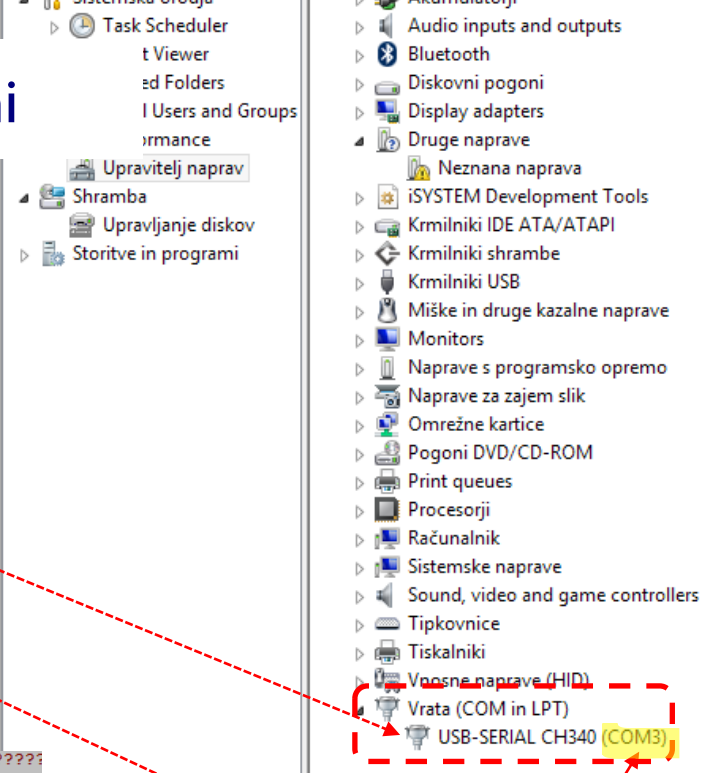
1. Ugotovimo številko serijskega vmesnika (COM porta):

„Upravitelj naprav“

2. Okno Terminal v WinIdea (PC stran):

- Nastavitve COM porta (Options)
- Priklop/Odklop

tukaj se kažejo nizi znakov, ki jih pošlje FRI-SMS



Ugotoviti COM port !

Potek meritev:

1. S FRI-SMS/STM32H7 (izhod SPI) generirajte **periodični pravokotni signal** (ura). Z nastavitvijo potenciometrov pravilno zaključite linijo tako, da bodo odboji minimalni. Na liniji izmerite čas potovanja signala τ in izračunajte dolžino linije, če je zakasnitev signala $\delta = 6$ [ns/m].

*Neobvezno/dodatno: meritev lahko naredite bolj točno; pridobite **bolj natančne podatke o zakasnitvi** za vrsto linije in/ali določite pravo zakasnitev glede na znano dolžino.*

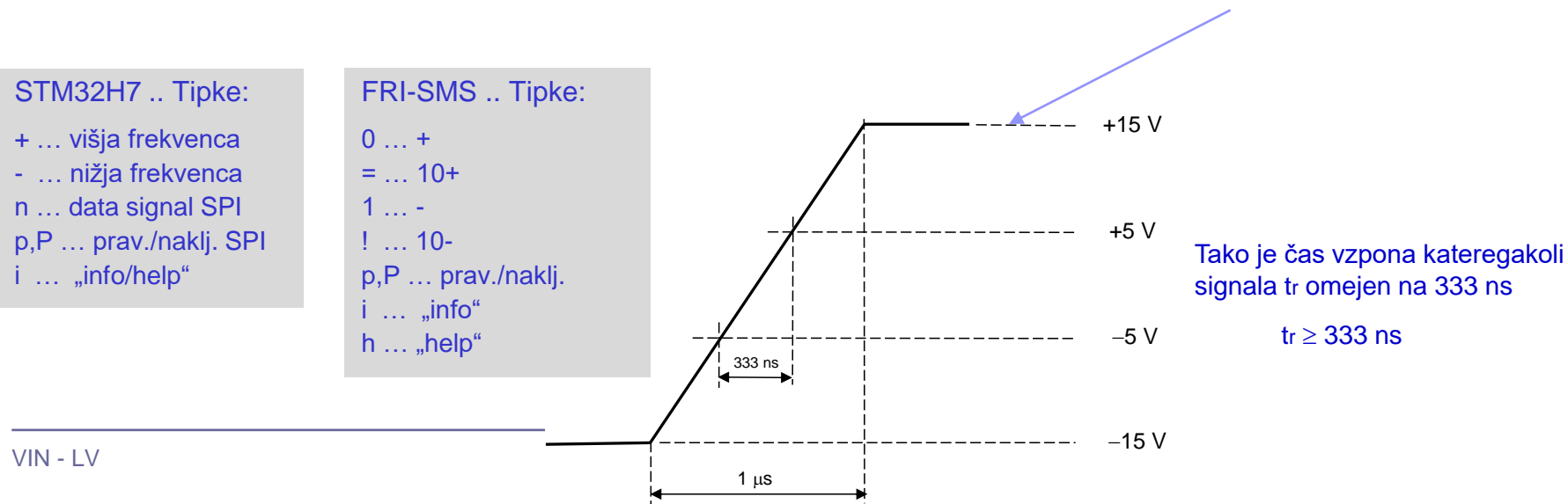
2. Izmerite **čas vzpona signala t_r** na vhodu linije za signal iz RS-232 oddajnika in signal iz CMOS oddajnika.

STM32H7 .. Tipke:

+ ... višja frekvenca
- ... nižja frekvenca
n ... data signal SPI
p,P ... prav./naklj. SPI
i ... „info/help“

FRI-SMS .. Tipke:

0 ... +
= ... 10+
1 ... -
! ... 10-
p,P ... prav./naklj.
i ... „info“
h ... „help“



0 ... +
= ... 10+
1 ... -
! ... 10-
p,P ... prav./naklj.
i ... „info“
h ... „help“

STM32H7 .. Tipke:

+ ... višja frekvenca
- ... nižja frekvenca
n ... data signal SPI
p,P ... prav./naklj. SPI
i ... „info/help“

Laboratorijska vaja 10 (LV3): Očesni vzorec, RS232, SPI

3. Pri **pravilno zaključeni liniji s FRI-SMS (izhod SPI) generirajte psevdonaključni pravokotni signal** in opazujte sliko očesnega vzorca na izhodu linije pri različnih frekvencah signala (glejte tabelo v spodaj), ekranske slike podajte za „prelomno“ frekvenco):

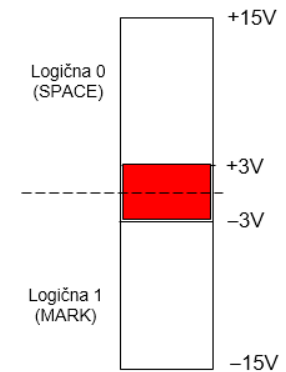
Neobvezno/dodatno: meritve lahko naredite bolj podrobno (pri več frekvencah, več podrobnosti).

a) Iz oddajnika RS-232

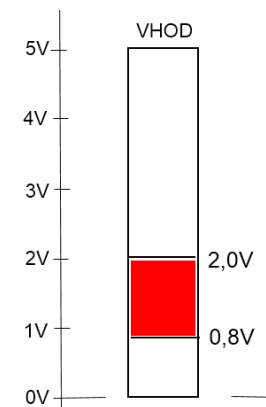
- Določite **maksimalno frekvenco signala** (hitrost v b/s) pri kateri je očesni vzorec še v podanih mejah za RS-232 signal (preverite veljavnost napetostnih nivojev in njihov čas trajanja na izhodu linije)

b) Iz oddajnika CMOS

- Določite **maksimalno frekvenco signala** (hitrost v b/s) pri kateri je očesni vzorec še v podanih mejah za CMOS signal (preverite veljavnost napetostnih nivojev in njihov čas trajanja na izhodu linije)



ca Vhod sprejemnika



Laboratorijska vaja 10 (LV3): Očesni vzorec, RS232, SPI

$$R_S \ll R_{O1} R_L \gg R_O$$

4. Pri nezaključeni liniji na (vhodu in/ali) izhodu s FRI-SMS (izhod SPI) generirajte psevdonaključni pravokotni signal in opazujte sliko očesnega vzorca na izhodu linije pri različnih frekvencah signala (glejte tabelo spodaj), ekranske slike podajte za „prelomno“ frekvenco:

Neobvezno/dodatno: meritve lahko naredite bolj podrobno (pri več frekvencah, več podrobnosti).

a) Iz oddajnika RS-232

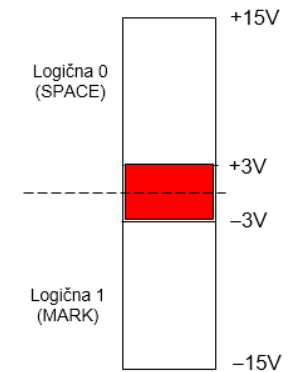
- Določite maksimalno frekvenco signala (hitrost v b/s) pri kateri je očesni vzorec še v podanih mejah za RS-232 signal (preverite veljavnost napetostnih nivojev in njihov čas trajanja na izhodu linije)

b) Iz oddajnika CMOS

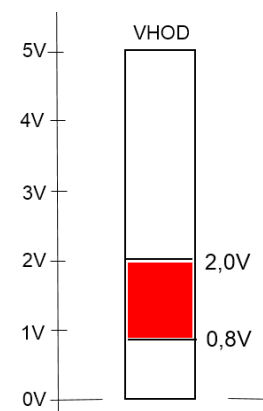
- Določite maksimalno frekvenco signala (hitrost v b/s) pri kateri je očesni vzorec še v podanih mejah za CMOS signal (preverite veljavnost napetostnih nivojev in njihov čas trajanja na izhodu linije)

Nasveta za nalogi (a) in (b):

- meritve izvedite z naraščanjem frekvence signala in predvsem določite mejo, kjer očesni vzorec postane nesprejemljiv (ekranske slike podajte za najvišjo frekvenco, kjer je očesni vzorec še sprejemljiv). Nadaljnje višanje frekvence ni več potrebno
- vkolikor napetostni nivo ne ustreza že pri prvi meritvi ($f=200\text{kHz}$), potem s potenciometroma lahko popravite napetostne nivoje, da bodo ustrezni in nadaljujete s povečevanjem frekvence (seveda to omenite tudi v poročilu)



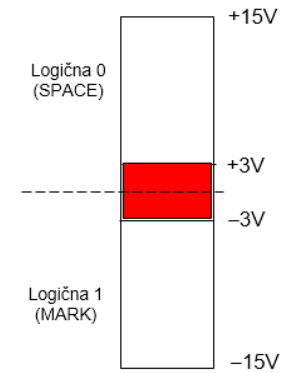
ca Vhod sprejemnika



Laboratorijska vaja 10 (LV3): Očesni vzorec, RS232, SPI

Zaključna tabela izvedenih meritev – STM32H7:

Meritev očesnega vzorca		Merilna linija št. [1-4]				vrsta kabla			
Linija	Zaključena linija				Nezaključena linija				
Oddajnik	CMOS		RS232		CMOS		RS232		
Frekvenca [kHz]	VHOD*	IZHOD	VHOD*	IZHOD	VHOD*	IZHOD	VHOD*	IZHOD	Komentar
187.5									
375									
750									
1500									
3000			1						
Fmax									
Komentar									



ca Vhod sprejemnika

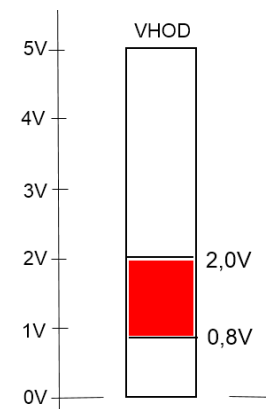
* ... Meritve na vhodu niso obvezne (lahko kot dodatna naloga)

Zaključna tabela izvedenih meritev:

Pomen morebitnih oznak:

- ++ očesni vzorec zadošča obema kriterijema
- + očesni vzorec zadošča vizualnemu kriteriju (npr. odprtost očesa in ne formalnim napetostnim nivojem)
- očesni vzorec ne ustreza
- 1 .. opomba, komentar, ...

Neobvezno/dodatno: lahko izvedete meritve še na drug(em/ih) kabl(ih). Za te dodatne meritve lahko dodate manj (le nekaj izbranih) ekranskih slik in nekaj razlage dobljenih rezultatov.

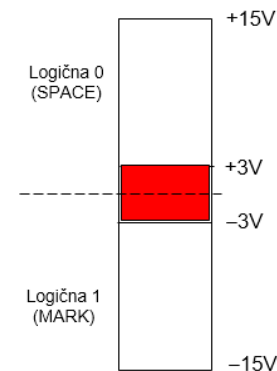


Laboratorijska vaja 10 (LV3): Očesni vzorec, RS232, SPI

0 ... +
= ... 10+
1 ... -
! ... 10-
p,P ... prav./naklj.
i ... „info“
h ... „help“

Zaključna tabela izvedenih meritev – FRI SMS :

Meritev očesnega vzorca		Merilna linija št. [1-4]				vrsta kabla			
Linija	Zaključena linija				Nezaključena linija				
Oddajnik	CMOS		RS232		CMOS		RS232		
Frekvenca [kHz]	VHOD*	IZHOD	VHOD*	IZHOD	VHOD*	IZHOD	VHOD*	IZHOD	Komentar
200									
480									
600									
800									
1200			1						
1600									
2400									
4800									
Fmax									
Komentar									



ca Vhod sprejemnika

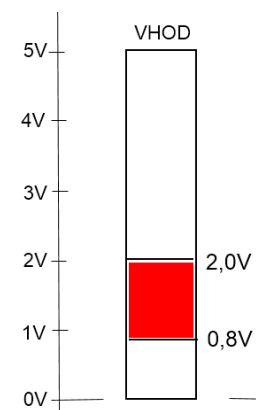
* ... Meritve na vhodu niso obvezne (lahko kot dodatna naloga)

Zaključna tabela izvedenih meritev:

Pomen morebitnih oznak:

- ++ očesni vzorec zadošča obema kriterijema
- + očesni vzorec zadošča vizualnemu kriteriju (npr. odprtost očesa in ne formalnim napetostnim nivojem)
- očesni vzorec ne ustreza
- 1 .. opomba, komentar, ...

Neobvezno/dodatno: lahko izvedete meritve še na drug(em/ih) kabl(ih). Za te dodatne meritve lahko dodate manj (le nekaj izbranih) ekranskih slik in nekaj razlage dobljenih rezultatov.



Potek meritev – RS232 :

Uporabite objavljen projekt za FRI-SMS in RS232 izhod ter oddajnik.

5. Pri pravilno zaključeni liniji s FRI-SMS (izhod UART) generirajte asinhronski signal za oddajo znakov in izmerite **napetostne nivoje** iz oddajnika RS-232.

6. Ob predpostavki nastavitve 8N1 (8 podatkovnih bitov, brez paritetnega bita, 1 stop bit) določite:
 - **bitno hitrost** prenosa
 - **ASCII kode** oddajanih znakov
 - **število oddanih znakov v 1 sekundi**

Odgovore utemeljite z ekransko sliko in razlago poti do rezultatov.

Namig za meritve bitne hitrosti: v signalu poiščite najkrajši interval in ocenite bitno hitrost.

Delo na FRI-SMS razvojnem sistemu

Priključitev :

- **USB** prikllop na **daljši stranici**, sveti **zelena LED** dioda

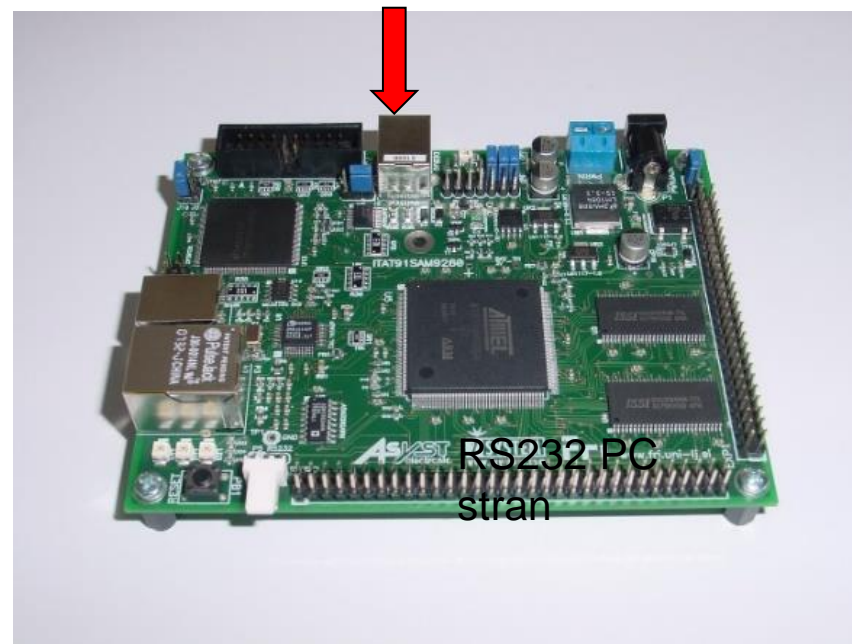
Poseben projekt za FRI-SMS (e-učilnica) :

• „VIN Eye UART Generator“

- Meritvi 5-6

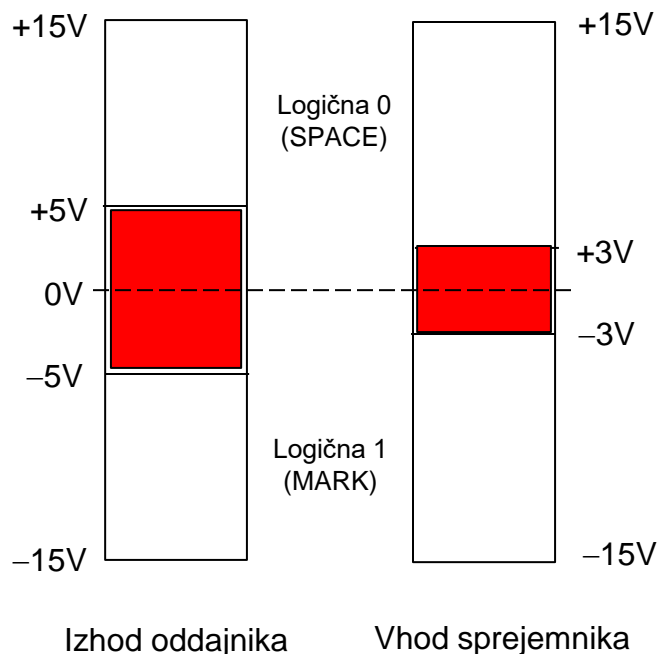
• **Nastavitve preklopnikov:**

- UART in RS232



■ Električni del standarda RS232:

□ Napetostna in logična nivoja



Šumna imuniteta je 2 V ($5V - 3V = 2V$)

Podatkovna signala RxD in TxD:

Logična 1: neg. napetostni nivo

Logična 0: poz. napetostni nivo

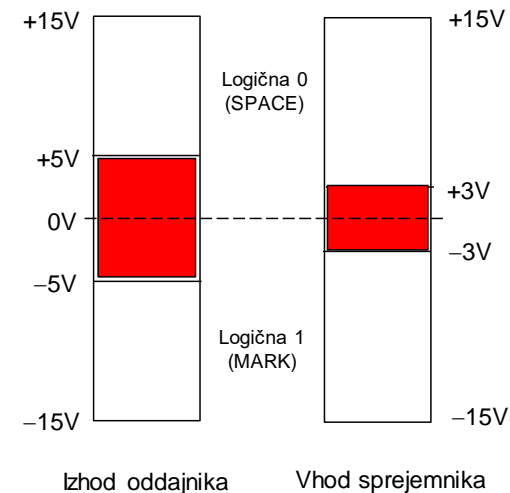
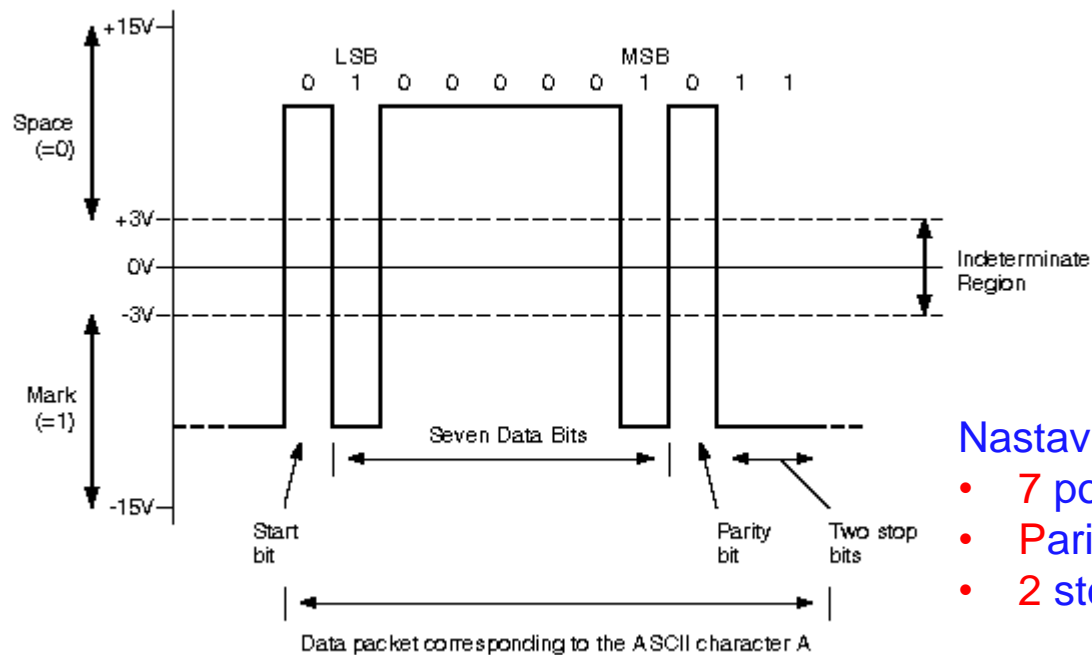
Kontrolni signali

Signal aktiven: poz. napetostni nivo

Signal neaktiven: neg. napetostni nivo

■ Primer poteka signala RS232 – nastavitve „7P2“:

□ Napetostna in logična nivoja

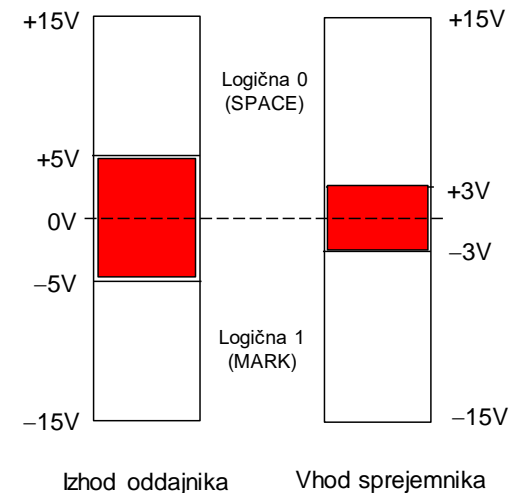
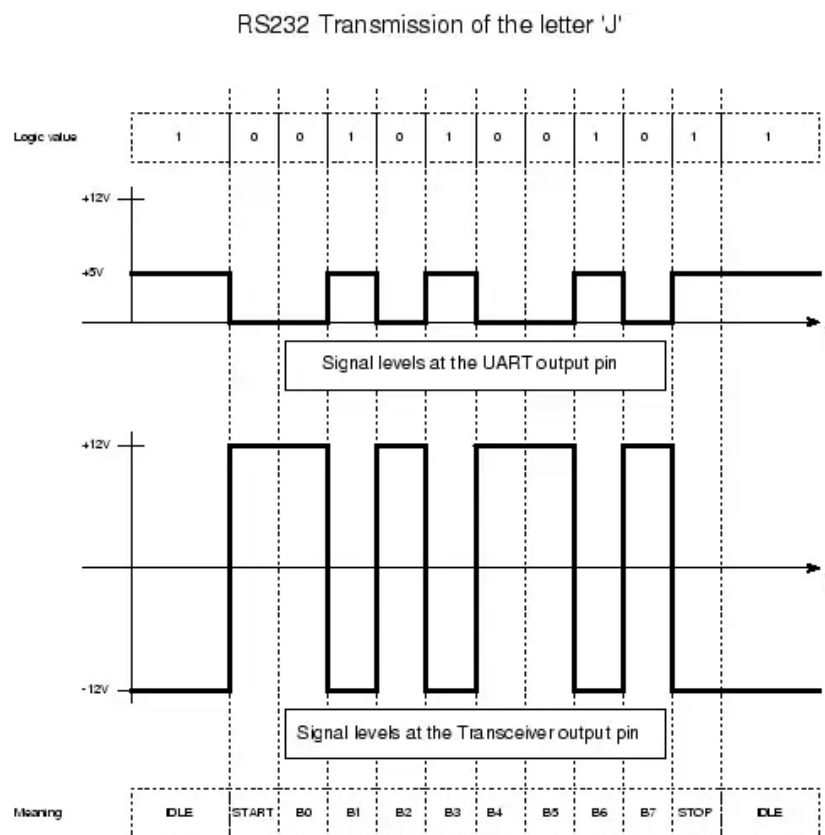


Nastavitve RS232 na prikazani sliki – „7P2“:

- 7 podatkovnih bitov
- Paritetni bit
- 2 stop bita

■ Primer poteka signala RS232 – nastavitve „8N1“:

□ Logična in napetostna nivoja



Nastavitve RS232 na prikazani sliki – „8N1“:

- 8 podatkovnih bitov
- N ni paritetnega bita
- 1 stop bit

Primer reševanja naloge 5. in 6. (za I znak): (nastavitve 8NI)

