



Vhodno izhodne naprave

Laboratorijska vaja II - LV 4

Meritve komunikacijskih signalov - izziv

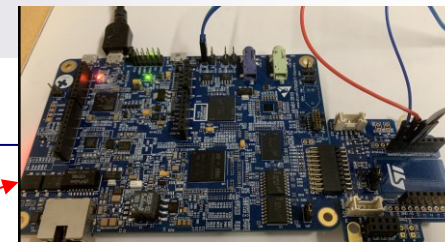
Laboratorijska vaja 11 – LV4

- 11.1: LV4-1 - Meritve UART/RS232 na merilnih kablh/STM32H7
 - 11.1a: LV4-1a - Meritve UART RS232 komunikacije na merilnih kablh
 - I: Napetostni nivoji
 - II: Vsebina sporočila 8NI (št. bajtov, vsebina, ...)
 - 11.1b: LV4-1b - Meritve UART CMOS komunikacije na STM32H7
 - I: Napetostni nivoji
 - II: Vsebina sporočila 8NI (št. bajtov, vsebina, ...)

- 11.2: LV4-2 – Meritve signalov na STM32H7:
 - A: PWM signal (PA3)
 - B: I2C4: Vsebina sporočila (SCL PD12, SDA PD13)
 - C: SPI2: Vsebina sporočila (SCK PD3, MOSI PI3)
 - D: CANFD1: Vsebina sporočila (CN11)

Seznam uporabljenih instrumentov:

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

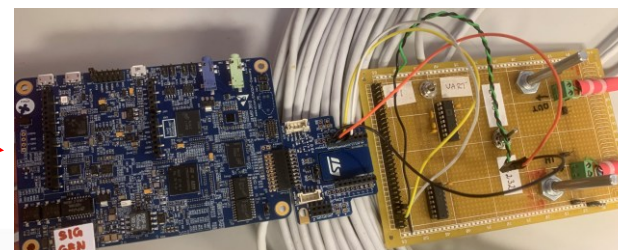


- Osciloskop RIGOL DHO914

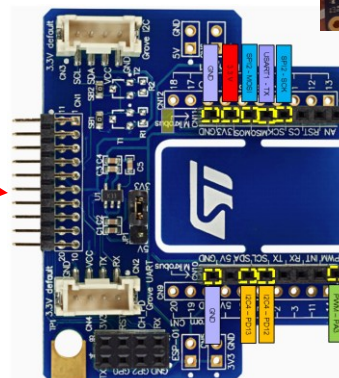


- A: Linije za STM32H750 (RS232)

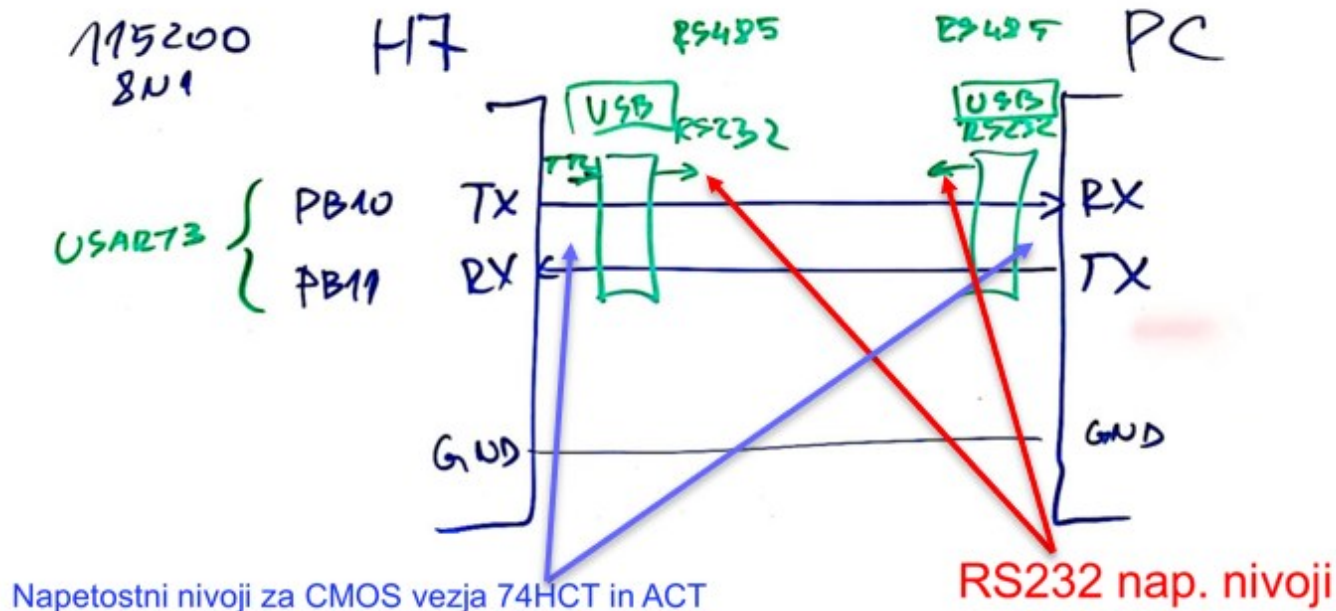
- 1 - UTP Cat5e
- 2 - RS-232 kabel
- 3 - Audio kabel
- 4 - Koaksialni kabel RG59



- B: Osciloskop na STMod+



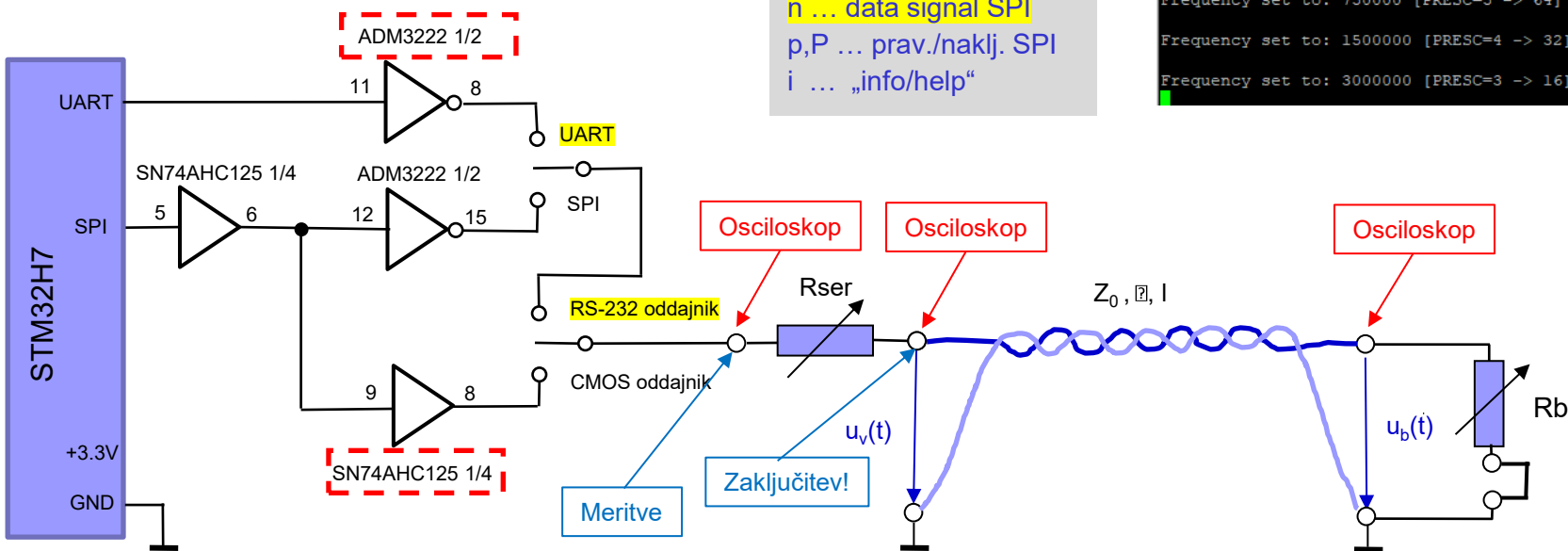
UART komunikacija: RS232 ali CMOS nap. nivoji



LV4-1b - Meritve UART CMOS komunikacije na STM32H7

LV4-1a - Meritve UART RS232 komunikacije na merilnih kablh

A: Linije za STM32H750 (RS232): Shema



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] !!!

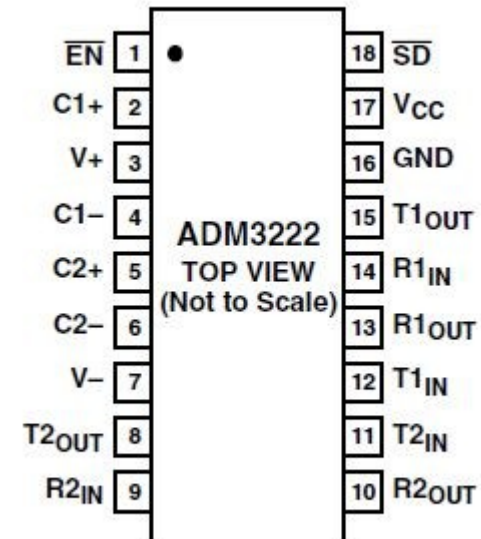
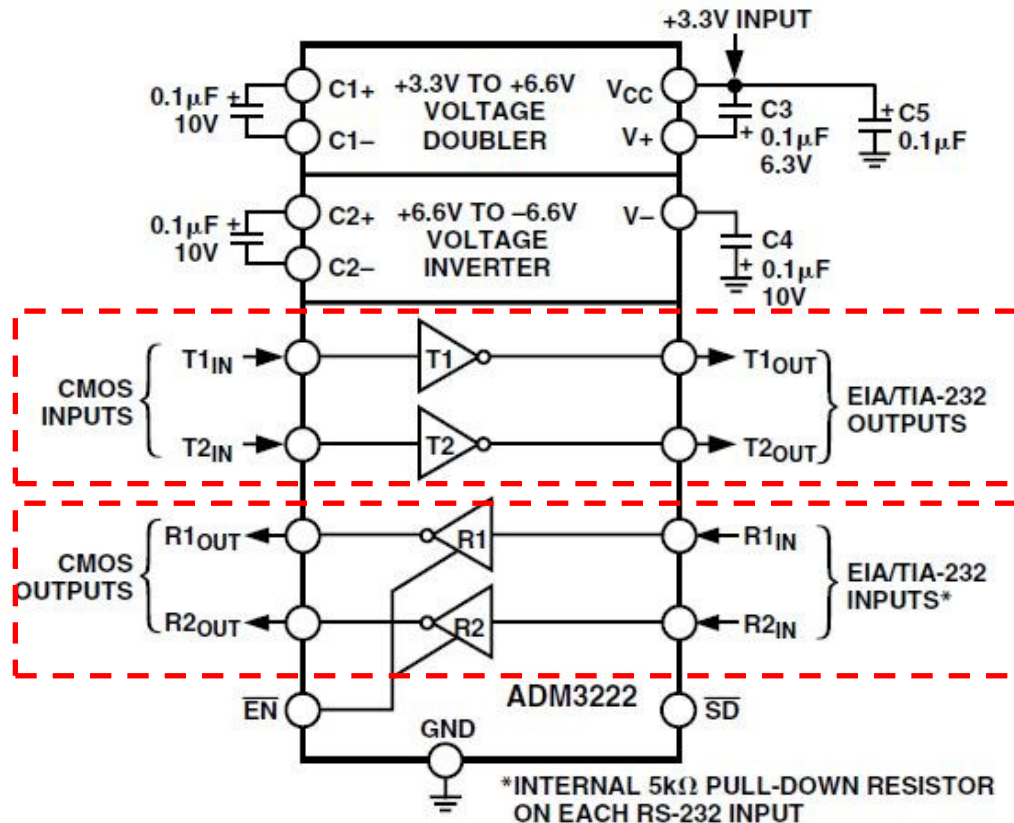
Frequency set to: 375000 [PRESC=6 -> 128] !!!

Frequency set to: 750000 [PRESC=5 -> 64] !!!

Frequency set to: 1500000 [PRESC=4 -> 32] !!!

Frequency set to: 3000000 [PRESC=3 -> 16] !!!
    
```

RS-232 oddajnik/sprejemnik - ADM 3222



Laboratorijska vaja 11 (LV4): Meritve komunikacijskih signalov

ADM3202/ADM3222/ADM1385—SPECIFICATIONS

($V_{CC} = +3.3 \text{ V} \pm 0.3 \text{ V}$, $C1-C4 = 0.1 \mu\text{F}$. 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}
Input Logic Threshold High, V_{INH}	2.0			V	T_{IN}
CMOS Output Voltage Low, V_{OL}			0.4	V	$I_{OUT} = 1.6 \text{ mA}$
CMOS Output Voltage High, V_{OH}	$V_{CC} - 0.6$			V	$I_{OUT} = -1 \text{ mA}$
Input Leakage Current		0.01	± 1	μA	$T_{IN} = \text{GND to } V_{CC}^*$
Output Leakage Current			± 10	μA	Receivers Disabled
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
Output Voltage Swing (RS-562)	± 3.7			V	$V_{CC} = 3.0 \text{ V}$
Transmitter Output Resistance	300			Ω	$V_{CC} = 0 \text{ V}$, $V_{OUT} = \pm 2 \text{ V}$
RS-232 Output Short Circuit Current		± 15		mA	
Output Leakage Current			± 25	μA	SD = Low, $V_{OUT} = 12 \text{ V}$
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
Receiver Propagation Delay					
TPHL		0.4	1	μs	
TPLH		0.4	1	μs	
Transmitter Propagation Delay		300	750	ns	$R_L = 3 \text{ k}\Omega$, $C_L = 1000 \text{ pF}$
Receiver Output Enable Time		200		ns	
Receiver Output Disable Time		200		ns	
Transmitter Skew		30		ns	
Receiver Skew		300		ns	
Transition Region Slew Rate					Measured from $+3 \text{ V}$ to -3 V or -3 V to $+3 \text{ V}$, $V_{CC} = +3.3 \text{ V}$
	6	10	30	V/ μs	$R_L = 3 \text{ k}\Omega$, $C_L = 1000 \text{ pF}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$
	4	10	30	V/ μs	$R_L = 3 \text{ k}\Omega$, $C_L = 2500 \text{ pF}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$

*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 ($30\text{V}/\mu\text{s}$)

Delo na STM32H7 razvojnem sistemu

Priključitev :

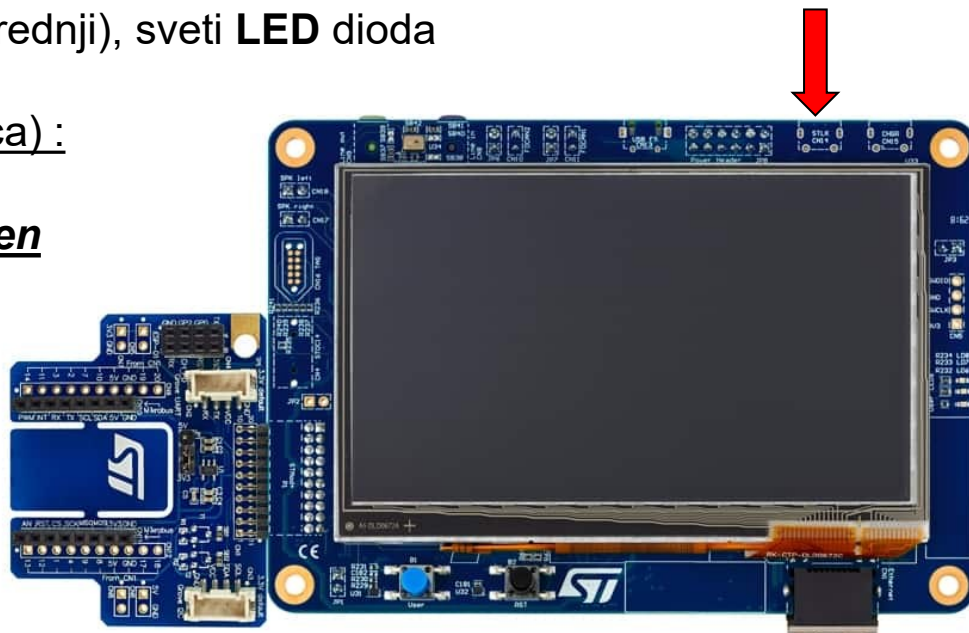
- **Micro-USB** prikllop nad zaslonom (srednji), sveti **LED** dioda

Poseben projekt za STM32H7 (e-učilnica) :

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

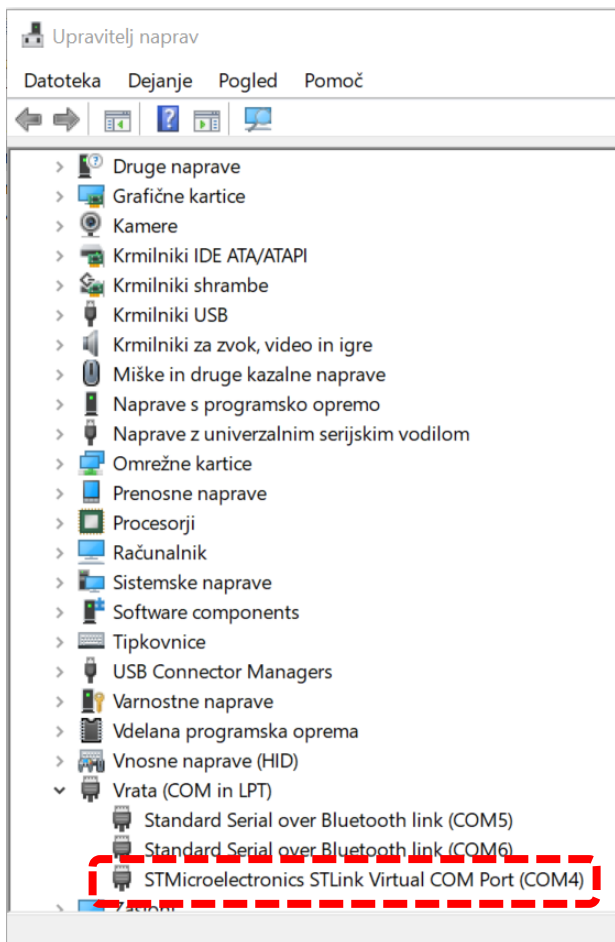
Sistemi z oznako SIGGEN na vajah so že programirani, Z njimi upravljate preko RS232 VComPort!

Vcom port PC stran

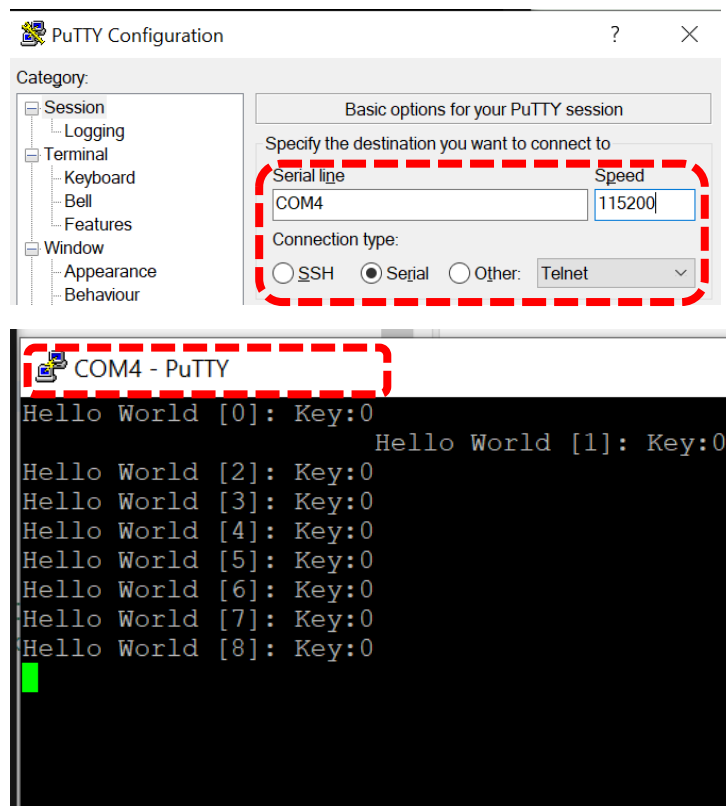


STM32H7 - VComPort Priključitev na PC strani

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



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



Laboratorijska vaja 11 – LV4

- 11.1: LV4-1 - Meritve UART/RS232 na merilnih kablh/STM32H7
 - 11.1a: LV4-1a - Meritve UART RS232 komunikacije na merilnih kablh
 - I: Napetostni nivoji
 - II: Vsebina sporočila 8NI (št. bajtov, vsebina, ...)
 - 11.1b: LV4-1b - Meritve UART CMOS komunikacije na STM32H7
 - I: Napetostni nivoji
 - II: Vsebina sporočila 8NI (št. bajtov, vsebina, ...)
- 11.2: LV4-2 – Meritve signalov na STM32H7:
 - A: PWM signal (PA3)
 - B: I2C4: Vsebina sporočila (SCL PD12, SDA PD13)
 - C: SPI2: Vsebina sporočila (SCK PD3, MOSI PI3)
 - D: CANFD1: Vsebina sporočila (CN11)

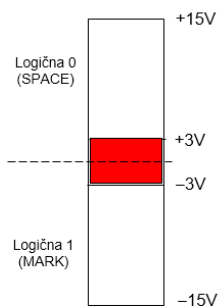
LV4- Ia - Meritve UART RS232 komunikacije na merilnih kabljih:

Uporabite SIGGEN STM32H7 in RS232 izhod ter oddajnik:

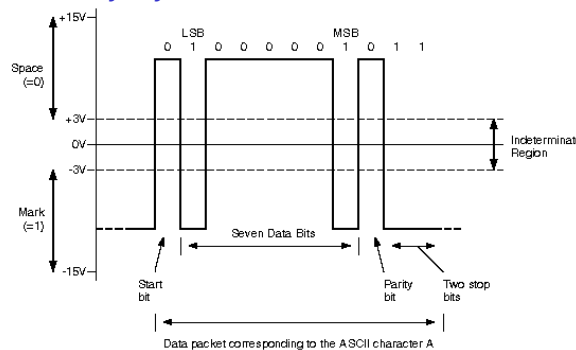
1. Pri pravilno zaključeni liniji s STM32H7 (izhod UART) generirajte asinhronski signal za oddajo znakov in izmerite **napetostne nivoje** iz oddajnika RS-232.
2. Ob predpostavki nastavitve 8N1 (8 podatkovnih bitov, brez paritetnega bita, 1 stop bit) določite:
 - **bitno hitrost** prenosa
 - **ASCII 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



Primer
„7P2“



Generator

B: STM32H7:

- VComPort (kontrola preko USB povezave)
- Data signal SPI (oddaja tudi UART)

Osciloskop:

- vklop
- „AUTO“ gumb
- kanala 1,2:
 - 1 (rumen) -> vhod

Meritve 1 (RS232):

UART RS232 signal:

- preveritev skladnosti napetostnih nivojev s standardom RS232

Meritve 2 (RS232):

UART RS232 signal:

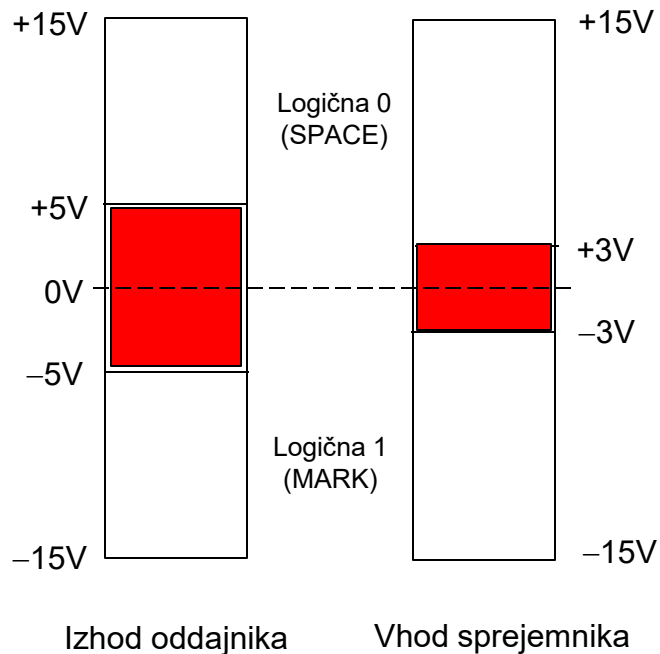
- iz ekranskih slik skušajte ugotoviti prenašan signal (znake) ob predpostavki nastavitve 8N1
- meritve lahko ponovite v drugih različicah (tipka reset na H7)

Pozor:

- negativna logika (0=H, 1=L)
- Lsb najprej!

■ 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

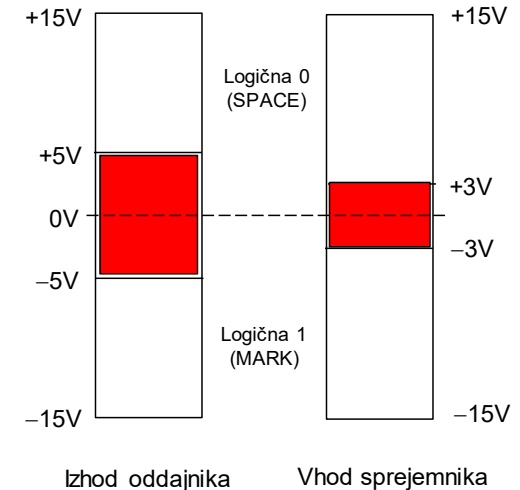
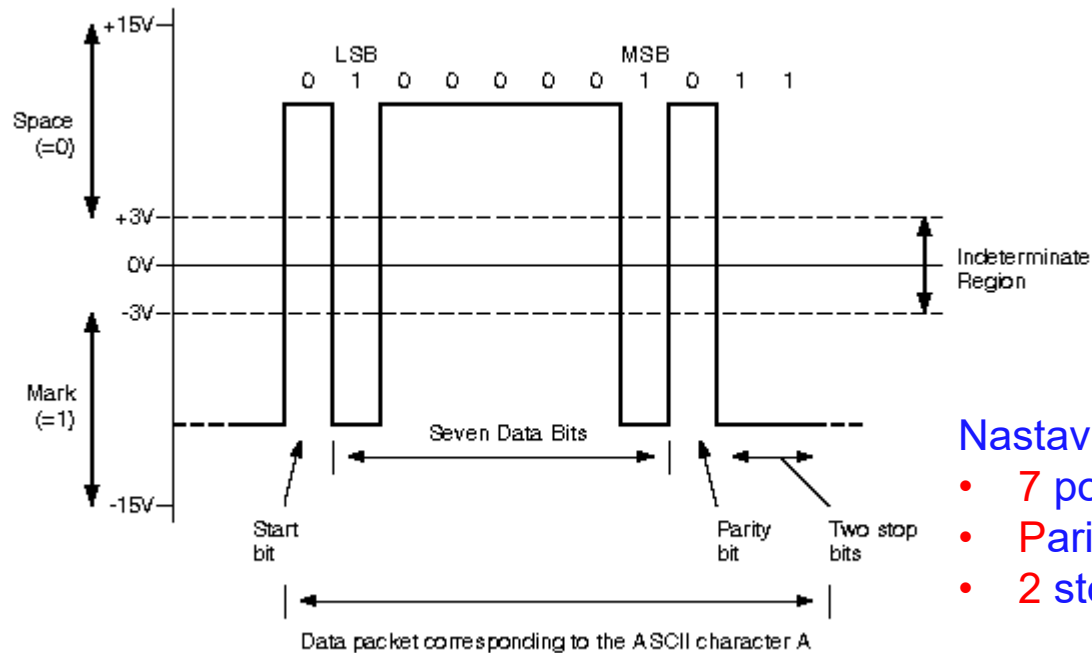
Kontrolni signali

Signal aktiven: poz. napetostni nivo

Signal neaktiven: neg. napetostni nivo

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

□ Napetostna in logična nivoja



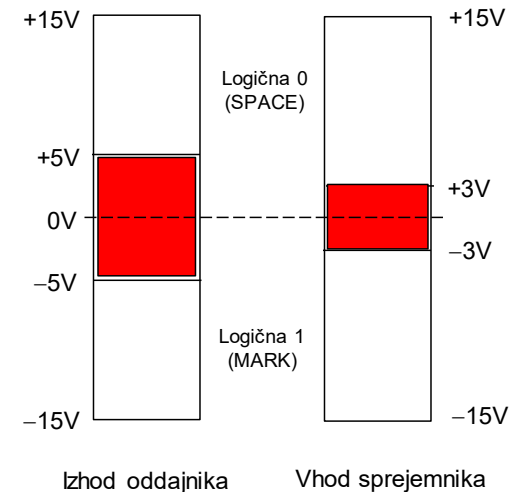
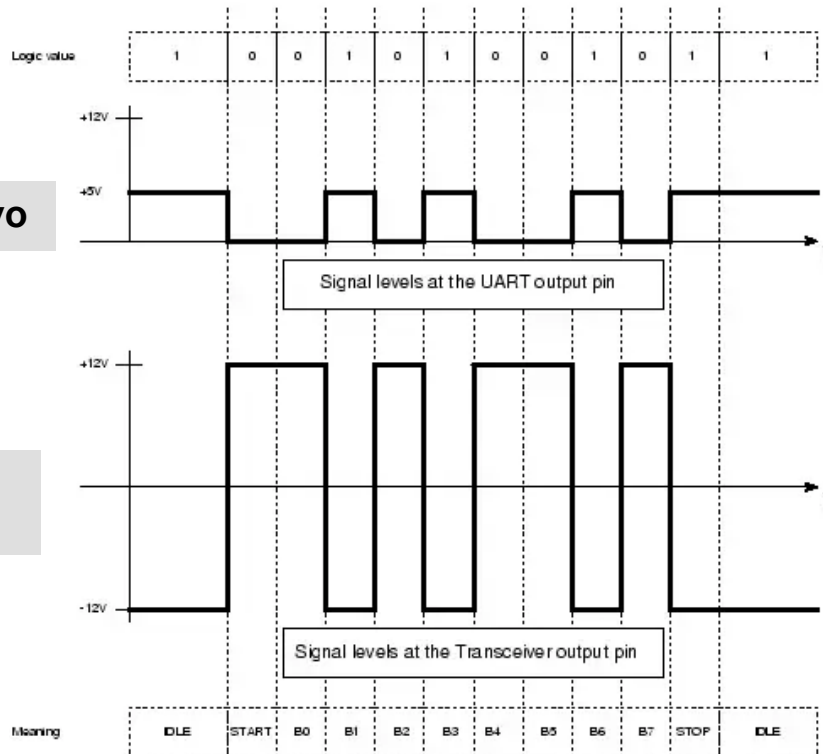
Nastavitve RS232 na prikazani sliki – „7P2“:

- 7 podatkovnih bitov
- Paritetni bit
- 2 stop bita

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

□ Logična in napetostna nivoja

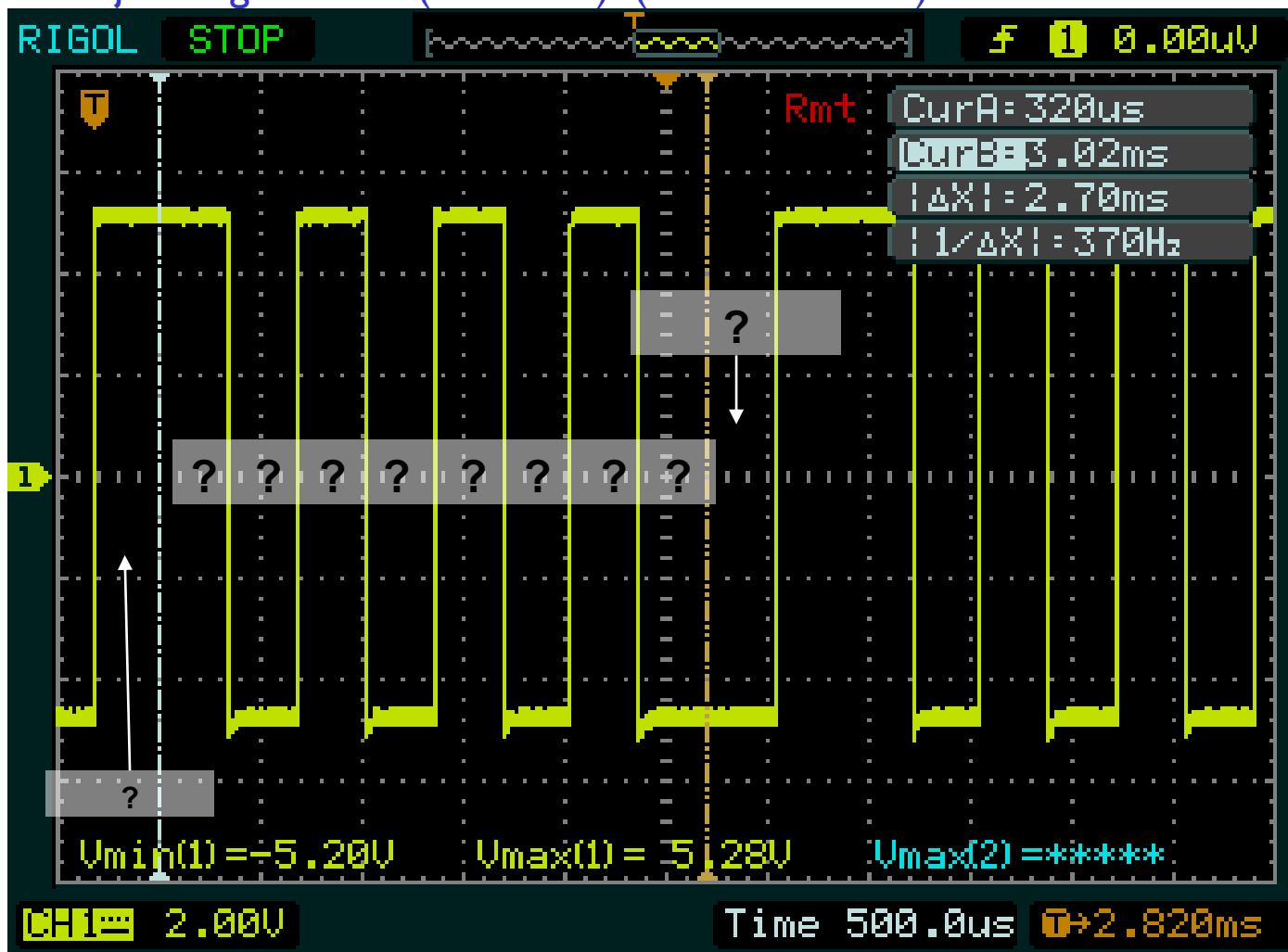
RS232 Transmission of the letter 'J'



Nastavitve RS232 na prikazani sliki – „8N1“:

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

Primer reševanja naloge 1. in 2. (za 1 znak): (nastavitve 8NI)



Laboratorijska vaja 11 – LV4

- 11.1: LV4-1 - Meritve UART/RS232 na merilnih kablh/STM32H7
 - 11.1a: LV4-1a - Meritve UART RS232 komunikacije na merilnih kablh
 - I: Napetostni nivoji
 - II: Vsebina sporočila 8NI (št. bajtov, vsebina, ...)
 - 11.1b: LV4-1b - Meritve UART CMOS komunikacije na STM32H7
 - I: Napetostni nivoji
 - II: Vsebina sporočila 8NI (št. bajtov, vsebina, ...)

- 11.2: LV4-2 – Meritve signalov na STM32H7:
 - A: PWM signal (PA3)
 - B: I2C4: Vsebina sporočila (SCL PD12, SDA PD13)
 - C: SPI2: Vsebina sporočila (SCK PD3, MOSI PI3)
 - D: CANFD1: Vsebina sporočila (CN11)

LV4-Ib - Meritve UART CMOS komunikacije na STM32H7:

Uporabite objavljen projekt za STM32H7 in USART I izhod (PB14):

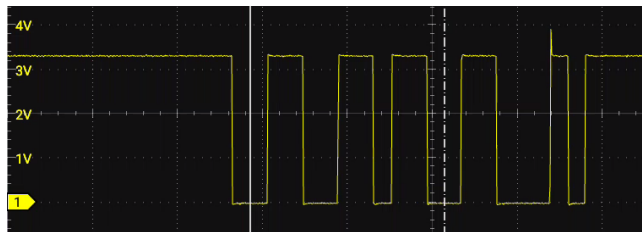
1. STM32H7 (izhod USARTI) generira asinhronski signal za oddajo znakov in izmerite **napetostne nivoje** iz oddajnika USARTI.
2. Ob predpostavki nastavitve 8N1 (8 podatkovnih bitov, brez paritetnega bita, 1 stop bit) določite:
 - **bitno hitrost** prenosa
 - **ASCII kode** oddajanih znakov
 - **število 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.

STM32H7 .. Tipke:

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



Generator

B: STM32H7:

- VComPort (kontrola preko USB povezave)
- Data signal SPI (oddaja tudi UART)

Osciloskop:

- vklop
- „AUTO“ gumb
- kanala 1,2:
 - 1 (rumen) -> vhod

Meritev 1 (UART):

UART CMOS signal:

- **določite napetostne nivoje**

Meritev 2 (UART):

UART CMOS signal:

- **iz ekranskih slik skušajte ugotoviti prenašan signal (znake) ob predpostavki nastavitvev 8N1**
- **meritve lahko ponovite v drugih različicah (tipka reset na H7)**

Pozor:

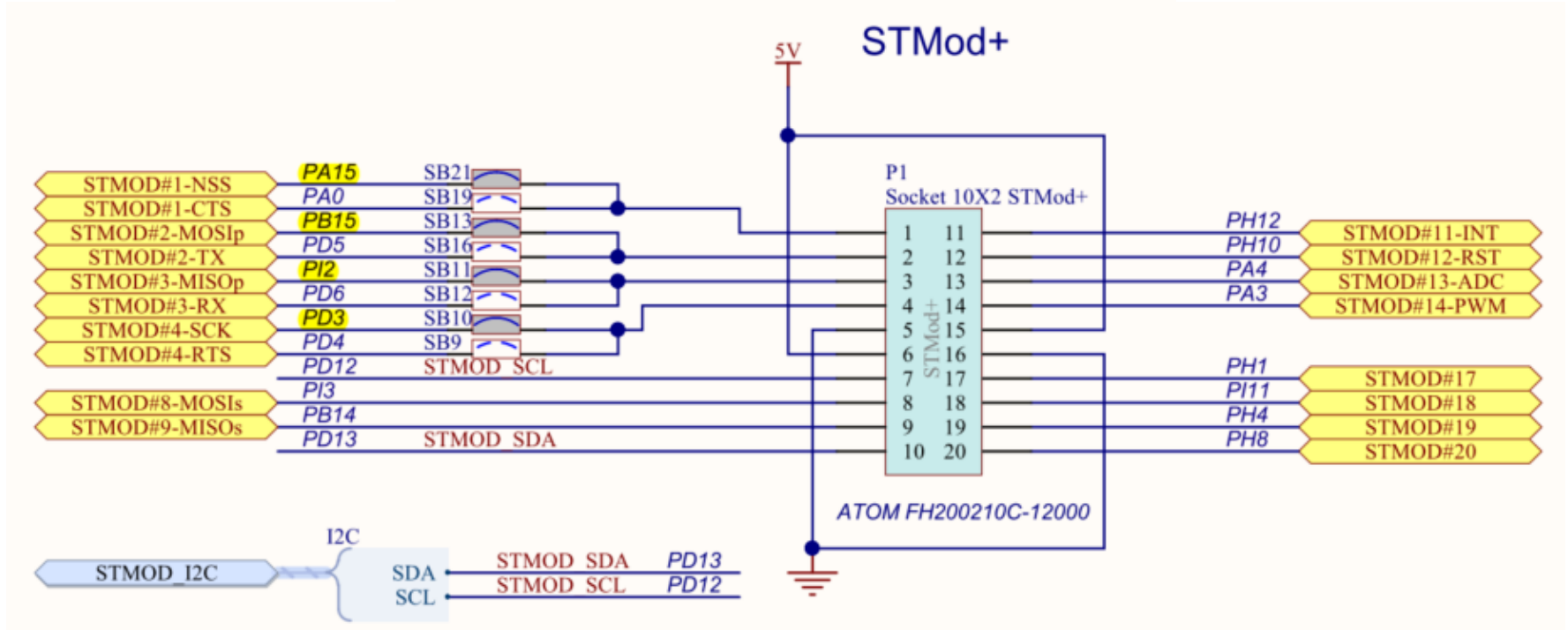
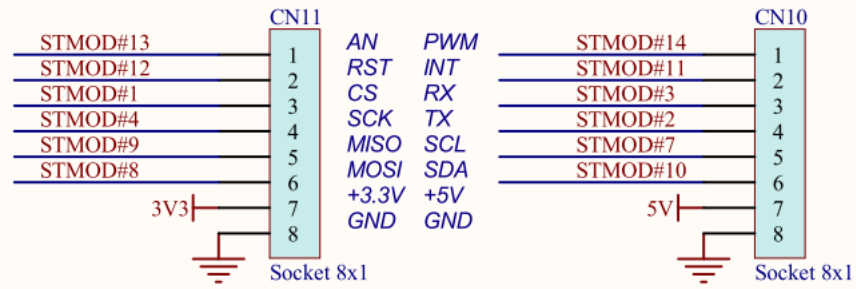
- pozitivna logika (1=H, 0=L)
- LSb najprej!

Laboratorijska vaja II – LV4

- II.1: LV4-1 - Meritve UART/RS232 na merilnih kablji/STM32H7
 - II.1a: LV4-1a - Meritve UART RS232 komunikacije na merilnih kablji
 - I: Napetostni nivoji
 - II: Vsebina sporočila 8NI (št. bajtov, vsebina, ...)
 - II.1b: LV4-1b - Meritve UART CMOS komunikacije na STM32H7
 - I: Napetostni nivoji
 - II: Vsebina sporočila 8NI (št. bajtov, vsebina, ...)
- II.2: LV4-2 – Meritve signalov na STM32H7:
 - A: PWM signal (PA3)
 - B: I2C4: Vsebina sporočila (SCL PD12, SDA PD13)
 - C: SPI2: Vsebina sporočila (SCK PD3, MOSI PI3)
 - D: CANFD1: Vsebina sporočila (CN11)

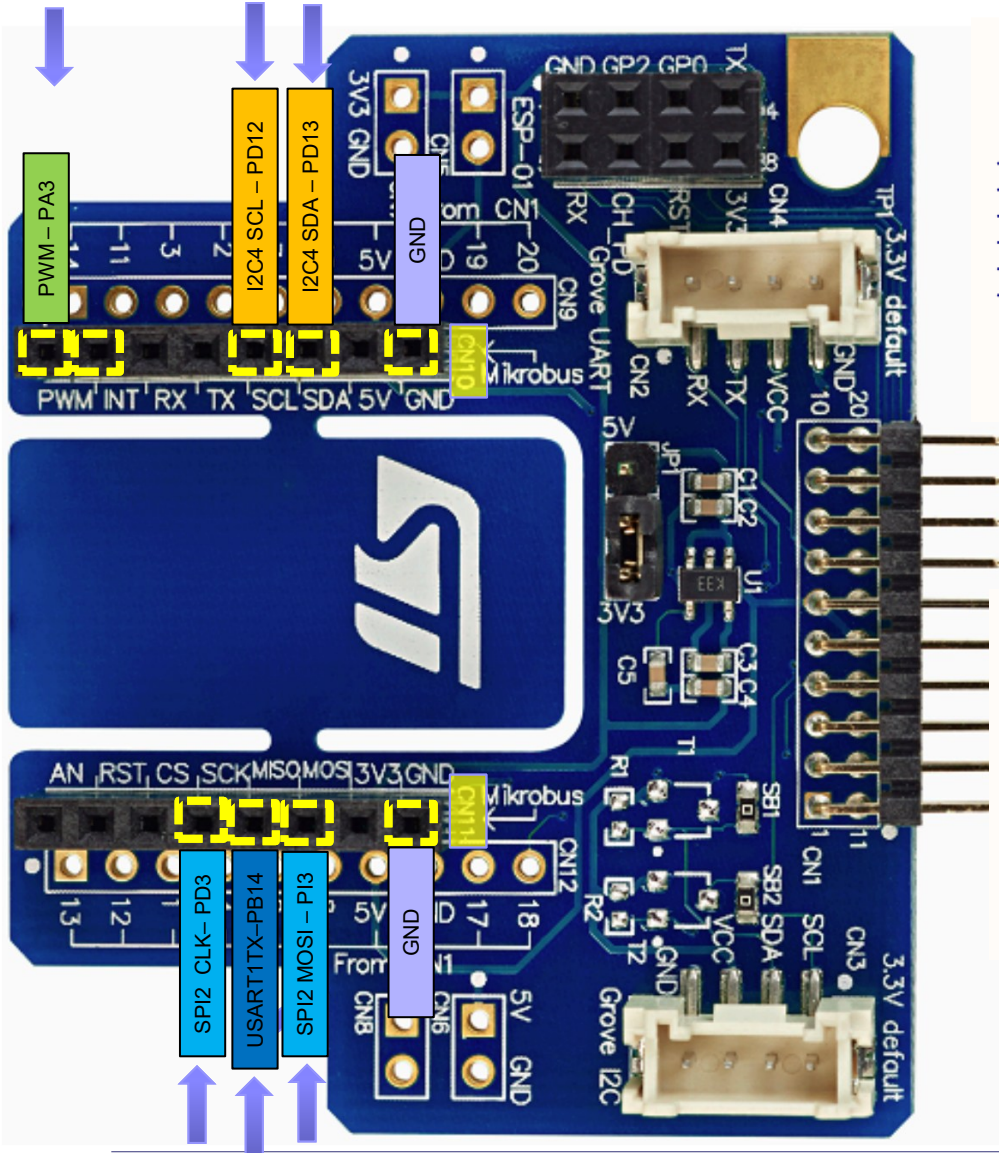
STM32H750B – DISCOVERY Mikrobuss in StMod+ konektorja

Mikrobuss connectors

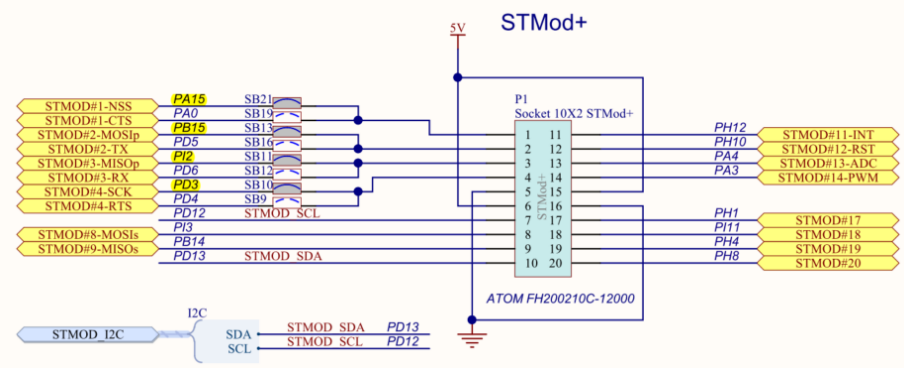
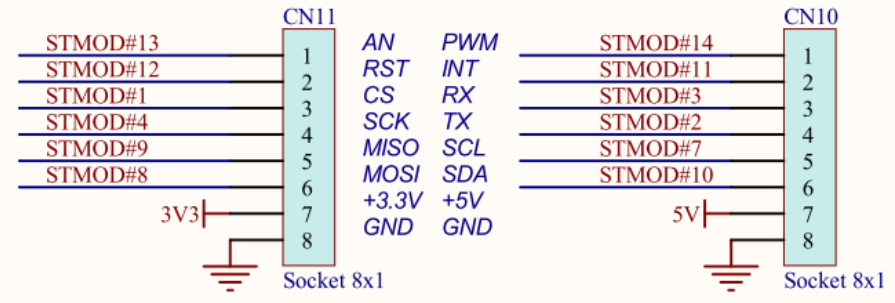


3.3V !!!

STM32H750B – DISCOVERY Mikrobuss in StMod+ konektorja



Mikrobuss connectors



VIN - LV



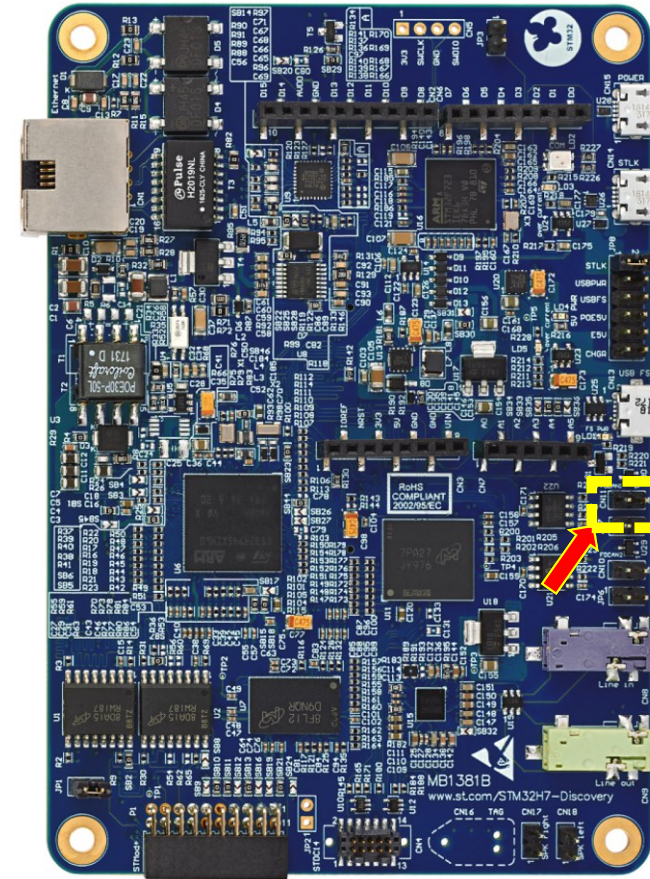
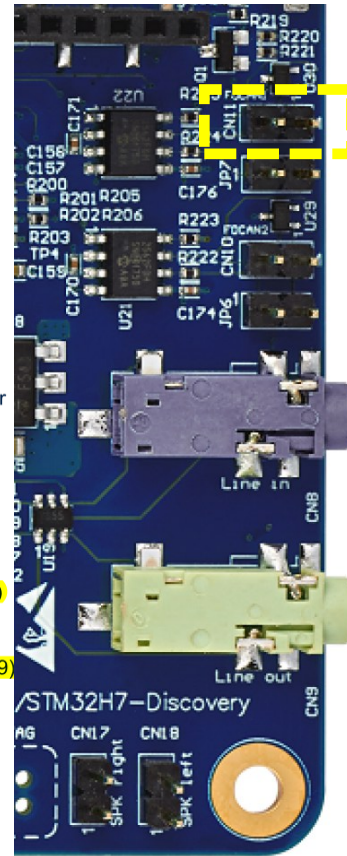
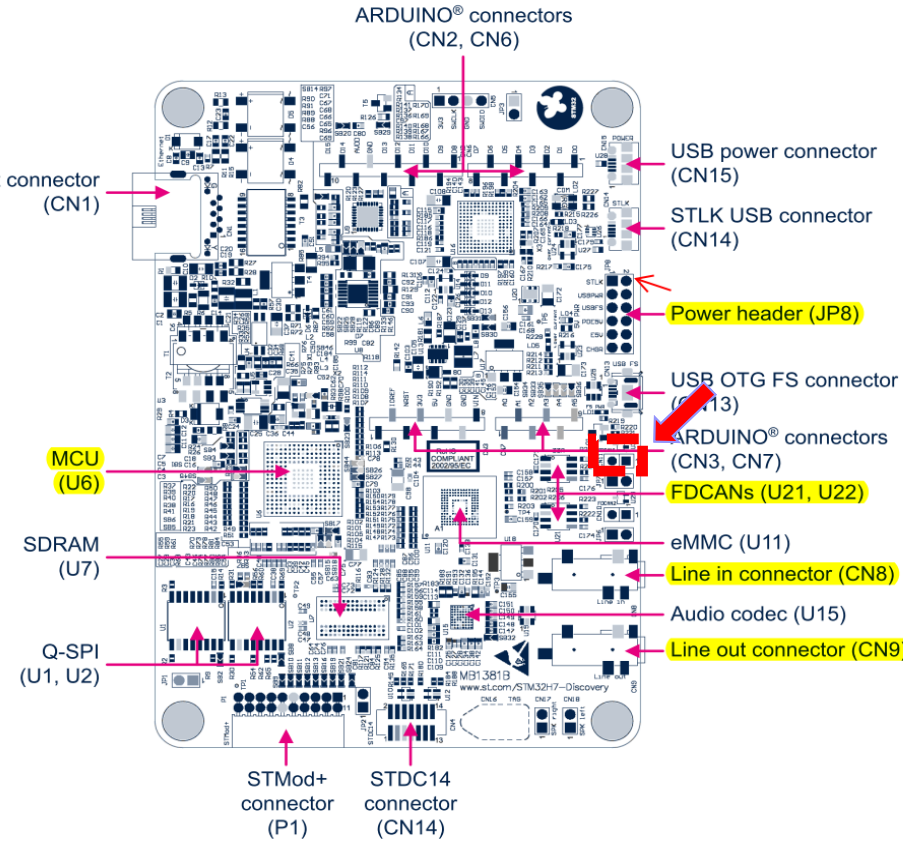
3.3V !!!

STM32H750B – DISCOVERY CANFD konektorja

UM2488

STM32H745I-DISCO and STM32H750B-DK layout

Figure 5. STM32H745I-DISCO and STM32H750B-DK Discovery board bottom layout



3.3V !!!

STM32H750B – DISCOVERY CANBUS konektorja

STM32H7

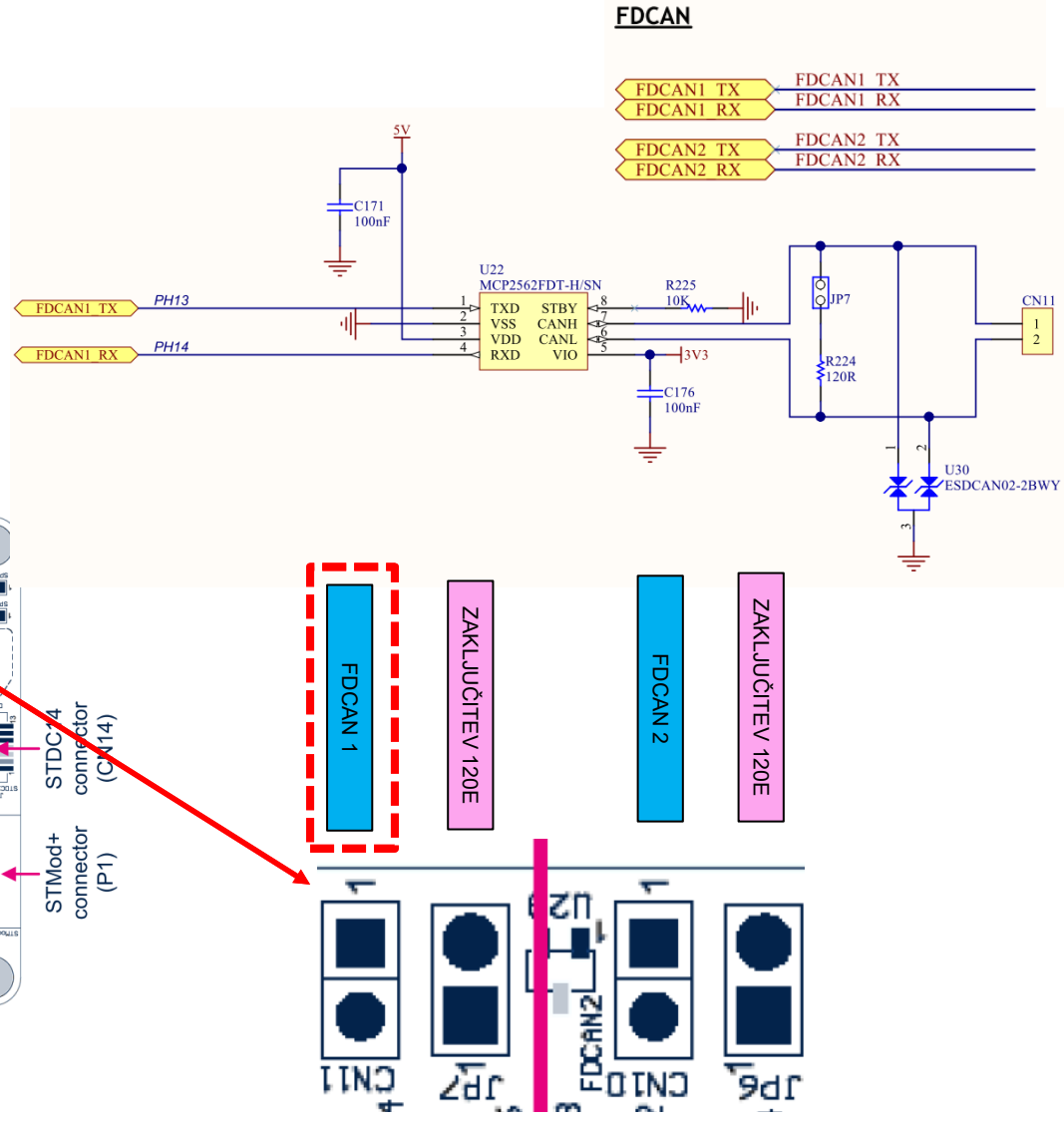
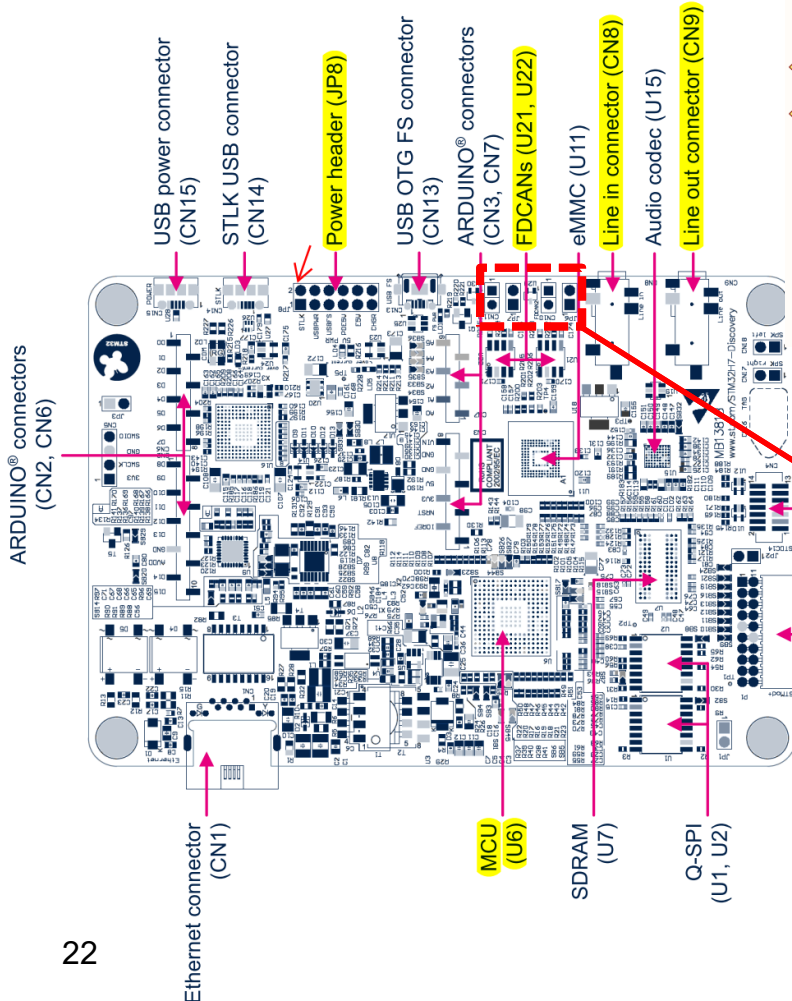


Figure 5. STM32H745I-DISCO and STM32H750B-DK Discovery board bottom layout

Laboratorijska vaja II – LV4

- II.1: LV4-1 - Meritve UART/RS232 na merilnih kablh/STM32H7
 - II.1a: LV4-1a - Meritve UART RS232 komunikacije na merilnih kablh
 - I: Napetostni nivoji
 - II: Vsebina sporočila 8NI (št. bajtov, vsebina, ...)
 - II.1b: LV4-1b - Meritve UART CMOS komunikacije na STM32H7
 - I: Napetostni nivoji
 - II: Vsebina sporočila 8NI (št. bajtov, vsebina, ...)

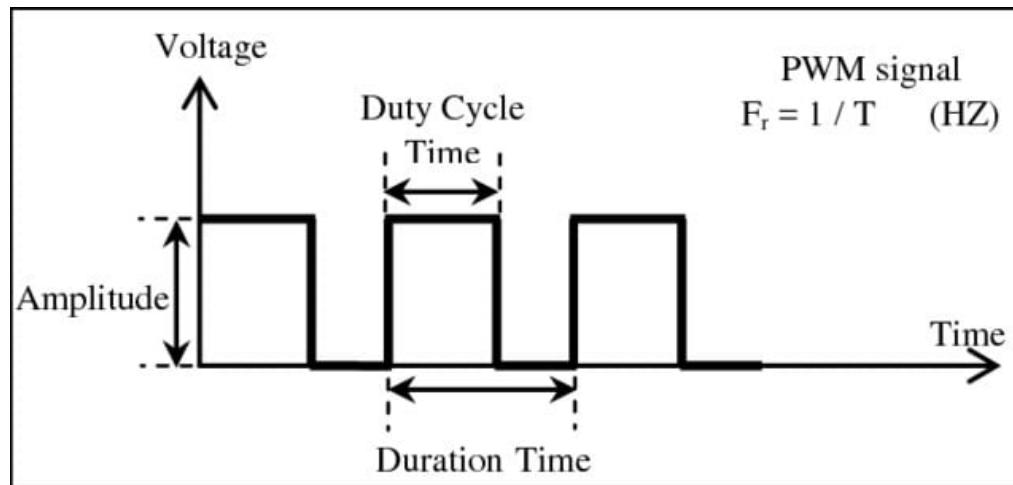
- II.2: LV4-2 – Meritve signalov na STM32H7:
 - A: PWM signal (PA3)
 - B: I2C4: Vsebina sporočila (SCL PD12, SDA PD13)
 - C: SPI2: Vsebina sporočila (SCK PD3, MOSI PI3)
 - D: CANFD1: Vsebina sporočila (CN11)

11.2.A: LV4-2 – Meritve signalov na STM32H7

LV4-2 A: PWM signal (PA3)

Določite:

- periodo (frekvenco), duty cycle [%] signala



Laboratorijska vaja 11 – LV4

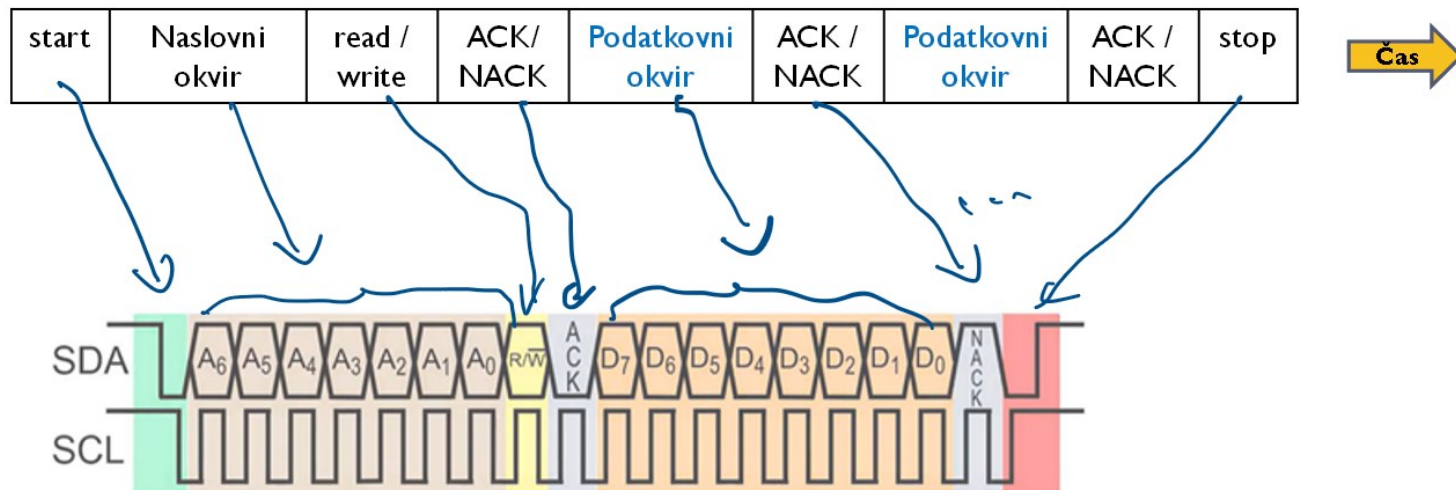
- 11.1: LV4-1 - Meritve UART/RS232 na merilnih kablh/STM32H7
 - 11.1a: LV4-1a - Meritve UART RS232 komunikacije na merilnih kablh
 - I: Napetostni nivoji
 - II: Vsebina sporočila 8NI (št. bajtov, vsebina, ...)
 - 11.1b: LV4-1b - Meritve UART CMOS komunikacije na STM32H7
 - I: Napetostni nivoji
 - II: Vsebina sporočila 8NI (št. bajtov, vsebina, ...)
- 11.2: LV4-2 – Meritve signalov na STM32H7:
 - A: PWM signal (PA3)
 - B: I2C4: Vsebina sporočila (SCL PD12, SDA PD13)
 - C: SPI2: Vsebina sporočila (SCK PD3, MOSI PI3)
 - D: CANFD1: Vsebina sporočila (CN11)

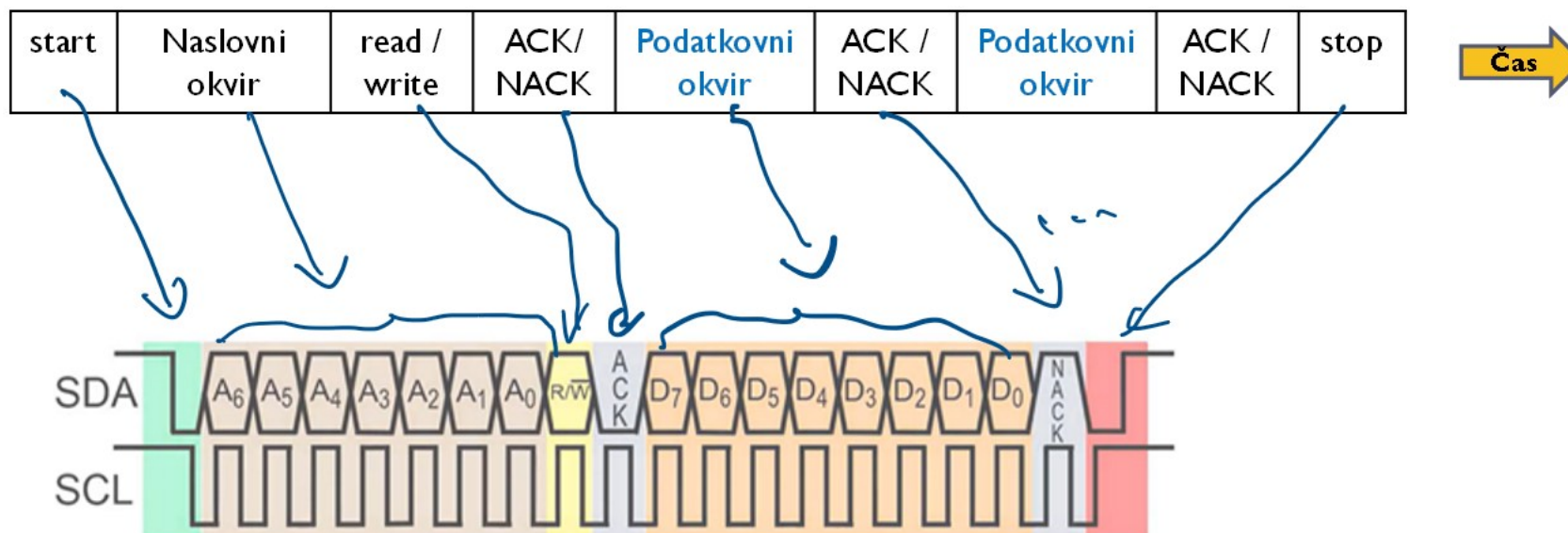
11.2: LV4-2 – Meritve signalov na STM32H7:

LV4-2 B: I2C4: Vsebina I2C sporočila (SCL PD12, SDA PD13)

Določite:

- periodo (frekvenco) komunikacije
- določite vsebino in pomen sporočila
 - namig: preverite sestavne dele I2C sporočila
 - npr. START, naslov, R/W, ACK/NACK, STOP





Dodatni biti med okvirji:

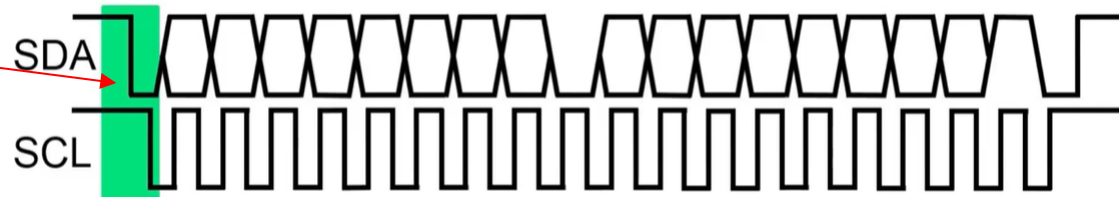
- **read/write** – en bit določa prenos iz 'master' v 'slave' napravo (0) ali 'master' zahteva podatek iz 'slave' naprave (1).
- **ACK/NACK** – vsak okvir sporočila ima bit 'acknowledge/noacknowledge'. Če je bil naslovni ali podatkovni okvir uspešno prejet je pošiljatelju vrnjen bit ACK, sicer NACK.
- **start** – linija SDA preklopi iz 1 v 0 preden linija SCL preklopi iz 1 v 0
- **stop** - linija SDA preklopi iz 0 v 1 potem ko linija SCL preklopi iz 0 v 1

Tipičen potek I2C komunikacije :

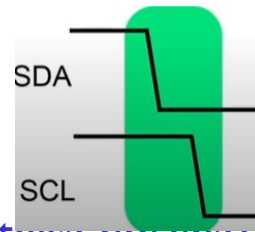
I2C signal v celoti:



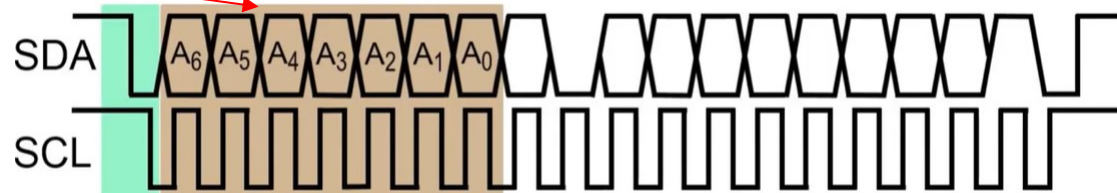
■ **START**



- Linija SDA preklopi iz 1 v 0 predno linija SCL preklopi iz 1 v 0
 Idle – SDA = SCL - High
 Master SDA – High v Low
 Master SCL – drži High



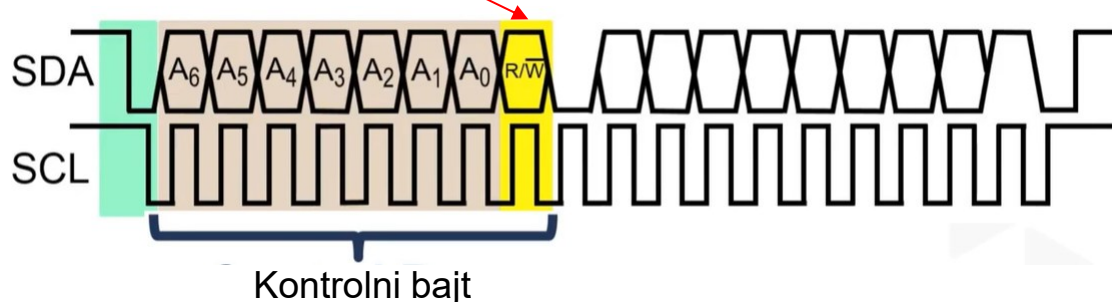
■ **Naslov naprave Slave je 7-biten (najpogostejša tožina)**



Tipičen potek I2C komunikacije :

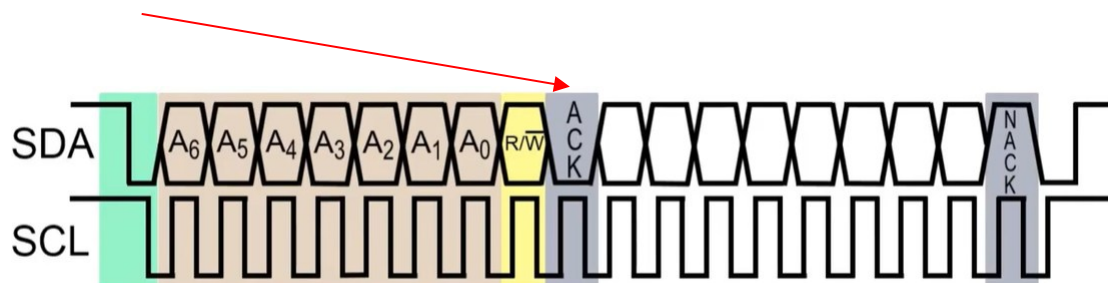
□ Branje/pisanje – R/\bar{W} (kontrolni bajt: $A_6 \dots A_0 R/\bar{W}$)

- $R/\bar{W} = \text{High}$ (Master zahteva branje podatkov iz Slave)
- $R/\bar{W} = \text{Low}$ (Master bo pisal na Slave)



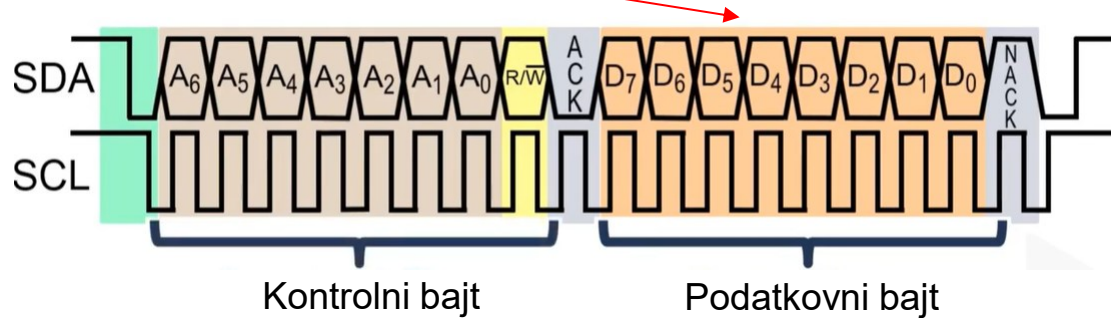
- kontrolni bajt: $A_6 \dots A_0 R/\bar{W}$

□ Potrditev (Acknowledge) – pojavi se na vsakem 9 urinem ciklu



Tipičen potek I2C komunikacije :

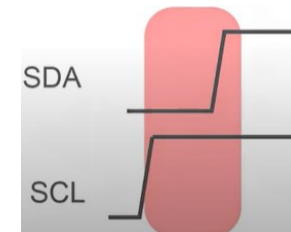
- Podatkovni bajt ($D_7 \dots D_0$)



- STOP



- Linija SDA preklopi iz 0 v 1 potem ko linija SCL preklopi iz 0 v 1
 Master SDA – Low v High
 Master SCL – drži High



Laboratorijska vaja II – LV4

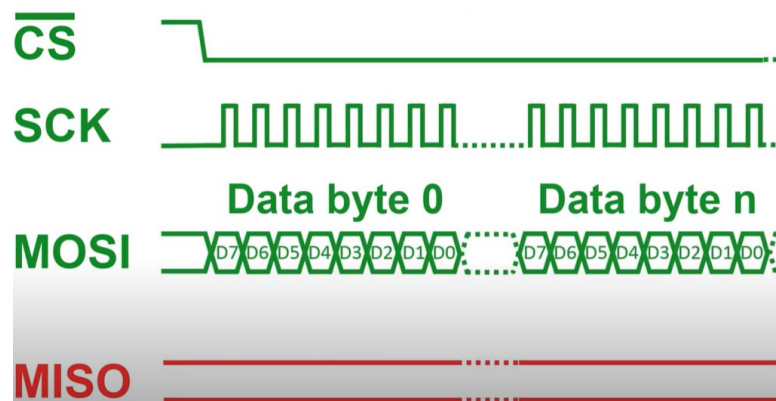
- II.1: LV4-1 - Meritve UART/RS232 na merilnih kablji/STM32H7
 - II.1a: LV4-1a - Meritve UART RS232 komunikacije na merilnih kablji
 - I: Napetostni nivoji
 - II: Vsebina sporočila 8NI (št. bajtov, vsebina, ...)
 - II.1b: LV4-1b - Meritve UART CMOS komunikacije na STM32H7
 - I: Napetostni nivoji
 - II: Vsebina sporočila 8NI (št. bajtov, vsebina, ...)
- II.2: LV4-2 – Meritve signalov na STM32H7:
 - A: PWM signal (PA3)
 - B: I2C4: Vsebina sporočila (SCL PD12, SDA PD13)
 - C: SPI2: Vsebina sporočila (SCK PD3, MOSI PI3)
 - D: CANFD I: Vsebina sporočila (CN11)

11.2: LV4-2 – Meritve signalov na STM32H7:

LV4-2 C: SPI2: Vsebina sporočila (SCK PD3, MOSI PI3)

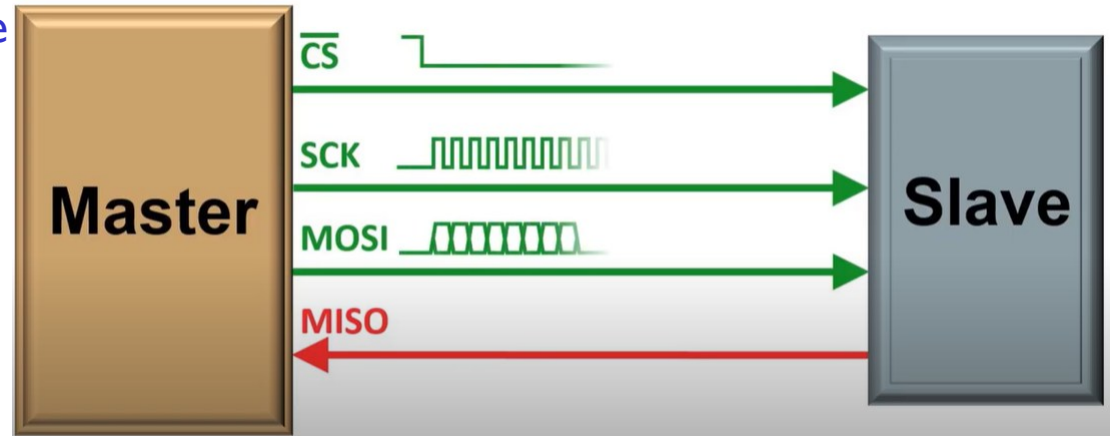
Določite:

- periodo (frekvenco) komunikacije
- določite vsebino in pomen sporočila
 - namig: preverite sestavne dele SPI sporočil
 - npr. SCK, MOSI, CS ni uporabljen

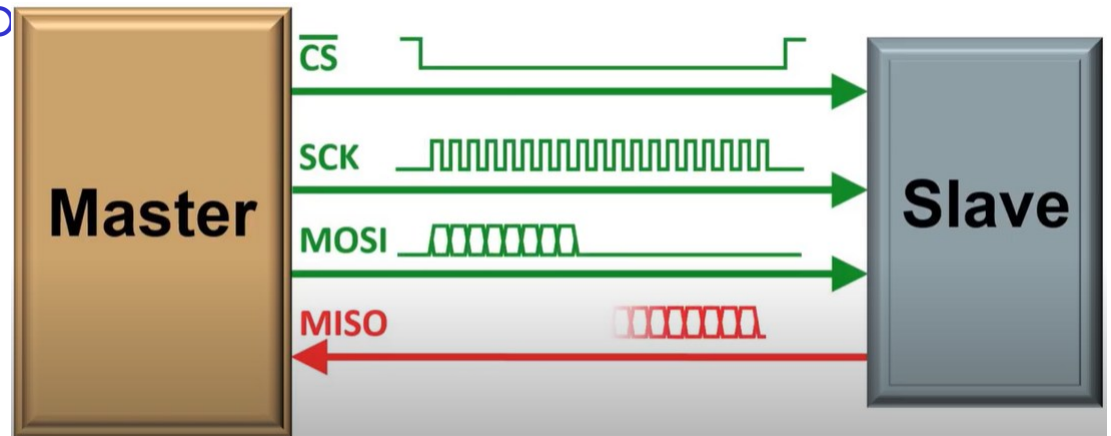


□ Signali SPI pri prenosu podatkov

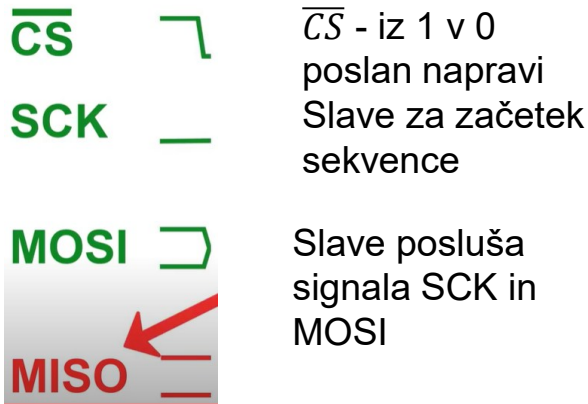
- Master generira signale \overline{CS} , SCK, MOSI



- Slave generira signal MISO

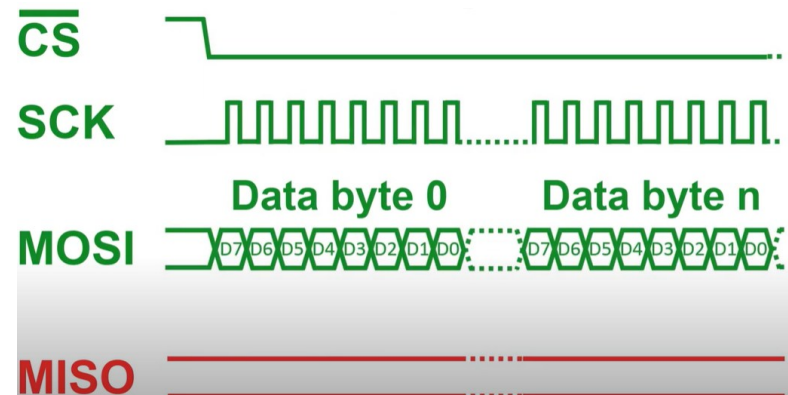
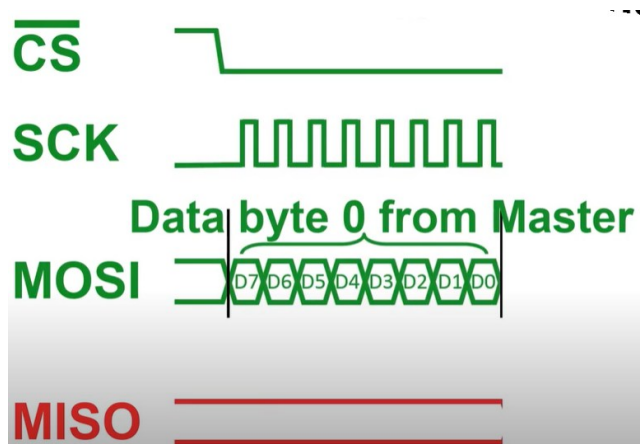


□ Serijski prenos podatkov iz naprave Master v Slave

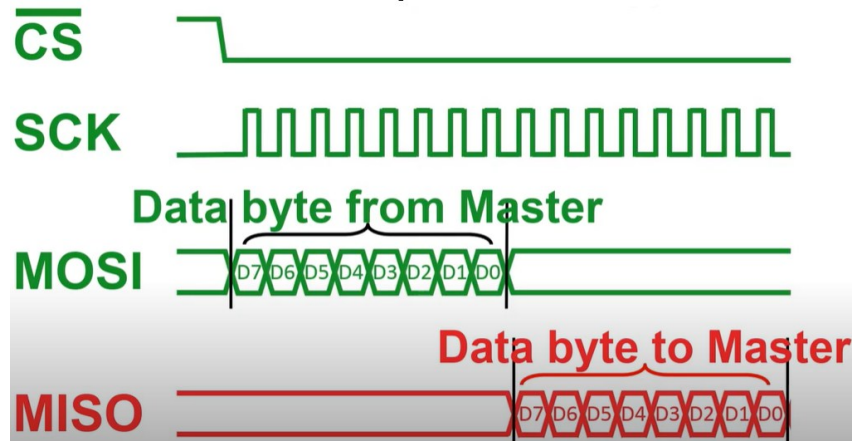


- Master prenese **bajt 0** po liniji MOSI

skupaj se lahko prenese n bajtov

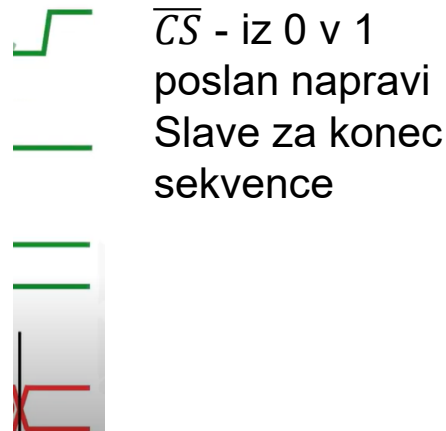


- Prenos podatkov Master to Slave in Slave to Master



- Konec prenosa:

Chip Select gre iz Low v High



\overline{CS} - iz 0 v 1
poslan napravi
Slave za konec
sekvence

Laboratorijska vaja 11 – LV4

- 11.1: LV4-1 - Meritve UART/RS232 na merilnih kablji/STM32H7
 - 11.1a: LV4-1a - Meritve UART RS232 komunikacije na merilnih kablji
 - I: Napetostni nivoji
 - II: Vsebina sporočila 8NI (št. bajtov, vsebina, ...)
 - 11.1b: LV4-1b - Meritve UART CMOS komunikacije na STM32H7
 - I: Napetostni nivoji
 - II: Vsebina sporočila 8NI (št. bajtov, vsebina, ...)

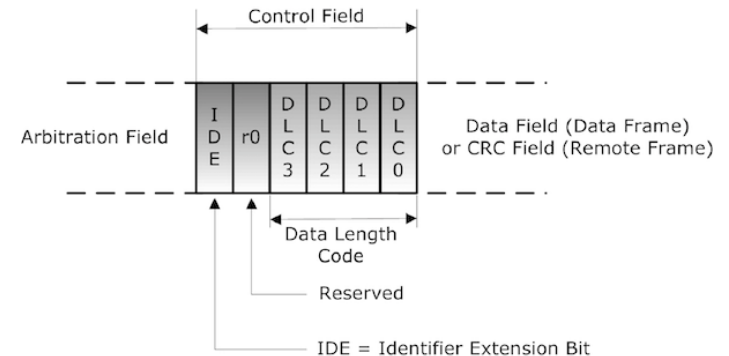
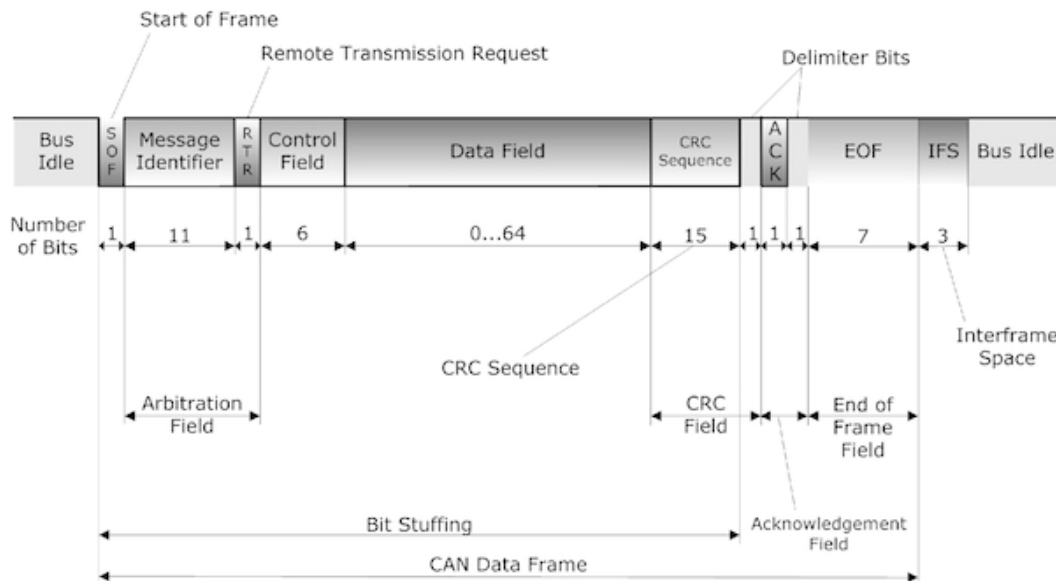
- 11.2: LV4-2 – Meritve signalov na STM32H7:
 - A: PWM signal (PA3)
 - B: I2C4: Vsebina sporočila (SCL PD12, SDA PD13)
 - C: SPI2: Vsebina sporočila (SCK PD3, MOSI PI3)
 - D: CANFD1: Vsebina sporočila (CN11)

11.2: LV4-2 – Meritve signalov na STM32H7:

LV4-2 D: CANFD: Vsebina sporočila (CANFD1)

Določite:

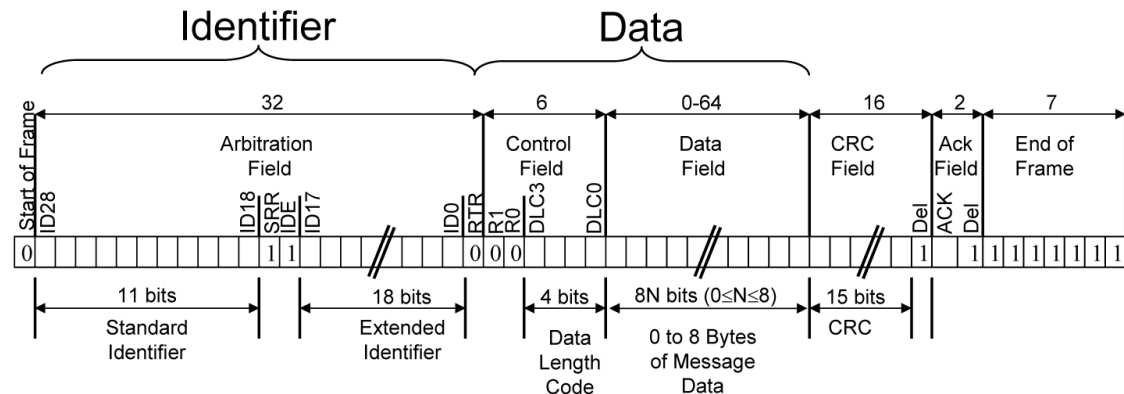
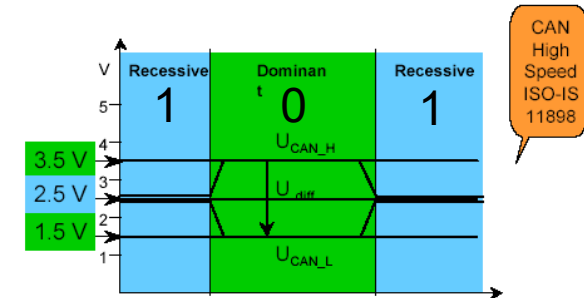
- periodo (frekvenco) komunikacije
- določite vsebino in pomen prvega dela sporočila (ID)
 - namig: preverite sestavne dele CAN sporočil
 - npr. SOF, 11b std. ID, Control field, ...



<https://copperhilltech.com/blog/controller-area-network-can-bus-tutorial-message-frame-format/>

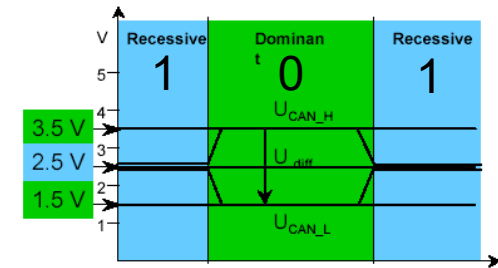
CANbus na kratko

- **Diferencialni prenos** običajno na parici –
 - Non-Return To Zero (NRZ) in
 - bit-stuffing.
- **Wired – AND povezava:** vozlišče z logično 0 prevlada
 - 0 .. „dominant“, 1 .. „recessive“)
- **Prenos podatkov**
 - Protokol – sporočilno naravnan
 - Detekcija napake
 - Nivo Bitov (branje, „bit stuffing“)
 - Nivo sporočila (CRC, okvir, ACK napake)



CANbus na kratko

- **Diferencialni prenos** običajno na parici –
 - Non-Return To Zero (NRZ) in
 - bit-stuffing.
- **Wired – AND povezava**: vozlišče z logično 0 prevlada
 - 0 .. „dominant“, 1 .. „recessive“)



CAN High Speed ISO-15765

