

# Vhodno-izhodne naprave (VIN)

Predavanja

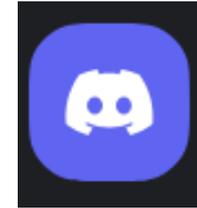
## Uvod v predmet VIN

Robert Rozman

[rozman@fri.uni-lj.si](mailto:rozman@fri.uni-lj.si)

Vhodno-izhodne naprave – Predmet VIN

- Spletne strani: <https://ucilnica.fri.uni-lj.si/course/view.php?id=15>  
[LAPSy Embedded Academy – Home](#)
- Hibridna predavanja, zapiski, vaje:
  - MS Teams
    - Koda za vstop: **p0shh8e**
- Moj e-naslov: [rozman@fri.uni-lj.si](mailto:rozman@fri.uni-lj.si)
- Govorilne ure: trenutno v torek ob 13:15 v R2.40(50)  
Občasne spremembe bodo pravočasno objavljene na učilnici  
Prijava: email
- Tutorska pomoč: po potrebi in želji



[Discord](#)  
[FRI HW](#)



Robert Rozman  
[rozman@fri.uni-lj.si](mailto:rozman@fri.uni-lj.si)



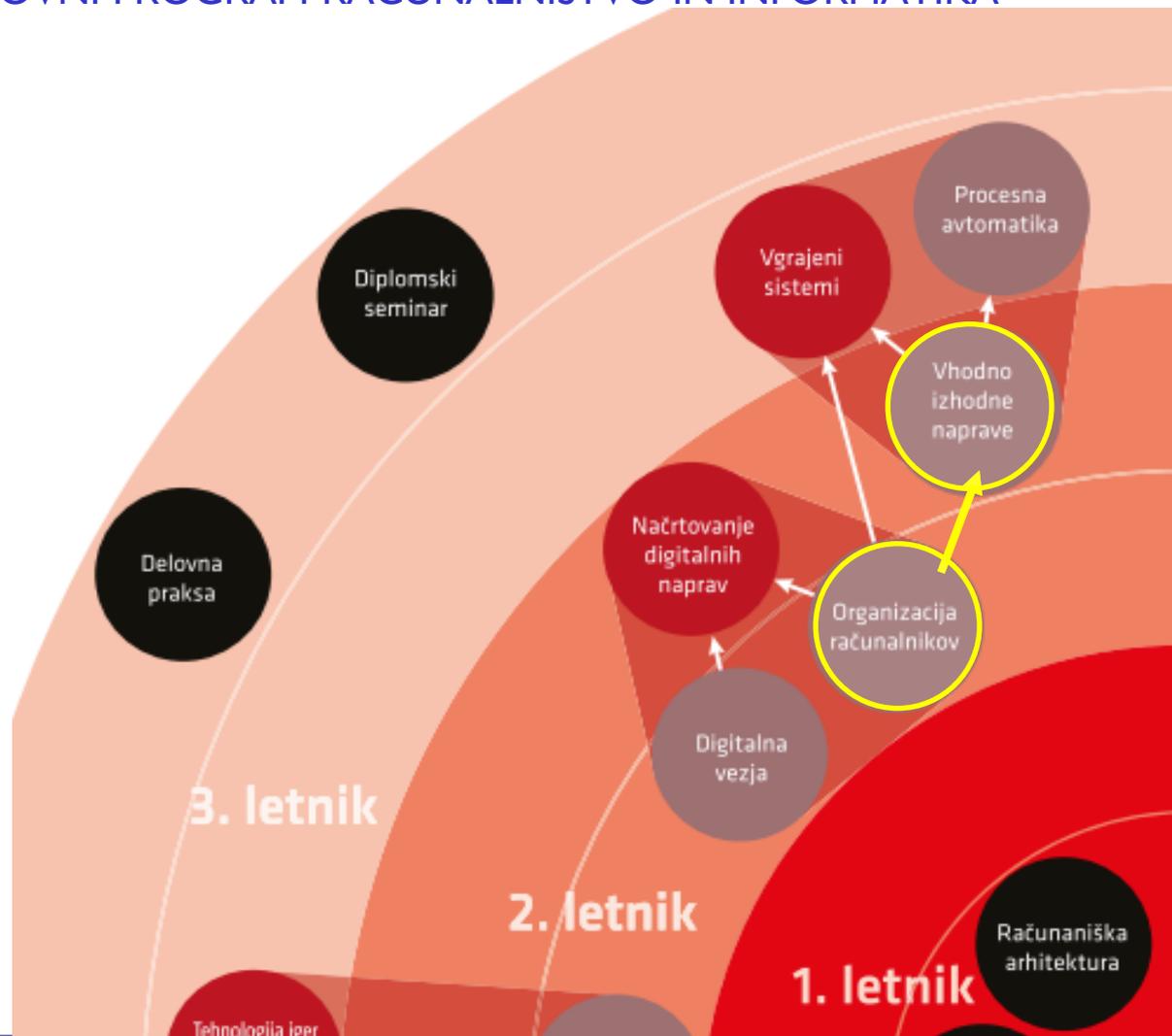
Robert Rozman  
[rozman@fri.uni-lj.si](mailto:rozman@fri.uni-lj.si)



- LAPSy Embedded Academy group:
  - MS Teams
    - Koda za vstop: **ty5qjm9**

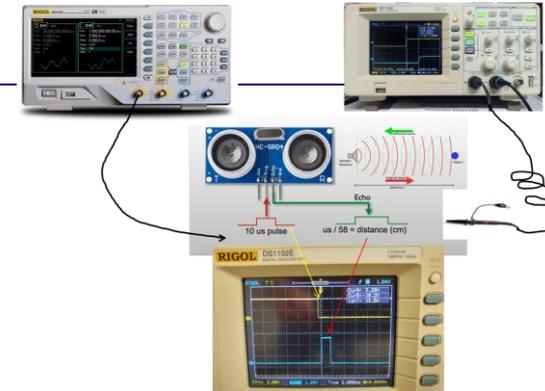
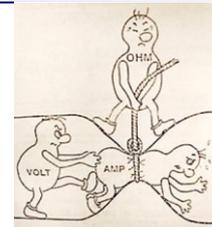
***Vedno dobrodošli (email, MSTeams, ...) !!!***

## VISOKOŠOLSKI STROKOVNI PROGRAM RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA



## ■ Pregled obravnavanih tem na predavanjih :

1. OE, signali in linije
2. Prenosni mediji, kabli
3. Prenosi podatkov (serijski)
4. Prenosi signalov : odboji, presluhi
5. Povezave in standardi (SPI,I2C,USART,CANBUS,...)
6. Tipala, V/I naprave in njihovo programiranje



- Asinhronski serijski prenos
  - UART - Asinhronski serijski oddajnik/sprejemnik
- Sinhronski serijski prenos
  - I2C (Inter-Integrated Circuit)
  - SPI (Serial Peripheral Interface)
  - CAN (Controller Area Network)

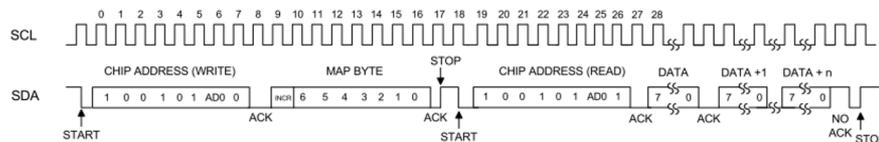
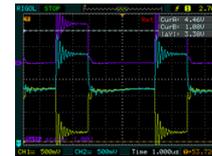
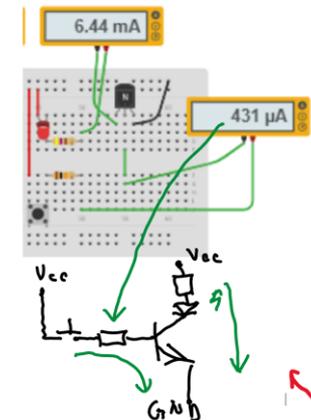


Figure 17. Control Port Timing, I<sup>2</sup>C Read



### ■ Sprotne obveznosti

- **DN1: Skupinski projekt „V/I naprave“** - predstavitve (obvezno)
- **DN2: LAB vaje** – poročila (obvezno)
- **VIN Projekt** – praktična izvedba, predstavitev (obvezno)

□ Končna ocena: sprotne obveznosti (50%) + ustni izpit (50%)

□ Cilji, kompetence :

□ Predavanja:

- **teoretične osnove** za praktično delo,
- razumevanje osnov
  - **signalov, prenosov (komunikacij), delovanja V/I naprav, tipal**

□ LAB: praktične veščine

- **programiranje** vgrajenih sistemov in V/I naprav
  - Delo s tipali, V/I napravami
- izvajanje **enostavnih meritev z opremo**
  - meritve potekov napetosti z **osciloskopi, generatorji**:
    - očesni vzorci, odboji, presluhi, komunikacije I2C, SPI, CAN, USART, tipala, ...

## Dodatna literatura (za praktično delo):

### ■ Valvano: Embedded Systems - Shape The World

knjiga (tudi PDF)

spletne vsebine:

■ EdX course :

<https://www.edx.org/course/embedded-systems-shape-world-utaustinx-ut-6-03x>

<https://www.edx.org/course/embedded-systems-shape-the-world-multi-threaded-in>

■ Ebook:

<http://users.ece.utexas.edu/~valvano/VolumeI/E-Book/>

### ■ Zhu: Embedded Systems with ARM Cortex-M Microcontrollers in Assembly Language and C

Knjiga

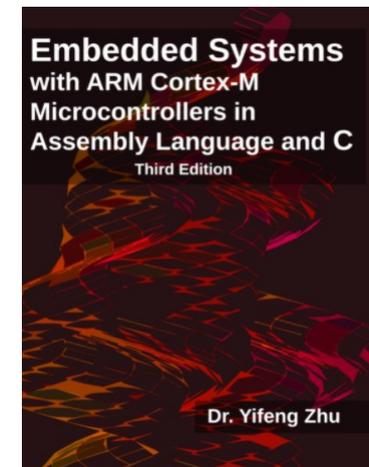
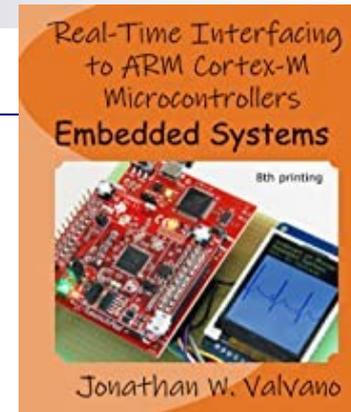
Spletne vsebine (tudi youtube „tutorials“):

■ <https://web.eece.maine.edu/~zhu/book/>

### ■ Dewesoft Online PRO training

■ <https://training.dewesoft.com/online/topic/learn-how-to-measure-signals>

■ <https://training.dewesoft.com/online/topic/learn-mathematics-and-data-analysis>



## Pristop, dodatna gradiva :

### ■ „No sheeping !!!“, „Flipped learning“:

- <https://www.youtube.com/watch?v=QOy7IB-P3nk>

### ■ Valvano: Embedded Systems - Shape The World

- EdX course :

- <https://www.edx.org/course/embedded-systems-shape-world-utaustinx-ut-6-03x>

- <https://www.edx.org/course/embedded-systems-shape-the-world-multi-threaded-in>

- Ebook:

- <http://users.ece.utexas.edu/~valvano/Volume I/E-Book/>

- Chapter 3: [Electronics](#)
- Chapter 4: [Digital Logic](#)
- Chapter 5: [Introduction to C](#)
- zanimiva tudi ostala poglavja

## Embedded Systems - Shape The World: Multi-Threaded Interfacing

Build real-world embedded solutions using a bottom-up approach from simple to complex in this hands-on, lab-based course.



**Embedded Systems - Shape The World: Microcontroller Input/Output**  
Introduction to the world of embedded systems with a focus on microcontroller input/output in this hands-on, lab-based course.

**Estimated 8 weeks**  
8-10 hours per week

**Self-paced**  
Progress at your own speed

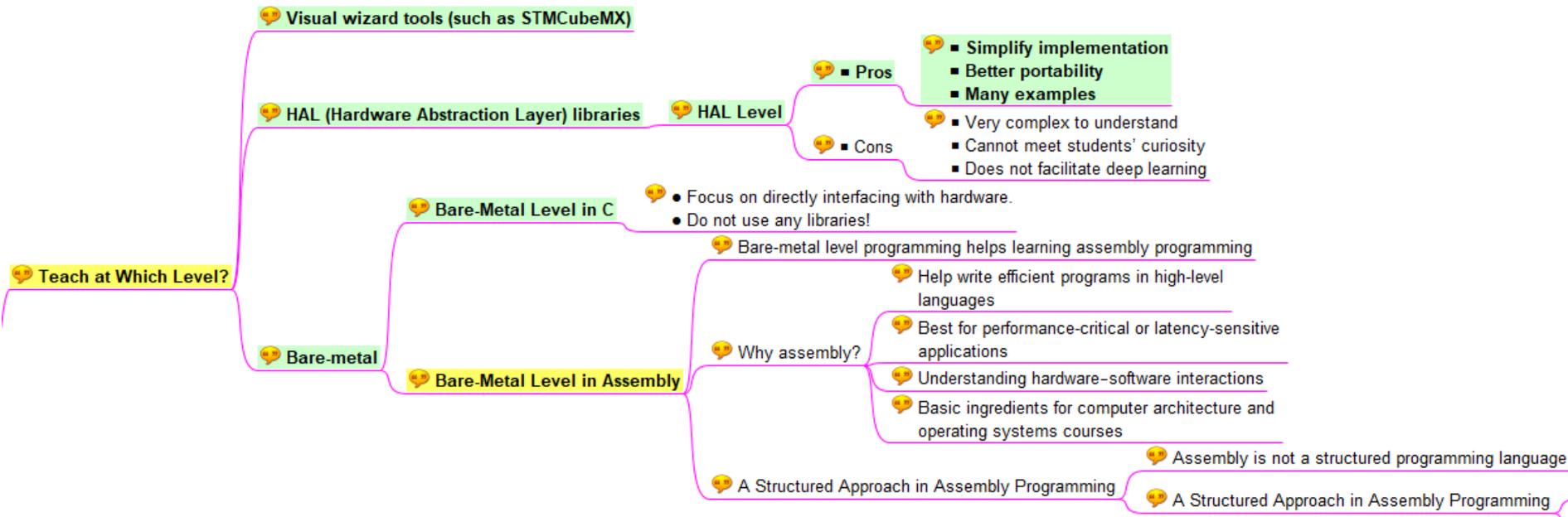
**Free**  
Optional upgrade available



### Table of Contents

- Chapter 1: [Introduction](#)
- Chapter 2: [Fundamental Concepts](#)
- Chapter 3: [Electronics](#)
- Chapter 4: [Digital Logic](#)
- Chapter 5: [Introduction to C](#)
- Chapter 6: [Microcontroller Ports](#)
- Chapter 7: [Design and Development Process](#)
- Chapter 8: [Switches and LEDs](#)
- Chapter 9: [Arrays and Functional Debugging](#)
- Chapter 10: [Finite State Machines](#)
- Chapter 11: [UART - The Serial Interface](#)
- Chapter 12: [Interrupts](#)
- Chapter 13: [DAC and Sound](#)
- Chapter 14: [ADC and Data Acquisition](#)
- Chapter 15: [Systems Approach to Game Design](#)
- Appendix: [Reference Material](#)
- Video links: [Web links to videos \(All chapters 1](#)
- Closed caption files: [Closed caption srt files](#)
- Index: [Index of terms and concepts](#)

# Praktični pristop na različnih nivojih programiranja



## Eksperimentalno učenje :

- “I hear and I forget. I see and I remember. I do and I understand.”
  - Konfucij
- “Tell me and I forget, teach me and I remember, involve me and I will learn.”
  - Benjamin Franklin

Ugotovitve (2023/24) STUDIS in anketa:  
Nadaljnja iteracija na vsebini, **prakt. delo**

Povpr. ocena/max [št.odg./vsi]	2023/24	2022/23	2021/22	2020/21
Predmet	4.43/5 [35/42]	4.81/5 [29/37]	4.86/5 [51/53]	4.71/5 [36/37]
Izvajalec	4.59/5 [35/42]	4.93/5 [29/37]	4.91/5 [51/53]	4.91/5 [36/37]

## VIN - Mnenja slušateljev (2021/24) – izbor STUDIS:

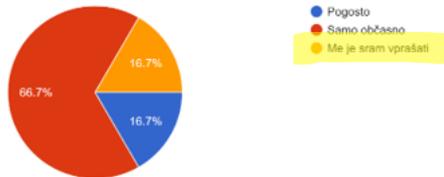
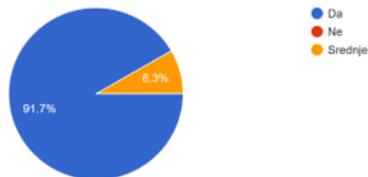
### Izvedba predmeta in izvajalec:

#### ■ Dobro:

- Veliko **zanimivih gostov**, od katerih smo dobil veliko zanimivih informacij
- Res se trudi dobro predavati in se prilagaja študentom. Vidi se, da to rad dela in si želi, da **njegovi študenti postanejo dobri hardware inženirji**.
- Všeč mi je **vin projekt in to da lahko izbereš svojo temo in nisi omejen pri tem**
- Se osredotoči na to, kar je pomembno pri takih predmetih --> **hands on**.
- vedno pripravljen pomagati, pri nalogah mu je bolj pomembno da **oddamo vredno narejeno**, kot pa da oddamo pravi čas
- Fantastičen profesor, res se potrudi za študente in zato tudi **nam ni problem delati za njegov predmet**. Vzbudi zanimanje za delo, **vedno pomaga če je potrebno**.

#### ■ Slabo:

- Edina pripomba pri predmetu je **rahla negotovost z datumi za ustni zagovor**, ter **rahla zmeda v pričakovanjih pri sprotnem delu**.
- Trenutno menim da je mnogo študentov na vajah **zgolj sledilo navodilom** in preverjali, če so na osciloskopu dobili enako sliko kot na prosojnicah.

Ugotovitve (2023/24) STUDIS in anketa:Nadaljnja iteracija na vsebini, **prakt. delo**Skupnost v Discordu sem uporabljal  
12 responsesDelo na praktičnem projektu (VIN projekt) mi je bilo koristno in zanimivo.  
12 responses

## VIN – Predavanja

Naštejte po spominu nekaj najbolj vam zanimivih vsebin predavanj ? 12 responses

- Protokoli, sestava kablov
- Zelo zanimivi so mi bili komunikacijski protokoli (SPI, I2C, UART) itd.
- različna kodiranja, očesni vzorci
- Diferencialni prenos, odboji, eksplozijski prenos, protokolski prenos.
- Očesni vzorec
- Vodniki, očesni vzorec.
- STM32
- Razlaga različnih tipov kablov in kako delujejo, očesni diagram
- Canbus

## DNI in skupinsko delo

Delo v skupini se mi zdi smiselno, saj je itak potem tudi projekt skupinsko delo, in ti da neko začetno točko iz katere razmišljati.

Osebnostno mi je bilo najboljše ko smo bili v FRIžiderju in je lahko delal vsak sam kar je želel, hkrati pa smo si med seboj pomagali, ker smo imeli nekatere naloge enake. Na vajah nas je bilo veliko in ni mogel vsak sam se poigrati z osciloskopu.

Super, zanimivo je bilo raziskovati temo in tudi poslušati druge.

Delo v skupini se mi je zdelo koristno, saj se večina dela tudi kasneje opravlja v skupinah.

Redkokdaj boš nek projekt izvajal sam.

Predstavitve so mi bile vse zelo zanimive.

delo v skupini je super in koristno, priprava in predstavitve ni bila pretirano težka.

## VIN – LAB vaje

Naštejte po spominu nekaj najbolj vam zanimivih vsebin laboratorijskih vaj ? 12 responses

- Merjenje dolžine kabla, maksimalna prenosna hitrost
- mislim, da sem to že dovolj v detajle razložil :)
- merjenje na osciloskopu v FRIžiderju
- Uporaba LTSpice, merjenje odbojev, presluhov.
- Najboljše vaje so bile meritve. Delo z osciloskopom je bilo precej dobro in sem se z veseljem udeleževal teh vaj.
- Meritve z osciloskopom. LtSpice
- Brenčič na STM32, osciloskopi.
- meritve, canbus
- meritve na osciloskopu
- merjenje odbojev in dolžine kabla. Vezava CanBus sistema
- Vaje s STM32
- Merjenje odbojev in presluhov

## Izbrana mnenja 23/24:

Mogoče bi lahko projekte nekoliko prej povedali kaj se od nas pričakuje oziroma, da moramo prej oddati idejo. Tako kot je letos smo projekte večinoma začeli delati šele v izpitnem obdobju.

Res se trudi dobro predavati in se prilagaja študentom. Vidi se, da to rad dela in si želi, da njegovi študenti postanejo dobri hardware inženirji.

Med izvajanjem predmeta je podanih mnogo informacij brez globlje razlage

všeč mi je, da imamo pri projektu proste roke in lahko naredimo karkoli

Dejstvo je, da sem bil prisoten na (skoraj) vseh vajah, vendar ko sem se enkrat lotil delati VIN projekta, sem bil kar izgubljen. Na vajah sem sicer sledil profesorju, vendar imam občutek, da veliko krat nisem točno "razumel" kaj sem delal, temveč samo ponavljal profesorjeve nastavitve (spet, bolj moj problem, kot problem profesorja). Posledično, ko sem se enkrat VIN projekta lotil, sploh nisem znal začeti, saj nisem imel nekih step-by-step navodil. Sklenil sem, da je najbolje, da se lotim stvar učiti od začetka. Ko sem se enkrat začel snov učiti (in rahlo bolj poglobljeno razumevati), sem hitro dojel vse koncepte, in so mi bili posnetki vaj tudi bolj zanimivi, ker sem dejansko vedel o čem se gre. Žal mi je edino, da tega nisem storil že prej, saj bi tako od vaj v živo odnesel več.

Osebnostno se mi zdi, da ima programiranje teh embedded naprav nekoliko visok "skill floor" (težko je začeti, vendar ko enkrat znaš osnove gre lepo naprej).

Osebnostno mi je bilo najboljše ko smo bili v FRIžiderju in je lahko delal vsak sam kar je želel, hkrati pa smo si med seboj pomagali, ker smo imeli nekatere naloge enake. Na vajah nas je bilo veliko in ni mogel vsak sam se poigrati z osciloskopu.

predavanja so bila ok edino kar me je zmotilo je bilo to da se je pogosto zgodilo da je bilo povedano kaj samo kot zanimivost in potem na koncu / začetku da tega nam ni treba znati in potem nisem vedel kdaj naj bolj spremljam snov in kdaj ne

Osebnostno mi je bilo najboljše ko smo bili v FRIžiderju in je lahko delal vsak sam kar je želel, hkrati pa smo si med seboj pomagali, ker smo imeli nekatere naloge enake. Na vajah nas je bilo veliko in ni mogel vsak sam se poigrati z osciloskopu.



DEWESoft MC2026  
**PUSHING THE EDGE**  
APRIL 21-24 2026 | THERMANA | LAŠKO, SLOVENIA

Join us in Slovenia on Dewesoft International Measurement Conference 2026 and learn how edge-embedded systems reshape testing and measurement. Meet experts, explore new solutions, and take part in three days of focused lectures, workshops, and collaboration that move engineering forward.

Register Now

<https://dewesoft.com/measurement-conference>

## Vhodno-izhodne naprave – VIN

### Stalnice, posebnosti, novosti 2025:

- Živa izvedba predavanj in vaj
  - Hibridni posnetki za „rezervo“
- Izvedba merilnih LAB vaj največ v paru (imamo več opreme)
- Izhodišča:
  - karseda **aktivno sodelovanje**, pogovor, debata, praktično in skupinsko delo ...
  - ideja/načrt in predstavitev VIN projekta do konca semestra
  - praktičen LAB izziv: CANBus sistem za pametne zgradbe
  - praktično povezovanje, realizacija, delo
    - DNI V/I naprave (skupinsko delo)
    - VIN projekt (samostojno ali skupinsko delo)

## Vhodno-izhodne naprave

Predmet   Ocene   Dejavnosti   Kompetence   Več ▾



You are viewing this course currently with the role: **študent**

**Vrni se v mojo običajno vlogo**

### ▾ Splošne informacije

 O predmetu VIN

MS Teams ekipa: VIN VSP 2025/26 - izvedba predmeta ( koda: p0shh8e ), LAPSy Embedded Academy - stalni FRI HW portal ( koda: ty5qjm9)

 [Discord Hardware FRI - skupnost za HW predmete](#)

 Forum novic

 VIN - vprašanja in odgovori

### ▾ Predavanja 2025/26

# MS Teams: VIN VSP: Komunikacija, posnetki, OneNote – zapiski predavanj

The screenshot displays the Microsoft OneNote application interface. On the left, the navigation pane shows the current group 'Vse skupine' and a list of channels for 'VIN-VSP 2025/26', including 'Domača stran', 'Class Notebook', 'Dodeljene naloge', 'Insights', 'Reflect', 'Classwork', 'Ocene', and 'Glavni kanali' with sub-items like 'Splošno', 'DN1 - Delovanje V-I naprav', 'LAB vaje', 'Predavanja', 'VIN Projekt', and 'Vprašanja in odgovori'. The main workspace is titled 'Class Notebook' and shows a notebook for 'VIN-VSP 202526 zvezek'. The ribbon includes tabs for 'Datoteka', 'Osnovno', 'Vstavljanje', 'Risanje', 'Ogled', 'Pomoč', and 'Zvezek za predavanja'. The 'Osnovno' tab is active, showing a rich text editor with a font set to 'Calibri Light' and size '20'. A table of contents on the left lists sections: '+ Dodajte odsek', '+ Dodajte stran', 'Dobrodošli', 'Naslovnica', '> \_Collaboration Space', 'Neimenovana stran', '> \_Knjižnica vsebine', 'Uporaba knjižnice v...', 'Predavanja', and '> \_Samo učitelj'. The main content area shows the 'Naslovnica' (Title Page) with the date 'sreda, 28. april 2021 11:39' and a logo of the University of Ljubljana Faculty of Arts and Informatics, featuring a red square and a white building illustration.

# MS Teams: LAPSy Embedded Academy Posnetki, OneNote – Oprema, tipala, VIN projekti

The screenshot displays the MS Teams interface for the 'LAPSy Embedded Academy' group. On the left, the navigation pane shows the group name and a list of items under 'Kanali', including 'Splošno' and several numbered recordings. A red arrow points from the title to 'Splošno'. The main area shows a OneNote page titled 'Zvezek za predavanja' with a table of contents. A red arrow points from the title to the 'VIN Projekt - Ideje' entry in the table. Another red arrow points from the title to the 'Termo kamera - LIR tipalo Smarteh' entry in the table. The table of contents includes:

Dobrodošli	Preberi me
> _Collaboration Space	Spletni viri
> _Knjižnica vsebine	Teme, področja
Projekt-Delo	Termo kamera - LIR tip...
Vsebine-TODO	Smarteh PLC
VIN Projekt - Ideje	Brezstično zaznavanje ...
VIN Projekti - Done	Emerging applications...
Moduli, Tipala	Logični/protokolski an...
STM32	Sigrok - SW
LAB Oprema	I2c sniffer
Docs	Red Pitaya
Cube IDE	Praktični izzivi v LAPSY...
> _Samo učitelj	LSM6DSOX (30 kosov ...
> Ahačič, Matej	DIY hodeči robot

Below the table of contents, a video thumbnail is visible with the title 'Termo kamera - LIR tipalo Smarteh' and the timestamp 'torek, 20. junij 2023 08:40'. The video shows a camera module with a grid overlay on its screen.

# SharePoint: „Prijaznejša oblika“ MS Teams vsebin

<https://unilj.sharepoint.com/sites/VIN-VSP202526/SitePages/ClassHome.aspx>



VIN-VSP 2025/26

[Domov](#)

[Pogovori](#)

[Dokumenti](#)

[Beležka](#)

[Strani](#)

[Vsebine mesta](#)

[Koš](#)

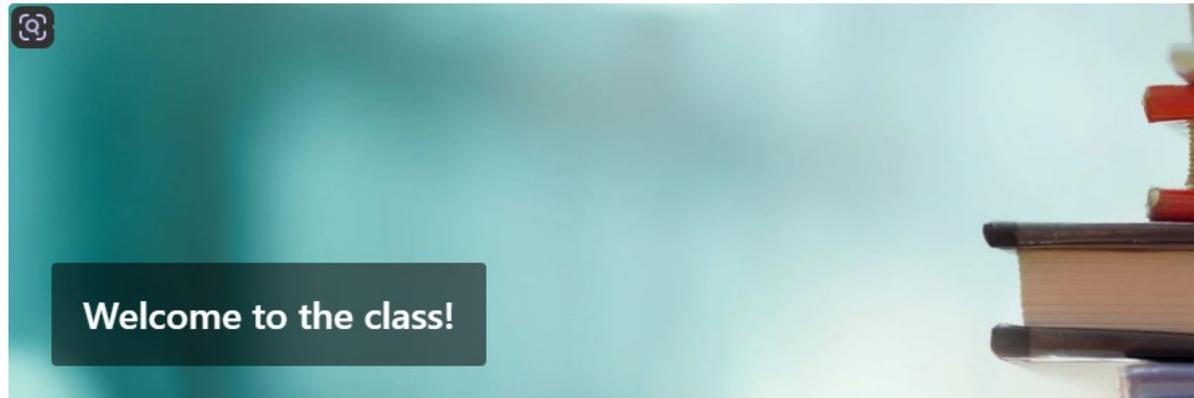
[Uredi](#)

+ Novo

[Podrobnosti strani](#)

[Predogled](#)

[Analitika](#)

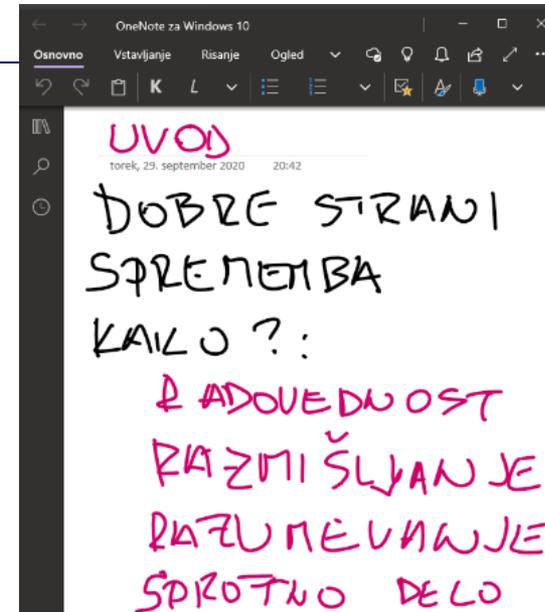


**Educators can add a heading or announcement here**

Educators: Use this space to share class descriptions, announcements, updates, or whatever you want.

### Način dela:

- predavanja:
  - delovna prezentacija,
  - objavljena prezentacija
    - obširnejša
    - ni samozadostno gradivo !
  - zapiski na „tablo“ (OneNote zvezek)
  
- LAB vaje:
  - Skupno delo:
    - Vsebine (STM32 VIN projekt - priprava, meritve z osciloskopi)
  - Samostojno (skupinsko) delo:
    - VIN projekt



*Dvosmerna komunikacija (2025 še posebej !)*

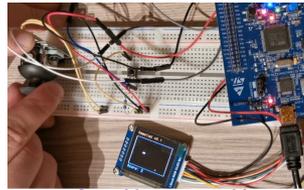
# Vhodno-izhodne naprave – VIN

## Laboratorijske vaje :

- **VPx: Programiranje vgrajenih sistemov in V/I naprav**
  - s poudarkom na razumevanju povezovanja, delovanja, in snovanju rešitev

- **LVx, AVx: Simulacije in meritve z osciloskopi**

- Prenosne linije (odboji, presluhi, očesni vzorci)
- Komunikacije (RS232, CANBUS, I2C, SPI)
- Tipala



- **VIN projekt**

- **Samostojna zasnova praktične rešitve**

## Vzpodbujamo:

- **sprotno delo** - sodelovanje na predavanjih, vajah
- **lastno kreativnost in samoiniciativnost**
- **radovednost in aktivnost**

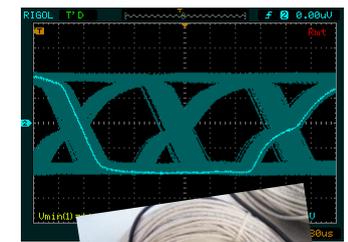
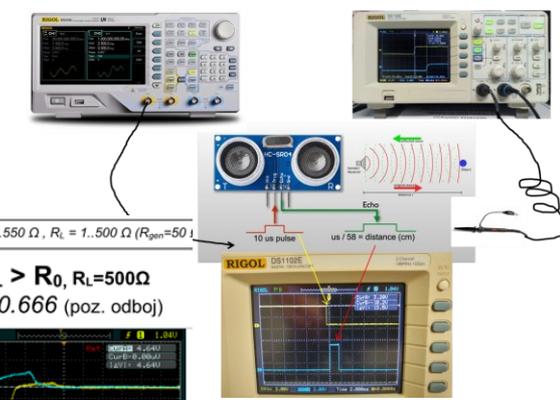


Slike osciloscopa: UTP kabel,  $R_S = 50..550 \Omega$ ,  $R_L = 1..500 \Omega$  ( $R_{open} = 50 \Omega$ )

$R_0 = 100 \Omega$   
 $R_L, R_S = 0,50, 500 \Omega$

$R_L > R_0, R_L = 500 \Omega$   
 $\rho_L = 0.666$  (poz. odboj)

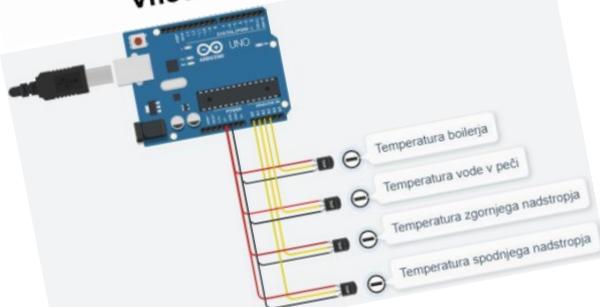
$R_S < R_0$   
 $R_S = 50 \Omega$   
 $\rho_S = -0.333$   
[1V/razdelek]



# Simulacijsko okolje (TinkerCad)

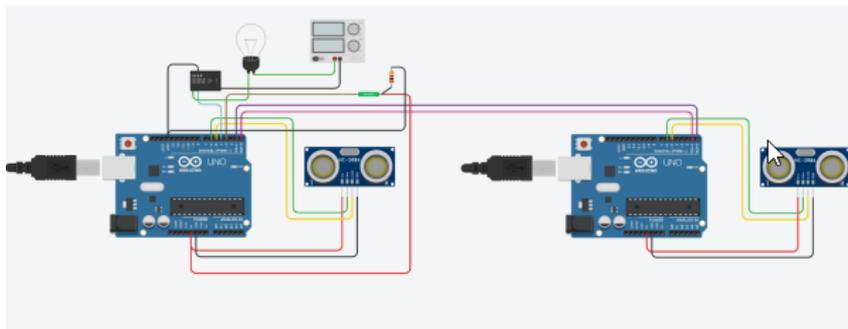
## Arduino projekt, Kontrola centralne kurjave

Vhodno izhodne naprave

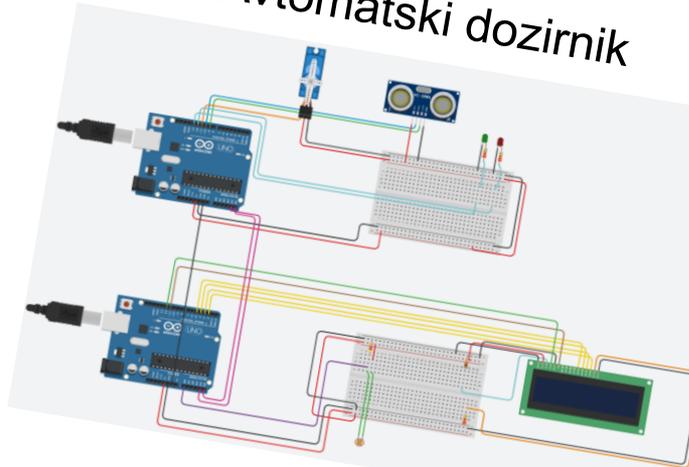


## SENZOR ZA ZAPORNICO

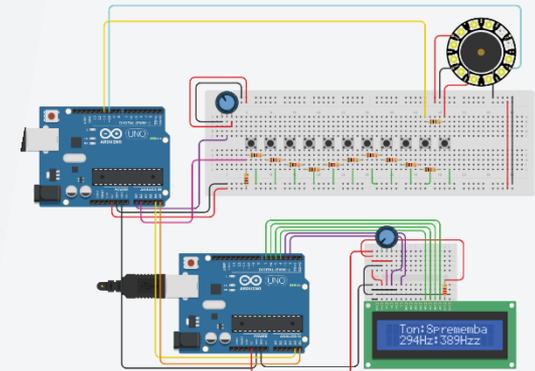
Varnostni sistem za preprečitev zaprtja parkirne zapornice v primeru, da je pod njo objekt.



## Avtomatski dozirnik

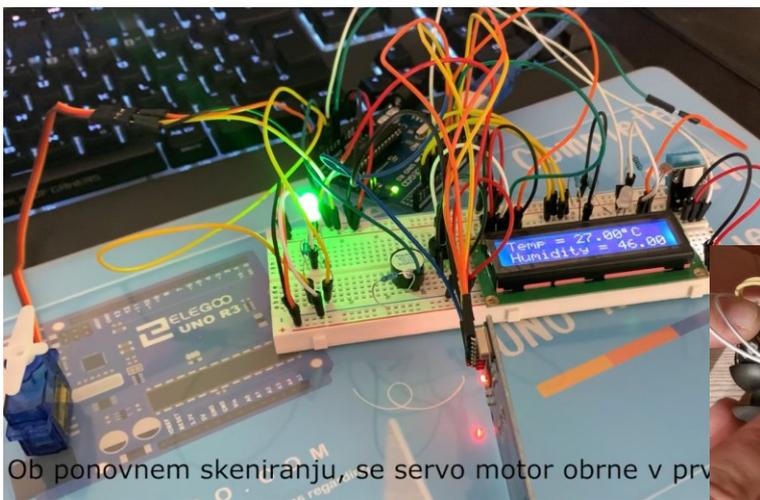
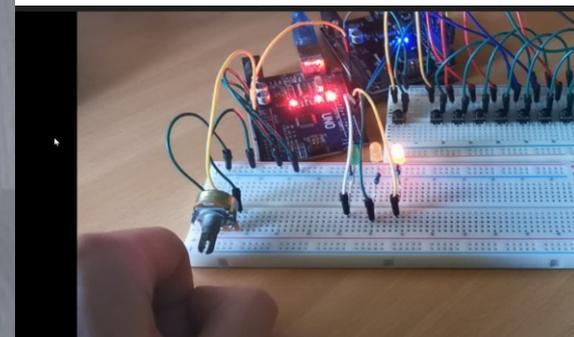
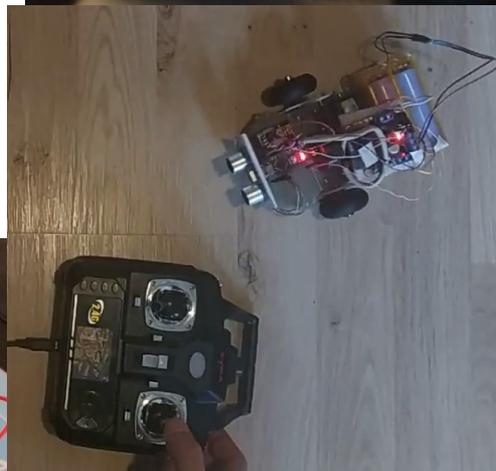
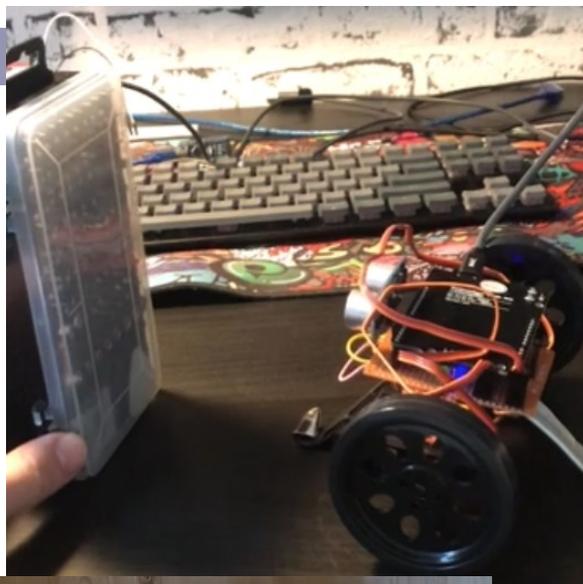


## Mini Piano

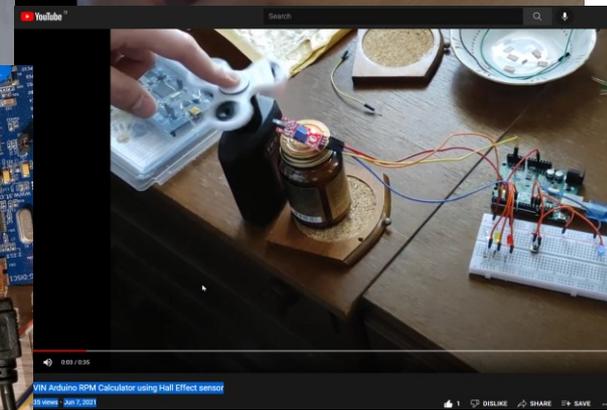
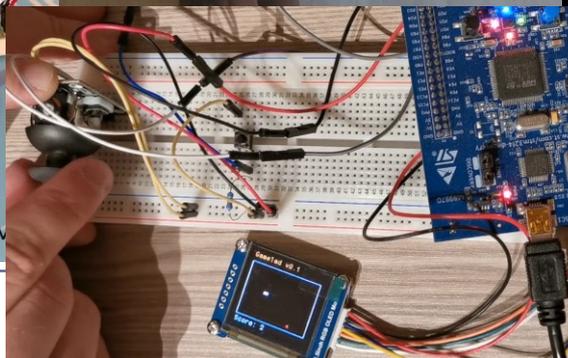


<https://www.tinkercad.com/>

# VIN Projekt – primeri

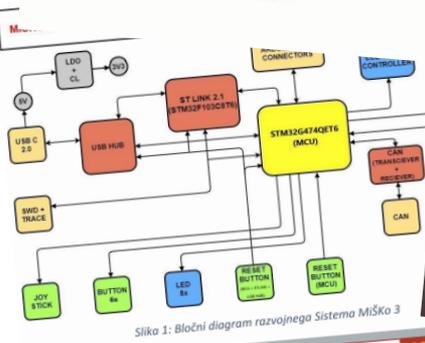
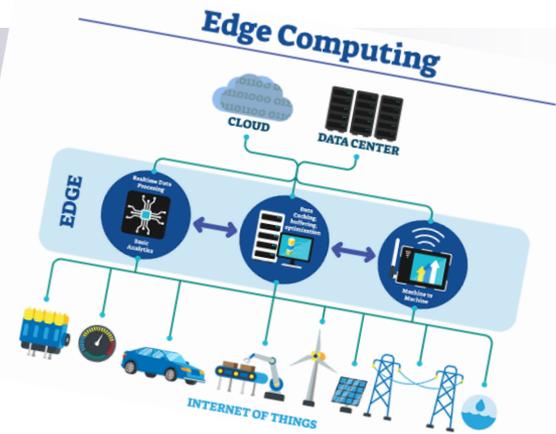


Ob ponovnem skeniranju, se servo motor obrne v prv



# VIN Projekt - Izzivi

Plug and play module for learning and developing  
Ready to connect to Microsoft IoT services



Slika 1: Bločni diagram razvojnega Sistema Miško 3

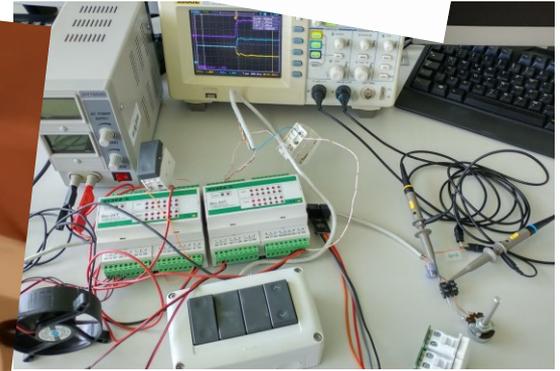
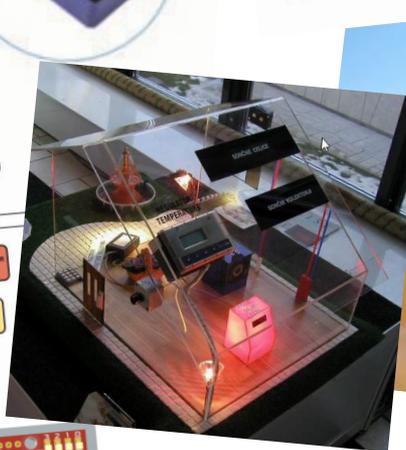
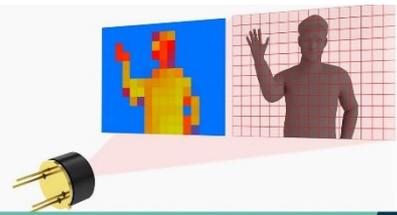
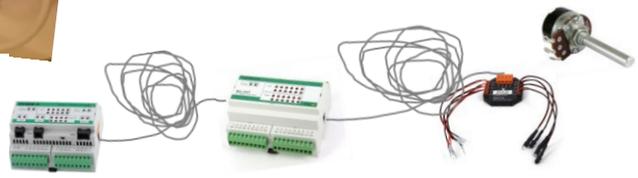


Figure 1-2: STM32F4 Discovery connected to four click™ boards through the STM32 Discovery Shield



**STM32F4 Discovery Shield** is a docking station. Use it to quickly turn your Discovery board into a Rfid lock, SMS-triggered control switch, GPS tracking device, full-blown weather station, or whatever else you have in mind. Assemble your prototypes quickly using click™ additional boards. Just snap them into mikroBUS sockets, like LEGO blocks. As easy as pie!



# Pogovor

- Vaša vprašanja, pričakovanja ? Kako se boste predmeta lotili?
- Predznanje ?
- Način dela ?
- ARM, Cortex M, zbirnik/C, vgrajeni sistemi, podatkovne listine, programiranje, razhroščevanje, preizkušanje...
- Aktivno sodelovanje !!!