

Načrtovanje elektronike za $E=MC^2$

študentska delavnica in tekmovanje

UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za elektrotehniko

Laboratorij za fotovoltaiko in optoelektroniko

KC ČIP.SI
SLOVENSKI KOMPETENČNI CENTER ZA ČIPE

KOLEKTOR

Glavna nagrada 1500 €

FORVIA HELLA

WÜRTH ELEKTRONIK MORE THAN YOU EXPECT

AMITEH

INTECTIV

GEMmotors

iskraemeco BY ELSEWEDY ELECTRIC

SIQ

INSTRUMENTATION TECHNOLOGIES

Hidria Gonvarri Industries

svet ELEKTRONIKE

simtec

Ansys part of synopsys

SELECT CHANNEL PARTNER

Načrtovanje elektronike za

E=MC²

študentska delavnica
in tekmovanje

FE UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za elektrotehniko

LPVO Laboratorij za fotovoltaiko
in optoelektroniko

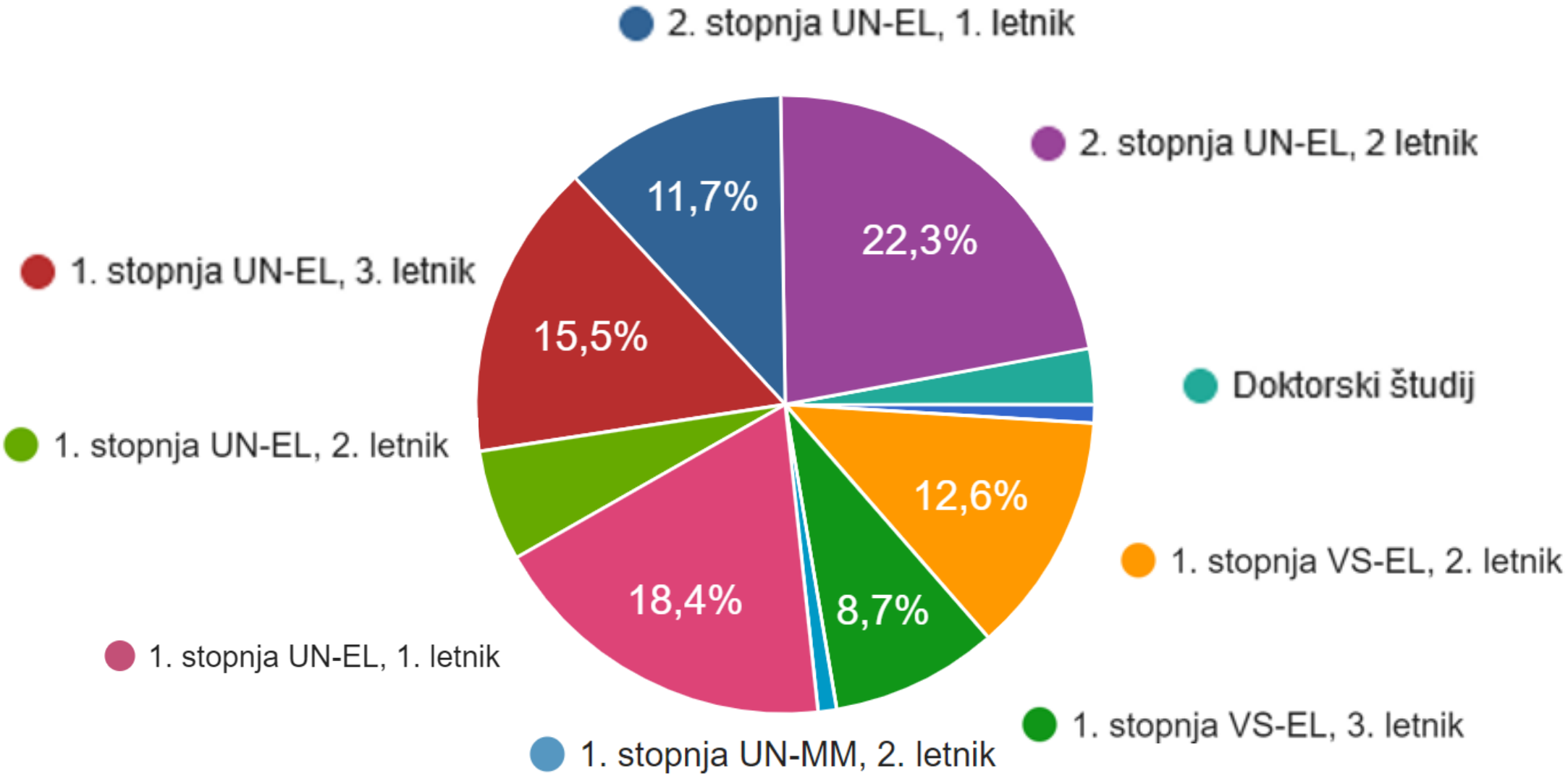
KOLEKTOR
Glavna nagrada 1500 €

FORVIA HELLA
WÜRTH ELEKTRONIK MORE THAN YOU EXPECT
AMITEH
INTECTIV
GEMmotors
iskraemeco BY ELSEWEDY ELECTRIC
SIQ
INSTRUMENTATION TECHNOLOGIES
Hidria Gonvarri Industries
svet ELEKTRONIKE
simtec
Ansys part of SYNOPSYS SELECT CHANNEL PARTNER

Udeležba delavnice

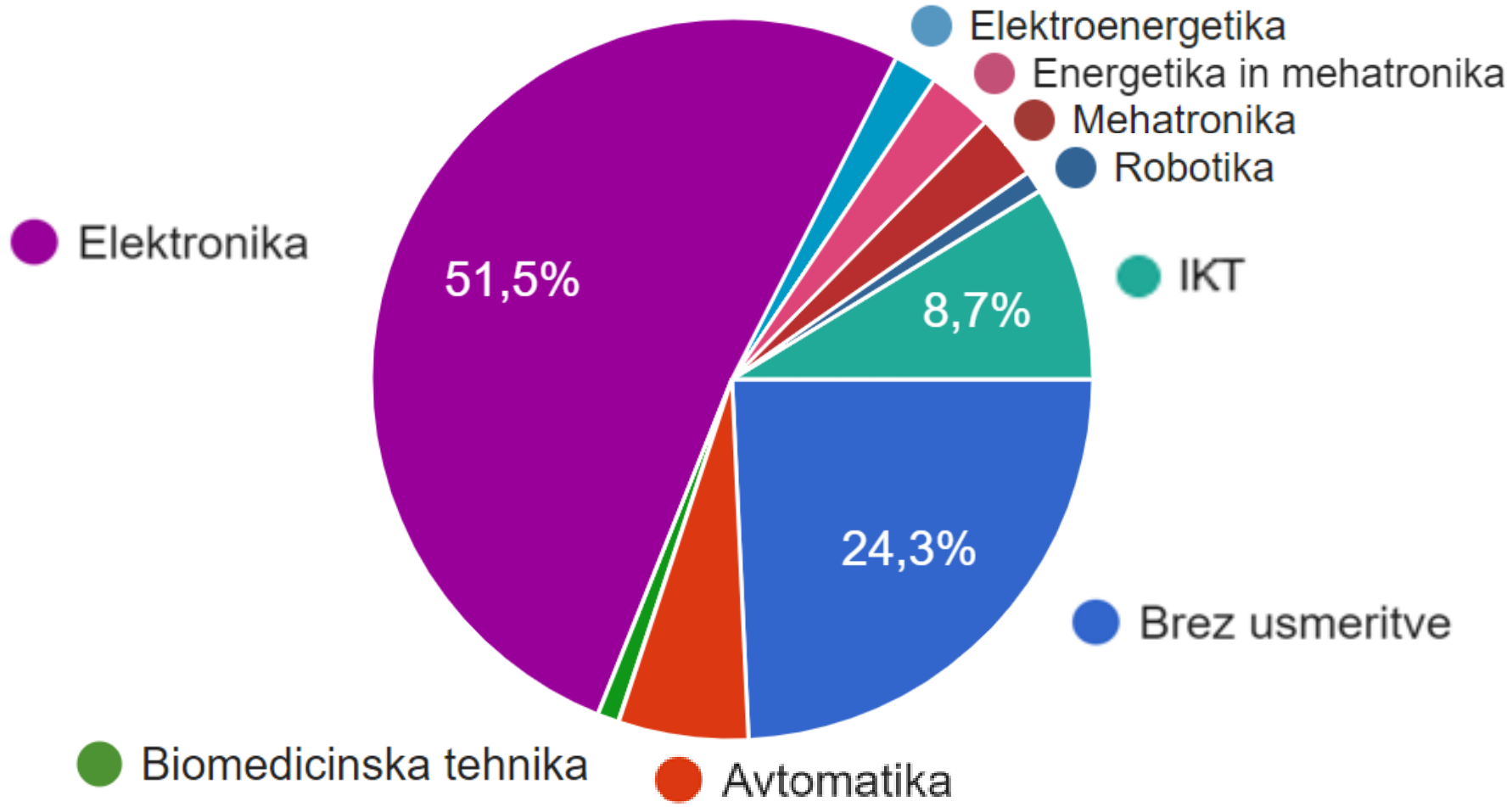
Študijski program

103 odgovori



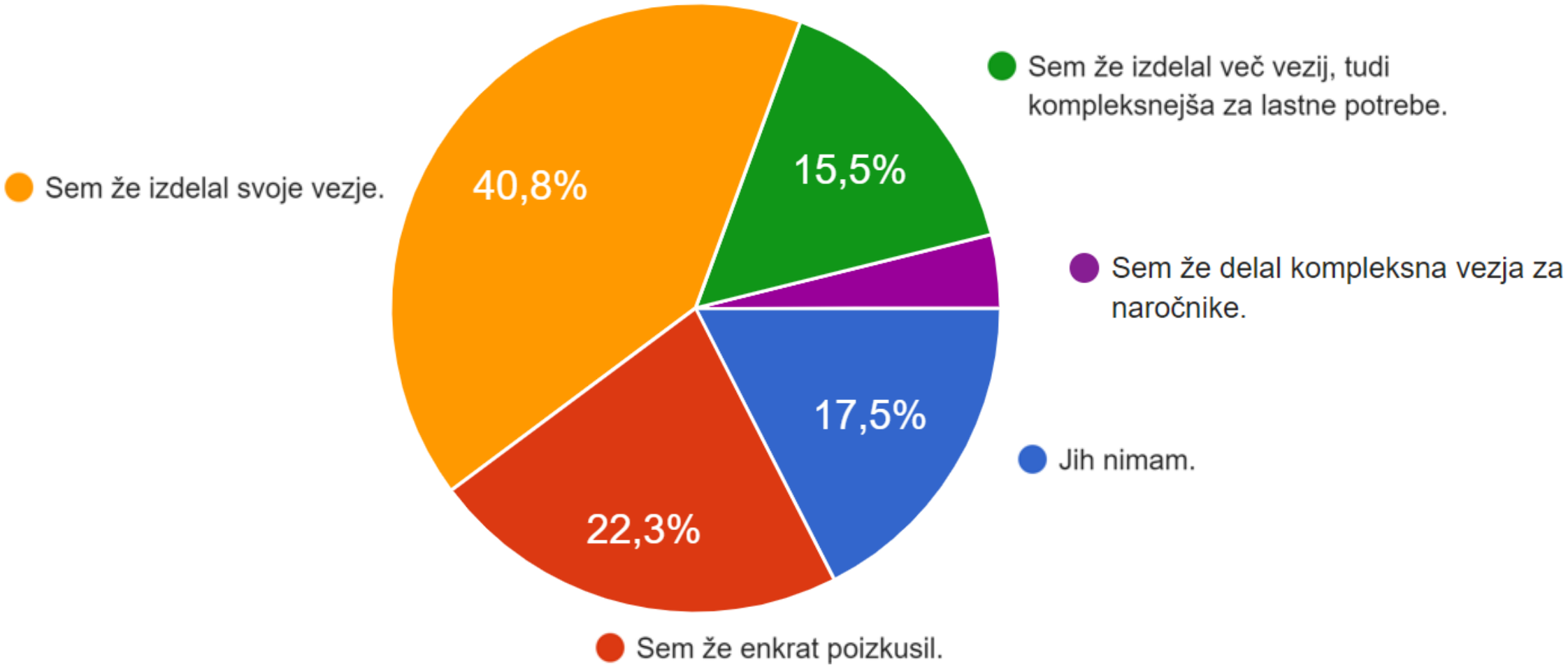
Smer študija

103 odgovori



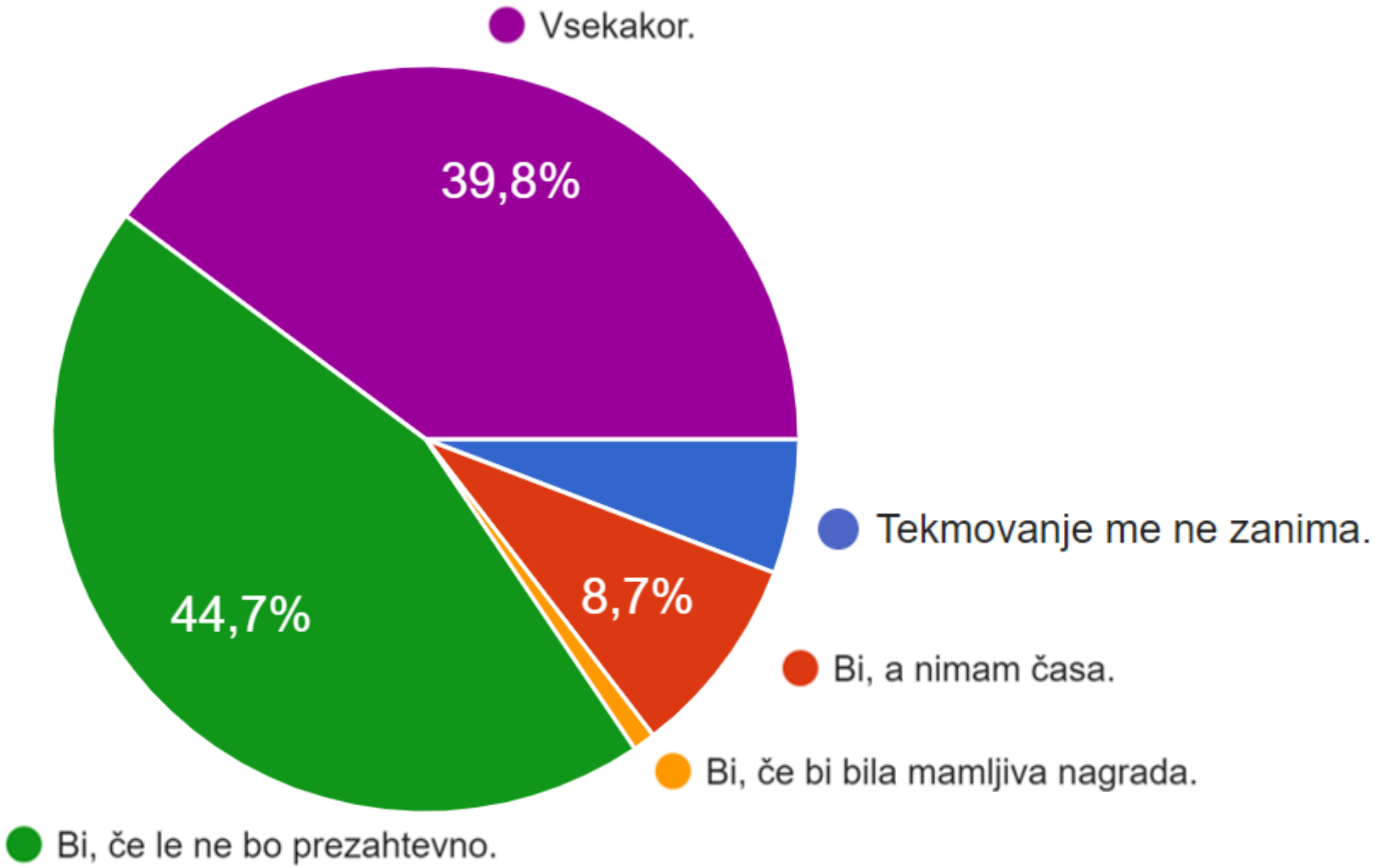
S koliko bi ocenili vaše izkušnje z načrtovanjem elektronskih vezij?

103 odgovori



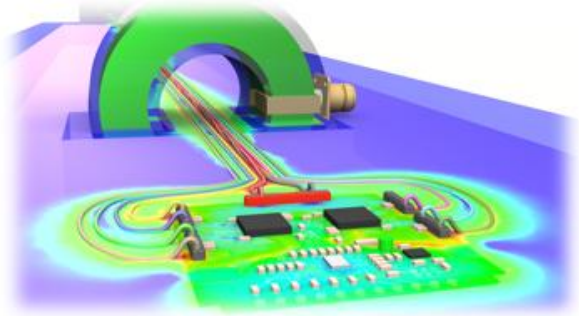
Ali bi sodelovali pri tekmovanju?

103 odgovori

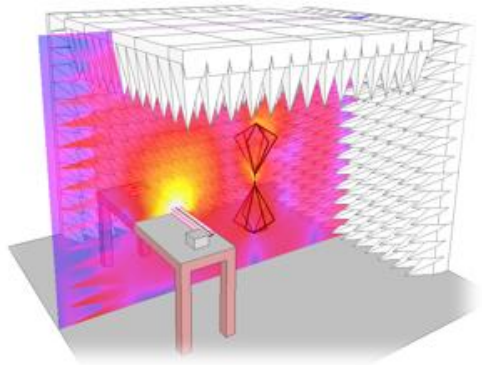


Simulacije

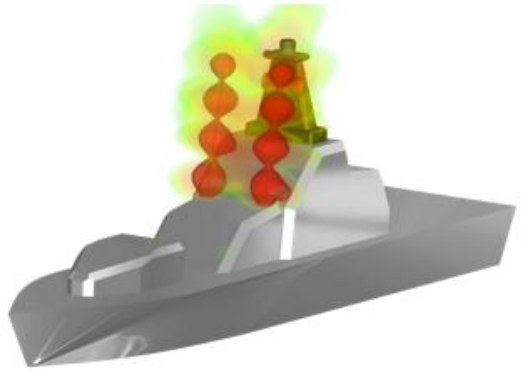
simtec Ansys part of SYNOPSYS SELECT CHANNEL PARTNER



Bulk Current Injection
ISO 11452-4



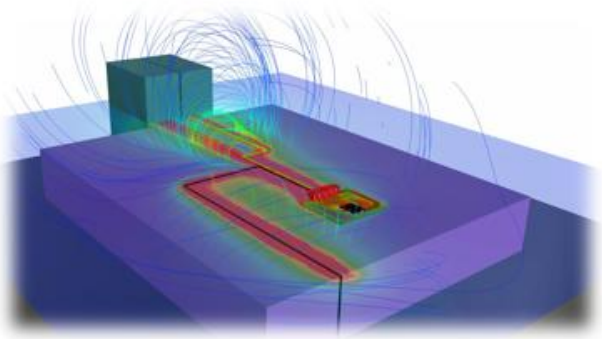
Radiated Emissions
CISPR 25



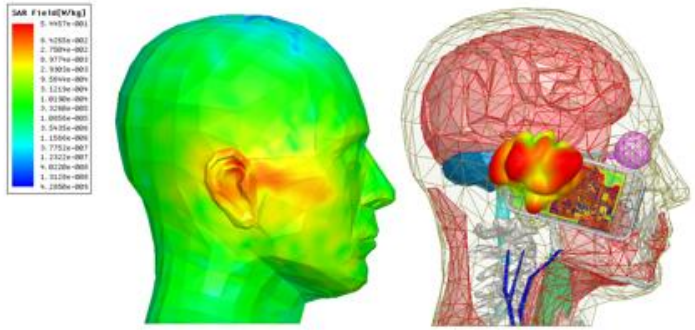
Radiation Hazard
MIL-STD-461-C



Electrostatic Discharge (ESD)
IEC 61000-4-2

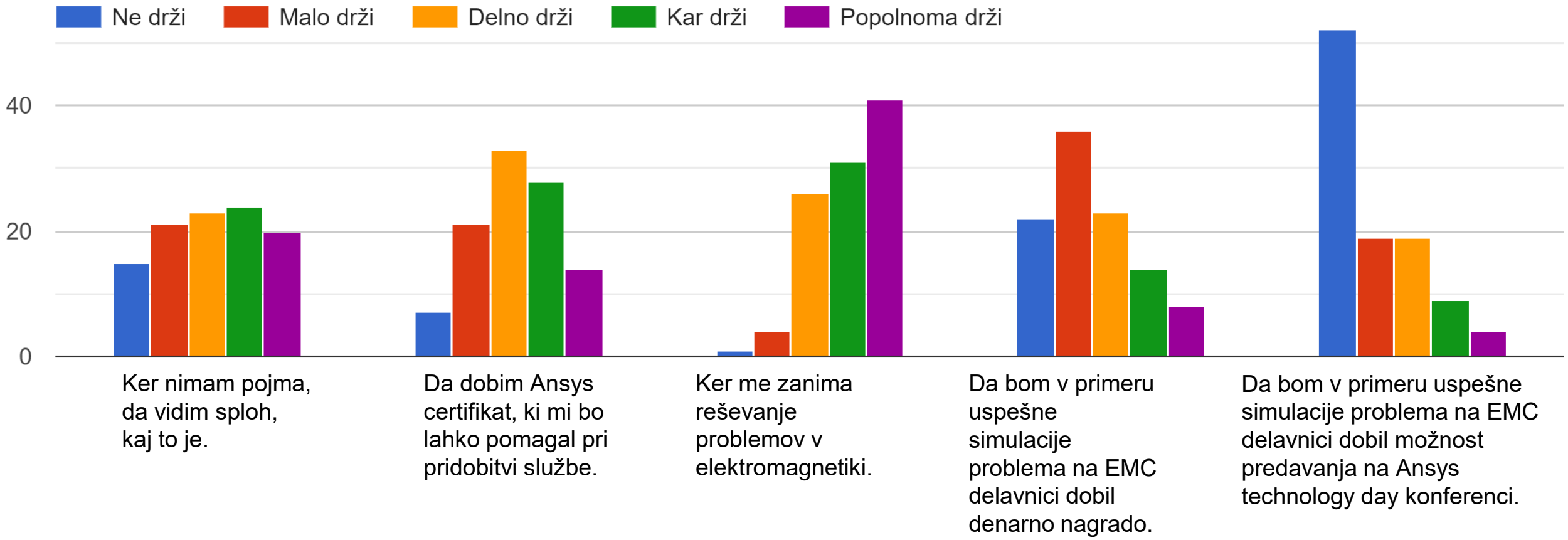


Conducted Emissions
CISPR 25



Specific Absorption Rate (SAR)
FCC, ICNIRP

Čemu bi se aktivno udeležili 5-tedenskega (3 ure tedensko) online tečaja EMC simulacij s paketi Ansys? Odgovore razvrsti po tem, koliko držijo, pri čemer izberi za...ceno. Torej 5 odgovorov in 5 različnih ocen, koliko držijo.



Komentar, predlogi.

5 odgovorov

Da bi preko delavnic dobili čim boljšo osnovo za dizajniranje vezji, ki so čim manj dovzetna za EM motnje...

Čim več predavanj, ki bi bila shranjena tudi za kasnejšen ogled.

Želel bi si, da bi bila delavnica primerna tudi za tiste, ki imamo nekoliko manj predznanja iz načrtovanja vezij (kljub temu pa lahko upoštevate, da je nekaj znanja iz osnov elektrotehnike še ostalo v glavi).

Sem bivši študent FE.

bil bi v paru z Matejem Knificem

Načrtovanje elektronike za

E=MC²

študentska delavnica
in tekmovanje

FE UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za elektrotehniko

LPVO Laboratorij za fotovoltaiko
in optoelektroniko

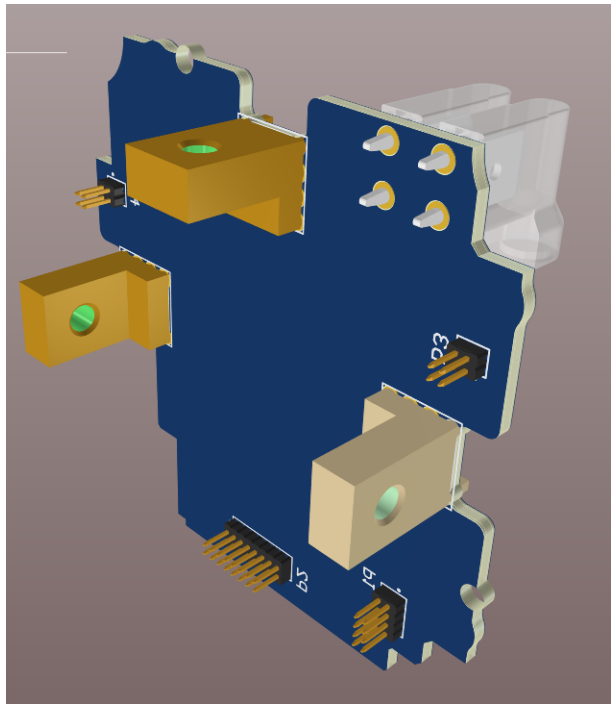
KOLEKTOR
Glavna nagrada 1500 €

FORVIA HELLA
WÜRTH ELEKTRONIK MORE THAN YOU EXPECT
AMITEH
INTECTIV
GEMmotors
iskraemeco BY ELSEWEDY ELECTRIC
SIQ
INSTRUMENTATION TECHNOLOGIES
Hidria Gonvarri Industries
svet ELEKTRONIKE
simtec
Ansys part of SYNOPSYS SELECT CHANNEL PARTNER

Izziv

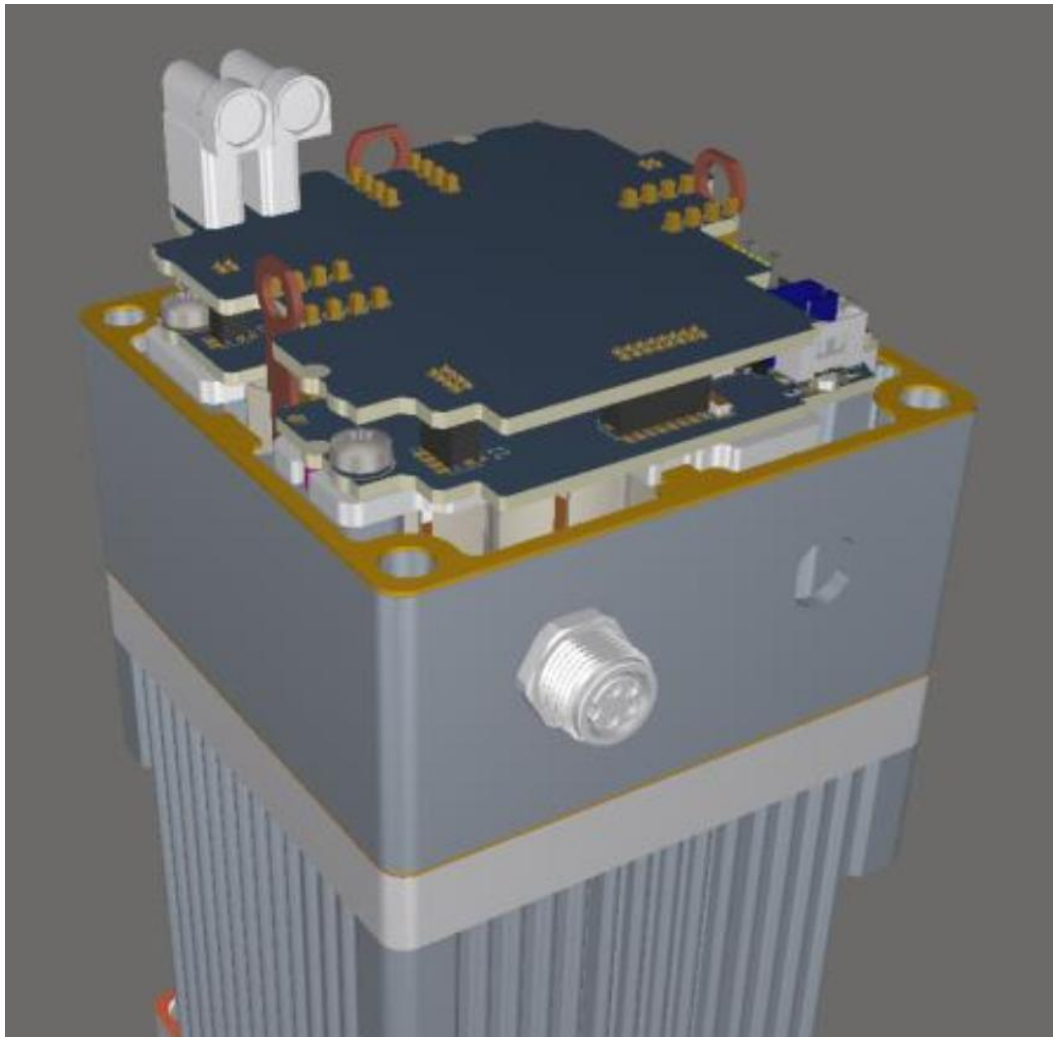
Izziv



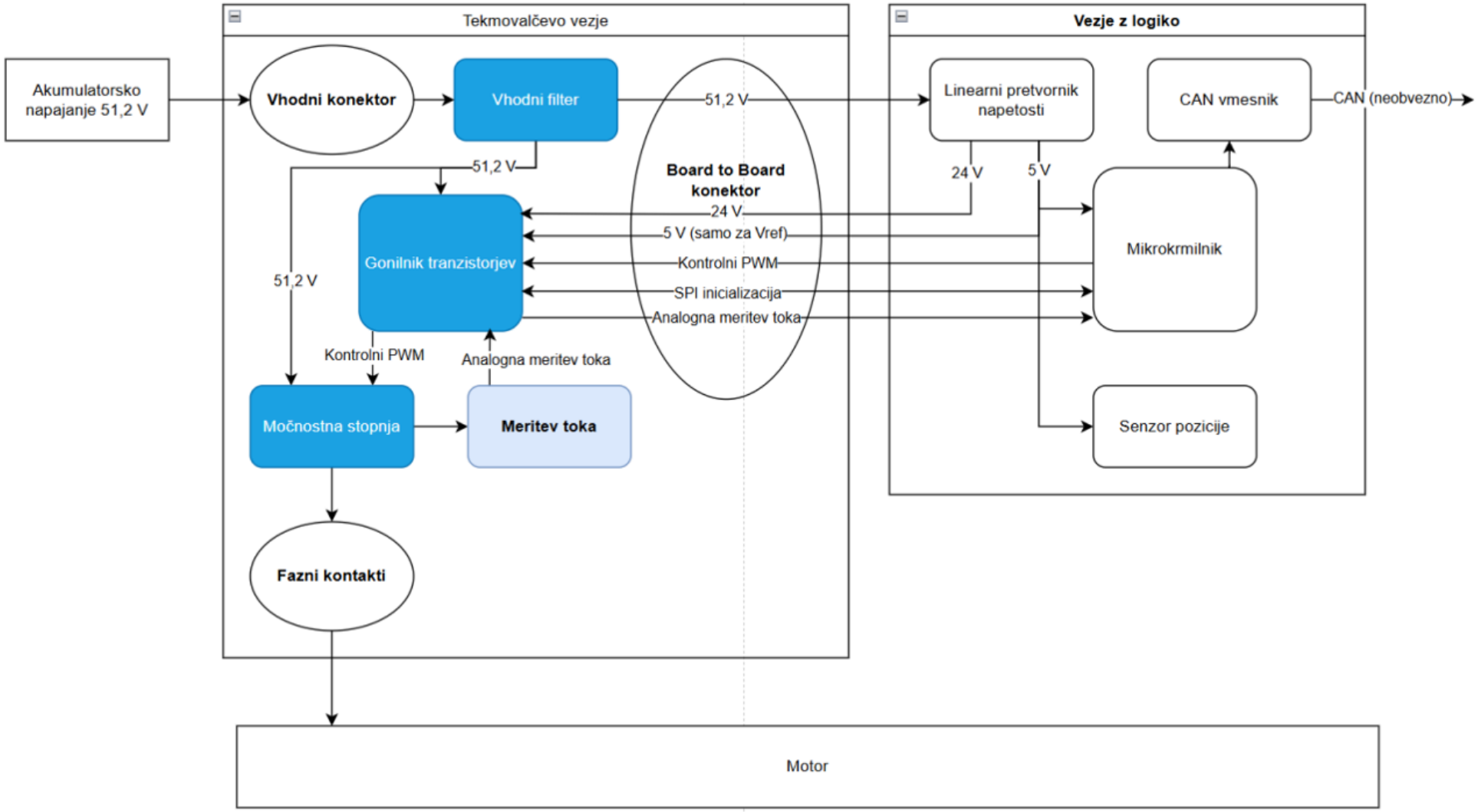


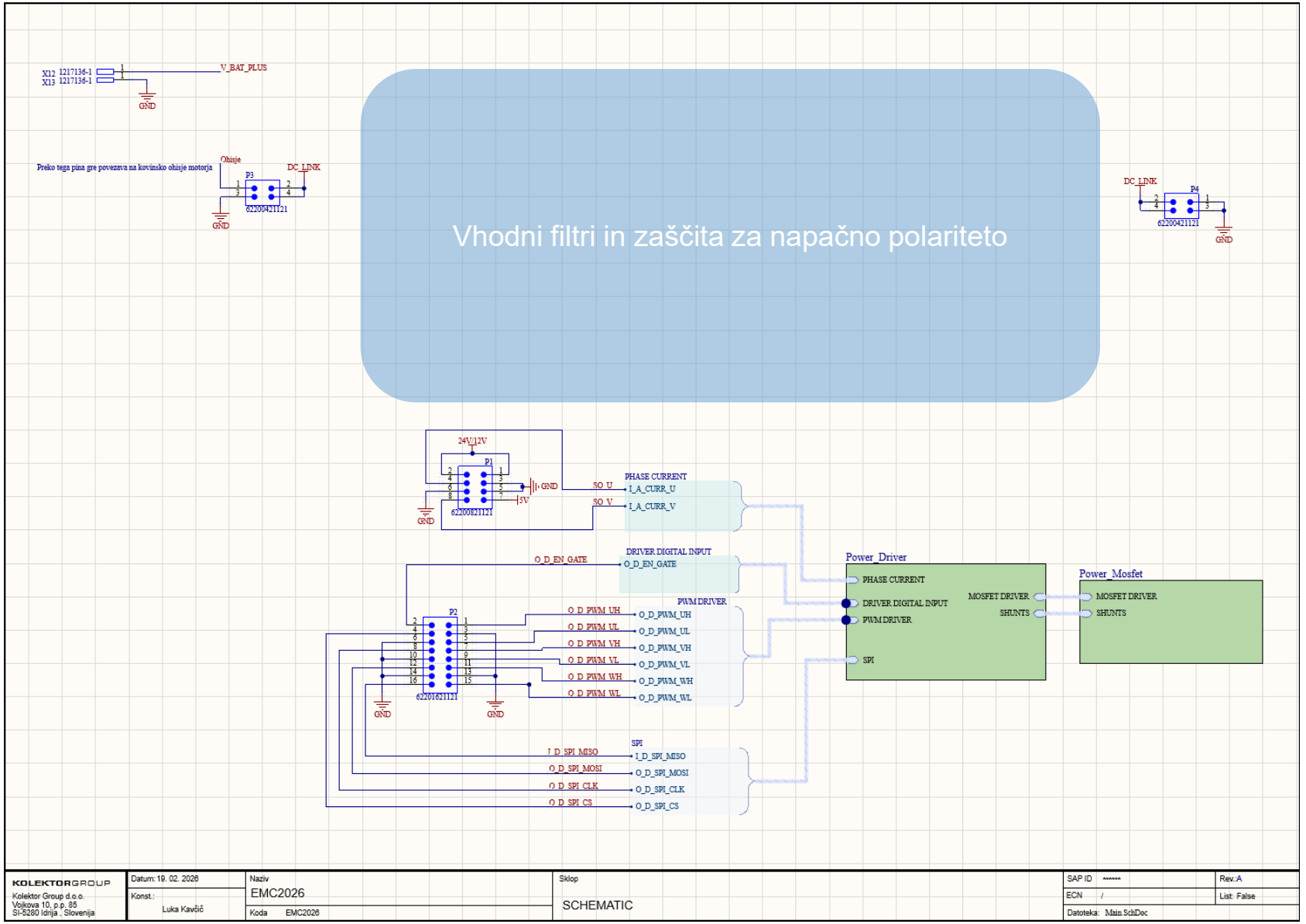
Lastnosti pogona

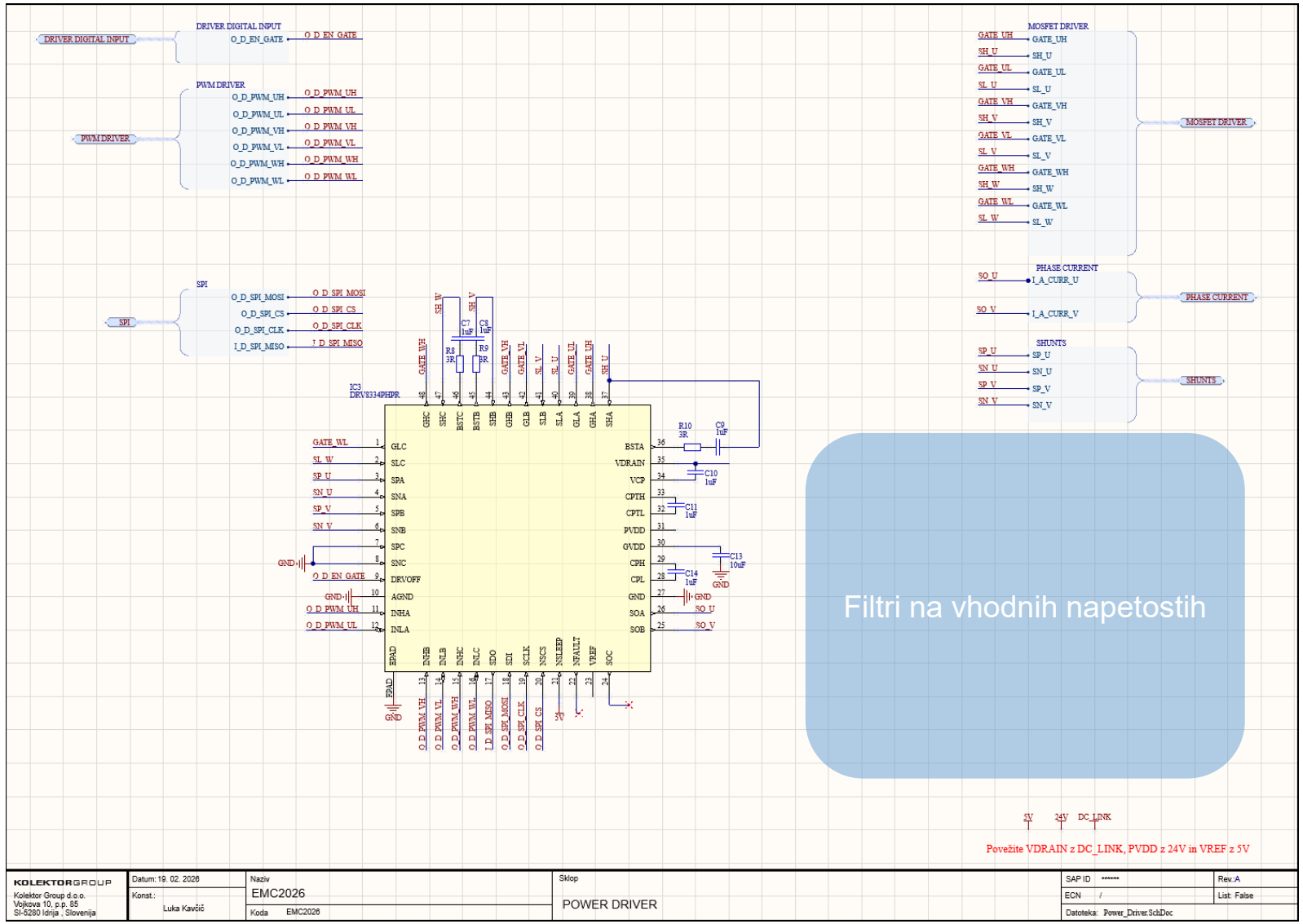
Napetostno območje	45 ÷ 57,5V
Tip motorja	trifazni brezkrtačni, BLAC, delta vezava
Moč motorja	20 A zagonski fazni tok 200 W stalna nazivna moč
Obrati	2000 / min
Tip vodenja	senzorsko
Regulacija toka	dva merilna upor
Komunikacija	/

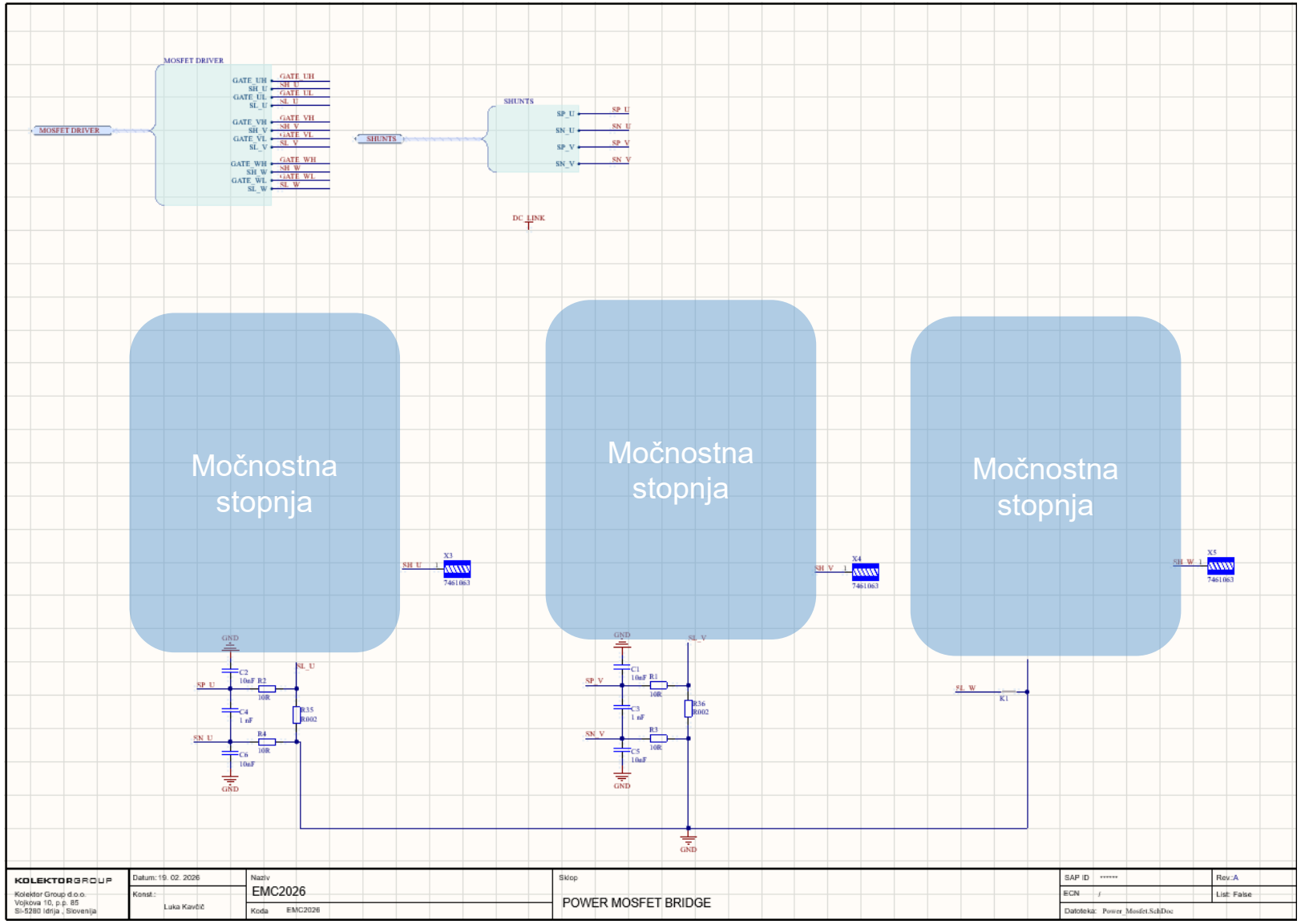


Arhitektura vezja




Vhodni filtri in zaščita za napačno polariteto
X12 1217136-1
X13 1217136-1
V_BAT_PLUS
GND
Preko tega pina gre povezava na kovinsko ohišje motorja
Ohisje
P3
DC_LINK
62200421121
P4
24V/12V
P1
SO_U
SO_V
5V
62200821121
PHASE CURRENT
I_A_CURR_U
I_A_CURR_V
O_D_EN_GATE
DRIVER DIGITAL INPUT
PWM DRIVER
P2
O_D_PWM_UH
O_D_PWM_UL
O_D_PWM_VH
O_D_PWM_VL
O_D_PWM_WH
O_D_PWM_WL
62201621121
SPI
I_D_SPI_MISO
O_D_SPI_MOSI
O_D_SPI_CLK
O_D_SPI_CS
Power_Driver
MOSFET DRIVER
SHUNTS
SPI
Power_Mosfet
KOLEKTORGROUP
Kolektor Group d.o.o.
Vojkova 10, p.p. 85
SI-5280 Idrija , Slovenija
Datum: 19. 02. 2026
Konst.:
Luka Kavčič
Naziv
EMC2026
Koda
EMC2026
Sklop
SCHEMATIC
SAP ID
ECN
Datoteka: Main.SchDoc
Rev.:A
List: False

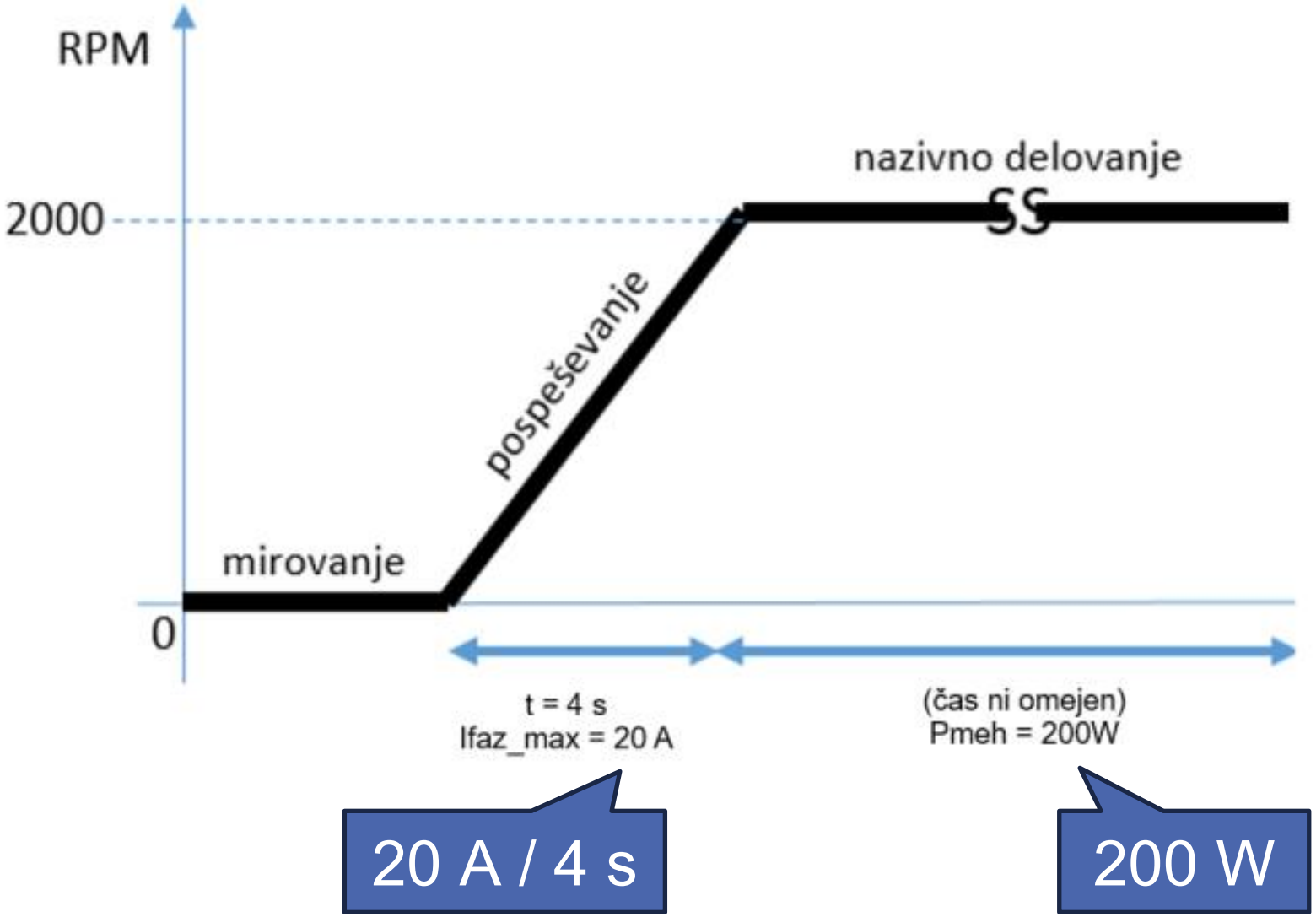

DRIVER DIGITAL INPUT
PWM DRIVER
SPI
MOSFET DRIVER
PHASE CURRENT
SHUNTS
IC3
DRV8334PHDR
Filtri na vhodnih napetostih
5V
24V
DC_LINK
Povežite VDRAIN z DC_LINK, PVDD z 24V in VREF z 5V
KOLEKTORGROUP
Kolektor Group d.o.o.
Vojkova 10, p.p. 85
SI-5280 Idrija , Slovenija
Datum: 19. 02. 2026
Konst.:
Luka Kavčič
Naziv
EMC2026
Koda EMC2026
Sklop
POWER DRIVER
SAP ID ******
ECN /
Rev.:A
List: False
Datoteka: Power_Driver.SchDoc


MOSFET DRIVER
GATE_UH
SH_U
GATE_UL
SL_U
GATE_VH
SH_V
GATE_VL
SL_V
GATE_WH
SH_W
GATE_WL
SL_W
SHUNTS
SP_U
SN_U
SP_V
SN_V
DC_LINK
Močnostna stopnja
Močnostna stopnja
Močnostna stopnja
X3
X4
X5
7461063
GND
C2
10nF
R2
10R
C4
1 nF
R4
C6
R35
R002
C1
R1
C3
R36
C5
R3
K1
KOLEKTORGROUP
Kolektor Group d.o.o.
Vojkova 10, p.p. 85
SI-5280 Idrija , Slovenija
Datum: 19. 02. 2026
Konst.:
Luka Kavčič
Naziv
EMC2026
Koda
EMC2026
Sklop
POWER MOSFET BRIDGE
SAP ID
Rev.:A
ECN
List: False
Datoteka: Power_Mosfet.SchDoc

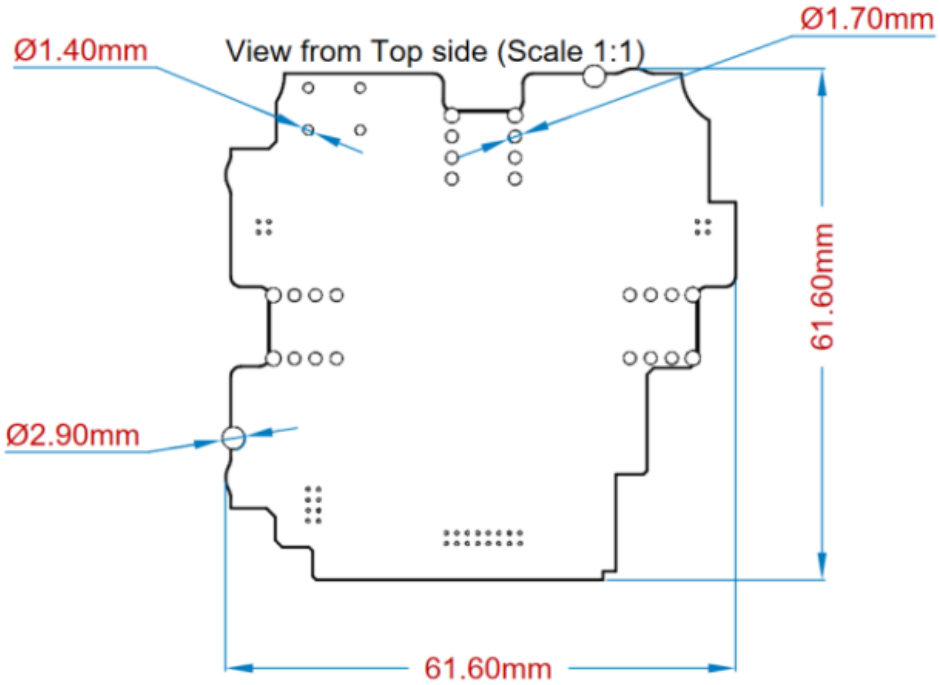
Splošne zahteve

- Vse komponente SMD
- Temperaturno območje vseh komponent od -20 °C do 105 °C
- Napetostno območje od 45 V do 57,4 V, nazivna napetost 51,2 V
- Nazivna napetost komponent vsaj 63 V

Obratovalni profil

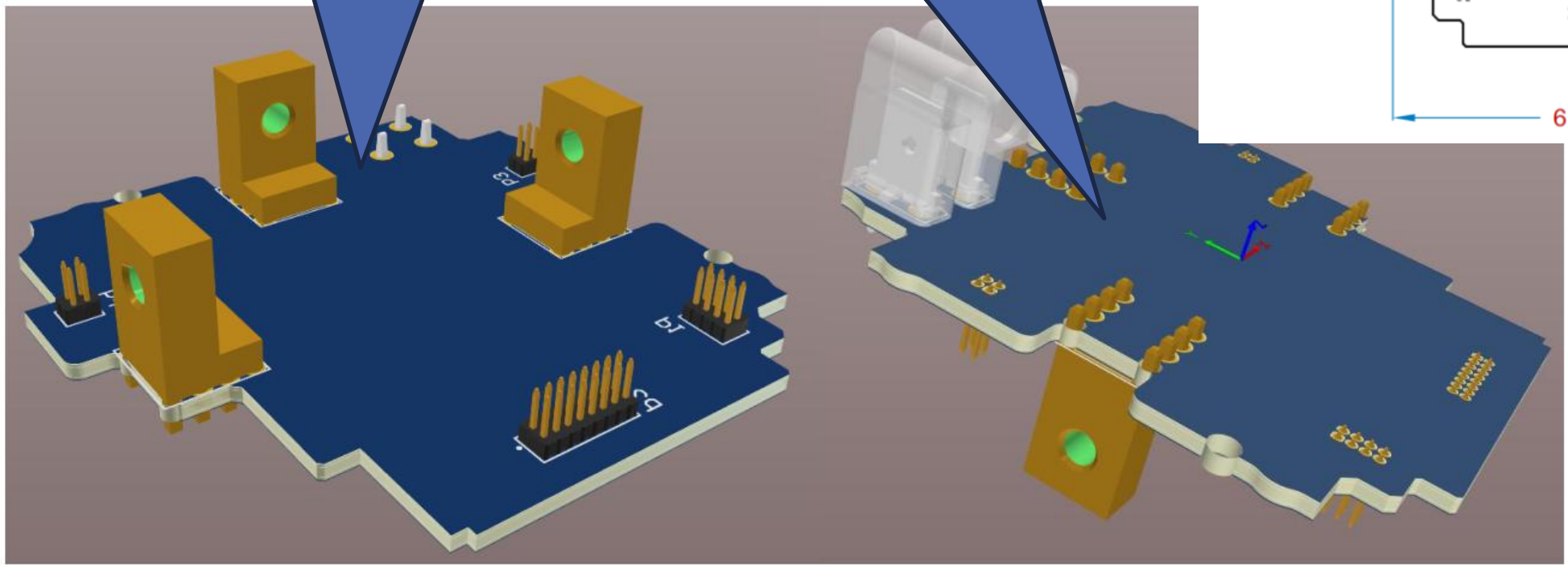


Mehanske zahteve



Samo nizke SMD komponente in gonilnik, višina največ 2 mm

Vse aktivne komponente, razen gonilnika.



Funkcionalni testi

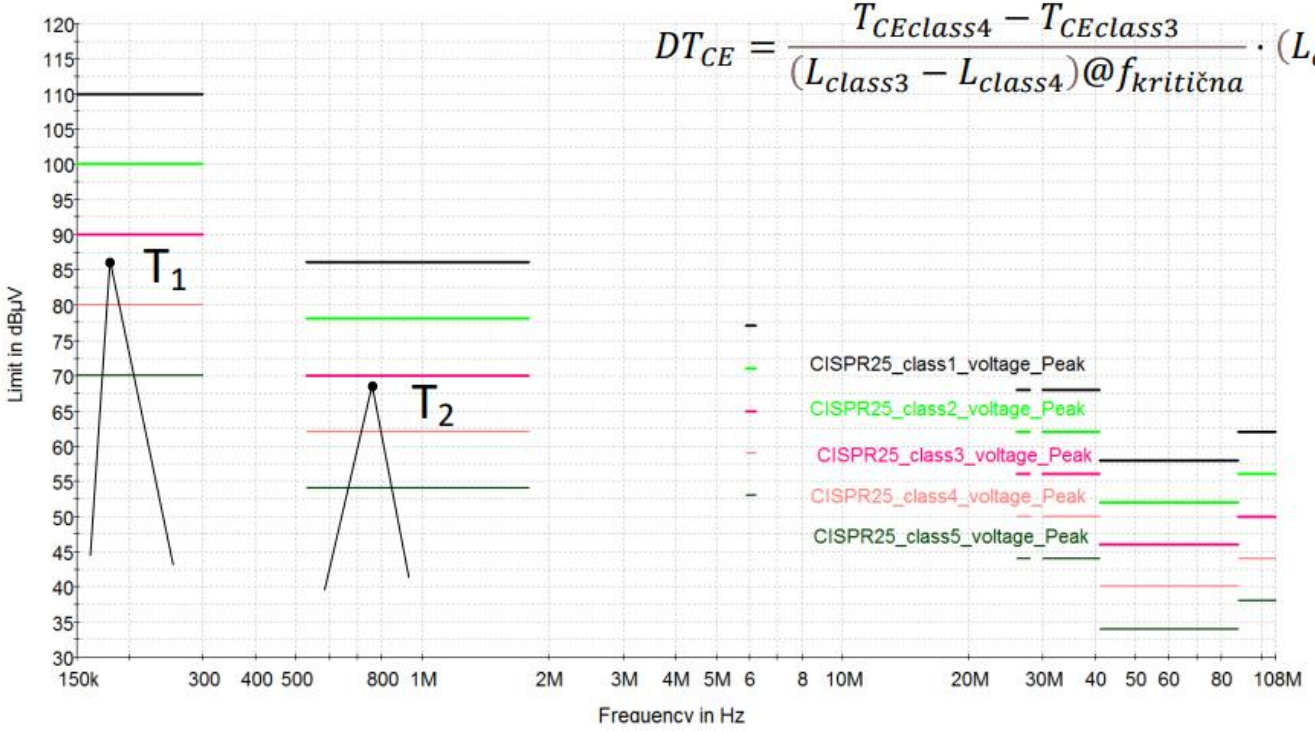
- Delovanje (**do 12 točk**)
  - Od 45 V do 57,5 V s korakom po 2,5 V
- Priklop obratne polaritete (**10 točk**)
- Segrevanje vezja (za vsakih 5 °C se odbije **2 točki**)
  - Maksimalna temperatura na vezju nad 60 °C
- Izkoristek vezja (**2 točki / 10 mA**)

$$Točke = -(I_{meas} - I_{best}) * K$$

EMC testi

- Prevodne emisije po EN55025:2017 (150 kHz-108 MHz) (**do 40 točk**)
- Sevalne emisije po EN55025:2017 (150 kHz – 1 GHz) (**do 40 točk**)
- Sevalne emisije po VW81000:2018 (9kHz – 150 kHz) (**do 10 točk**)

$$DT_{CE} = \frac{T_{CEclass4} - T_{CEclass3}}{(L_{class3} - L_{class4})@f_{kritična}} \cdot (L_{class3} - L_{izm})@f_{kritična}$$



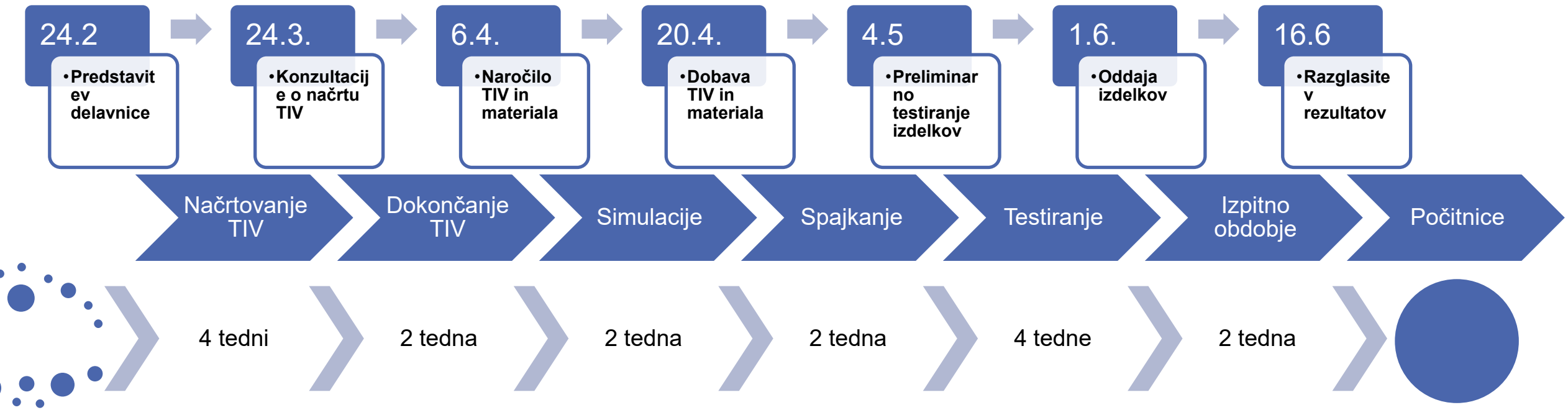
Točkovanje BOM

- Skladnost BOM (**10 točk**)
  - Zahtevano temperaturno območje 5 točk
  - Ostale zahteve 5 točk
- Cena komponent za proizvodnjo 1000 vezij (**cena v € x 5 točk**)
  - Cena komponent 0603 0,01€
  - Cena polaganja 0,02 €
  - Cena ostalih komponent (Farnell, Mouser, Arrow, TME)

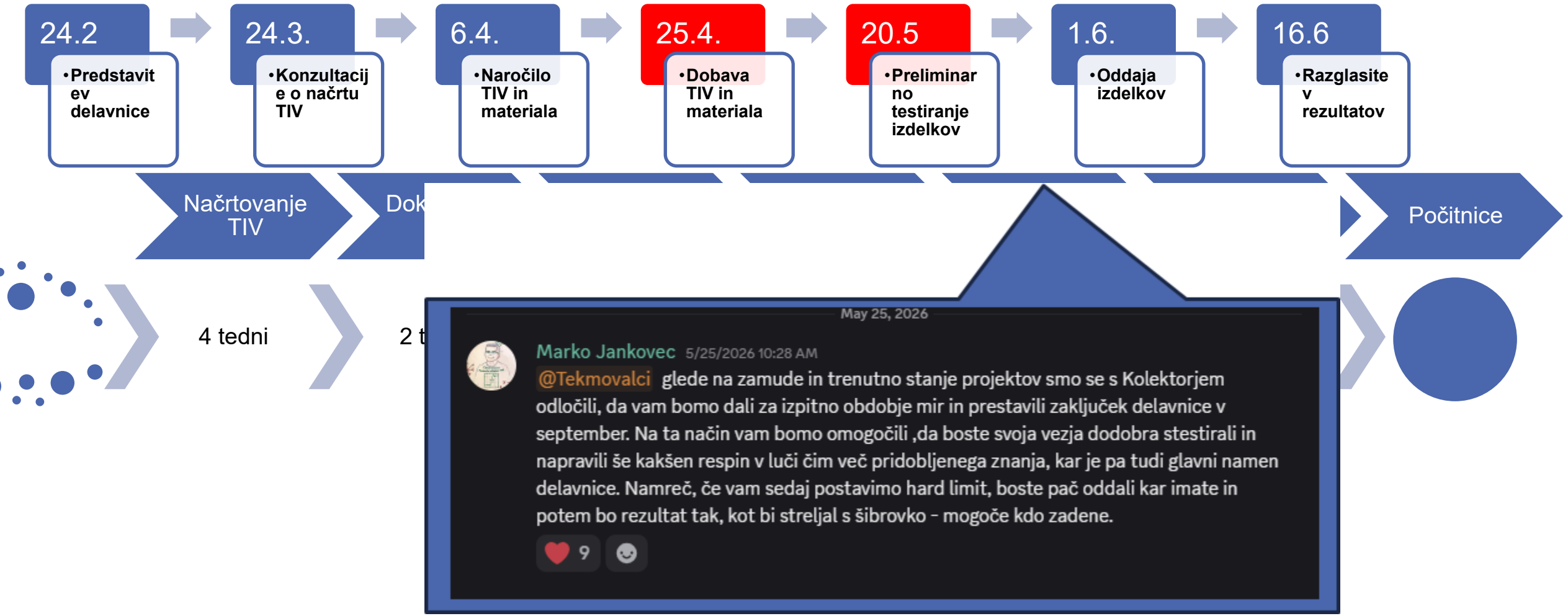
Kriteriji ocenjevanja

Testi	Postavka	Število postavk	Maks točk	Vsota	Delež celote
Funkcionalni testi				**42**	**25%**
Test 1 - osnovna funkcionalnost	Točke	6	2	12	7%
Test 2 - izkoristek vezja	Vhodni tok v 10 mA	5	2	10	6%
Test 3 - Segrevanje vezja	Interval po 5°C nad 60°C	5	2	10	6%
Test 4 - Reverse polarity	Točke	1	10	10	6%
EMC				**90**	**54%**
Test 7 - CE	Točke	1	40	40	24%
Test 8 - RE	Točke	1	40	40	24%
Test 9 - RE VW	Točke	1	10	10	6%
Pregled BOM				**35**	**21%**
Pregled 1 - pregled BOM	Točke	2	5	10	6%
Pregled 2 - Cena komponent	Cena	5 €	5	25	15%
Skupaj				**167**	**100%**

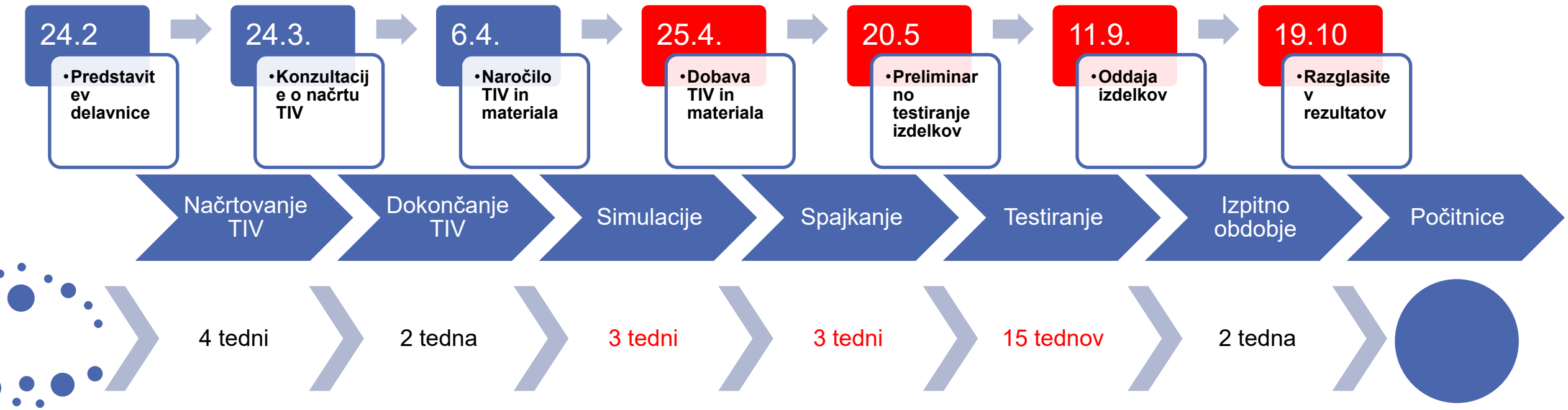
Predvideni časovni plan



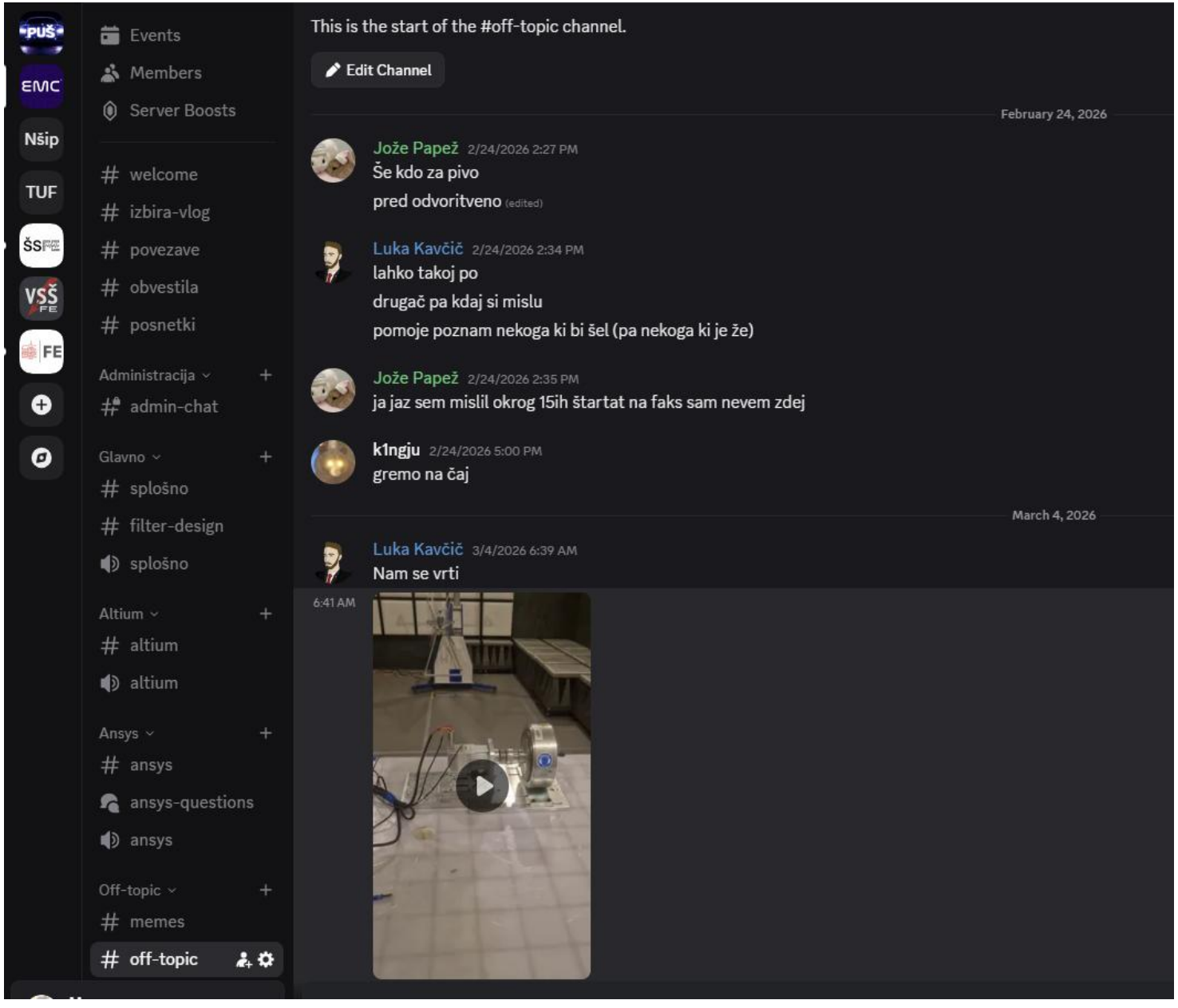
Predvideni časovni plan



Dejanski časovni plan



Discord

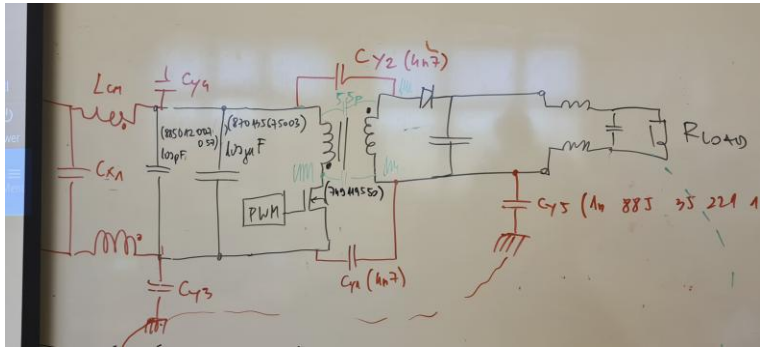

Events
Members
Server Boosts
welcome
izbira-vlog
povezave
obvestila
posnetki
Administracija
admin-chat
Glavno
splošno
filter-design
splošno
Altium
altium
altium
Ansys
ansys
ansys-questions
ansys
Off-topic
memes
off-topic
This is the start of the #off-topic channel.
Edit Channel
February 24, 2026
Jože Papež 2/24/2026 2:27 PM
Še kdo za pivo
pred odvoritveno (edited)
Luka Kavčič 2/24/2026 2:34 PM
lahko takoj po
drugač pa kdaj si mislu
pomoje poznam nekoga ki bi šel (pa nekoga ki je že)
Jože Papež 2/24/2026 2:35 PM
ja jaz sem mislil okrog 15ih štartat na faks sam nevem zdej
k1ngju 2/24/2026 5:00 PM
gremo na čaj
March 4, 2026
Luka Kavčič 3/4/2026 6:39 AM
Nam se vrti
6:41 AM

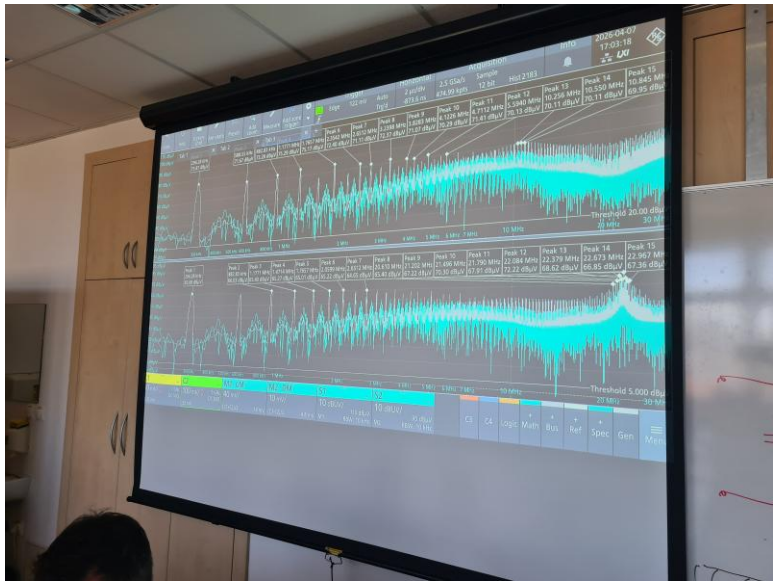
Predavanja

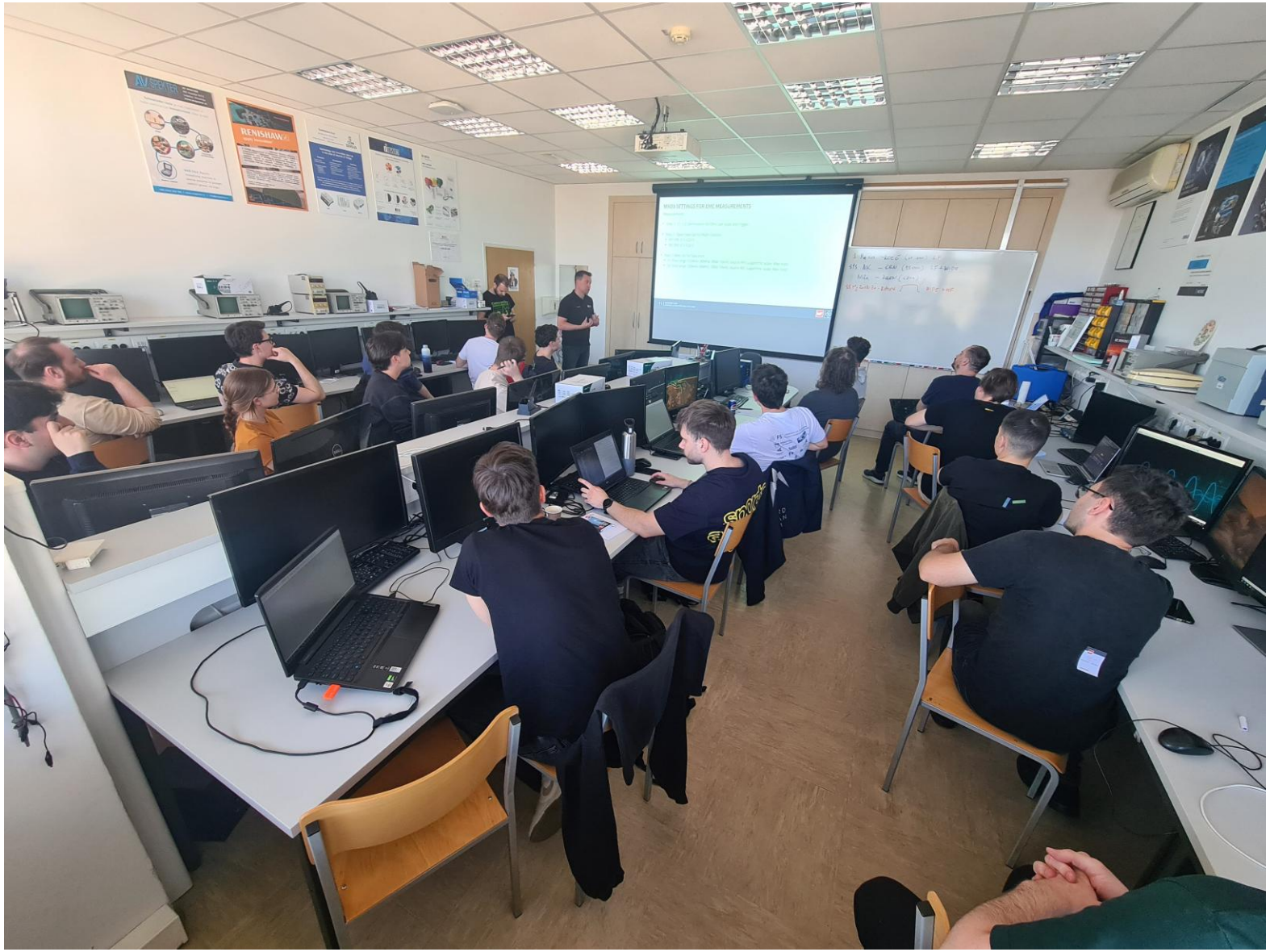

Bode 100 - Frequency Response Analyzer


Načrtovanje elektronike za
EMC²
študentska delavnica
in tekmovanje
FE UNIVERZA V LJUBLJANI Fakulteta za elektrotehniko
LPVO Laboratorij za fotovoltaiko in optoelektroniko
KOLEKTOR
Glavna nagrada 1500 €
FORVIA HELLA
WÜRTH ELEKTRONIK MORE THAN YOU EXPECT
AMITEH
INTECTIV
GEMmotors
iskraemeco
SIQ
INSTRUMENTATION TECHNOLOGIES
Hidria
svet ELEKTRONIKE
simtec
Ansys
SELECT CHANNEL PARTNER

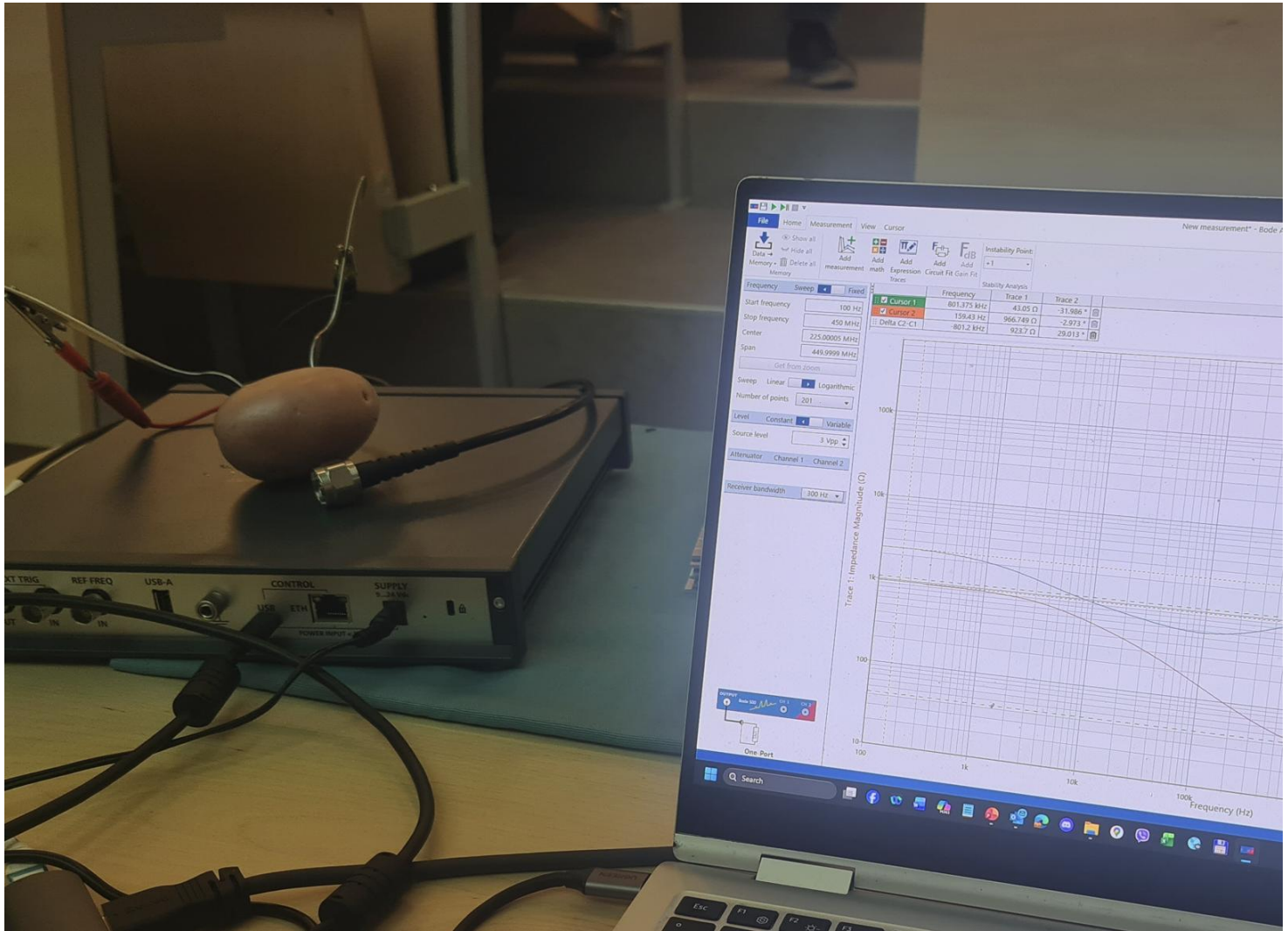
WE delavnica načrtovanja filtrov

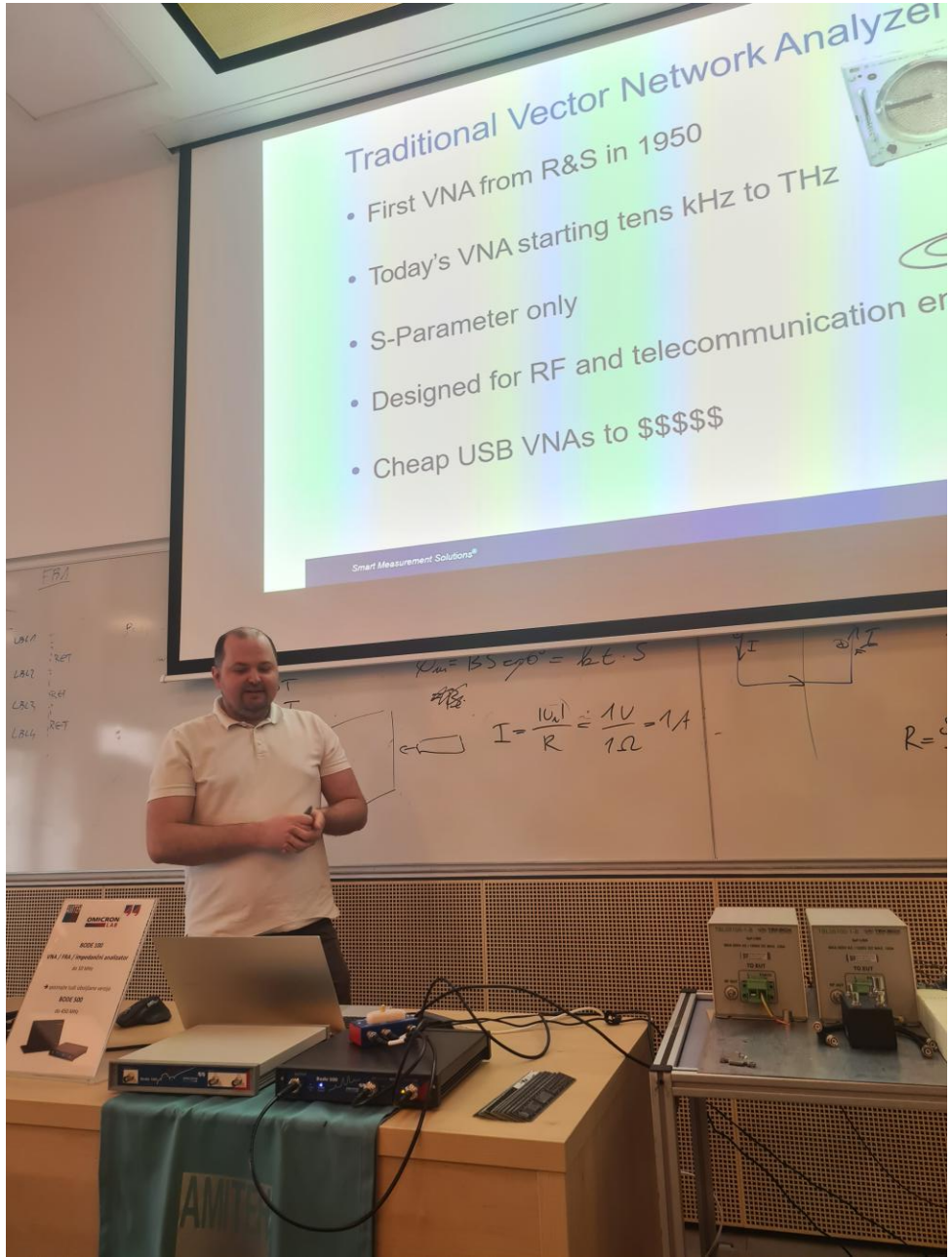




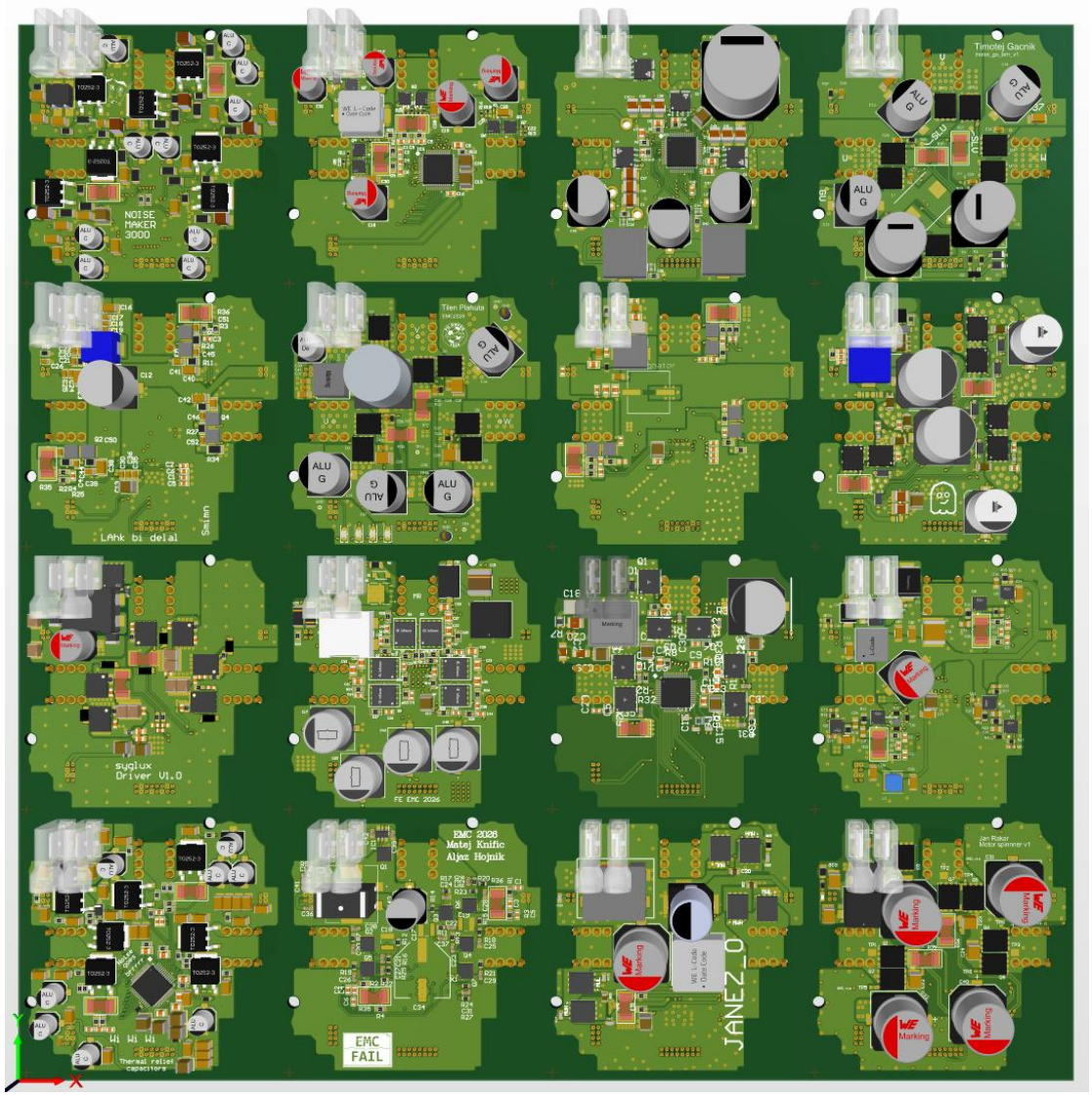


Amiteh delavnica merjenja



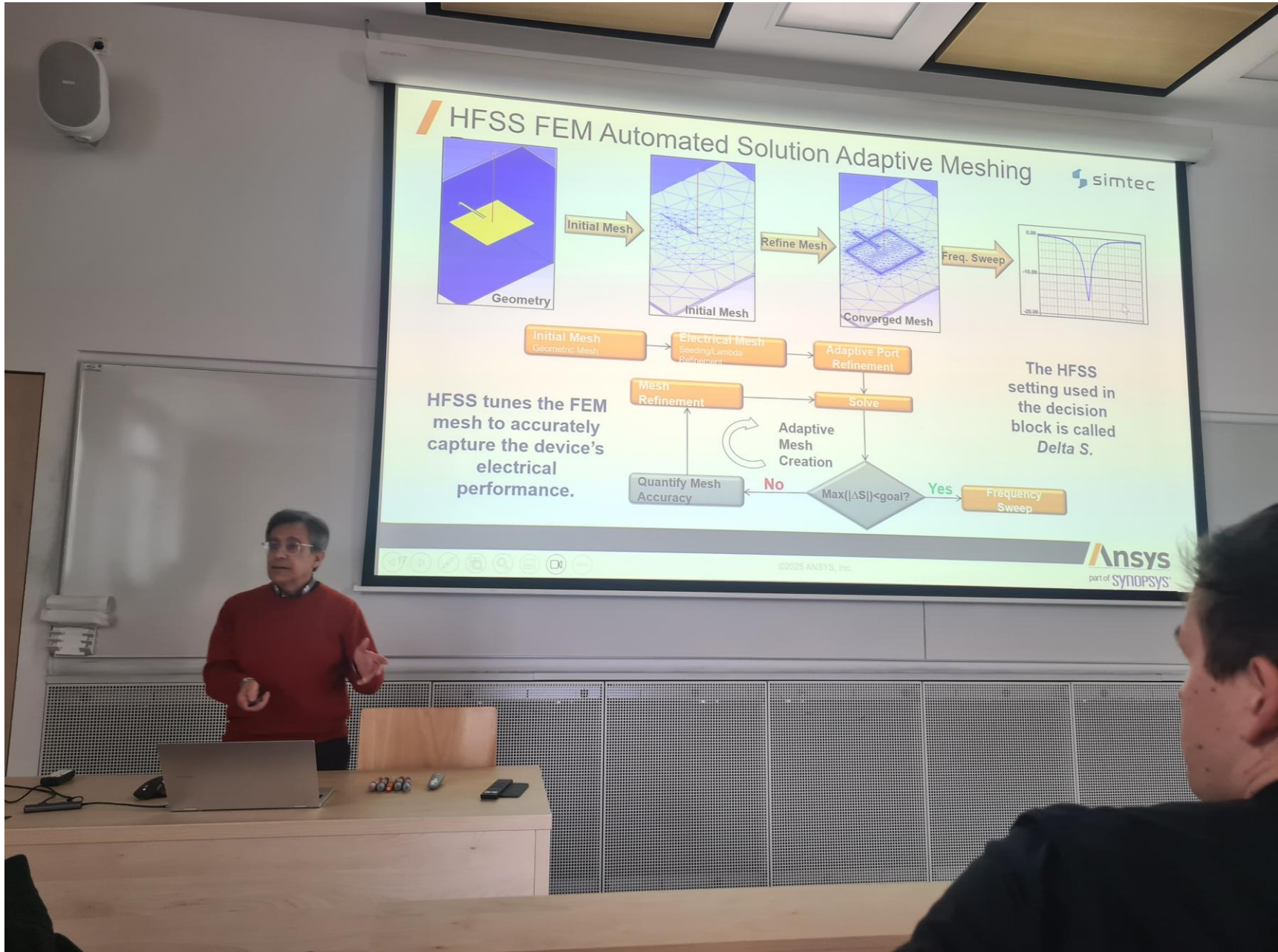


Oddaja PCB dizajnov in BOM

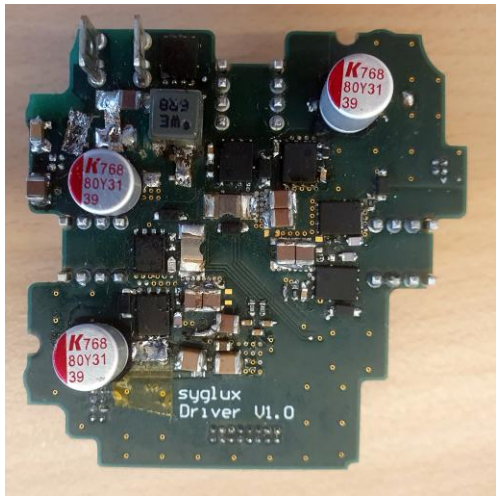


Naročnik	Količi	WE koda	Opis komponente
Aljaž Sečko	2	885012207096	WCAP-CSGP 0805 (2012Metric) Ceramic Capacitor
Aljaž Sečko	6	885012209047	Cap Ceramic 1uF 50V X7R 10% Pad SMD 1210 125C T/R
Kolektor	150	7461063	Konektor phase
Kolektor	100	62200421121	Konektor M Pin 2x2
Kolektor	50	62200821121	Konektor M Pin 4x2
Kolektor	50	62201621121	Konektor M Pin 8x2
Kolektor	10	62300421021	Konektor F Pin 2x2
Kolektor	5	62300821021	Konektor F Pin 4x2
Kolektor	5	62301621021	Konektor F Pin 8x2
Kolektor	100	885012206108	Cap 0603 1n
Kolektor	200	885012206114	Cap 0603 10n
Kolektor	300	885012207103	Cap 0805 1u
Kolektor	50	885012209073	Cap 1210 10u
Luka Peršolja	10	7427934	Ferrite bead, 15A, SMD
Luka Peršolja	5	865081753007	33uF, 80V SMD polymerni elektrolitski kondenzator
Marko Rokvić	2	7427932	Feritna dušilka
Marko Rokvić	2	74439358100	Tuljava
Marko Rokvić	4	885012207018	Kondenzator
Marko Rokvić	2	885012214006.	Kondenzator
Timotej Gačnik	5	865060857005	
Timotej Gačnik	10	885012206120	
Timotej Gačnik	5	885012208124	
Timotej Gačnik	5	885012208127	
Urban Kogovšek	3	875585853004	Aluminum Hybrid Polymer Capacitor
Urban Kogovšek	3	875575853003	Aluminum Hybrid Polymer Capacitor
Urban Kogovšek	6	744383560068	Power inductor
Urban Kogovšek	6	74479325207110	Power Molded Flatwire Inductor
Janez Ovsec	6	865060762009	Aluminium Electrolytic Capacitors - SMD WCAP-ASLL, 865(
Janez Ovsec	3	744373965100	Power Inductors - SMD WE-LHMI Powr SMD1365, 7443739(
Janez Ovsec	3	744240501	Common Mode Chokes / Filters WE-CMDC 744240501
Rok Pipuš	1	824540641	WE-TVSP SMT Power TVS Diode, DO-214AB, Unidirectiona
Rok Pipuš	10	885012206120	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General P
Rok Pipuš	1	560112132023	WRIS-RSKS Thick Film Resistor, size 1206, 100Ω, +/-1%, 25(
Rok Pipuš	10	560112116004	WRIS-RSKS Thick Film Resistor, size 0603, 100kΩ, +/-1%, 1(
Rok Pipuš	1	824520151	WE-TVSP SMT Power TVS Diode, DO-214AA, Unidirectiona
Rok Pipuš	16	560112116001	Resistor Thick Film SMD 0603 0R0 jumper
Rok Pipuš	2	885012108022	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General P
Rok Pipuš	2	885012206046	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General P
Rok Pipuš	8	885012208127	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General P
Rok Pipuš	8	560112120001	WRIS-RSKS Thick Film Resistor, size 0805, 10Ω, +/-5%, 250n
Rok Pipuš	8	560112120025	WRIS-RSKS Thick Film Resistor, size 0805, 3.3Ω, +/-5%, 250
Rok Pipuš	8	560112120003	WRIS-RSKS Thick Film Resistor, size 0805, 47Ω, +/-1%, 250n
Rok Pipuš	8	885012007085	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General P
Rok Pipuš	8	885012007088	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General P
Rok Pipuš	8	885012007082	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General P
Rok Pipuš	6	885012006073	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General P
Rok Pipuš	6	885012006077	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General P
Rok Pipuš	1	885012214003	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General P
Rok Pipuš	1	865060757007	WCAP-ASLL Aluminum Electrolytic Capacitor, V-Chip, SMT
Rok Pipuš	4	885012208124	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General P
Rok Pipuš	1	74439384010	WE-XHMI SMT Power Inductor, size 7030, 1µH
Rok Pipuš	1	74439384022	WE-XHMI SMT Power Inductor, size 7030, 2.2µH, 16.7A, 10.
Rok Pipuš	1	74439384047	WE-XHMI SMT Power Inductor, size 7030, 4.7µH
Rok Pipuš	1	74404043100A	WE-LQS 10uH
Rok Pipuš	1	74404043010A	WE-LQS 1uH
Rok Pipuš	1	885012206046	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General P
Rok Pipuš	12	560112116077	WRIS-RSKS Thick Film Resistor, size 0603, 4.7Ω
Rok Pipuš	12	560112116013	WRIS-RSKS Thick Film Resistor, size 0603,10Ω
Rok Pipuš	4	560112116125	WRIS-RSKS Thick Film Resistor, size 0603,20Ω
Rok Pipuš	1	885012206052	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General P
Jan Rakar	20	885012108022	10uF kondenz 50V
Jan Rakar	20	885012208094	4u7F kondenz 50V
Jan Rakar	50	885012206120	100n kondenz 100V
Jan Rakar	10	885342207016	2n2 1kV kondenz
Jan Rakar	5	74439358047	4u7H tuljava
Matej Nastran	2	74439369068	6,8uH tuljava
Matej Nastran	4	885012207084	470pF kondenzator
Matej Nastran	4	885012207098	100nF kondenzator
Matej Nastran	4	885012207092	10nF kondenzator
Matej Nastran	4	885012207080	100pF kondenzator
Tomaž Perme	25	560112116004	100kohm upor 0603
Tomaž Perme	35	885012006085	1nF kondenzator 0603
Tomaž Perme	20	885012206120	100nF kondenzator 0603
Tomaž Perme	15	560112116086	4,9ohm UPOR 0603
Tomaž Perme	20	560050316012	10 OHM UPOR 0603
Tomaž Perme	15	885012206112	4,7nF kondenzator 0603
Tomaž Perme	15	885012206114	10nF kondenzator 0603
Tomaž Perme	15	885012206118	47nF kondenzator 0603
Tomaž Perme	10	885012006082	300pF kondenzator 0603
Tilen Plahuta	15	885342207015	WCAP-CSMH Mid and High Voltage 100p 0805 1000V
Tilen Plahuta	15	885012209071	WCAP-CSGP MLCCs 100 V(DC) General Purpose 2.2u 1210
Tilen Plahuta	15	885012209069	WCAP-CSGP MLCCs 100 V(DC) General Purpose 1u 1210
Tilen Plahuta	30	885012206120	WCAP-CSGP MLCCs 100 V(DC) General Purpose 100n 0603
Tilen Plahuta	20	885012207130	WCAP-CSGP MLCCs 100 V(DC) General Purpose 470n 0805
Tilen Plahuta	20	885012206114	WCAP-CSGP MLCCs 100 V(DC) General Purpose 10n 0603
Tilen Plahuta	20	885012006085	WCAP-CSGP MLCCs 100 V(DC) General Purpose 1n 0603

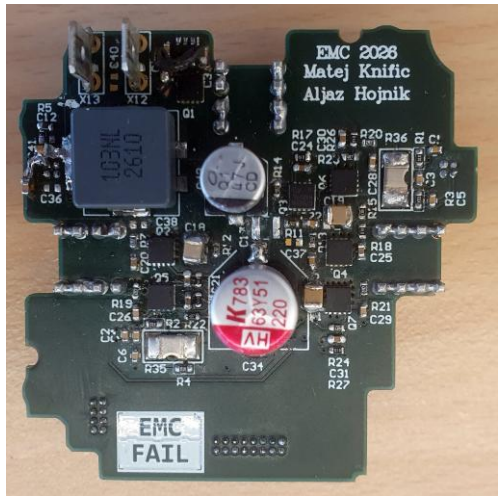
Simtec Ansys



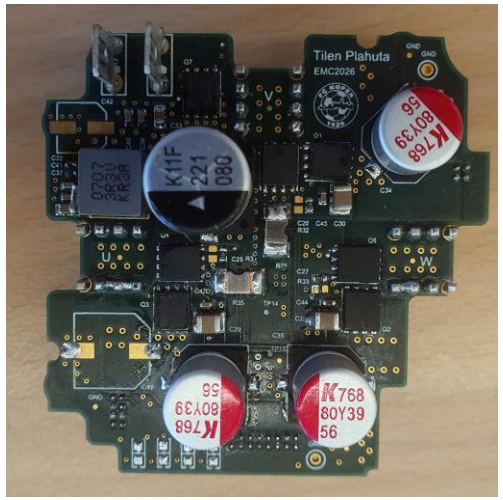
Oddaja in meritve



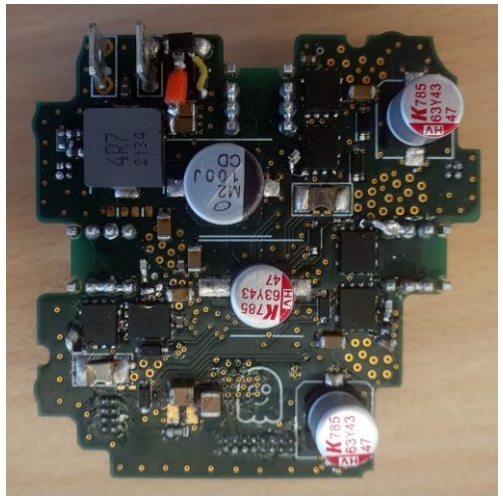
Luka Peršolja in Andreas Doukas



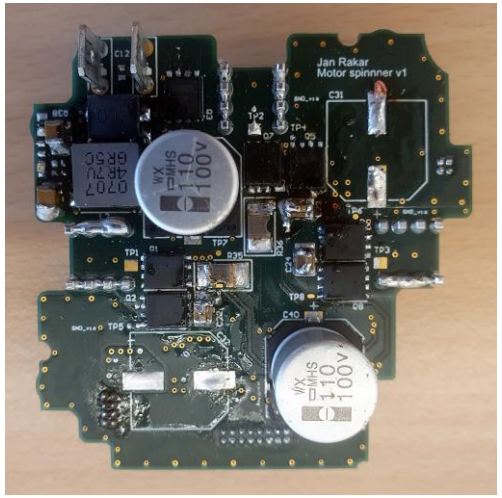
Matej Knific



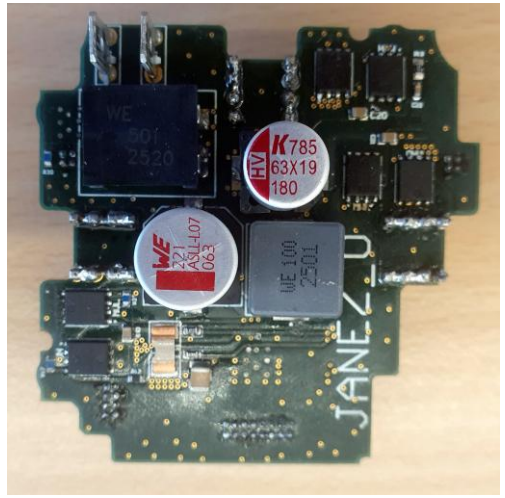
Tilen Plahuta



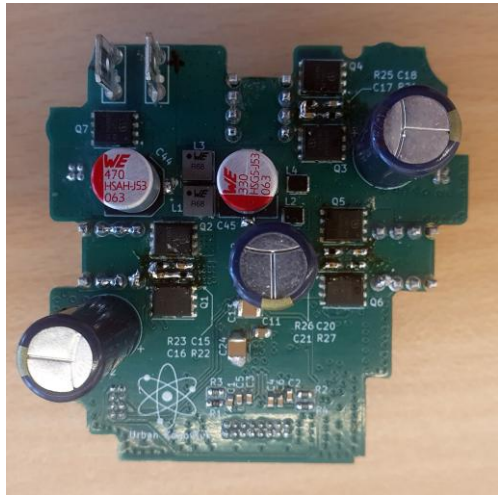
Tomaž Perme



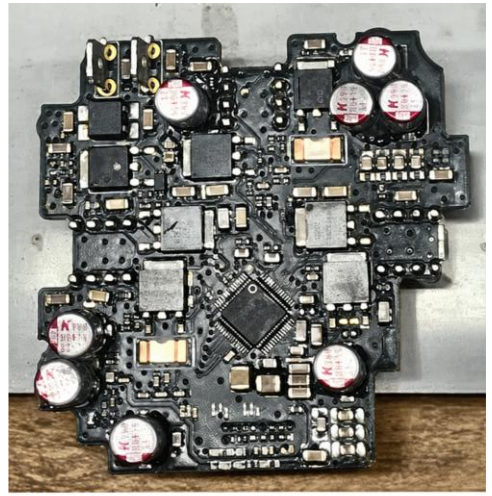
Jan Rakar



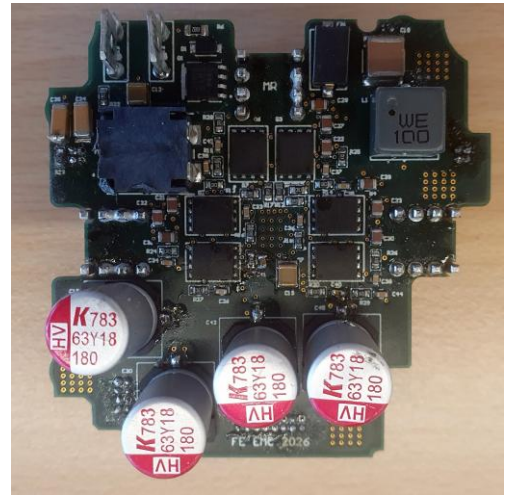
Janez Ovsec



Urban Kogovšek

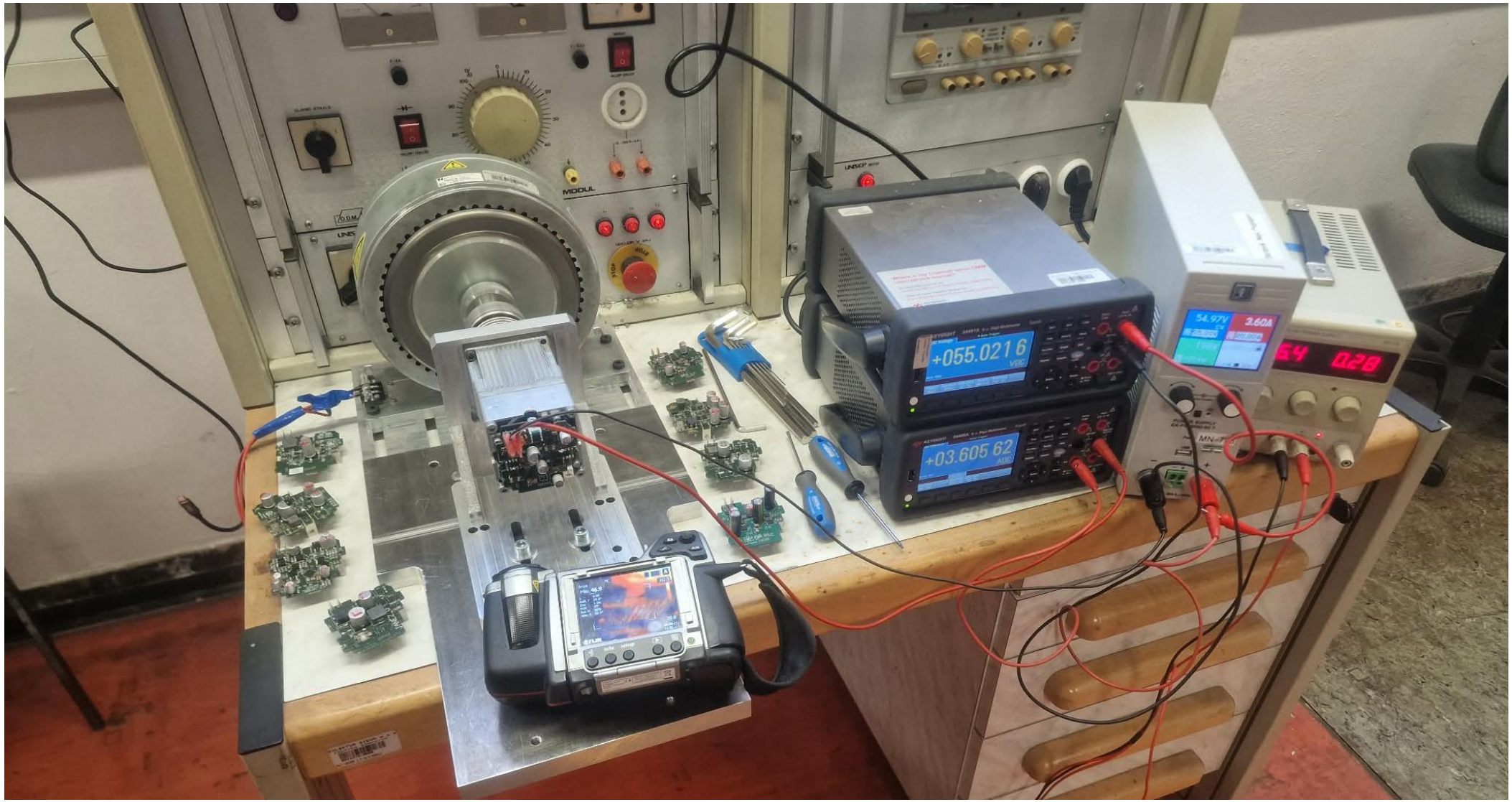


Teo Lokar

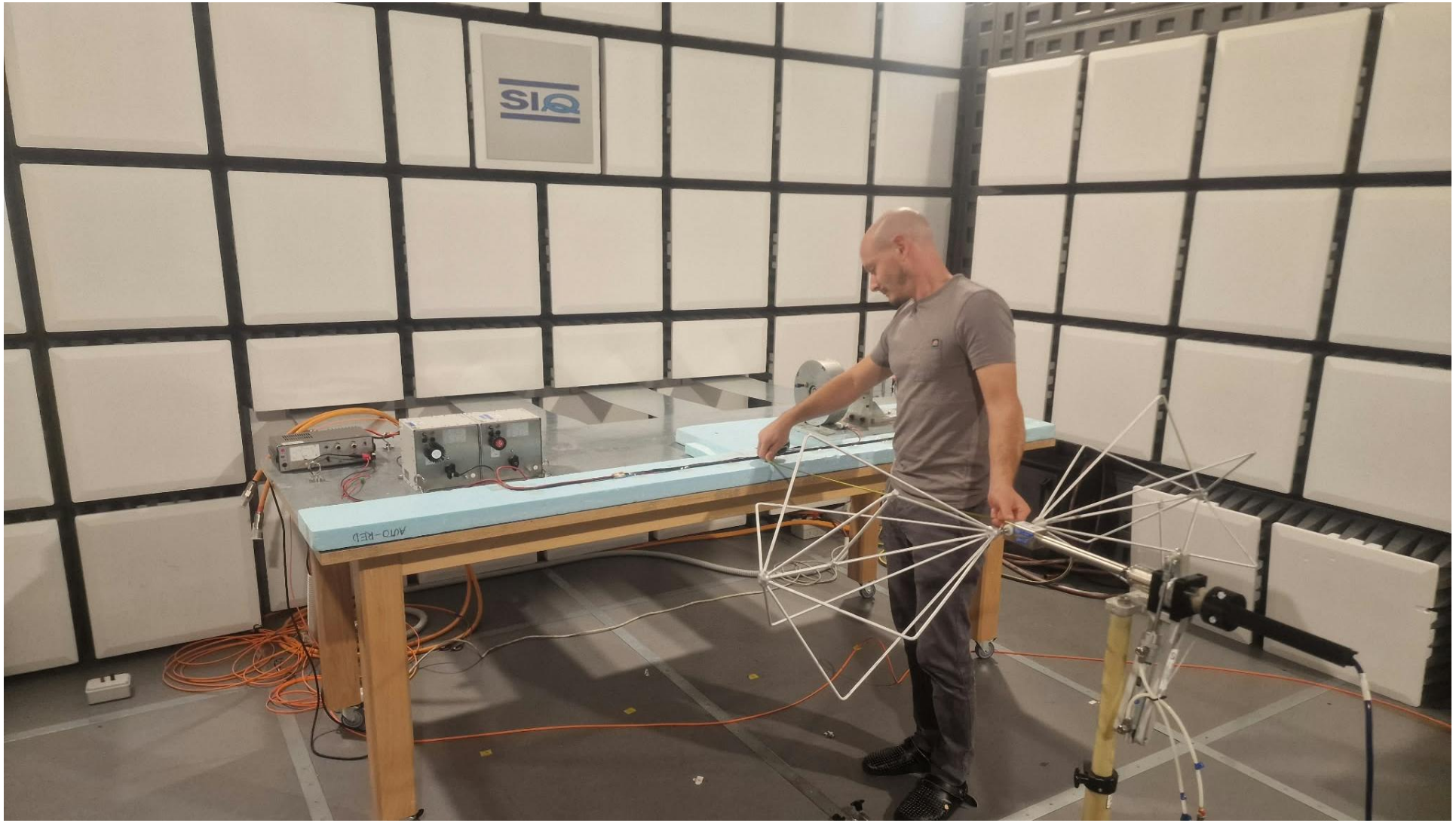


Marko Roković

Meritve funkcionalnosti



Meritve EMC



Analiza rezultatov

