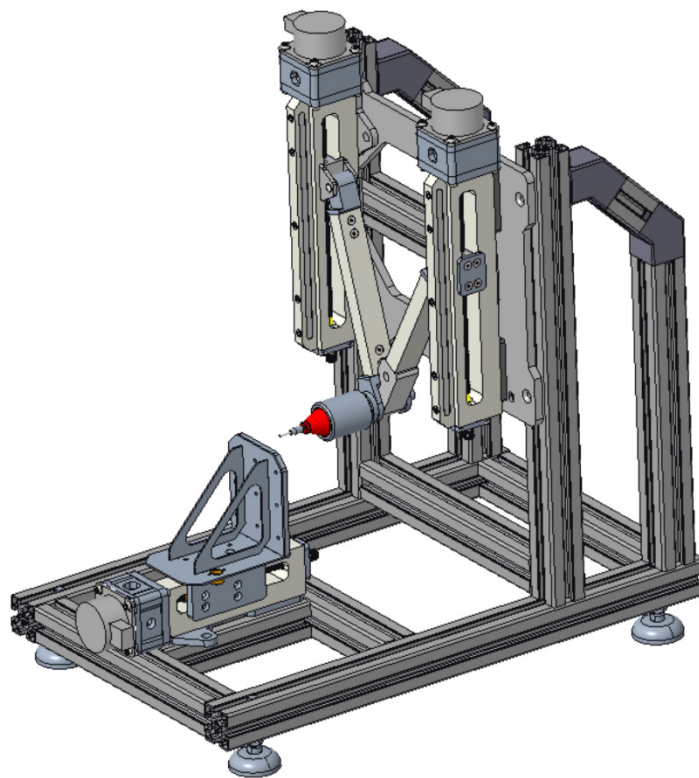


**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ
Краљице Марије 16**

проф. др Саша Живановић
Горан Василић, маг. инж. маш.
др Зоран Димић
доц. др Бранко Кокотовић
Никола Воркапић, маг. инж. маш.
проф. др Никола Славковић

**ЕДУКАЦИОНА ТРООСНА РЕКОНФИГУРАБИЛНА МАШИНА СА
ХИБРИДНОМ КИНЕМАТИКОМ МОМА V3**

-Техничко решење-



У Београду, 2023. године

Подаци о техничком решењу

Врста техничког решења	Ново техничко решење у фази реализације M85 (Прототип)
Аутори техничког решења	<p>др Саша Живановић, редовни професор ¹⁾ Горан Василић, маст. инж. маш. ²⁾ др Зоран Димић, виши научни сарадник ³⁾ др Бранко Кокотовић, доцент ¹⁾ Никола Воркапић, мастер инж.маш. ¹⁾ др Никола Славковић, ванредни професор¹⁾</p> <p>¹⁾ Универзитет у Београду, Машински факултет ²⁾ Академија техничких струковних студија, Београд ³⁾ ЛОЛА институт, Београд</p>
Назив техничког решења	ЕДУКАЦИОНА ТРООСНА РЕКОНФИГУРАБИЛНА МАШИНА СА ХИБРИДНОМ КИНЕМАТИКОМ МОМА V3
За кога је рађено техничко решење	Ново техничко решење је рађено за 1) Машински факултет у Београду, у оквиру пројекта финансираног од стране Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије под ев.бр. 451-03-47/2023-01/200105 од 03.02.2023, године односно потпројекта ТР 35022 "Развој нове генерације домаћих обрадних система", и за 2) ЛОЛА институт, Београд.
Кључне речи:	Едукациона машина алатка, реконфигурабилност, хибридна кинематика, програмирање, управљање, CAD/CAM, LinuxCNC
Ко користи техничко решење	Едукациона троосна реконфигурабилна машина са хибридном кинематиком МОМА V3 користи се у настави као и у истраживањима на Машинском факултету Универзитета у Београду и ЛОЛА институту.
Година израде техничког решења	2023.
Година када је почело да се примењује техничко решење и од кога	2022. Машински факултет Универзитета у Београду ЛОЛА институт
Примена резултата	реализовни прототип

САДРЖАЈ:

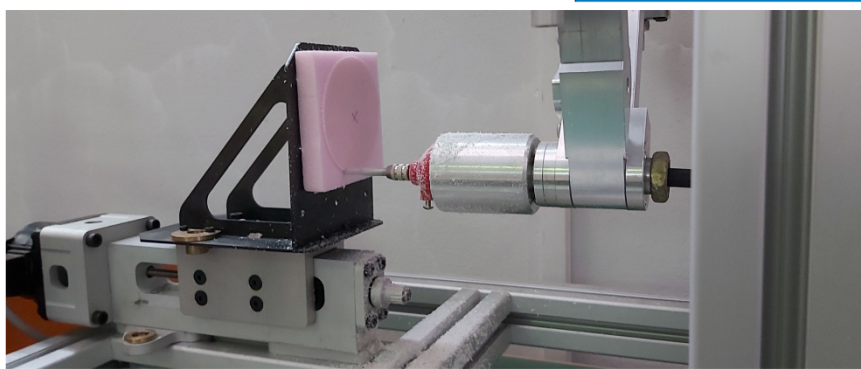
1	ОБЛАСТ НА КОЈУ СЕ ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ ОДНОСИ	4
2	ТЕХНИЧКИ ПРОБЛЕМ	4
3	СТАЊЕ ТЕХНИКЕ	5
4	СУШТИНА И ДЕТАЉНИ ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА	6
4.1	Суштина техничког решења	6
4.2	Опис концепције машине	7
4.3	Кинематичко моделирање механизма и постпроцесорски рачун	8
4.4	Анализа радног простора	13
4.5	Опис конфигуриране едукационе троосне реконфигурабилне машине са хибридном кинематиком МОМА V3	16
4.6	Систем програмирања и управљања	17
	4.6.1 Ручно програмирање	17
	4.6.2 Програмирање применом CAD/CAM система	19
	4.6.3 Програмирање брзе израде протоипова на бази модела у STL формату	21
	4.6.4 Програмирање применом STEP-NC протокола	23
4.7	Систем управљања отворене архитектуре	26
	4.7.1 Виртуелна машина интегрисана са системом управљања	28
5	ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА ИСПИТИВАЊА МАШИНЕ ТОКОМ ПРОБНОГ РАДА	32
6	ЗАКЉУЧАК	35
7	ЛИТЕРАТУРА	36
	Изјава захвалности	37
8	ПРИЛОЗИ	38
8.1	Проспект за едукациону троосну реконфигурабилну машину са хибридном кинематиком МОМА V3	39
8.2	Изјава ЛОЛА института о коришћењу едукационе троосне реконфигурабилне машине са хибридном кинематиком МОМА V3	41
8.3	Листа раније прихваћених техничких решења за сваког од аутора појединачно	42
8.4	Потписи аутора техничког решења	45

8. ПРИЛОЗИ

- ПРИЛОГ 8.1** Проспект за едукациону троосну реконфигурабилну машину са хибридном кинематиком МОМА V3
- ПРИЛОГ 8.2** Изјава ЛОЛА института о коришћењу едукационе троосне реконфигурабилне машине са хибридном кинематиком МОМА V3
- ПРИЛОГ 8.3** Листа раније прихваћених техничких решења за сваког од аутора појединачно
- ПРИЛОГ 8.4** Потписи аутора техничког решења

ПРИЛОГ 8.1 Проспект за едукациону троосну реконфигурабилну машину са хибридном кинематиком МОМА V3

ЕДУКАЦИОНА ТРООСНА РЕКОНФИГУРАБИЛНА МАШИНА СА ХИБРИДНОМ КИНЕМАТИКОМ МОМА V3



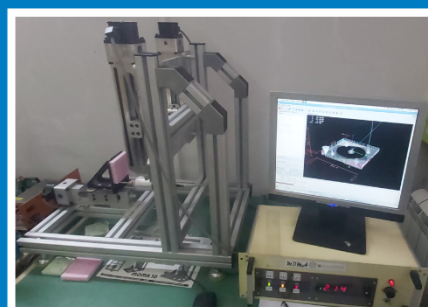
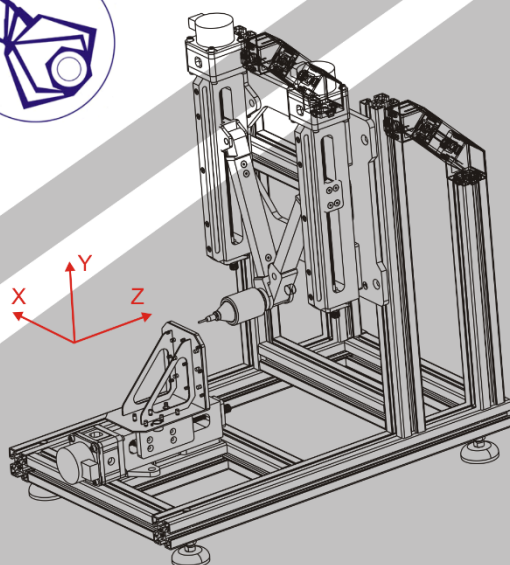
Универзитет у Београду Машински факултет

Катедра за
производно машинство

Лабораторија за
обране системе ЛОС

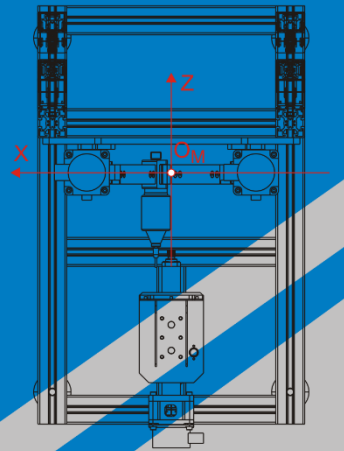
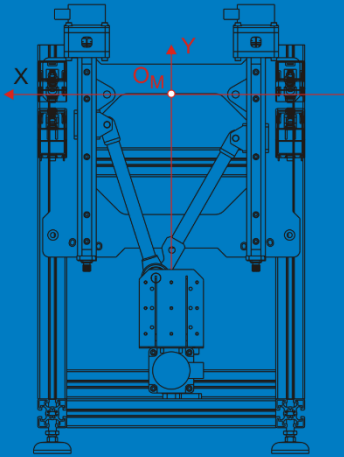


мома V3

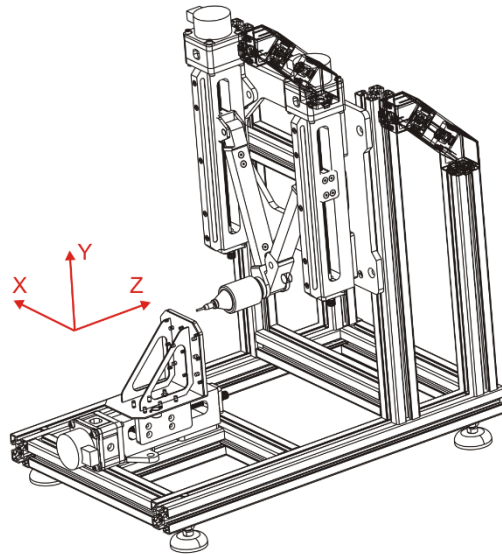
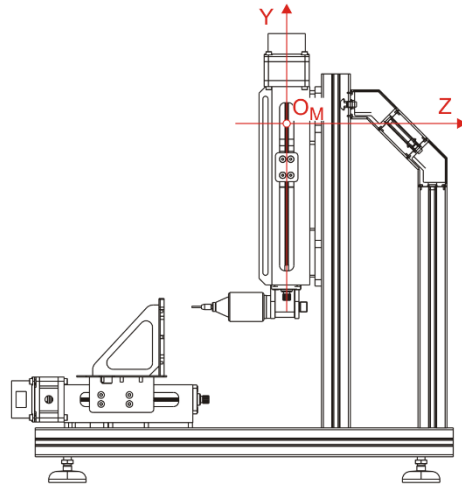


мома V3

МОМА V3



ЕДУКАЦИОНА ТРООСНА РЕКОНФИГУРАБИЛНА МАШИНА СА ХИБРИДНОМ КИНЕМАТИКОМ МОМА V3



ADRESA

Универзитет у Београду,
Машински факултет
Катедра за производно машинство
Краљице Марије 16,
11120 Београд 35, СРБИЈА
<http://www.mas.bg.ac.rs/>

STZ '23



ПРИЛОГ 8.2 Изјава ЛОЛА института о коришћењу едукационе троосне реконфигурабилне машине са хибридном кинематиком МОМА V3



ЛОЛА ИНСТИТУТ доо
Бр. 50
09.03. 2023 год.

Предмет: ЕДУКАЦИОНА ТРООСНА РЕКОНФИГУРАБИЛНА МАШИНА СА ХИБРИДНОМ КИНЕМАТИКОМ МОМА V3

Ново техничко решење, Едукациона троосна реконфигурабилна машина са хибридном кинематиком МОМА V3, развијено је на Машинском факултету у Београду, у оквиру пројекта финансираног од стране Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије по Уговору 451-03-47/2023-01/ 200105 од 03.02.2023. године.

Ово техничко решење које су развили аутори: проф. др Саша Живановић, Горан Василић, маг.инж. маш., доц. др Бранко Кокотовић, Никола Воркапић, маг.инж.маш., др Зоран Димић, виши научни сарадник и проф. др Никола Славковић, Лола Институт користи при конфигурацији управљања и виртуелних машина алатки интегрисаних са системом управљања на бази LinuxCNC система као система управљања отворене архитектуре.

У Београду, 09.03.2023. године



Директор ЛОЛА ИНСТИТУТ-а

Др. Срећко Манасијевић, дипл. инж. мет.

Листа раније прихваћених техничких решења за сваког од аутора појединачно

проф. др Саша Живановић

1)Главоњић М., Милутиновић Д., Квргић В., Димић З., Живановић С., Троосна вертикална глодалица са паралелном кинематиком, Техничко решење (Нови производ, М81), Машински факултет Београд, 2010.

2)Милутиновић Д., Главоњић М., Славковић, Н., Димић З., Кокотовић Б., Живановић С., Реконфигурабилни обрадни систем на бази робота за вишеосну обраду делова већих габарита са сложеним естетским и функционалним површинама од мекших материјала средње и ниже класе тачности, Техничко решење (Нови експериментални лабораторијски обрадни систем на бази робота М81), Машински факултет Београд, 2010.

3)Главоњић М., Милутиновић Д., Квргић В., Живановић С., Димић З, Славковић, Н., Мини лабораторијска и едукациона стона троосна глодалица са паралелном кинематиком, Техничко решење (Нови производ, М82), Машински факултет Београд, 2012.

4)Милутиновић Д., Славковић, Н., Кокотовић Б., Димић З., Главоњић М., Милутиновић М., Живановић С., Паралелни ДЕЛТА робот за паковање производа кондиторске и фармацеутске индустрије и монтажу микро компонената, Техничко решење (Индустријски прототип М82), Машински факултет Београд, 2012.

5) Живановић, С., Главоњић, М., Кокотовић, Б., Димић, З., Стона двоосна реконфигурабилна машина са паралелном кинематиком – МОМА, Техничко решење (Нови лабораторијски производ, М82), Универзитет у Београду, Машински факултет, 2014.

6) Милутиновић, Д., Кокотовић, Б., Славковић, Н., Живановић, С., Механизам активног П-зглоба као еквивалента комбинације обртног зглоба и сегмента константне дужине, Техничко решење (Нови производ М82), Универзитет у Београду, Машински факултет, 2014.

7) Славковић, Н., Милутиновић, Д., Живановић, С., Кокотовић, Б., Милутиновић, М., Метод компензације грешака изазваних силама резања при обради роботима, Техничко решење (Нова метода М85), Универзитет у Београду, Машински факултет, 2016.

8) Живановић, С., Димић, З., Кокотовић, Б., Василић, Г., Воркапић, Н., Славковић, Н., Едукациона виртуелна петоосна машина алатка интегрисана са системом програмирања и управљања, Ново техничко решење у фази реализације (прототип-софтвер) - М85, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2020.

9) Димић, З., Живановић, С., Ракић, А., Манасијевић, С., Кокотовић, Б., Развој и имплементација управљачког система отворене архитектуре на вишеосном обрадном центру за обраду дрвета, Битно побољшано техничко решење на међународном нивоу М83, ЛОЛА Институт, Београд, 2021.

Горан Василић,

1) Живановић, С., Димић, З., Кокотовић, Б., Василић, Г., Воркапић, Н., Славковић, Н., Едукациона виртуелна петоосна машина алатка интегрисана са системом програмирања и управљања, Ново техничко решење у фази реализације (прототип-софтвер) - М85, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2020.

др Зоран Димић

1)Главоњић М., Милутиновић Д., Квргић В., Димић З., Живановић С., Троосна вертикална глодалица са паралелном кинематиком, Техничко решење (Нови производ, М81), Машински факултет Београд, 2010.

2)Милутиновић Д., Главоњић М., Славковић, Н., Димић З., Кокотовић Б., Живановић С., Реконфигурабилни обрадни систем на бази робота за вишеосну обраду делова већих габарита

са сложеним естетским и функционалним површинама од мекших материјала средње и ниже класе тачности, Техничко решење (Нови експериментални лабораторијски обрадни систем на бази робота М81), Машински факултет Београд, 2010.

3)Главоњић М., Милутиновић Д., Квргић В., Живановић С., Димић З., Славковић, Н., Мини лабораторијска и едукациона стона троосна глодалица са паралелном кинематиком, Техничко решење (Нови производ, М82), Машински факултет Београд, 2012.

4)Милутиновић Д., Славковић, Н., Кокотовић Б., Димић З., Главоњић М., Милутиновић М., Живановић С., Паралелни ДЕЛТА робот за паковање производа кондиторске и фармацеутске индустрије и монтажу микро компонената, Техничко решење (Индустријски прототип М82), Машински факултет Београд, 2012.

5) Живановић, С., Главоњић, М., Кокотовић, Б., Димић, З., Стона двоосна реконфигурабилна машина са паралелном кинематиком – МОМА, Техничко решење (Нови лабораторијски производ, М82), Универзитет у Београду, Машински факултет, 2014.

6) Живановић, С., Димић, З., Кокотовић, Б., Василић, Г., Воркапић, Н., Славковић, Н., Едукациона виртуелна петоосна машина алатка интегрисана са системом програмирања и управљања, Ново техничко решење у фази реализације (прототип-софтвер) - М85, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2020.

7) Димић, З., Живановић, С., Ракић, А., Манасијевић, С., Кокотовић, Б., Развој и имплементација управљачког система отворене архитектуре на вишеосном обрадном центру за обраду дрвета, Битно побољшано техничко решење на међународном нивоу М83, ЛОЛА Институт, Београд, 2021.

доц. др Бранко Кокотовић

1)Милутиновић Д., Главоњић М., Славковић, Н., Димић З., Кокотовић Б., Живановић С., Реконфигурабилни обрадни систем на бази робота за вишеосну обраду делова већих габарита са сложеним естетским и функционалним површинама од мекших материјала средње и ниже класе тачности, Техничко решење (Нови експериментални лабораторијски обрадни систем на бази робота М81), Машински факултет Београд, 2010.

2)Милутиновић Д., Славковић, Н., Кокотовић Б., Димић З., Главоњић М., Милутиновић М., Живановић С., Паралелни ДЕЛТА робот за паковање производа кондиторске и фармацеутске индустрије и монтажу микро компонената, Техничко решење (Индустријски прототип М82), Машински факултет Београд, 2012.

3) Живановић, С., Главоњић, М., Кокотовић, Б., Димић, З., Стона двоосна реконфигурабилна машина са паралелном кинематиком – МОМА, Техничко решење (Нови лабораторијски производ, М82), Универзитет у Београду, Машински факултет, 2014.

4) Милутиновић, Д., Кокотовић, Б., Славковић, Н., Живановић, С., Механизам активног П-зглоба као еквивалента комбинације обртног зглоба и сегмента константне дужине, Техничко решење (Нови производ М82), Универзитет у Београду, Машински факултет, 2014.

5) Славковић, Н., Милутиновић, Д., Живановић, С., Кокотовић, Б., Милутиновић, М., Метод компензације грешака изазваних силама резања при обради роботима, Техничко решење (Нова метода М85), Универзитет у Београду, Машински факултет, 2016.

6) Живановић, С., Димић, З., Кокотовић, Б., Василић, Г., Воркапић, Н., Славковић, Н., Едукациона виртуелна петоосна машина алатка интегрисана са системом програмирања и управљања, Ново техничко решење у фази реализације (прототип-софтвер) - М85, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2020.

7) Димић, З., Живановић, С., Ракић, А., Манасијевић, С., Кокотовић, Б., Развој и имплементација управљачког система отворене архитектуре на вишеосном обрадном центру за обраду дрвета,

Битно побољшано техничко решење на међународном нивоу М83, ЛОЛА Институт, Београд, 2021.

Никола Воркапић

1) Живановић, С., Димић, З., Кокотовић, Б., Василић, Г., Воркапић, Н., Славковић, Н., Едукациона виртуелна петоосна машина алатка интегрисана са системом програмирања и управљања, Ново техничко решење у фази реализације (прототип-софтвер) - М85, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2020.

проф. др Никола Славковић

1) Милутиновић Д., Главоњић М., Славковић, Н., Димић З., Кокотовић Б., Живановић С., Реконфигурабилни обрадни систем на бази робота за вишеосну обраду делова већих габарита са сложеним естетским и функционалним површинама од мекших материјала средње и ниже класе тачности, Техничко решење (Нови експериментални лабораторијски обрадни систем на бази робота М81), Машински факултет Београд, 2010.

2) Главоњић М., Милутиновић Д., Квргић В., Живановић С., Димић З., Славковић, Н., Мини лабораторијска и едукациона стона троосна глодалица са паралелном кинематиком, Техничко решење (Нови производ, М82), Машински факултет Београд, 2012.

3) Милутиновић Д., Славковић, Н., Кокотовић Б., Димић З., Главоњић М., Милутиновић М., Живановић С., Паралелни ДЕЛТА робот за паковање производа кондиторске и фармацеутске индустрије и монтажу микро компонената, Техничко решење (Индустријски прототип М82), Машински факултет Београд, 2012.

4) Милутиновић, Д., Кокотовић, Б., Славковић, Н., Живановић, С., Механизам активног П-зглоба као еквивалента комбинације обртног зглоба и сегмента константне дужине, Техничко решење (Нови производ М82), Универзитет у Београду, Машински факултет, 2014.

5) Славковић, Н., Милутиновић, Д., Живановић, С., Кокотовић, Б., Милутиновић, М., Метод компензације грешака изазваних силама резања при обради роботима, Техничко решење (Нова метода М85), Универзитет у Београду, Машински факултет, 2016.

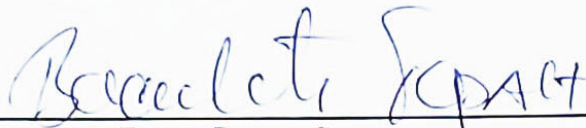
6) Живановић, С., Димић, З., Кокотовић, Б., Василић, Г., Воркапић, Н., Славковић, Н., Едукациона виртуелна петоосна машина алатка интегрисана са системом програмирања и управљања, Ново техничко решење у фази реализације (прототип-софтвер) - М85, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2020.

Потписи аутора техничког решења

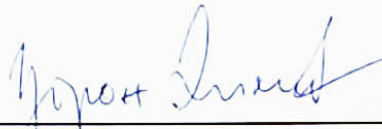
**ЕДУКАЦИОНА ТРООСНА РЕКОНФИГУРАБИЛНА МАШИНА СА
ХИБРИДНОМ КИНЕМАТИКОМ МОМА V3**



Др Саша Живановић, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет



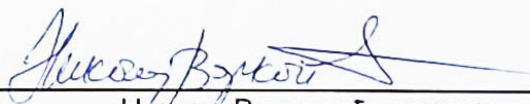
Горан Василић, маг. инж. маш.
Академија техничких струковних студија, Београд



Др Зоран Димић, виши научни сарадник
ЛОЛА институт, Београд



Др Бранко Кокотовић, доцент
Универзитет у Београду, Машински факултет



Никола Воркапић, асистент
Универзитет у Београду, Машински факултет



Др Никола Славковић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

Универзитет у Београду – Машински факултет

E-mail: prnid@mas.bg.ac.rs

Проф. др Драгослава Стојиљковић

Датум: 04.07.2023. године

Поштовани,

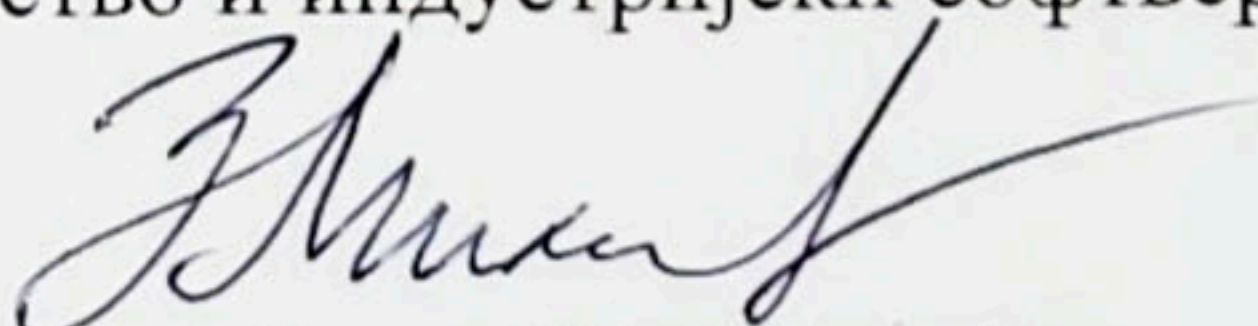
На основу Вашег захтева број: 613/4 од 12. 06. 2023. године за потврду оцене техничког решења под називом **Едукациона троосна реконфигурабилна машина са хибридном кинематиком МОМА V3**, аутора: проф. др Саша Живановић, Горан Василић, Академија техничких струковних студија, Београд, др Зоран Димић, виши научни сарадник, Лила институт, Београд, доц. др Бранко Кокотовић, асистент Никола Воркапић, мастер инж. маш., ван. проф. Никола Славковић. (2023) Година примене 2022. Предложена категорија Ново техничко решење у фази реализације М85 (прототип).

Обавештавам Вас следеће:

Након прибављених мишљења о наведеном техничком решењу чланови МНО за машинство и индустријски софтвер су их, на седници одржаној 04.07.2023. године, разматрали и сачинили предлог да техничко решење под називом **Едукациона троосна реконфигурабилна машина са хибридном кинематиком МОМА V3**, аутора: проф. др Саша Живановић, Горан Василић, Академија техничких струковних студија, Београд, др Зоран Димић, виши научни сарадник, Лила институт, Београд, доц. др Бранко Кокотовић, асистент Никола Воркапић, мастер инж. маш., ван. проф. Никола Славковић. (2023) Година примене 2022. **ИСПУЊАВА** све услове предвиђене Правилником о стицању истраживачких и научних звања („Службени гласник РС”, бр. 159/20 и 14/23) за доделу категорије **М85 - Ново техничко решење у фази реализације (није комерцијализовано)**.

Предлог се доставља Министарству науке, технолошког развоја и иновација РС ради процене и прихватања истог.

Председник МНО
за машинство и индустријски софтвер



Проф. др Зоран Миљковић