

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
БРОЈ: 1157/2
ДАТУМ: 06.06.2014.

На основу захтева доц. др Саше Живановића, бр. 1157/1 од 02.06.2014. године и чл. 63. Статута Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 05.06.2014. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Да се за рецензенте Техничког решења под насловом: „**Стана двоосна реконфигурабилна машина са паралелном кинематиком - мома**“, чији су аутори: доц. др Саша Живановић, дипл.инж.маш., Универзитет у Београду Машински факултет, проф. др Милош Главоњић, дипл.инж.маш., Универзитет у Београду Машински факултет, доц. др Бранко Кокотовић, дипл.инж.маш., Универзитет у Београду Машински факултет, Зоран Димић, дипл.инж.ел., ЛОЛА Институт, именују:

- проф. др Драган Милутиновић, Машински факултет у Београду и
- проф. др Милан Зељковић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Одлуку доставити: Министарству просвете, науке и технолошког развоја РС, рецензентима и архиви Факултета ради евиденције.



²ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

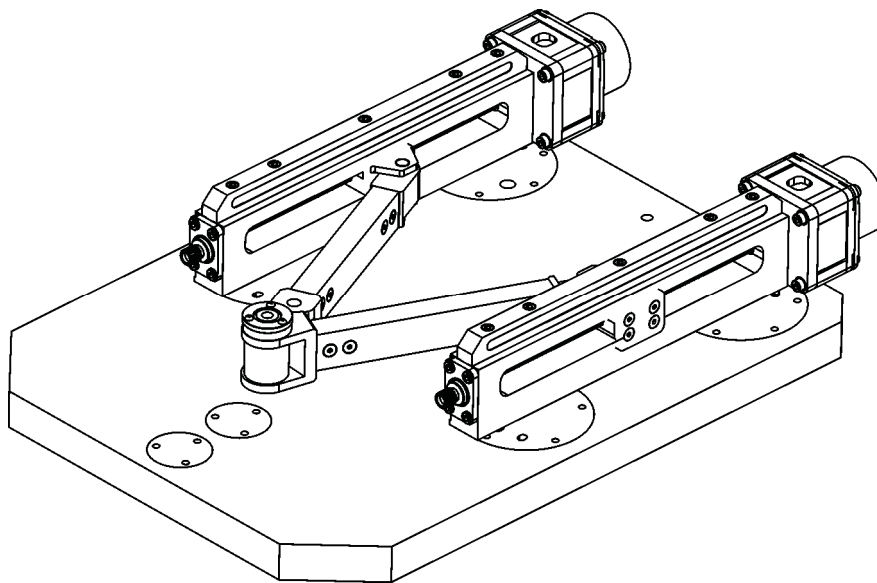
Проф.др Милорад Милованчевић

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

доц. др Саша Живановић
проф. др Милош Главоњић
доц. др Бранко Кокотовић
Зоран Димић

**СТОНА ДВООСНА РЕКОНФИГУРАБИЛНА МАШИНА СА
ПАРАЛЕЛНОМ КИНЕМАТИКОМ – МОМА**

-Техничко решење-



У Београду, 2014. године

Подаци о техничком решењу

Врста техничког решења	Нови производ, М82, Стона двоосна реконфигурабилна машина са паралелном кинематиком – мома
Аутори техничког решења	доц. др Саша Живановић, доцент ¹⁾ проф. др Милош Главоњић, ред. проф. ¹⁾ доц. др Бранко Кокотовић, доцент ¹⁾ Зоран Димић, дипл. инж. електр., студент докторских студија ²⁾ ¹⁾ Машински факултет Универзитета у Београду ²⁾ ЛОЛА Институт
Назив техничког решења	СТОНА ДВООСНА РЕКОНФИГУРАБИЛНА МАШИНА СА ПАРАЛЕЛНОМ КИНЕМАТИКОМ – МОМА
За кога је рађено техничко решење	Нови производ, Стона двоосна реконфигурабилна машина са паралелном кинематиком – МОМА (Модуларна Машина Алатка са управљањем Отворене архитектуре), развијена је на Машинском факултету у Београду, у оквиру пројекта Технолошког развоја ТР035022 "Развој нове генерације домаћих обрадних система".
Ко користи техничко решење	Стона двоосна реконфигурабилна машина са паралелном кинематиком – МОМА, користи се у настави и истраживањима на Машинском факултету Универзитета у Београду.
Година израде техничког решења	2014.
Верификација резултата	Од стране рецензената: 1. проф. Др Драган Милутиновић, Машински факултет Универзитета у Београду и 2. проф. др Милан Зељковић, Факултет техничких наука, Нови Сад
Ко је прихватио техничко решење	Машински факултет Универзитета у Београду
Примена резултата	Лабораторијски производ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ	
- А Р Х И В -	
Број:	1157/3
Датум:	14-07-2014
Краљице Марије 16, 11122 Београд 35	

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду, број 1157/2 од 06. 06. 2014. године, именовани смо за рецензенте Техничког решења под насловом **"Стоне двоосне реконфигурабилна машина са паралелном кинематиком – МОМА"**, реализованог у оквиру пројекта TP-35022, чији су аутори:
доц. др Саша Живановић, дипл.маш.инж, проф. др Милош Главоњић, дипл.маш.инж,
доц. др Бранко Кокотовић, дипл.маш.инж, Зоран Димић, дипл.инж.ел, истраживач, студент докторских студија

На основу прегледа Елабората овог техничког решења и увида у објављене радове о њему подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење **"Стоне двоосне реконфигурабилна машина са паралелном кинематиком – МОМА"**, аутора доц. др Саше Живановића, проф. др Милоша Главоњића, доц. др Бранка Кокотовића и Зорана Димића, дипл.инж.ел, приказано је Елаборатом на 38 страница формата А4 писаних фонтом величине 12 pt са нормалним проредом. Елаборат има пет поглавља, списак коришћене литературе и два прилога. Садржи 26 слика и једну таблицу у основном делу текста, један проспекат на 4 стране у Прилогу 7.1 и списак комплета документације која прати признавање овог техничког решења, Прилог 7.2. Наслови поглавља су:

1. Област на коју се техничко решење односи
2. Технички проблем
3. Стање технике
4. Суштина и детаљан опис техничког решења
5. Закључак
6. Литература
7. Прилози

Техничко решење припада области нових производних технологија, односно, најновијој генерацији машина алатки и реализовано је у оквиру пројекта TP-35022 "Развој нове генерације домаћих обрадних система", који подржава Министарство просвете, науке и технолошког развоја Владе Републике Србије.

Стоне двоосне реконфигурабилна машина са паралелном кинематиком – МОМА (у даљем тексту МОМА) користи се и као учило у настави на групи предмета Машине алатке на Машинском факултету Универзитета у Београду.

У поглављу *Област на коју се техничко решење односи* дат је приказ намене техничког решења за (i) конфигуравање и реконфигуравање, (ii) програмирање и (iii) управљање обрадних система са нумеричким управљањем на бази софтвера отворене архитектуре.

У поглављу *Технички проблем* детаљно су приказане иновационе компоненте Едукационог система МОМА: (1) Уграђен је двоосни реконфигурабилни механизам са паралелном кинематиком, уместо уобичајених серијских механизма и тако комплетиран машински подсистем двоосне машине, који је главни део овог едукационог система; (2) за управљање се користи РС на коме је имплементиран погодан интерфејс за руковање и програмирање машине; (3) оперативни систем је Linux, са проширењем за рад у реалном времену; (4) систем за управљање има модерну отворену архитектуру (EMC2) у који се имплементирају управљачки и компензациони алгоритми за сваку машину посебно; (5) програмирање се врши помоћу G кода, без ограничења у односу на припремне и помоћне функције и

координатне системе; (6) предмет едукације може бити и припрема одабраног CAD/CAM система за програмирање, као и програмирање применом протокола STEP-NC.

У поглављу *Стање технике* детаљно је показан значај промене традиционалног концепта у пројектовању и градњи машина алатки увођењем паралелне и хибридне кинематике. Домен овог техничког решења односи се на машине које припадају групи реконфигурабилних, а тиме и комплексних машина алатки. У том домену је и концепција двоосне реконфигурабилне машине MOMA, која се, као технолошки модул, може уграђивати у хибридни механизам будуће машине алатке. За Едукациони систем MOMA потом су дате: технолошке могућности, могуће специфичне теме за едукацију и стратегија и статус даљег развоја.

У поглављу *Суштина и детаљан опис техничког решења* аутори наводе свој концепт који је базиран на: (i) сопствено развијеном раванском паралелном механизму са 2 степена слободе, (ii) специфичном начину кинематичког моделирања и (iii) на развијеном управљачком систему отворене архитектуре на бази софтвера EMC2 (Enhanced Machine Control) на PC real-time Linux платформи. Поглавље *Суштина и детаљан опис техничког решења* обухвата следеће целине:

- 4.1 Суштина техничког решења.
- 4.2 Опис механизма.
- 4.3 Кинематичко моделирање механизма.
- 4.4 Опис пројектоване стоне двоосне реконфигурабилне машине са паралелном кинематиком – MOMA
- 4.5 Систем управљања и програмирања.
- 4.6 Техничке карактеристике.
- 4.7 Испитивање стоне двоосне реконфигурабилне машине са паралелном кинематиком – MOMA.

На почетку овог поглавља наведена је суштина техничког решења. Потом је концизно описан уграђени двоосни паралелни механизам машине, па је приказан његов кинематички модел. Помоћу тог модела су решени инверзни и директни кинематички проблем. У опису пројектованих варијанти реконфигурабилних машина типа MOMA показани су CAD модели прототипова, као и облик и мере радних простора. Потом су детаљно описани систем за управљање отворене архитектуре и окружење и процедура за програмирања машине помоћу G кода за једну изабрану варијанту машине MOMA M2. Техничке карактеристике и могућности развијене Стоне двоосне реконфигурабилне машине са паралелном кинематиком – MOMA, дате су у проспекту у Прилогу 7.1 Елабората. Поред приказане методологије развојног испитивања машине, показани су и примери исцртаних пробних контура, добијених током верификације рада на различитим варијантама машина типа MOMA.

У оквиру *Закључка* се наводи да је развијена Стона двоосна реконфигурабилна машина са паралелном кинематиком – MOMA, део Едукационог система MOMA који омогућава, едукацију за реконфигурисање и хардвера (саме машине) и софтвера (система за управљање) и за програмирање глодалица свих типова помоћу CAM система и формата G кода на дијалекту NGC (Next Generation Control), без ограничења у односу на дужину програма, translације координатних система обратка, расположиве припремне и помоћне функције и слично. Управљачку јединицу чини један PC са оперативним системом Linux, са додатком који му омогућава да може да ради у реалном времену и систем за нумеричко управљање отворене архитектуре EMC2 чији се код може слободно користити, модификовати и дистрибуирати (*GNU General Public License*).

За даљи развој аутори планирају: (1) да се Едукациони систем MOMA и даље усавршава имплементацијом прототипа система за управљање и програмирање на бази стандарда из група стандарда ISO14649 и ISO10303, са посебном припремом за програмирање по протоколу ISO10303-238, (2) да се започну истраживања у домену мезо и микро технологија

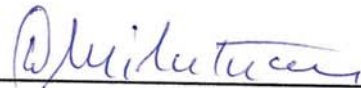
Стона двоосна реконфигурабилна машина са паралелном кинематиком – МОМА.
Извештај рецензената.

обrade резањем, за које би овај систем био полазна експериментална база, (3) да се искористи могућност да се на машинама овог типа врше и пробе са технологијом додавања материјала и то слој по слој, (4) да се додавањем треће серијске осе машина преведе у троосну машину алатку са хибридном кинематиком, (5) да се конципира и нова генерација ове машине са чистом паралелном кинематиком итд.

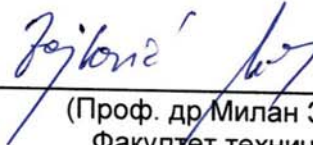
На крају Елабората су прилози. У Прилогу 7.1 је Проспект за Стону двоосну реконфигурабилну машину са паралелном кинематиком – МОМА, која је главни машински део овог техничког решења. У Прилогу 7.2 је списак комплета пратеће документације за признавање овог техничког решења.

МИШЉЕЊЕ

Аутори техничког решења "Стоне двоосне реконфигурабилне машине са паралелном кинематиком – МОМА" јасно су приказали и теоријски обрадили комплетну структуру техничког решења. Приказане могућности стоне двоосне реконфигурабилне машине са паралелном кинематиком – МОМА јасно указују да ово техничко решење представља допринос у развоју нових машина алатки са паралелном кинематиком и едукационих система за технологије нумеричког управљања. Предлажемо Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да се нови производ "Стоне двоосне реконфигурабилне машине са паралелном кинематиком – МОМА" прихвати као ново техничко решење.



(Проф. др Драган Милутиновић,
Машински факултет,
Београд)



(Проф. др Милан Зељковић,
Факултет техничких наука,
Нови Сад)

У Београду и Новом Саду, јула 2014. године

Naš znak:

1008

Datum:

3.9.2014.

Predmet: Stona dvoosna rekonfigurabilna mašina sa paralelnom kinematikom – moma

Prototip stone dvoosne rekonfigurabilne mašine sa paralelnom kinematikom – moma, je razvijen na Mašinskom fakultetu u Beogradu.

Ovaj prototip sa tehničkim rešenjem su razvili autori: doc. dr Saša Živanović, dipl. inž. maš., Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, prof. dr Miloš Glavonjić, dipl. inž. maš., Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, doc. dr Branko Kokotović, dipl. inž. maš., Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu i Zoran Dimić, dipl. inž. el., LOLA Institut, u okviru projekta TR-35022 („Razvoj nove generacije domaćih obradnih sistema“).

S obzirom da je prototip stone dvoosne rekonfigurabilne mašine sa paralelnom kinematikom – moma kompletno završen koristimo ga za konfigurisanje i rekonfigurisanje, programiranje i upravljanje obradnih sistema sa numeričkim upravljanjem na bazi softvera otvorene arhitekture, u okviru usavršavanja naših istraživača na Mašinskom fakultetu u Beogradu.

Beograd, 03.09.2014



v.d. direktora

Vladimir Kvrđić

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
БРОЈ: 1157/4
ДАТУМ: 18.07.2014.

На основу захтева доц. др Саше Живановића, бр. 1157/1 од 02.06.2014. године и чл. 63. Статута Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 17.07.2014. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се Техничко решење под насловом: „**Стопа двоосна реконфигурабилна машина са паралелном кинематиком - мома**“, чији су аутори: доц. др Саша Живановић, дипл.инж.маш., Универзитет у Београду Машински факултет, проф. др Милош Главоњић, дипл.инж.маш., Универзитет у Београду Машински факултет, доц. др Бранко Кокотовић, дипл.инж.маш., Универзитет у Београду Машински факултет, Зоран Димић, дипл.инж.ел., ЛОЛА Институт,

Одлуку доставити: Министарству просвете, науке и технолошког развоја РС, рецензентима и архиви Факултета ради евиденције.



2 Д Е К А Н
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милорад Милованчевић