

ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

„Регулисани погон резонантног електромагнетног вибрационог дозатора“

Аутори техничког решења

- Петар Мишљен, дипл. ел. инж., докторант Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу*
- др Жељко Деспотовић, виши научни сарадник Института Михајло Пупин, Београд*
- др Милан Матијевић, редовни професор Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу*

Наручилац техничког решења

- Центар за примењену аутоматику, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Корисник техничког решења

- Центар за примењену аутоматику, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Година када је техничко решење урађено

- 2015

Област технике на коју се техничко решење односи

- Процесна индустрија

1. Опис проблема који се решава техничким решењем

Вибрациони дозатори примењују се за транспорт и дозирање расутог и ситнозрног материјала, а најчешће као уређаји за повезивање радних места у производњи или као делови разних постројења. Основни делови дозатора су: (1) погонски механизам, (2) еластично учвршћен канал, односно, носива стаза и (3) вибрациони побуђивач.

Принцип транспорта материјала се заснива на инерцији материјала у покрету: канал се део пута креће променљивом брзином у истом смеру заједно са материјалом. На крају пута долази до наглог успоравања канала, а затим до промене смера кретања канала. Материјал се, услед инерције, и даље креће у истом смеру као и пре. Сталним кретањем канала и променом смера кретања, материјал се транспортује континуално у једном смеру [1]-[4].

Проблем решења регулисаног погона електромагнетног вибрационог дозатора садржан је у:

- развоју конструктивног решења електромагнетног вибрационог дозатора,
- развоју система мерења сигнала које користи управљачка јединица дозатора,
- развоју система мерења сигнала потребних за интегрисање експерименталног електромагнетног вибрационог дозатора у систем са аутоматским управљањем,
- изради упутства за примену експерименталног електромагнетног вибрационог дозатора са регулисаним погоном у научно истраживачком раду.

Експериментални електромагнетни вибрациони дозатор са регулисаним погоном је реализован као целовит систем који укључује развој свих претходно поменутих подсистема.

2. Стање решености проблема у свету - приказ и анализа постојећих решења

Вибрације канала могу да се постигну на разне начине: механички, електромагнетски, пнеуматски и хидраулични. Кретање канала може бити линеарно, елиптично и кружно. Комбинацијом наведених побуда и начина кретања развијена су многа решења, која су прилагођена одређеним потребама корисника [5]-[11].

На сликама 1-4 приказана нека од бројних решења која се примењују у свету.



Слика 1. Вибрациони дозатор произвођача "MEYER INDUSTRIES", са електромеханичком побудом



Слика 2. Вибрациони дозатор произвођача "MARTIN", са пнеуматском побудом



Слика 3. Вибрациони дозатор произвођача "MINING", са хидрауличном побудом



Слика 4. Вибрациони дозатор произвођача "ERIEZ", са електромагнетном побудом

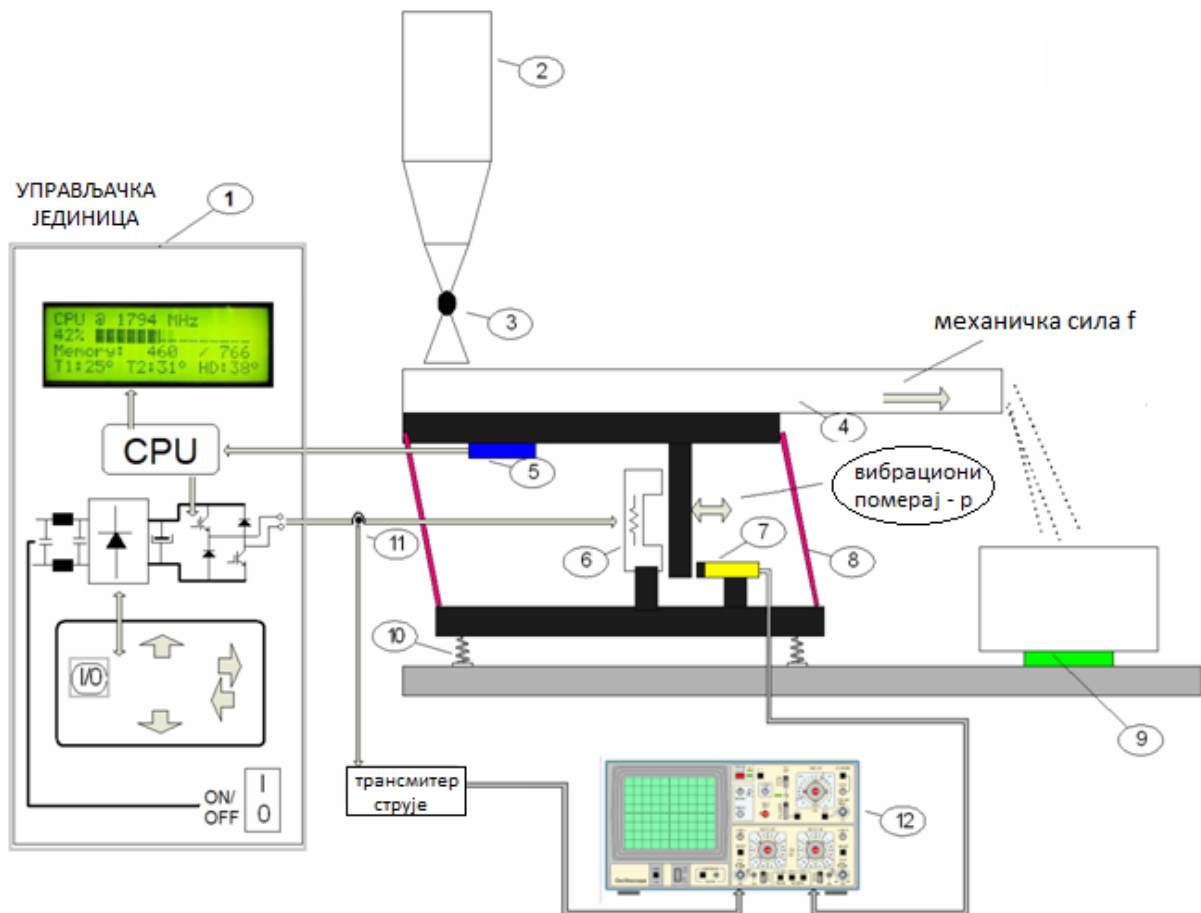
3. Суштина техничког решења

Суштина техничког решења је да, у просторно ограниченим кабинетским условима, омогући студентима приступ индустријском процесу који има широку примену у пракси.

Ово техничко решење треба да додатно заинтересује студенте за научно-истраживачки рад и да, као додатно наставно средство у центру за примењену аутоматику, обогати наставни садржај.

4. Детаљан опис техничког решења (укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже)

Блок шема целокупног експерименталног сетапа и саме механичке конструкције система за дозирање су приказани на Слици 5.



Слика 5. Блок шема техничког решења

У овом систему се уочавају следећи елементи : (1) управљачка јединица, (2) кош за допрему расутог материјала који се дозира, (3) засун за подешавање гравиметријског протока материјала из коша, (4) вибрационо корито, (5) сензор убрзања вибрационог корита, (6) електромагнетни побуђивач (актуатор) , (7) сензор помераја корита, (8) композитне слојевите опруге, (9) сензор тежине одмереног материјала, (10) пригушно-еластични елементи, (11) сензор струје и (12) осцилоскоп.

Управљачка јединица заједно са излазним претварачем реализованим у полумосној IGBT топологији , на основу задатих параметара, генерише струјне импулсе који побуђују електромагнетни погон. Ови параметри се задају преко тастатуре, уласком у одређени мени и подешавањем вредности параметара. Улазни параметри за управљачку јединицу су снага, учестаност струјних импулса и убрзање корита. Снага и учестаност се задају преко тастатуре, а информација о убрзању добија се са сензора убрзања, који је причвршћен за носач корита. Снага је параметар који је сразмеран средњој вредности струје електромагнетног побуђивача.

Постоље на којем је фиксиран механички део система је израђено од масивног блока, у циљу преношења вибрација на канал за проток расутог материјала. Преношење вибрација је спречено помоћу пригушно еластичних елемената. Постоље конструктивно омогућава чврсту везу са носачем композитних опруга, плоче за уградњу сензора помераја и конзоле носача коша изнад канала за транспорт расутог материјала. Носач опруга представља тачку ослонца за опруге и место на којем се фиксира индуктивни намотај (калем) вибрационог побуђивача.

Опруге су израђене од композитног материјала Fiberglass®-а. У комплекту сетапа налазе се четири пара опруга различите дебљине. Комбинацијом ових опруга врши се подешавање

коефицијента еластичности еквивалентне крутости система , а самим тим и подешавање резонантне учестаности.

Кош за допрему материјала је левкастог облика, чиме је обезбеђен слободни гравитациони проток материјала. Проток материјала из коша могуће је подешавати помоћу кугластог засуна (вентила) пречника $\frac{3}{4}$ ". Запремина коша је око 2 литра.

Сензор убрзања, типа "P/N 123-215", је причвршћен за носач канала. Сигнал са овог сензора се води у управљачку јединицу, ради праћења амплитуде и учестаности осциловања.

Управљачка јединица "VF-3 121-000-0754", на основу задатих вредности учестаности и снаге, управља радом претварача. Унос података се врши преко интегрисане тастатуре, уз приказ менија на дисплеју. Управљачка јединица може бити постављена у вертикални или у хоризонтални положај. У свако случају је потребно обезбедити слободну циркулацију ваздуха са задње стране кућишта. Боље хлађење се постиже монтирањем са задње стране за металну површину. Димензије кућишта управљачке јединице приказане су на слици 6 (мере су приказане у центиметрима).

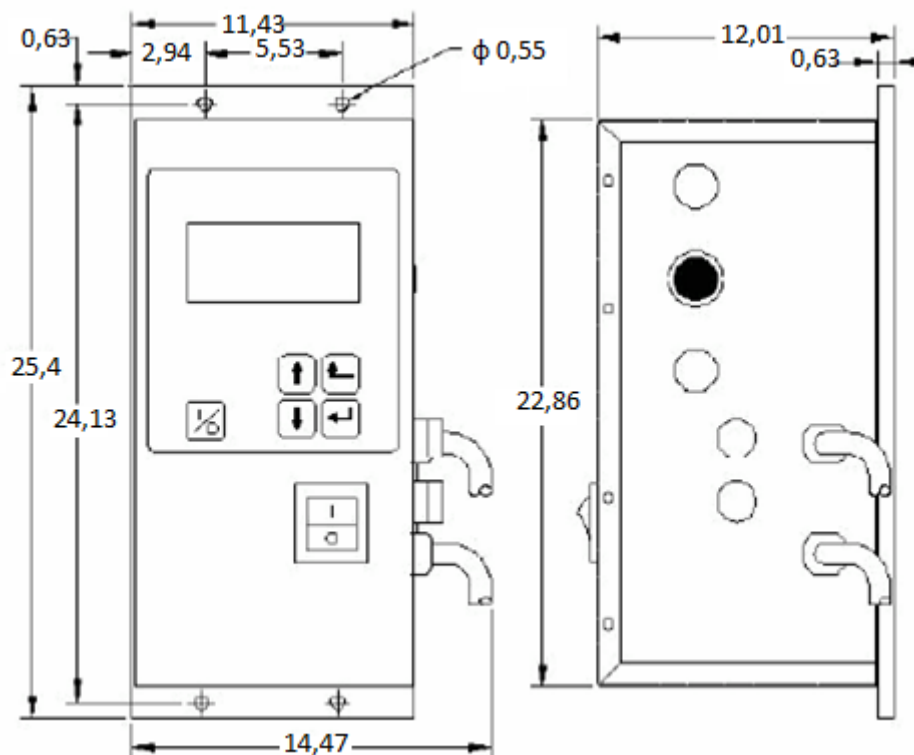
Енергетски претварач за побуду намотаја вибрационог побуђивача ради на принципу ширинско-импулсне "PWM" модулације. PWM је добијен поређењем референтног троугаоног таласног облика (учестаности 0-200Hz) и високофреквентног носиоца учестаности 20KHz.

Сензор вибрационог помераја носача корита, типа "TURCK Ni10-M18-LiU", базиран на индуковању вртложних струја, је механички причвршћен за носач опруга. Сигнал на излазу овог сензора сразмеран је релативном померају носача корита у односу на носач опруга, односно у односу на постоље дозатора.

Средња вредност струје мери се дигиталним мултиметром "MS8268", а као струјни сензор користи се бесконтактни сензор типа "AC712T", базиран на електромагнетном дејству променљиве примарне струје (струја намотаја вибрационог побуђивача).

Тренутне вредности вибрационог помераја носача корита и струје вибрационог актуатора се воде на улазе осцилоскопа.

За мерење тежине одмереног материјала користи се сензор силе (мерна ћелија), ослођен једном страном на стабилну основу. На другој страни сензора се монтира прихватна посуда за мерени материјал.

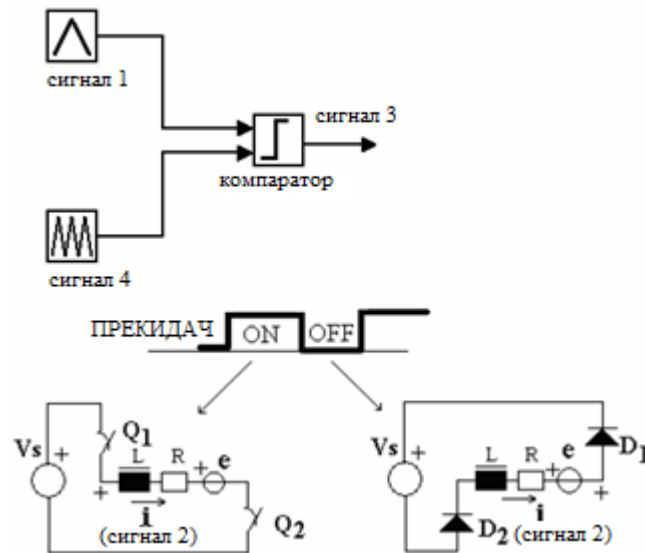


Слика 6 Димензије кућишта управљачке јединице (мере су у см)

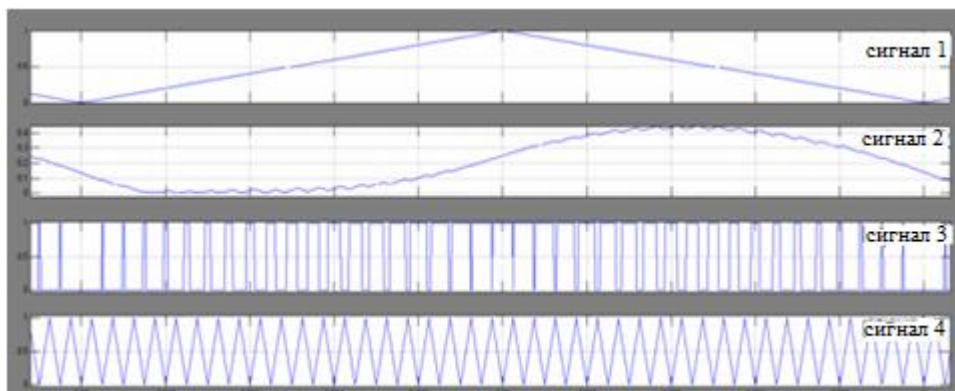
Побуда вибрационог актуатора, односно његовог претежно индуктивног намотаја је остварена из IGBT полумостног претварача кога чине два транзистора Q1 и Q2 и две повратне диоде D1 и D2. Обезбеђена је галванска изолација побудних кола транзистора од управљачког дела. За овај претварач је примењена PWM струјна контрола базирана на поређењу референтног сигнала ниске учестаности (0-200Hz) и троугаоног носиоца учестаности 20KHz. Принциуска шема енергетског претварача и припадајуће PWM управљачко коло су приказани на Слици 7. Таласни облици карактеристичних сигнала су приказани на Слици 8.

Референтни сигнал може бити правоугаони, троугаони или синусни. У овом случају је одабрана троугаона референца, на Слици 7 означена као "сигнал 1" и високофреквентни троугаони носилац "сигнал 4". Поређењем ова два сигнала у компараторском блоку, добија се ширински модулисана поворка импулса означена као "сигнал 3". Ова поворка импулса уствари управља радом IGBT прекидача Q1 и Q2.

У интервалима када су прекидачи Q1 и Q2 укључени ("сигнал 4" > "сигнал 1"), услед претежно индуктивне природе побудног намотаја вибрационог побуђивача, његова струја расте. У интервалима када су прекидачи Q1 и Q2 искључени ("сигнал 4" < "сигнал 1"), долази до укључења диода D1 и D2. Оне постају проводне и акумулирану енергију из калема повраћају у једносмерно (DC) међуколо енергетског претварача. У овом случају струја намотаја вибрационог побуђивача опада, обзиром да је напон на крајевима намотаја вибрационог побуђивача негативан. Струја намотаја вибрационог побуђивача на Слици 8 је означена као "сигнал 2".



Слика 7. Принципска шема IGBT претварача и начин генерисања PWM импулса

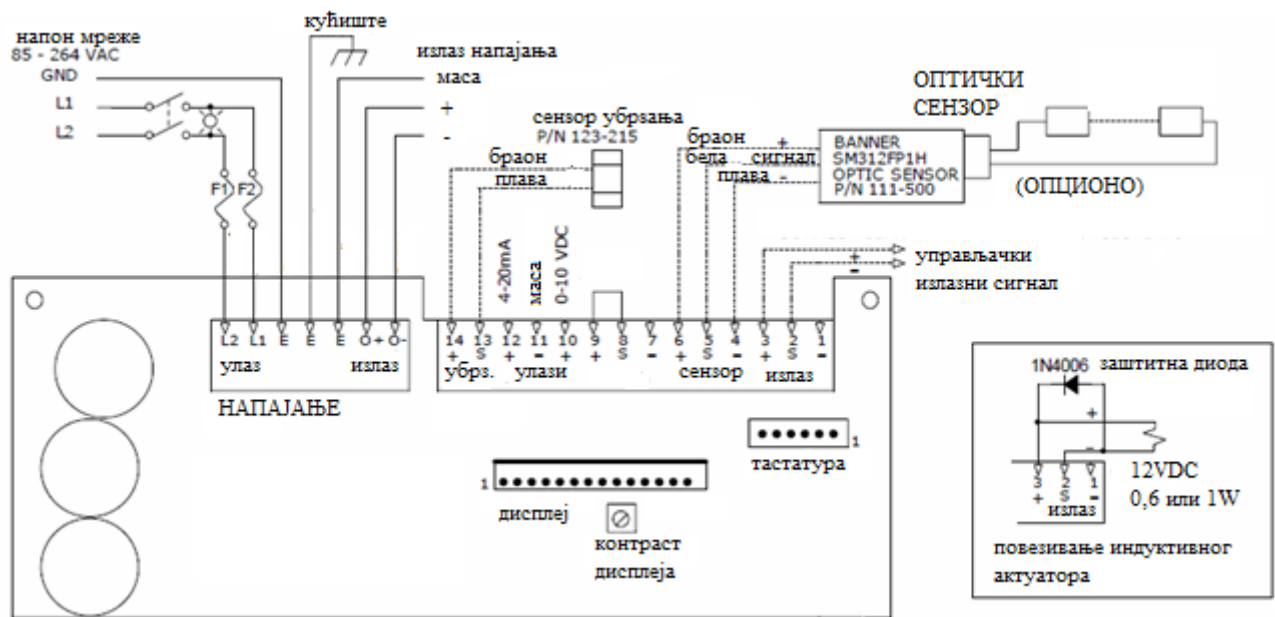


Слика 8. Таласни облици карактеристичних сигнала у управљачком колу IGBT претварача

Управљачки и контролни сигнали

Прикључци за контролне и управљачке сигнале су изведени изван кућишта управљачке јединице.

Улаз за краткоспојник (пинови (8) и (9)) користи се за дозволу рада управљачке јединице. Уколико је на овом улазу постављен краткоспојник, за покретање управљачке јединице довољно је укључити напајање. Уколико се овај улаз контролише преко релејног улаза, или на неки други начин, прекидачки елемент треба да је пројектован за 12V 3mA. Кад је овај улаз затворен на дисплеју је исписано "R=1", у супротном исписано је "R=0". Уколико се овај улаз контролише помоћу ПЛЦ-а, управљачки сигнал је потребно довести на пинове (8) и (7). Блок шема управљачке јединице је приказана на Слици 9.



Слика 9. Блок шема управљачке јединице

Помоћни излас (пинови (1), (2) и (3)) може да се користи за контролу електромагнетних вентила, разних релеја и за покретање неке друге управљачке јединице. Кад је овај излас активан на дисплеју је исписано "A=1", у супротном исписано је "A=0". Уколико је овај излас оптерећен индуктивним оптерећењем, потребно је обезбедити заштиту помоћу диоде која је инверзно поларисана. Максимално дозвољено оптерећење овог изласа је 12V 85mA.

Улази (10)-(14), приказани на блок шеми управљачке јединице, представљају улазе за сигнале који се користе за управљање брзином протока материјала. Сигнал са сензора убрзања се користи у случају када се управљање протоком материјала врши задавањем параметара преко тастатуре управљачке јединице. Аналогни улази користе се за струјну (4-20mA) и напонску (0-10V) контролу амплитуде осциловања.

Програмирање управљачке јединице

Програмирање управљачке јединице врши се подешавањем параметара у оквиру корисничког менија.

Тастер "ENTER" омогућује кретање кроз мени, приступ појединим подешавањима и потврду избора параметара. За улазак у кориснички мени потребно је неколико секунди држати притиснут овај тастер. Уколико су активирани мере заштите, пре уласка у кориснички мени потребно је унети одговарајући код.

Тастер "BACK" користи се за повратак по један корак уназад у корисничком менију и за излазак из корисничког менија.

Тастери "↑" и "↓" користе се за кретање кроз мени и за повећавање и смањивање вредности параметара, респективно.

Тастер "1/0" омогућује тренутни покретање или заустављање рада вибрационе јединице, у складу са претходно извршеним подешавањима у корисничком менију. Уколико је на дисплеју приказано "Stop/Run", дужим држањем овог тастера покреће се вибрациона јединица без обзира на стања на улазним и излазним прикључцима и на задате статусе у корисничком менију.

Подешавање амплитуде осциловања

Подешавање амплитуде осциловања врши се у менију "Power", а задаје се као проценат максимално могуће вредности. Граничне вредности овог параметра се задају у менију "Max

Amplitude" и "Min Amplitude". Ограничавање овог параметра врши се због спречавања физичког оштећења вибрационе јединице и прегревања калема.

У циљу спречавања оштећења опруга могуће је у менију "Power" подесити лагани старт вибрационе јединице. Лагани старт се постиже помоћу ефекта рампе.

Спољна контрола протока материјала

Проток материјала може да се контролише помоћу ПЛЦ-а, помоћу сигнала са "CFR" сензора или помоћу аналогног извора.

За управљање протоком помоћу "CFR" сензора, потребно је "Amplitude Source" и "Frequency Mode" подесити на "Auto Track". На дисплеју треба да је исписано "Run/CFR", што сигнализира да је сензор прикључен. Управљачка јединица користи сигнал са овог сензора да би одржавала константну амплитуду вибрација на резонантној учестаности. Препоручује се ограничење максималне амплитуде осциловања, приликом коришћења овог сензора, у циљу спречавања прегревања калема.

Струјна контрола, помоћу ПЛЦ-а, укључује се избором опције "4-20mA" у менију "Amplitude Source".

Напонска контрола, помоћу ПЛЦ-а, укључује се избором опције "0-10VDC" у менију "Amplitude Source".

Избором опције "Manual" занемарују се сви спољни сигнали и подешавање амплитуде осциловања се врши ручно помоћу тастера "↑" и "↓".

"CFR" позитивно и негативно појачање

Подешавање позитивног и негативног "CFR" појачања врши се избором вредности параметара "CFR Positive Gain" и "CFR Negative Gain". Ови параметри одређују брзину пораста, односно смањења, амплитуде осциловања уколико се иста разликује од задате. Уколико се подеси исувише мала вредност ових параметра, потребно је више времена да се постигне жељена вредност амплитуде осциловања. Уколико се подеси исувише велика вредност ових параметара, долази до сталног прескакања задате вредности амплитуде осциловања. Управљачка јединица користи вредности ових параметара када је у употреби сензор убрзања и кад је параметар "Amplitude Control" подешен на "Auto Track".

Подешавање учестаности

Подешавања везана за учестаност осциловања врше се у менију "Frequency". Учестаност побудних струјних импулса може да се подеси у распону од 5 до 140Hz. Природна (резонантна) учестаност осциловања вибрационе јединице зависи од коефицијента еластичности опруга и од тежине оптерећења које је ослоњено на опруге. Управљање учестаношћу побудних струјних импулса калема може бити аутоматско и ручно, што се подешава у менију "Frequency Mode". Вредност учестаности побудних струјних импулса потребно је подесити тако да буде једнака вредности резонантне учестаности вибрационе јединице. Вредност учестаности струјних импулса на дисплеју се показује у облику "F=120.0Hz".

У случају ручног тражења резонантне учестаности вибрационе јединице, потребно је вредност параметра "Power" подесити на 30%, а затим мењати учестаност струјних импулса све док се не пронађе вредност за коју је амплитуда осциловања највећа. Други начин тражења резонантне учестаности састоји се у куцању носача канала чекићем и снимању временског дијаграма помераја канала. Временски дијаграм представља приказ пригушених слободних осцилација. Учестаност ових пригушених осцилација је резонантна учестаност вибрационе јединице.

У случају аутоматског тражења резонантне учестаности потребно је прикључити сензор убрзања и параметре "Amplitude Source" и "Frequency mode" подесити на "Auto Tracking". Избором опције "Auto Scan" почиње аутоматско тражење резонантне учестаности вибрационе јединице. Уколико је претрага успешна, приказана вредност учестаности на дисплеју је приказана «болд» текстом.

Подешавање вибрационе јединице

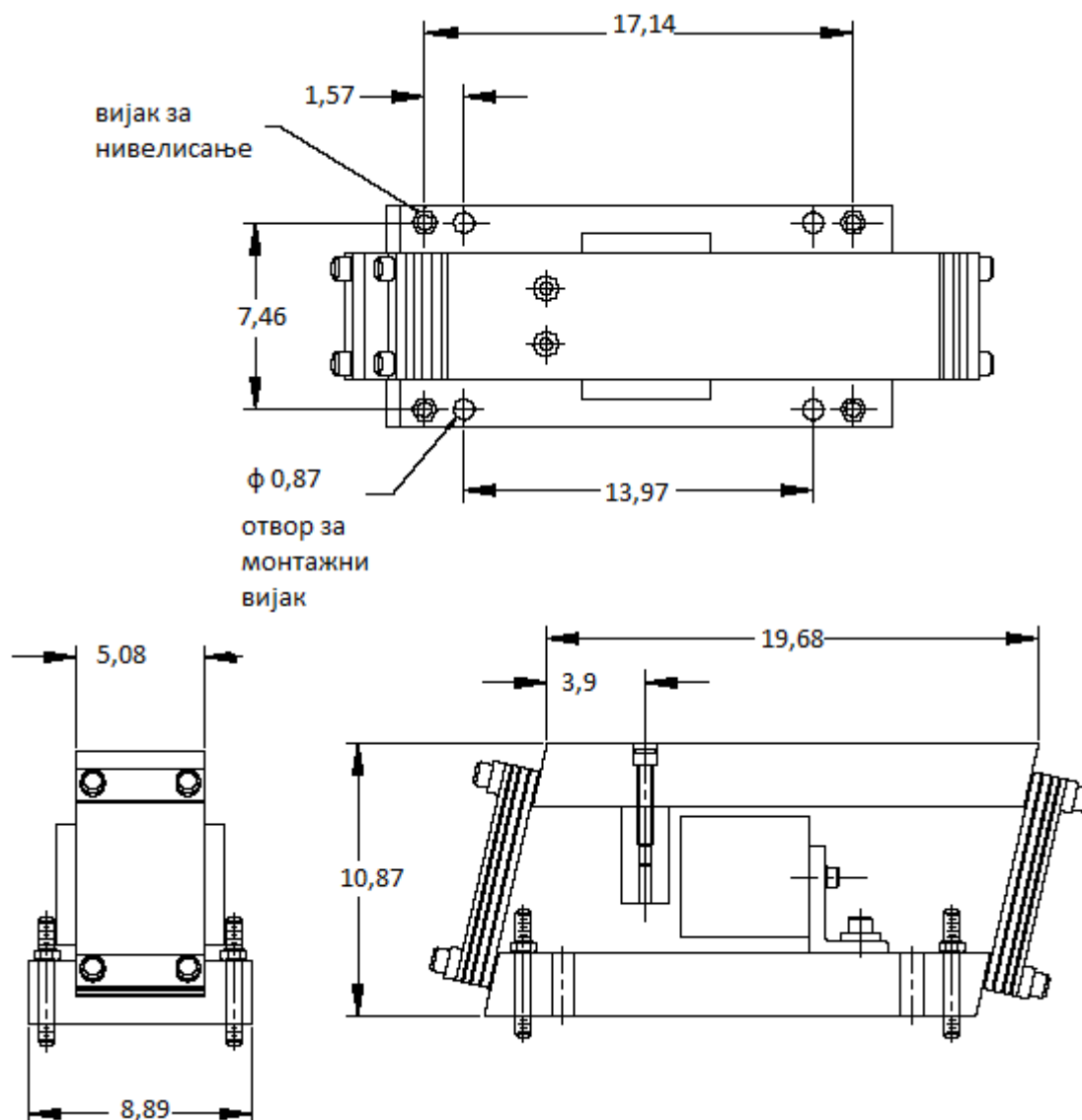
Да би се добио оптималан рад вибрационе јединице потребо је извршити следећа подешавања:

- Подешавање ширине ваздушног процепа калема.
- Подешавање еластичности опруга.
- Подешавање побуде електромагнета.

Препоручена ширина ваздушног процепа калема је 2,5mm. Ширина ваздушног процепа треба да је у распону од 0,7mm до 3mm. Приликом нормалног рада вибрационе јединице не би требало да покретна котва удара тело калема. Енергетски кабл калема треба причврстити тако да се на помера.

Подешавање еластичности опруга врши се променом броја опруга. На овај начин се подешава и механичка резонантна учестаност вибрационе јединице. Опруге се причвршћују помоћу вијака.

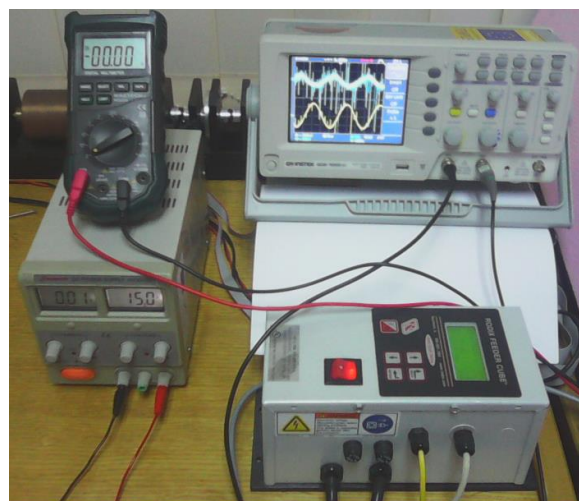
Препоручена амплитуда осциловања вибрационе јединице је 60% до 80% од максимално могуће вредности.



Слика 10. Димензије погонског механизма (мере су у cm)



Слика 11. Вибрациона јединица

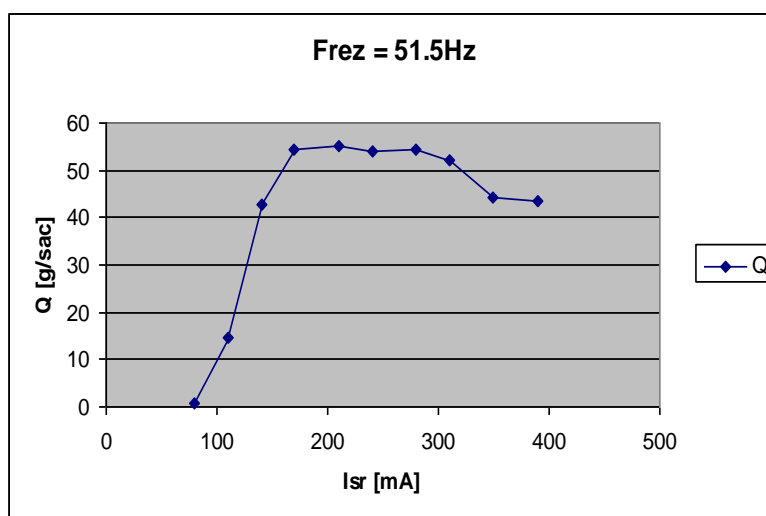


Слика 12. Управљачка јединица и мерна опрема

На Слици 11 је приказана вибрациона јединица са кошом за допремање материјала. На Слици 12 је приказана управљачка јединица са мерном опремом. Димензије погонског механизма су приказане на Слици 12.

Струјна карактеристика дозатора

На Слици 13 је приказана Q-I карактеристика дозатора (зависност протока од средње вредности струје калема) са резонантном учестаношћу $F_{rez} = 51,5\text{Hz}$. Карактеристика је снимљена за дозирање шећера.

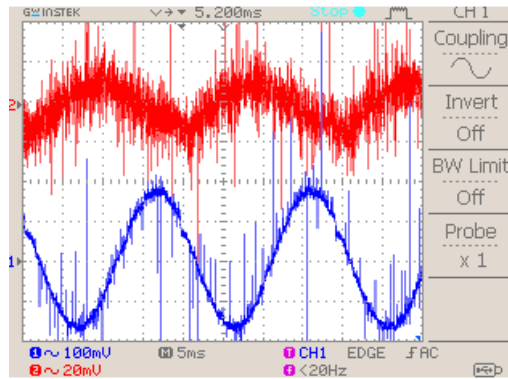


Слика 13. Зависност протока материјала од средње вредности струје, $F_{rez} = 51,5\text{Hz}$.

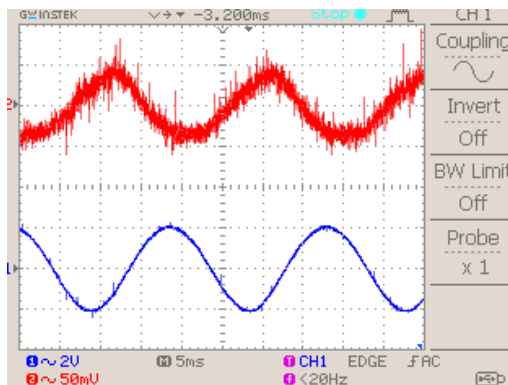
Добијена Q-I карактеристика потврђује чињеницу да је дозатор нелинеарни објекат управљања.

На сликама 14-16 приказани су осцилоскопски снимци струје калема и вибрационог помераја носача канала.

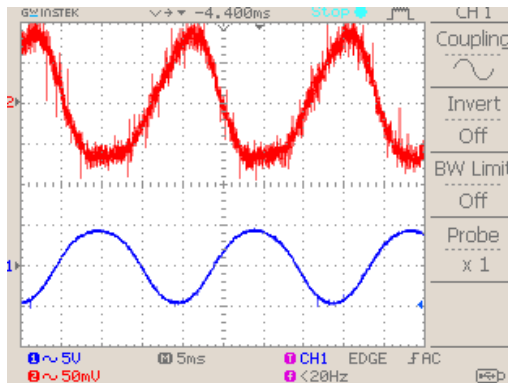
На каналу (1) осцилоскопа приказани су сигнали који се добијају са сензора помераја. Напонски ниво од 2V одговара померају од 1mm. На каналу (2) осцилоскопа приказани су сигнали који се добијају са сензора струје. Тренутна вредност струје у [mA] се рачуна по следећем обрасцу: $i(t) = 6.25 \cdot u(t)$, где је $u(t)$ тренутна вредност напона у [mV], који се очитава са сензора струје.



Слика 14. Временски облици помераја (1) и струје(2), $F_{rez} = 51,5\text{Hz}$, $I_{sr} = 80\text{mA}$.



Слика 15. Временски облици помераја (1) и струје(2), $F_{rez} = 51,5\text{Hz}$, $I_{sr} = 210\text{mA}$.



Слика 16. Временски облици помераја (1) и струје(2), $F_{rez} = 51,5\text{Hz}$, $I_{sr} = 210\text{mA}$.

Са осцилоскопских снимака вибрационог помераја уочава се његов нелинеаран карактер (плави траг-изобличена синусоида), што је и очекивано обзиром на веома интензивне вибрације покретног дела (котве) вибрационог побуђивача.

Литература

- [1] I.F. Goncharevich, K.V. Frolov, and E.I. Rivin, Theory of vibratory technology, Hemisphere Publishing Corporation, New York, 1990.
- [2] T. Dyr and P. Wodzinski, „Model particle velocity on a vibrating surface,” *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, Vol. 36, pp. 147-157, May 2002.
- [3] Hamid El hor & Stefan J. Linz, „Model for transport of granular matter on an annular vibratory conveyor“, *Journal of Statistical of Mechanics: Theory and Experiment*, (2005) L02005.
- [4] E. M. Slood and N. P. Kruyt, “Theoretical and experimental study of the conveyance of granular materials by inclined vibratory conveyors,” *Powder Technology*, Vol. 87, No. 3, pp. 203-210, 1996.
- [5] M.A. Parameswaran and S. Ganapathy, “Vibratory conveying-analysis and design: A review,” *Mechanism and Machine Theory*, Vol. 14, No. 2, pp. 89-97, Apr. 1979.
- [6] D.McGlinchey, “Vibratory Conveying Under Extreme Conditions: An Experimental Study”, *Advanced in Dry Processing 2002, Powder/Bulk Solids*, pp.63-67, November 2001.
- [7] L.Han and S.K.Tso, “Mechatronic design of a flexible vibratory feeding system”, *Proceedings of the I MECH-E- Part B Journal of Engineering Manufacture*, Vol.217, No.6, June 2003, pp.837-842.
- [8] P.Wolfsteiner, F.Pfeiffer, “Dynamics of a vibratory feeder”, *PROCEEDINGS of DETC '97, ASME Design Engineering Technical Conferences*, Sacramento, California, DETC97/VIB-3905, Sept.14-17, 1997, pp.1-9.
- [9] G. Winkler , “Analysing the Vibrating Conveyor”, *International Journal of Mechanics*, Vol.20, pp.561-570, 1978
- [10] T. Doi, K. Yoshida, Y. Tamai, K. Kono, K. Naito, and T. Ono, “Modelling and feedback control for vibratory feeder of electromagnetic type,” *Journal of Robotics and Mechatronics*, Vol. 11, No. 5, pp. 563-572, Jun. 1999.
- [11]Z. Despotovic and Z. Stojiljkovic, “Power converter control circuits for two-mass vibratory conveying system with electromagnetic drive: Simulations and experimental results,” *IEEE Trans. Ind. Electron.*, Vol. 54, No. 1, pp.453-466, Feb. 2007.
- [12] w.w.w.demateh.hr
- [13] w.w.w.meyer-industries.com
- [14] w.w.w.martin-eng.com
- [15] w.w.w.eriez.com
- [16] w.w.w.rodix.com

Одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу бр 01-1/824-33 од 19.03.2015. године, именовани смо за рецензенте техничког решења "Регулисани погон резонантног електромагнетног вибрационог дозатора", чији су аутори:

1. Петар Мишљен, дипл.ел.инж, докторант, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
2. Др Жељко Деспотовић, виши научни сарадник, Институт Михајло Пупин, Београд
3. Др Милан Матијевић, редовни професор, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

На основу предлога овог техничког решења подносимо следећи

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ	
19.05.2015	Предност
011/1224	

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење "Регулисани погон резонантног електромагнетног вибрационог дозатора" чији су аутори Петар Мишљен, Др Жељко Деспотовић Проф. др Милан Матијевић, реализовано је 2015.године, приказано је на 14 страница формата А4, писаних ћиричним 12pt (Times New Roman) фонтом, сингл проредом и садржи 16 слика. Састављено је од следећих поглавља:

1. Опис проблема који се решава техничким решењем
2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења
3. Суштина техничког решења
4. Детаљан опис техничког решења (укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже)
5. Литература.

Техничко решење припада области: Процесна индустрија.

Наручилац техничког решења је Центар за примењену аутоматику, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, а техничко решење је реализовано у оквиру Пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја бр. ТР 33022.

Основна полазна идеја за ово техничко решење прихваћена је и објављена у часопису *IEEE Transactions on Industrial Electronics*:

1. Z. Despotovic and Z. Stojiljkovic, "Power converter control circuits for two-mass vibratory conveying system with electromagnetic drive: Simulations and experimental results," *IEEE Trans. Industrial Electronics*, Vol. 54, No. 1, pp.453-466, Feb. 2007

Примена предложеног техничког решења очекивана је у предузећима домаће и стране процесне индустрије која се баве транспортом и дозирањем расутих материјала.

Тренутно се примењује у лабораторијским условима у Центру за примењену аутоматику Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

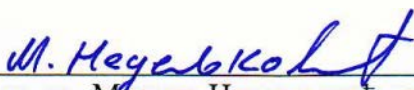
МИШЉЕЊЕ


Анализом текста техничког решења под називом "Регулисани погон резонантног електромагнетног вибрационог дозатора" чији су аутори: Петар Мишљен, Др Жељко Деспотовић и проф.др Милан Матијевић, може се констатовати следеће:

1. Техничко решење је ново и оригинално. Настало је као резултат истраживачког рада у области управљања вибрационим дозаторима расутих материјала.
2. Приказано и реализовано техничко решење у односу на постојећа техничка решења карактерише већи степен универзалности као и могућност рада у лабораторијским условима. Техничко решење поседује функционалност лабораторијског модела за инжењерско образовање, али и за истраживачке сврхе (верификација нових алгоритама управљања).
3. Решење је конципирано на модуларном принципу са великим могућностима надградње и са оригиналним актуаторским и мерним системом.
4. Ово решење припада класи вибрационих дозатора веома широке области примене и засновано је на веома поузданом побудном електромеханичком, мерном и управљачком систему. Решење се такође одликује лакоћом опслуживања и једноставношћу дизајна.
5. Техничко решење припада групи савремених лабораторијских постројења и у области вибрационог транспорта и дозирања расутог материјала, заузима веома значајно место.

На основу изложеног, предлажемо да се лабораторијско постројење "Регулисани погон резонантног електромагнетног вибрационог дозатора" прихвати као ново техничко решење, у категорији НОВО ЛАБОРАТОРИЈСКО ПОСТРОЈЕЊЕ (категорија М83)

18.05.2015, у Београду


Доц. др Милош Недељковић, доцент Електротехничког факултета
Универзитета у Београду


Проф. др Томислав Шекара, ванредни професор Електротехничког
факултета Универзитета у Београду



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
Факултет инжењерских наука
Број: ТР-85/2015
21. 05. 2015. године
Крагујевац

Наставно-научно веће Факултета инжењерских наука у Крагујевцу на својој седници од 21. 05. 2015. године на основу члана 205. Статута Факултета инжењерских наука, донело је

ОДЛУКУ

Усвајају се позитивне рецензије техничког решења „**Регулисани погон резонантног електромагнетног вибрационог дозатора**“, аутора **Петра Мишљена**, дипл. ел. инж. студента докторских студија Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, **др Жељка Деспотовића**, вишег научног сарадника Института Михајло Пупин у Београду и **др Милана Матијевића**, редовног професора Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

Решење припада класи **М83**, према класификацији из Правилника о поступку, начину вредновању, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача („Сл. Гласник РС“ - бр. 38/2008).

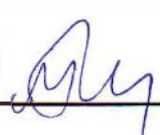
Рецензенти су:

1. **Др Милош Недељковић**, доцент, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду,
Ужа научна област: Енергетски претварачи и погони,
2. **Др Томислав Шекара**, ванр. проф., Електротехнички факултет, Универзитет у Београду,
Ужа научна област: Аутоматика.

Достављено:

- Ауторима
- Архиви

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА


Др Мирослав Живковић, редовни професор