

**ПРОЈЕКТОВАЊЕ И РЕГУЛАЦИЈА РАДА ТРАКАСТОГ ДОЗАТОРА****DESIGN AND WORK REGULATION OF THE BELT FEEDER**Милорад Кузманчев, Драган Живанић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – МАШИНСТВО**

**Кратак садржај** – У овом раду је приказана неопходна контролно управљачка опрема потребна за регулисан рад и мерења на тракастом дозатору. Неопходне електро компоненте су имплементирани на постојећи специјални тракасти транспортер тако да су формирале једну целину функционалног тракастог дозатора. Циљ је био да се добије функционалан тракасти дозатор који би послужио за практична мерења, лабораторијске вежбе и као практичан уређај за даља испитивања.

**Кључне речи:** тракасти дозатор, тракасти транспортер, регулација рада

**Abstract** – In this paper it is shown the essential control equipment necessary for the regulated work and measurement on the belt feeder. Necessary electro components are implemented to the existing special conveyor belt, therefore they have formed one whole of the functional belt feeder. The aim was to obtain a functional belt feeder which would serve for practical measurement, laboratory exercises and as practical device for further testing.

**Keywords:** belt feeder, conveyor belt, work regulation

**1. УВОД**

Дозирање је саставни део сваког процеса код савремене индустријске производње. Назив уређаја или машине за дозирање, је углавном дефинисан техничким решењем којим се остварује транспорт у току рада, па тако постоје проточни, тракасти, вибрациони и други дозирни уређаји.

Тракасти дозатор омогућава транспортовање жељене количине материјала унутар задатог временског периода, односно постизање жељеног протока материјала. Састоји се обично од кратког тракастог транспортера са механизмом за мерење масе (вага) и регулационих органа, при чему исти континуално и аутоматски мери проток расутог материјала који пролази преко транспортне траке, без прекида тока материјала [3].

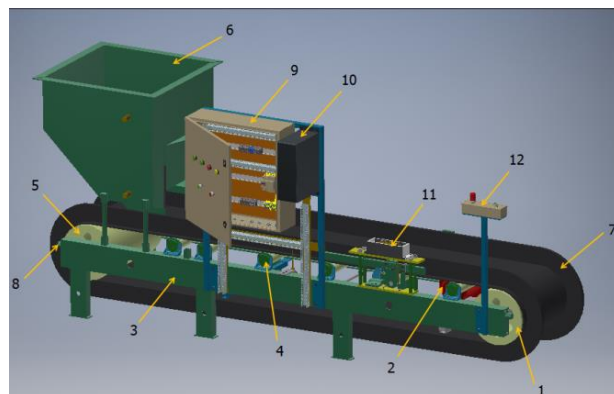
Осим мерења масе материјала неопходно је истовремено мерење и брзине траке транспортера.

**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Живанић.

**2. КОНСТРУКЦИЈА ТРАКАСТОГ ДОЗАТОРА**

Тракасти дозатор, слика 1, чине два бубња, од којих је бубањ (1) погонски који преноси обимну силу на траку путем трења, а бубањ (5) затезни. Бескрајна трака (7) која прелази преко њих представља вучни и носећи елемент транспортера. Да би се створили услови за пренос обимне силе путем трења, трака мора да буде затегнута, што се остварује преко затезних навојних вретена (8) који су приказани на затезном бубњу. Погонски бубањ добија кретање од моторредуктора (2) посредством ланчастог преносника. Трака се на горњој (радној) страни ослања на ваљчане слојеве (4) чиме се постиже потребан положај, односно спречава превелики угиб траке. Утовар материјала је на задњем крају траке преко усипног коша (6) са шибером, са којим је могуће регулисати количину материјала која се утовара на траку [1]. Мерна вага служи за мерење транспортованог материјала по траци, а састоји се од ваљчаног слога, који се са механизмом у виду клацкалице повезује са мерном ћелијом. У командном орману лица места (9) смештени су следећи елементи: PLC, релеји, моторна заштита, тастери, сигнализација. Поред ормара је постављен фреквентни регулатор (10). Сви ови елементи су постављени на носећу конструкцију тракастог дозатора (3) која је ослоњена на подлогу. Трака транспортера на својим крајевима, целом дужином има бочне стране у облику „завесица“, чиме се повећава површина попречног пресека материјала, односно капацитет транспортера.



Слика 1. Приказ основних елемената тракастог дозатора

**2. ПРИНЦИП РАДА ТРАКАСТОГ ДОЗАТОРА**

Притиском на NO тастер старт покреће се погон тракастог дозатора, при чему се укључује зелена сијалица, слика 2. Уколико је бункер празан,

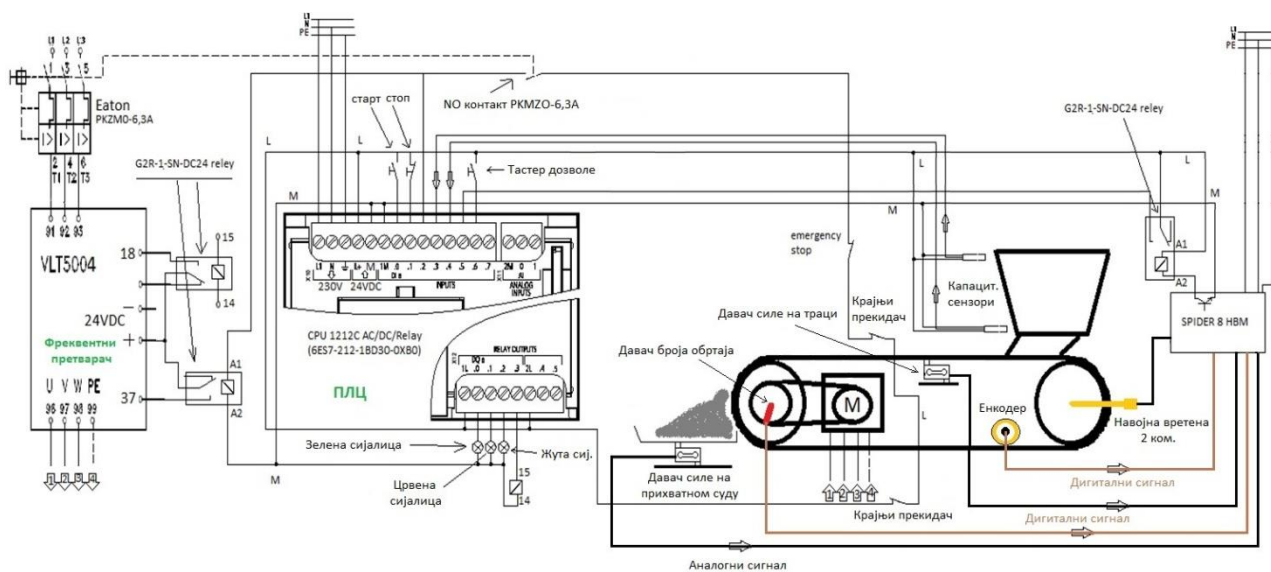
капацитивни сензор нивоа на бункеру, који је намештен при дну, детектује да нема материјала и на основу тога *PLC* укључује „додавач материјала” који је у корисничком програму и практичном делу задатка представљен жутом сијалицом (у правом погону то би била нека друга машина која би допремала материјал до дозатора или утоварни бункер, силос и сл.). Током утовара материјала долази до пуњења бункера и у једном тренутку материјал прекрива сензоре у бункеру, што даје сигнал *PLC* да искључи жуту сијалицу тј. замишљени „додавач материјала”.

Након што је бункер напуњен, потребно је да оператер који ради на тракастом дозатору притисне *NO* - тастер дозволе (тастер оператера). Након притиска тастера дозволе не значи да ће мотор траке почети да ради, јер то зависи од више услова: први услов је да допремач материјала у бункер не сме да ради, што је испуњено у овом случају. Други услов је да у прихватном суду нема материјала. Трећи услов тиче се безбедности оператера и опреме - стога је неопходно да није притиснут (*NC*) печуркасти тастер (*emergency stop*), да крајњи прекидачи који детектују евентуално бочно померање траке буду у нормалном положају (*NC*) и да је помоћни контакт моторног

заштитног прекидача затворен. Уколико су сви ови услови испуњени и оператер притисне тастер дозволе, мотор траке почиње да ради, а материјал се премешта из бункера у прихватни суд.

У том тренутку наступа аквизициони мерни уређај *SPIDER 8 HBM* на коме се задаје количина материјала која се жели претранспортовати - проток. Након доспећа материјала на траку, проточна вага, тј. мерна ћелија мери тежину материјала, енкодер мери брзину обртања траке, и из та два улазна сигнала *SPIDER* прерачунава проток. Када се претранспортује задата количина материјала, *SPIDER* активира релеј који даје сигнал да *PLC* искључи мотор траке. На прихватном суду је постављен давач силе, који шаље аналогни сигнал, на основу ког *SPIDER* мери да ли је претранспортована задата количина материјала, што ће имати велику улогу у калибрацији проточне ваге.

*SPIDER 8* је, такође, задужен да обради сигнале са осталих сензора. На њега је повезан бесконтактни давач броја обртаја бубња и два навојна вретена, на којима су налепљене мерне траке и као таква целина чине мерну ћелију која мери силу затезања траке. Све те податке *SPIDER 8* помоћу *HBM* софтвера *CATMEN* приказује на рачунару.



Слика 2. Шематски приказ повезивања свих елемената на тракастом дозатору

### 3. ОДАБИР ОПРЕМЕ

#### 3.1. Фреквентни претварач

Фреквентни регулатори, слика 3, су уређаји који управљају брзином обртања асинхроних и синхроних електро мотора, при чему је потребно мењати фреквенцију и напон, да би постигли жељени број обртаја. Данас у свим аутоматизованим погонима стандардно се користи трофазни мотор са фреквентним регулатором, па је сходно тој чињеници кључно одабрати адекватан фреквентни регулатор. Они се бирају на основу оптерећења, у складу са функцијом коју обављају и осталим техничко-економским параметрима. У овом случају, погон тракастог дозатора је нисконапонски трофазни кавезни асинхрони мотор (Север, каталожки број

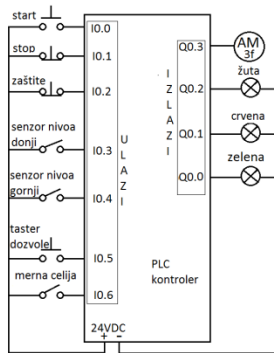
*ZK80 B-4*) номиналне снаге 0,75 kW, преко редуктора који је са погонским бубњем повезан ланчаницима и ланцем. За његову регулацију употребљен је претварач *Danfoss VLT 5000 Series-type 5004* номиналне снаге од 2,2 kW.



Слика 3. Конфигурација система управљања

### 3.2. Програмабилни логички контролер PLC

PLC је дигитални електронски уређај који користи програмабилну меморију за памћење наредби којима се захтева извођење специфичних функција, као што су логичке функције, секвенцирање, пребројавање, мерење времена, израчунавање у циљу управљања различитим машинама и процесима [2]. Након што је дефинисана и описана опрема погона тракастог дозатора и након што је установљен начин рада, могло се приступити избору контролера и начину аутоматизације која ће бити реализована помоћу контролера SIMATIC S7 PLC фамилије. Овде је приказан упрошћен модел пројектног задатка, слика 4, који ће програмеру дати потпуну слику о томе шта је повезано на улазе и излазе PLC. На основу тога је лакше схватити шта треба да се дефинише у лествичастом дијаграму, како би PLC на прави начин вршио своју функцију и одговорио на све захтеве приликом управљања поменутиим погоном.



Слика 4. Упрошћен модел пројектног задатка

### 3.3. Аквизициони мерни уређај SPIDER – 8 HBM

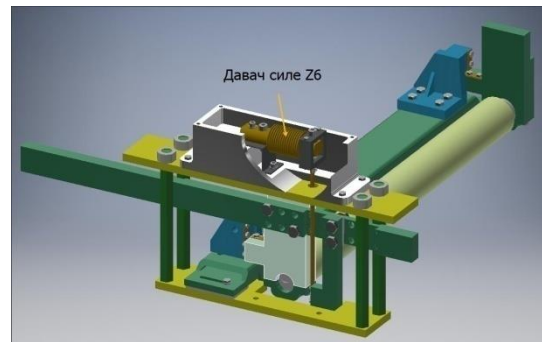
Аквизициони мерни уређај SPIDER 8, слика 5, је више-канална електронска јединица за паралелно мерење динамичких величина помоћу рачунара. Једноставно се повезује са рачунаром преко прикључка за штампач и брзо припрема за мерење. Сваки канал обезбеђује побуду за пасивне четворополне претвараче, филтере и властити претварач. Мали софтверски пакет, који је инсталиран у систем Spider 8, ради под оперативним системом MS Windows и омогућава аквизицију података (континуалну или периодичну) и њихово снимање у датотеке. HBM је развио и софтверски пакет CATMAN који омогућава произвољно дефинисање начина на који ће се приказати резултати мерења, потпуну (тренутну и накнадну) анализу резултата, произвољну интеракцију између корисника и софтвера, контролу и помоћ при мерењу.



Слика 5. SPIDER 8 HBM

### 3.4. Давачи силе

Давачи силе служе за мерење механичких вредности нпр. силе преводећи је у електронски облик (напон). Састоје се од мерних трака које су чврсто залепљене за опружни елемент, најчешће четири које су повезане у Витстонов мост. На тракастом дозатору су примењена четири давача силе. Један је постављен на мерној ваги и мери силу материјала на траци, слика 6. Други је постављен испод прихватног суда и мери тежину материјала, слика 7. Трећи и четврти давач су исти, направљени су дорадом навојних вретена за затезање бубња и мере силу у траци, слика 8.



Слика 6. Давач силе постављен на мерној ваги



Слика 7. Давач силе постављен испод прихватног суда



Слика 8. Давач силе на затезном бубњу

### 3.5. Остала опрема

Да би тракасти дозатор у потпуности функционисао и био безбедан за употребу, потребна је додатна помоћна опрема. Ту спадају тастери за укључивање-искључивање, светлосна сигнализација, тастер за хитно искључење (*emergency stop buttons*) и крајњи прекидачи који детектују бочно померање траке са бубња. Сви они, уколико дође до њихове активације, доводе до прекида рада тракастог дозатора.

За заштиту електро мотора и фреквентног претварача од струјног преоптерећења користи се моторни заштитни прекидач PKZM0. Присутни су капацитивни сензори за мерење нивоа материјала у бункеру и релеји за галванско раздвајање комуникације између PLC-a и SPIDER-a. На повратној страни траке постављен је ротациони енкодер, слика 9, који се

креће по унутрашњем делу траке [4]. Упоређивањем података о брзини погонског бубња и брзини траке може се контролисати и евентуално детектовати проклизавање траке на погонском бубњу.



Слика 9. Изглед ротационог енкодера

## 5. МЕТОДОЛОГИЈА ИСПИТИВАЊА

Циљ испитивања је утврђивање тачности мерног уређаја, калибрација или баждарење. Пре пуштања у рад тракастог дозатора, неопходно је проверити све електро спојеве визуелно и мерним инструментом. Потребно је извршити правилно затезање траке како би се њена оса поклопила са подужном осом транспортера. Прво стартовање транспортера се врши са минималним бројем обртаја електро мотора, уз контролу положаја траке на бубњевима како би се уочила евентуална могућност бочног померања траке током кретања. Неопходно је проверити функционалност сигурносне опреме, тастера сигурности и бочних искључивача. Сви мерни сензори се повезују на *Spider 8*, након чега се врши њихова калибрација - мерна вага је калибрисана помоћу ланца, а мерни сандук помоћу тегова који су еталонирани. По потреби се додатно коригује затегнутост траке, све док давачи силе не покажу исту вредност затегнутости и док трака током рада не постигне правилан положај. Тек тада је могуће приступити мерењу, а у конкретном случају за пробно испитивање је коришћена житарица јечам. Прво је сниман сигнал празне траке у раду са сензора на мерној ваги, а након тога је из утоварног бункера утоваран јечам на траку тако да се на мерној ваги мерила маса претранспортованог јечма и саме траке.



Слика 10. Пуштање тракастог дозатора у рад

Са друге стране, да би се проверила тачност мерења на мерној ваги, вршено је мерење количине материјала који је доспевао у прихватни суд. Одзимањем укупне измерене масе материјала и траке и измерене масе траке се добила укупна количина материјала који је претранспортован и тај податак је упоређен са измереном укупном масом на прихватном суду.

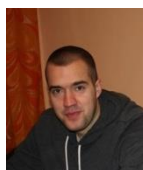
## 6. ЗАКЉУЧАК

У овом раду је посебна пажња била посвећена начину аутоматизације и регулације рада тракастог дозатора. Рад је имао више фаза. У првој фази је израђен 3D модел целог транспортера, предвиђена су места поставке и уградње свих неопходних компоненти. Затим је било потребно дефинисати алгоритам управљања, а потом се приступило практичном раду где је комплетан уређај са свим уграђеним компонентама требало довести у функционално стање. Током целокупног пројектовања наилазило се на низ проблема који су се решавали у ходу што овакви радови управо и захтевају. Искористићена је сва постојећа опрема која је била доступна и употребљива, набављена је остала потребна опрема, при чему се због ограничених материјалних средстава тежило што једноставнијим и јефтинијим решењима, која су задовољила све захтеве које је требало испоштовати.

## 6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ј. Владић, "Непрекидни и аутоматизовани транспорт", *ФТН*, Нови Сад 1991.
- [2] Д. Марчевић, "Програмабилни логички контролери и комуникациони протоколи у електроенергетици", *ФТН*, Нови Сад 2014.
- [3] В. Васић, "Систематизација машина за паковање, транспортни системи и испитивање тракастог дозатора", Мастер рад, *ФТН*, Нови Сад 1999
- [4] [http://www.usas.no/index.php?page=shop.getfile&file\\_id=25&product\\_id=38&option=com\\_virtuemart&Item\\_id=2](http://www.usas.no/index.php?page=shop.getfile&file_id=25&product_id=38&option=com_virtuemart&Item_id=2) (приступљено у јуну 2018.)

### Кратка биографија:



**Милорад Кузманчев** је рођен у Новом Саду 1989. год. Дипломски рад на Факултету техничких наука из области Машинства – Мотори СУС одбранио је 2015. год.

контакт: miloradkuzz@gmail.com



**Драган Живанић** је рођен 1972. год. у Сремској Митровици. У звању доцента на ФТН-у у Новом Саду од 2014. год.