

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Механизми машина

Број индекса: 79/2017

Никола Б. Митровић

**МЕХАНИЗМИ СА ПЕРИОДИЧНО
ПРЕКИДНИМ КРЕТАЊЕМ - КИНЕМАТИКА И
ПРИМЕНА**

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. **Др Саша Јовановић, ванредни професор - ментор**

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____



**Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука**



У оквиру овог завршног рада кандидат треба да у раду представи улогу и принцип рада механизма са периодично прекидним кретањем. Такође, потребно је да прикаже неколико карактеристичних примера овог типа механизма, као и да објасни њихову кинематику. Студент треба да изврши моделирање једног механизма са периодично прекидним кретањем.

Препоручена литература:

- [1] Живковић Ж., Теорија машина и механизма - Кинематика, Машински факултет у Нишу, Ниш, 1992.
- [2] Autorenkollektiv (Editor Volmer,J.), Getriebetechnik, VEB Verlag Technik, Berlin, 1976.
- [3] Adamović, Ž., Grujin, S., Mehanizmi mašina, Tehnički fakultet „M. Pupin, Zrenjanin, 2003.

Ментор:

др Саша Јовановић, ванредни професор

Крагујевац, 30.04.2020.

Summary

In this diploma work, the topic of mechanisms with periodic intermittent motion will be discussed in detail. At the very beginning of the diploma work, the historical development of mechanisms will be described, but some of the scientists who dealt with this field will also be highlighted. In the further work, the division of mechanisms, their behavior will be given and their transfer functions will be described. One part of the work, as well as the central part of the work will be focused and based on the division of mechanical transmissions with periodic intermittent movement, the above mechanisms will be illustrated as well as their kinematics. The final part of the paper will be based on modeling one of the mechanisms of periodic intermittent motion with the presentation of some of the kinematic characteristics.

Keywords: mechanism, periodic intermittent movement

Резиме

У овом дипломском раду детаљно ће се обрађивати тема механизми са периодично прекидним кретањем. На самом почетку дипломског рада биће описан историјски развој механизма, али биће и истакнути неки од научника који су се овом облашћу бавили. У даљем раду биће дата подела механизма, њихово понашање и описане ће бити њихове преносне функције. Један део рада, уједно и централни део рада биће фокусиран и базиран на подели механичких преносника са периодично прекидним кретањем, сликовито ће бити приказани наведени механизми као и њихова кинематика. Крајњи део рада ће се базирати на моделирању једног од механизма периодично прекидног кретања са приказом неких од кинематских карактеристика.

Кључне речи: механизам, периодично прекидно кретање

Садржај

1. УВОД И ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ	6
2. МЕХАНИЗМИ СА ПЕРИОДИЧНО ПРЕКИДНИМ КРЕТАЊЕМ.....	10
2.1 МЕХАНИЗАМ СА МАЛТЕШКИМ КРСТОМ.....	11
2.2 МЕХАНИЗАМ СА ЗВЕЗДАСТИМ ТОЧКОМ	18
2.3 МЕХАНИЗМИ СА СКАКАВИЦОМ.....	21
3. МОДЕЛИРАЊЕ МАЛТЕШКОГ КРСТА У ОКВИРУ ПАКЕТА CATIA V5 R20	24
4. ЗАКЉУЧАК.....	31
5. ЛИТЕРАТУРА.....	32

1. УВОД И ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

Теорија механизма развијала се с развојем индустрије, а посебно машинства. Због тога се о основама механизма може говорити тек у 18. веку, кад почињу значајнија истраживања на подручју кинематике раванског и просторног кретања тела, а посебно на подручју кинематике принудног кретања. Најважнији радови тог доба јесу радови швајцарских математичара *J. Bernoullija* и *L. Eulera*. *Bernoullije* је поставио теорему о тренутном полу раванског кретања сила и просторном кретању тела. У то време радови *T. Newcomena* и *J. Watta* су омогућили изградњу прве парне машине. *Watt* је конструисао и свој познати паралелограм, а остварен је и низ других механизма за техничку примену [1].

Највише достигнућа, на којима се темељи значај о механизмима утврђено је током 19. века. Теорија механизма, под називом „Механика примењена на машинама“, појавила се и као посебан наставни предмет, коју је још 1838. познати француски математичар *J. Poncelet* предавао на Сорбони, а затим и у Политехничкој школи у Паризу. *Poncelet* је аутор радова о конструкцији спрегнутих профила који се додирују по еволвентним и циклоидним кривајама. Таквим радовима, који су постали основа теорије озубљења, бавили су се у то време и остали представници француске школе теорије механизма. Међу њима су: *A. Ampère*, који је неко време предавао механику у Политехничкој школи у Паризу, *F. Savary* који се бавио теоријом закривљености спрегнутих профила и одговарајућих полоида и путања и *E. Bobillier*, који је поред осталог, дао графичко решење за одређивање средишта закривљености спрегнутих профила [1].

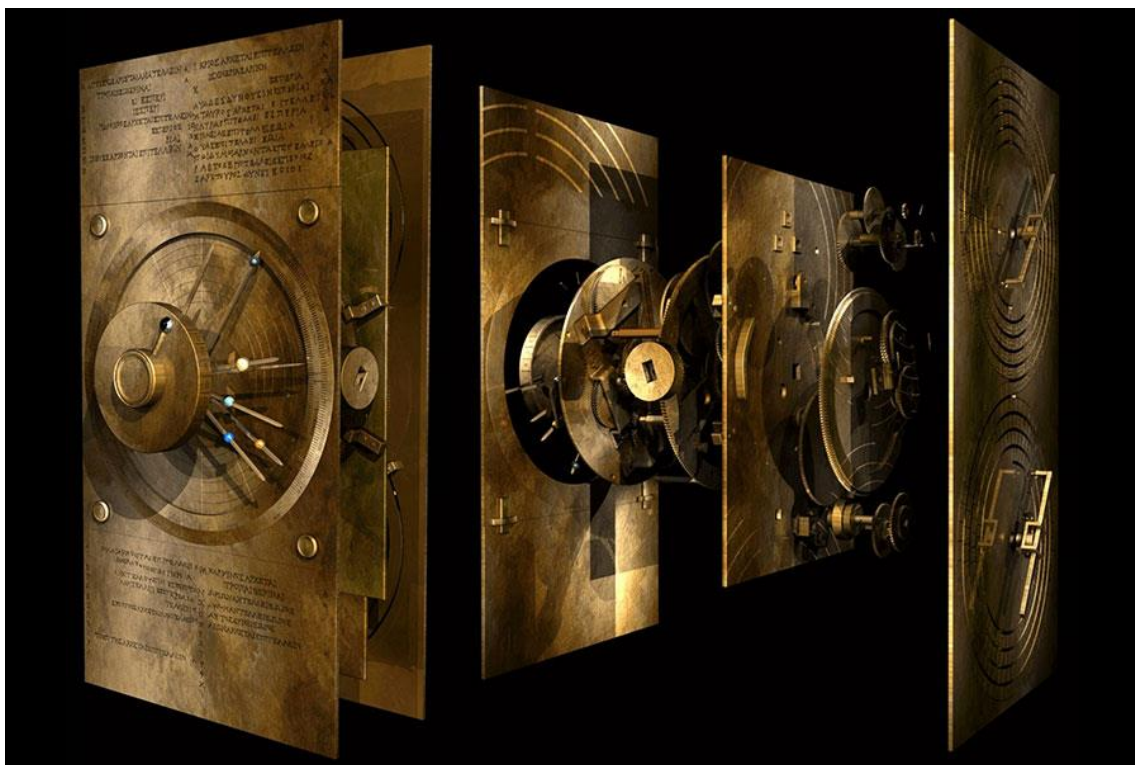
Најпознатија имена немачке школе 19. века су: *Ф. F. Reuleaux*, *L. Burmester* и *M. Grübler*. *Reuleaux* је својим радовима обрадио техничку примену кинематике принудног кретања, а бавио се и структуром механизма, посебно анализом кинематских парова. *Burmester* је творац геометријске методе синтезе механизма, а разрадио је и геометријске методе за анализу механизма. *Grübler* се бавио структуром и анализом покретљивости механизма, док се његов критеријум за покретљивост неких једноставних врста механизма примењује и данас [1].

У 19. веку најзначајнији представник енглеске школе био је *R. Willis*. Познато је његово дело „*Principles of Mechanisms*“ (1841.), као и радови о односу између угаоних брзина појединих делова механизма, посебно за планетарне и диференцијалне зупчасте

механизме. Из тог доба позната су још имена *T. Younga*, *H. Moseleya*, *W. J. M. Rankinea* и других [1]. На сликама 1.1 и 1.2 приказан је један механизам који датира из античког доба, док је на слици 1.3 приказан савремени механизам периодично прекидног кретања (малтешки крст).



Слика 1.1 Механизам из Антикитере [2]



Слика 1.2 Расклопљен и склопљен механизам из Антикитере [2]



Слика 1.3 Савремени механизам на принципу Малтешког крста [3]

Оснивач руске школе и творац аналитичке методе синтезе механизма је руски академик *P. L. Čebišev*. Познати су његови радови на подручју структуре механизма, посебно структурна једначина за одређивање покретљивости раванских механизма. Веома су важни његови радови на аналитичкој синтези зглобно полужних механизма и његова нумеричка метода приближавања задатој функцији помоћу такозваних Чебишевљевих полинома. Чебишевљеве радове на аналитичкој синтези механизма знатно су проширили *Z. Š. Bloh* и *N. I. Levitskij*, а радове на структурној анализи и синтези *P. I. Somov* и *L. V. Assur*. Од новијих руских научника најпознатије место заузима *I. Artobolevski*. Његови радови обухватају сва подручја теорије механизма [1].

Нагли развој технологије у 20. веку, посебно развој механизације и аутоматизације, омогућио је и подстакао снажан развој теорије механизма, тако да је она постала засебно научно подручје и област.

С развојем историје, људи су почели да користе основне машине врло рано, што им је омогућило да обаве рад за који им је требала снага већа од људске. Даљи развој машина је био условљен потребом за још већом снагом, или потребом да се одређена снага примењује дужи временски период. Како би се то омогућило, употребљени су тада доступни и познати извори енергије. То је била енергија природних сила, тј. енергија ветра и воде. Примена ветрењача за наводњавање и друге намене, као и примена

воденица на рекама, додатно је поспешила развој и олакшала живот. У седамнаестом веку започиње се с применом претварања енергије из угља и дрва у рад, уз помоћ парних машина. Веома важан корак у развоју механизма јесте израда мотора са унутрашњим сагоревањем и електромотора [4].

Већина машина свој рад заснива на природним законима. Први алати су прављени од камена, дрвета, коже, костију, потом су почели топити руде и вршити обраду метала (гвожђе и бронза) [1].

Машина је скуп делова повезаних у једну логичну целину, са циљем извођења одређене операције. Операција је најнижи сегмент обраде, док је обрада један сегмент у технологији. Машине се генерално могу поделити на основне (једноставне) машине и на сложене (комплексне) машине [4].

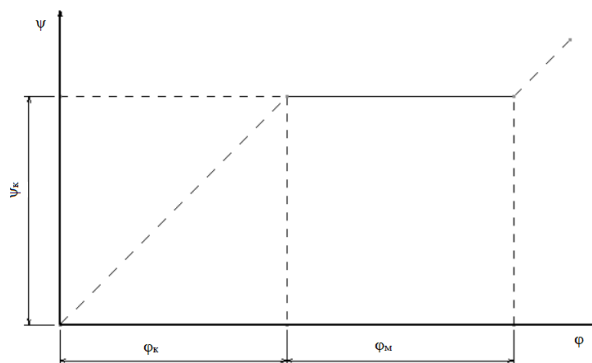
Једноставне машине су у ствари разни алати или направе које су повећавале однос уложене и добијене силе. Омогућиле су човеку да обави послове који су захтевали снагу која је била већа од његове, тј. омогућиле су искоришћавање снаге ветра, снаге воде, и снаге горивих материја. Без њих напредак је био незамислив, а човек би још увек био на примитивном степену развоја. Једноставне направе су: стрма раван, точак и осовина, полуга. Комплексна машина се може дефинисати као спој две или више једноставних машина. Док су једноставне машине омогућавале да се обави више различитих радњи, комплексне машине су направљене са задатком да обављају тачно одређене послове. Машински елементи су елементи од којих је састављена нека машина [4].

Механизми су подсклопови који су састављени од неколико елемената, а који у међусобној вези омогућавају да кретање једног елемента изазове жељено кретање другог елемента, односно то је механички систем за преношење и трансформацију кретања [4].

Подсклоп је скуп машинских елемената који обављају неку функцију. Склоп обично чини два или више потсклопова и они представљају машинску конструкцију. Код машина се примењује закон о одржању енергије (енергија се не може створити нити уништити, већ само прелази из једног облика у други) [4].

2. МЕХАНИЗМИ СА ПЕРИОДИЧНО ПРЕКИДНИМ КРЕТАЊЕМ

Механизми са прекидним кретањем (корачни механизми) трансформишу непрекидно прогресивно кретање погонског члана у кретање са периодом мировања, вођеног члана [5-12]. Преносна функција механизма са прекидним кретањем приказана је на слици 2.1.



Слика 2.1 Преносна функција механизма са прекидним кретањем [5-12]

Преносна функција механизма са прекидним кретањем састоји се из два дела, из [5-12]:

- периода кретања ϕ_k у коме се вођени члан креће по преносној функцији $\psi(\phi)$ и
- периода мировања ϕ_m у коме вођени члан мирује ($\psi = \text{const.}$), а погонски члан наставља кретање.

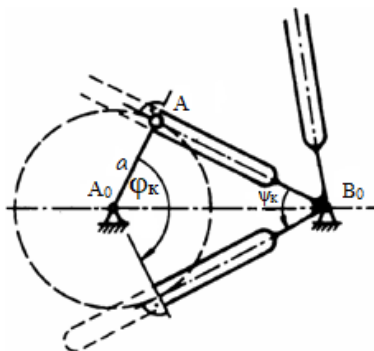
Најраспрострањенији равни механизми са прекидним кретањем су [5-12]:

- механизам са малтешким крстом,
- механизам са звездастим точком и
- механизам са скаквицом.

Важна карактеристика механизма са прекидним кретањем је однос времена кретања вођеног члана (t_k) према укупном периоду кретања ($t_k + t_m$), где је t_m - време мировања вођеног члана. Упоредба квалитета различитих корачних механизма заснива се на упоређивању њихових динамичких карактеристика које зависе од облика преносне функције у фази кретања вођеног члана (као код брегастих механизма), посебно у прелазним тачкама ($\phi=0$, $\phi=\phi_k$) [5-12].

2.1 МЕХАНИЗАМ СА МАЛТЕШКИМ КРСТОМ

Механизам са малтешким крстом је развијен из кулисног механизма, скраћивањем кулисе, слика 3.1, које је омогућило да кулисни камен може изаћи из захвата када кулиса доспе у мртви положај [5-12].

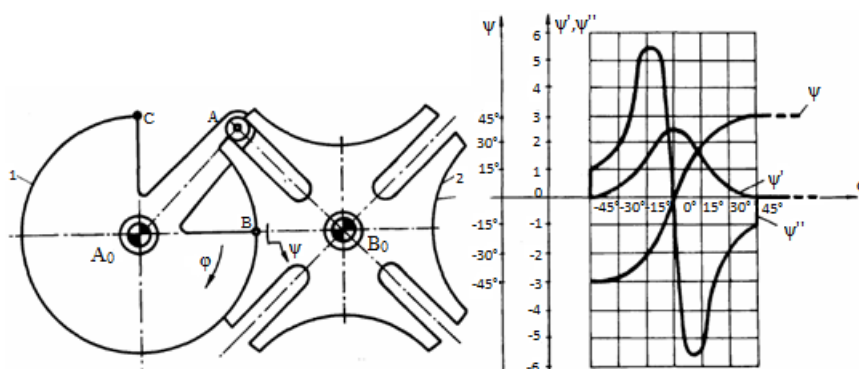


Слика 3.1 Кулисни механизам [5-12]

Преносна функција у фази кретања вођеног члана одговара преносној функцији кулисног механизма између два крајња положаја [5-12]:

$$\varphi = \arctg \cdot \frac{a \cdot \sin \varphi}{d - a \cdot \cos \varphi} \quad (1)$$

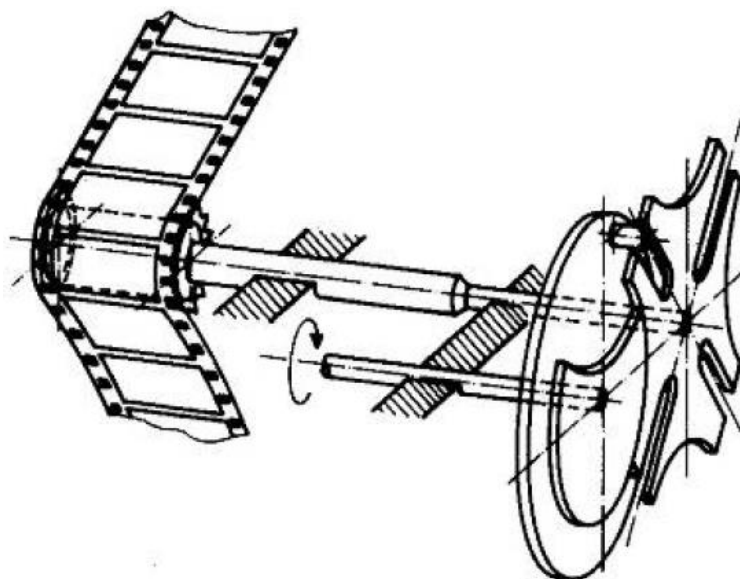
Механизам са малтешким крстом спада у групу трочланих механизма и састоји се од погонског члана (1), вођеног члана (2) и постоља (слика 3.2) и њиме се најчешће реализује корачно кретање вођеног члана за $\psi_k = \pi/2$. Рукавац A се креће по кругу полупречника $a = A_0A$, улази у прорез вођеног члана (2) и врши његово окретање око тачке B0. Након што рукавац изађе из захвата, лучна геометријска кочница CB обезбеђује мировање вођеног члана (2) [5-12].



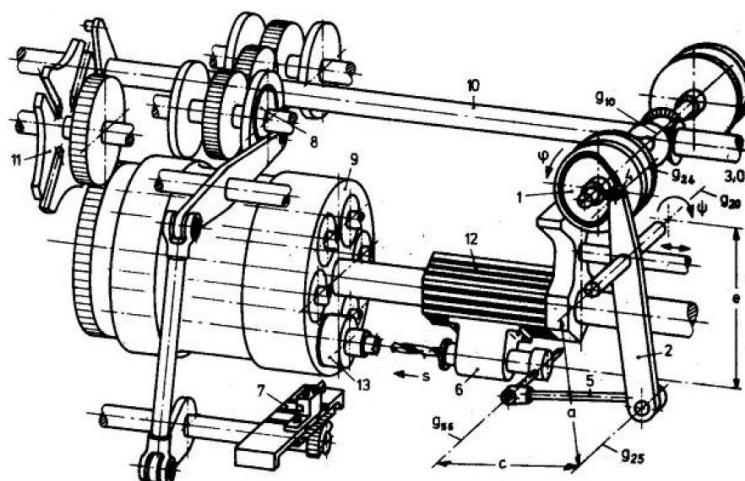
Слика 3.2 Механизам са малтешким крстом [5-12]

Типични примери примене механизма са малтешким крстом приказани су на слици 3.3 (померање филмске траке у пројектору) и слици 3.4 (вишевретени

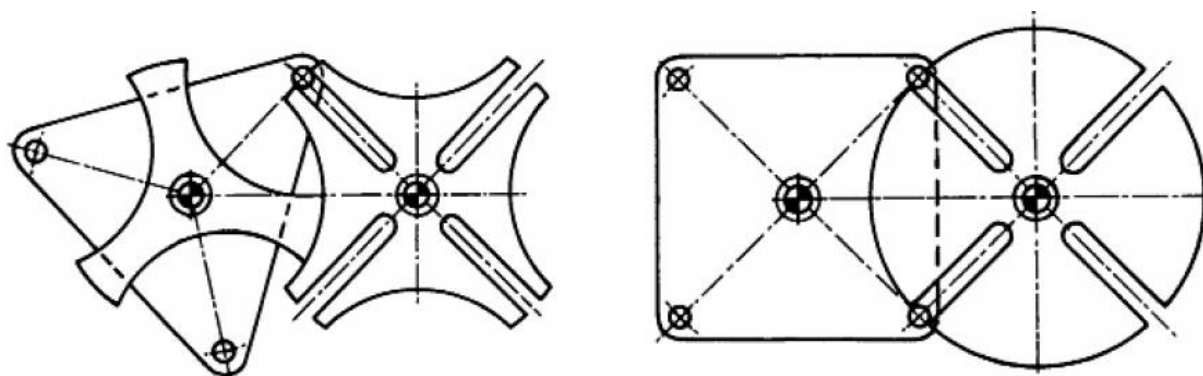
аутомат), док су на слици 3.5 приказана нека друга могућа решења малешког крста [5-12].



Слика 3.3 Померање филмске траке у пројектору [5-12]



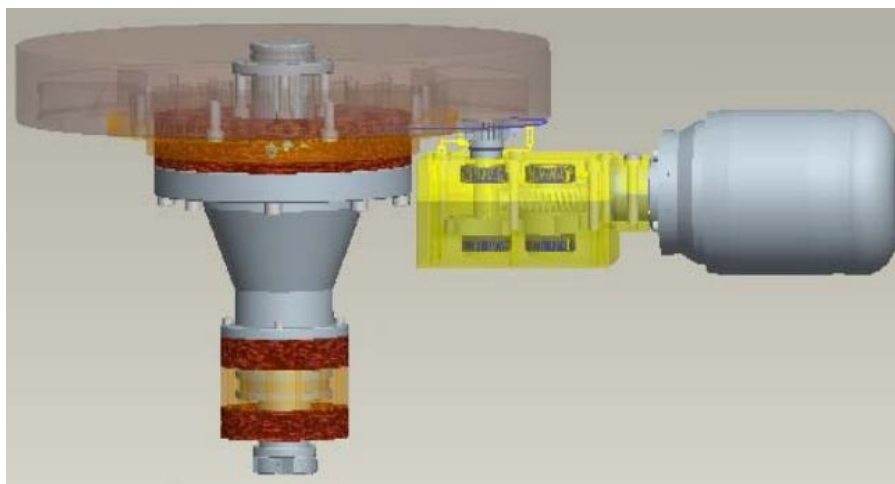
Слика 3.4 Вишевретени аутомат [5-12]



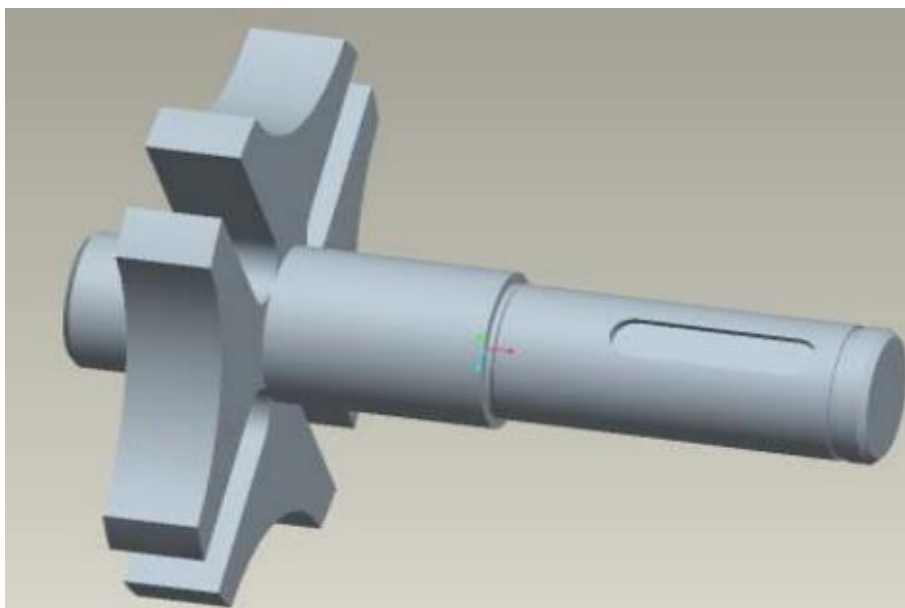
Слика 3.5 Могућа конструкциона решења малтешког крста [5-12]

Обртни сто представља један од основних модула за градњу агрегатних специјалних машина са хоризонталном и/или вертикалном осом обртања.

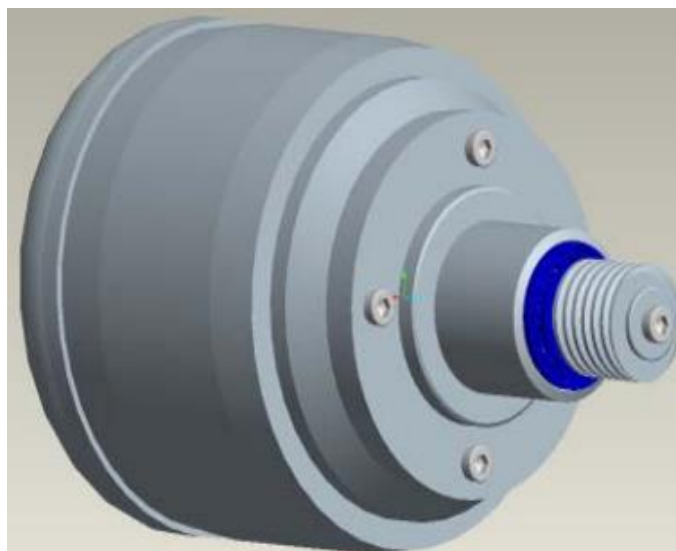
Конструкциона решења обртног стола могу бити различита, а основни задаци истог су што бржа промена позиције радног стола и што већа тачност и поновљивост заузимања позиције. Једно од конструкционих решења обртног стола је са малтешким крстом (слика 3.6) за промену позиције и тањирастим зупчаницима (*Hirth*-ови зупчаници) за заузимање тачног положаја. У раду је приказано једно такво конструкционо решење. При промени позиције стола кретање се од погонског електромотора, пужа и пужног точка преноси на преносник са малтешким крстом (са четири жлеба на малтешком крсту) који обезбеђују обртање стола за једну позицију. Отпуштање и стезање тањирастих зупчаника се врши преко хидрауличног цилиндра и клипа [13]. На слици 3.7 приказано је вратило са малтешким крстом док је на слици 3.8 приказан склоп пужног погона.



Слика 3.6 Могућа конструкциона решења малтешког крста [13]

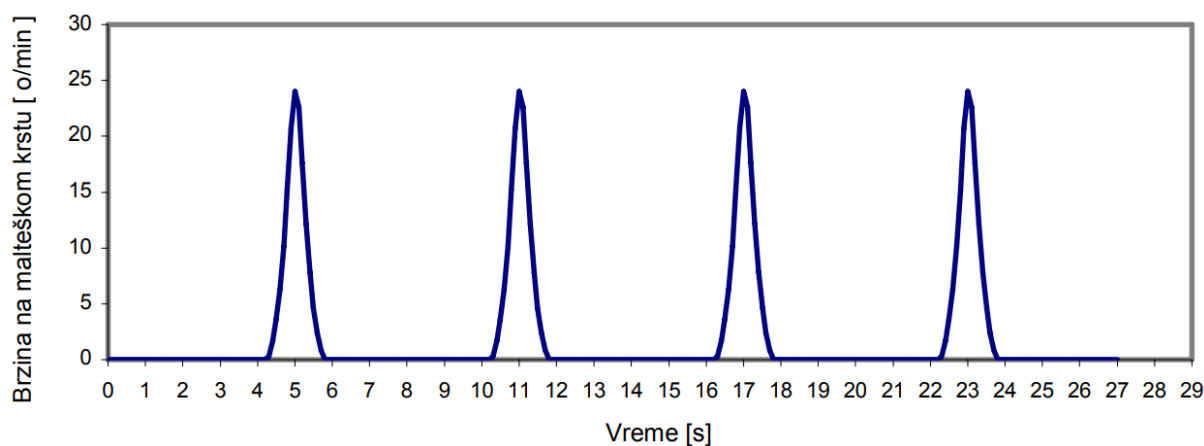


Слика 3.7 Модел вратила са малтешким крстом [13]



Слика 3.8 Модел склопа пужног погона [13]

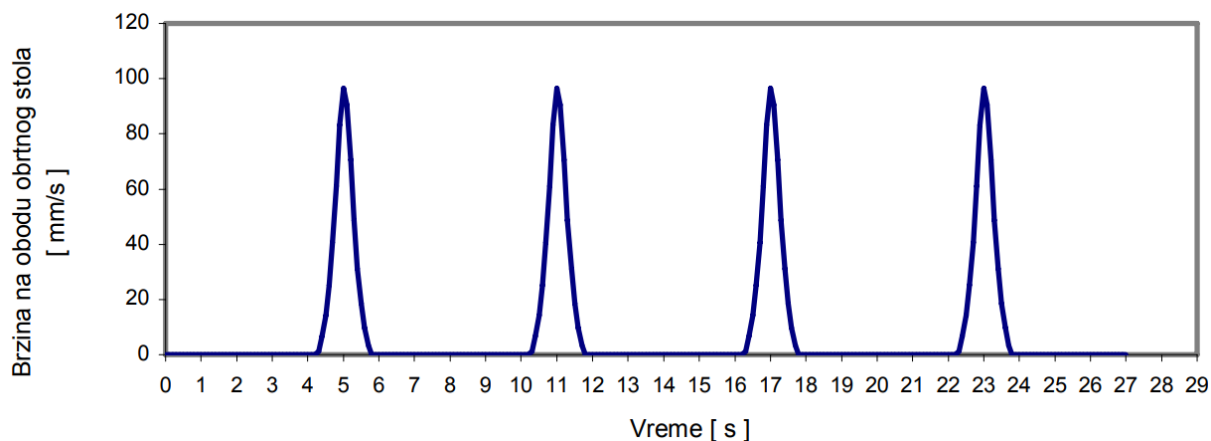
У оквиру овог поглавља **кинематска анализа** је коришћена ради добијања информација о брзини, убрзању и пређеном путу вратила малтешког крста и обода обртног стола. Резултати ове анализе су приказани графички. Графици су експортирани у Ексел табелу, ради боље прегледности резултата. Време симулације рада обртног стола и кинематске анализе је 27 s, то је време које је потребно да сва четири жлеба малтешког крста дођу у контакт са пипком вратила пужног точка, тј. да малтешки крст направи пун круг. Ово време је дефинисано прорачуном [13]. На слици 3.9 дат је график брзине на малтешком крсту.



Слика 3.9 Брзина на малтешком крсту [13]

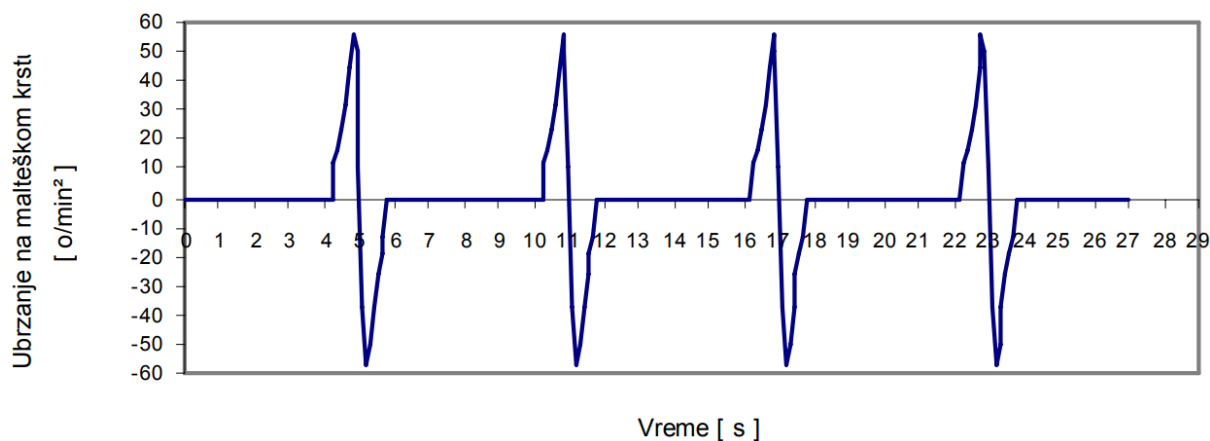
На слици 3.9 представљена је брзина малтешког крста у o/min. Са слике се види да на почетку анализе малтешки крст мирује. У четвртој секунди почиње да се креће и достиже максималну брзину у петој секунди и има вредност 24 [o/min], потом брзина почиње да опада и у шестој секунди достиже вредност 0 [o/min]. То значи да се у том

моменту малтешки крст зауставио и наредне 4 [s] мирује. У десетој секунди опет почиње да се креће. Са слике се јасно види да достиже исти интензитет брзине за исти временски интервал. Ово се понавља на исти начин за сва четири жлеба на малтешком крсту [13]. На слици 3.10 је представљена брзина на ободу обртног стола у [mm/s].



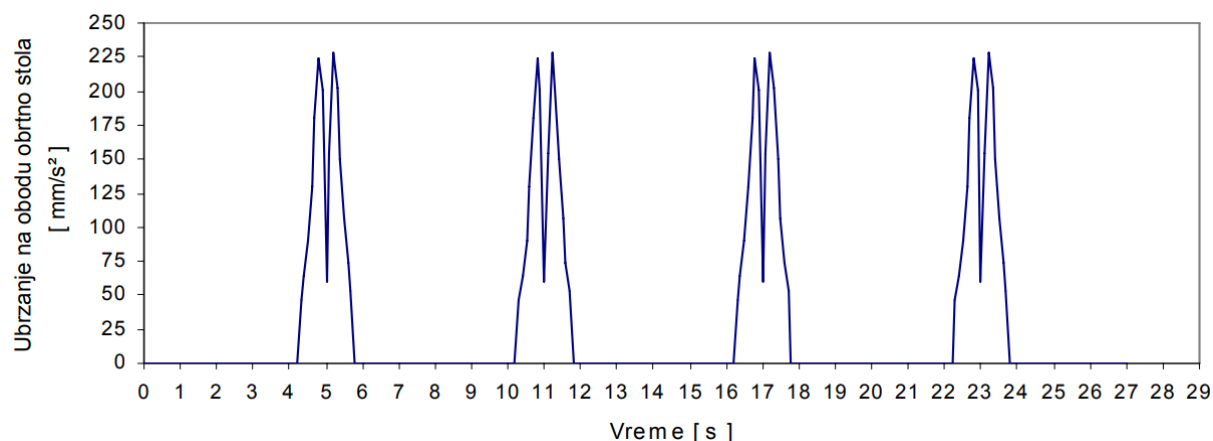
Слика 3.10 Брзина на ободу обртног стола [13]

На слици 3.10 је представљена брзина на ободу обртног стола у [mm/s]. Ако се упореде слике 3.9 и 3.10 види се да су слике наизглед исте, тј. у истим временским интервалима долази до повећања и смањења брзине, као и да у истим моментима мирују. Ипак нису у потпуности исте, јер се интензитети и јединице брзина разликују. Ово поређење слика добијених на основу кинематске анализе показује да малтешки крст заиста покреће обртни сто преко пара зупчаника. Време када малтешки крст и обртни сто мирују је време обраде радног предмета који се налази на једној позицији обртног стола. Када дође до поновног раста брзине и кретања, тада малтешки крст закрене обртни сто за једну позицију и тада се други радни предмет налази на месту обраде [13]. На слици 3.11 дат је приказ убрзања на малтешком крсту.



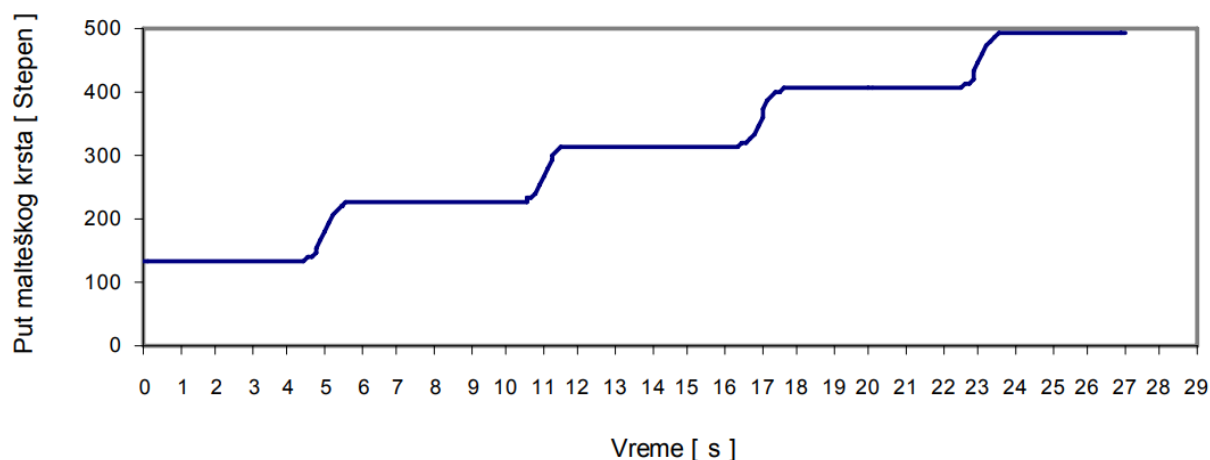
Слика 3.11 Убрзање на малтешком крсту [13]

На слици 3.11 је приказана анализа убрзања на малтешком крсту. Види се да нема убрзања до четврте секунде, од 4 [s] до 5 [s] убрзање расте и достиже свој максимум. Ако се упореде слике 3.9 и 3.11 види се да је такође брзина максимална. Након пете секунде убрзање мења свој смер, постаје негативно, тј. долази до успорења. У шестој секунди се малтешки крст зауставља, мирује од шесте до десте секунде и у десетој секунди поново почиње да убрзава као и на првом жлебу малтешког крста и то се понавља за сва четири жлеба [13]. На слици 3.12 убрзање на ободу обртног стола.



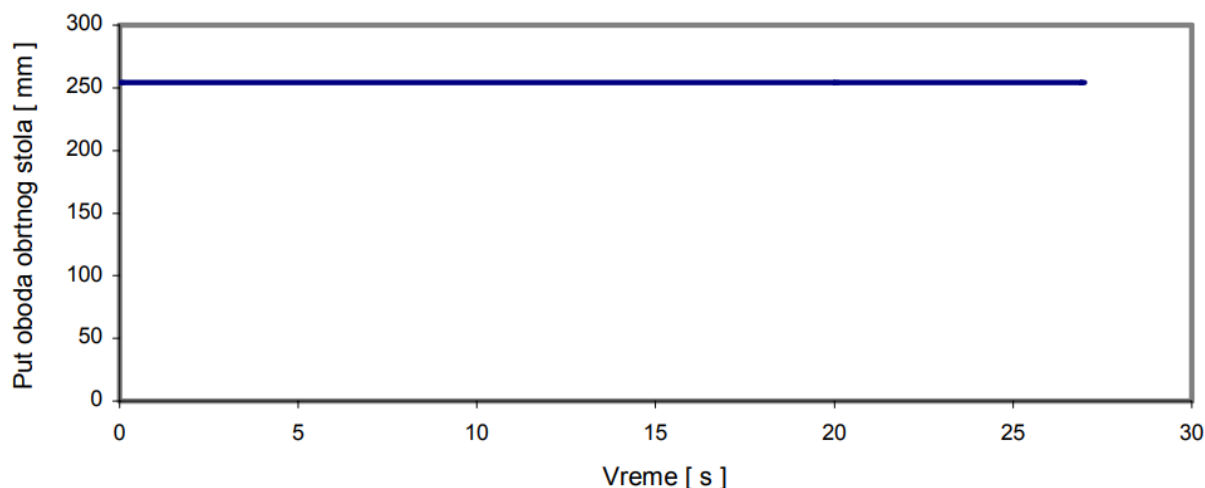
Слика 3.12 Убрзање на ободу обртног стола [13]

На слици 3.12 приказано је убрзање обода обртног стола. Са ове слика се види да нема убрзања прве 4 [s], након којих долази до убрзања. Ако се упореде слике 3.10 и 3.12 види се да до убрзања долази у истим моментима када је и брзина већа од 0. У шестој секунди убрзање има вредност 0. Циклус се понавља сваке четири секунде, у оним моментима када малтешки крст закрене обртни сто [13]. На слици 3.13 приказана је путања тачке на малтешком крсту.



Слика 3.13 Путања тачке на малтешком крсту [13]

На слици 3.13 приказан је пут малтешког крста, тј. пут одабране тачке на њему. Са слике се види да на почетку анализе тачка заузима позицију на 145° у односу на нулти степен. За прве четири секунде, тачка остаје на 145° , све до момента када се малтешки крст почне кретати. Од 4-6 [s] тачка полако мења позицију и након 6 [s] налази се на 225° и ту остаје до 10 [s]. Од 10-12 [s] тачка поново мења позицију и на крају дванаесте секунде се налази на 305° и ту остаје до 16 [s]. Тако се понавља кретање тачке сваке 4 [s], када се креће и малтешки крст, све до 27 [s], када је остварено кретање за 360° . Вредности веће од 360° су само због приказа, јер график није кружног типа. Да је график кружног типа, последња хоризонтална линија би се поклопила са првом хоризонталном линијом, јер се тачка поново налази на почетку циклуса и заузима исту позицију [13]. На слици 3.14 приказана је путања тачке на ободу обртног стола.

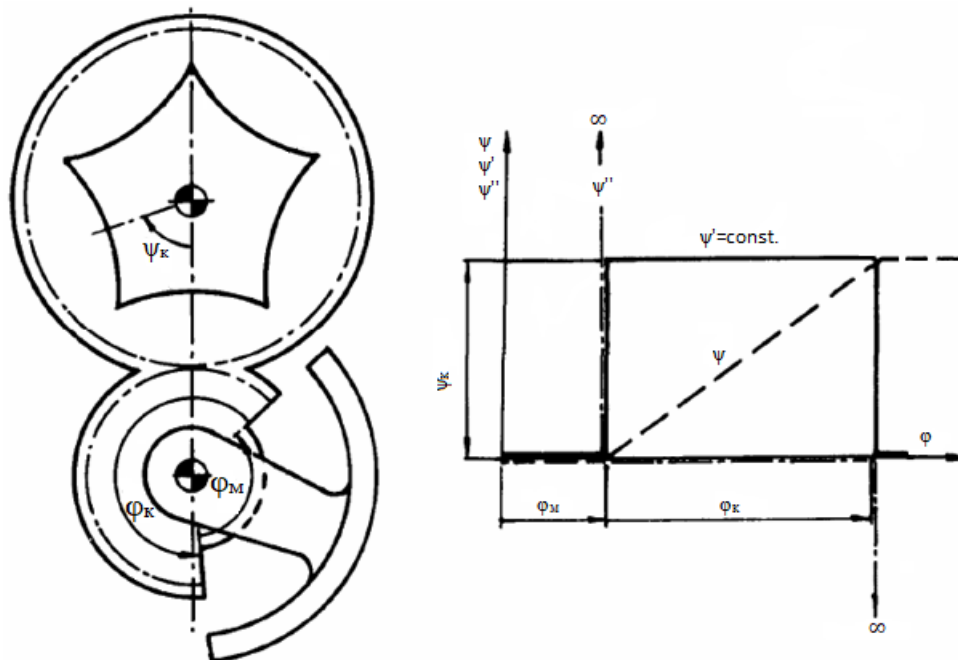


Слика 3.14 Путања тачке на ободу обртног стола [13]

На слици 3.14 приказан је пут одабране тачке која се налази на ободу обртног стола. Са слике се види да је пут права линија на 255 mm од координантног почетка. Линија је увек на истој удаљености од координантног почетка, јер се и тачка приликом кретања и приликом мировања увек налази на истој удаљености од осе обртања обртног стола. Анализирањем добијених графика, види се зависност брзине и убрзања обртног стола од малтешког крста. Такође се види да у истим временским интервалима са истим правцем и интензитетом брзине и убрзања креће и мирује малтешки крст, а самим тим и обртни сто. Ово указује на чињеницу да су делови хоризонталног обртног стола добро моделирани, да су ограничења правилно постављена и да склоп функционише без сметњи [13].

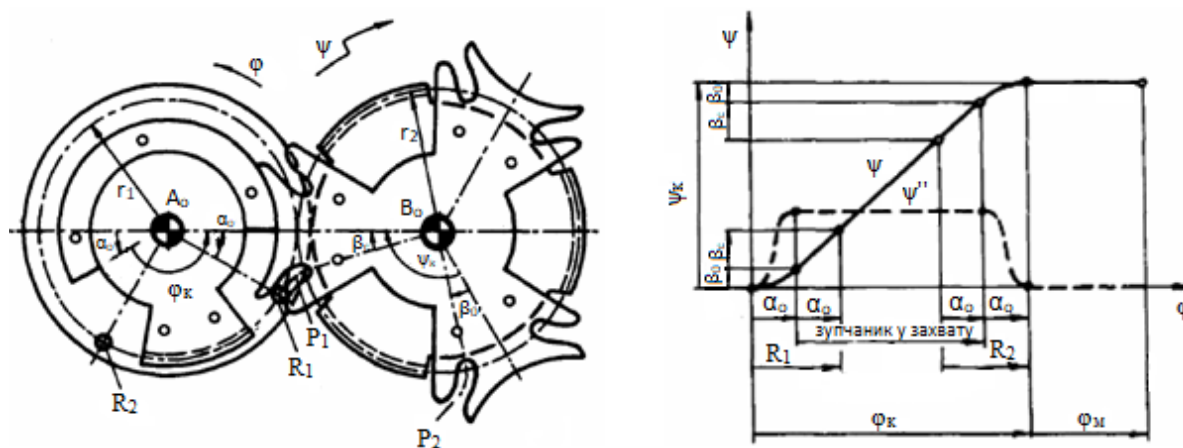
2.2 МЕХАНИЗАМ СА ЗВЕЗДАСТИМ ТОЧКОМ

Корачно кретање се може реализовати и зупчастим паром код кога је погонски члан сегмент зупчаника приказ је дат на слици 4.1 [5-12].



Слика 4.1 Зупчасти пар [5-12]

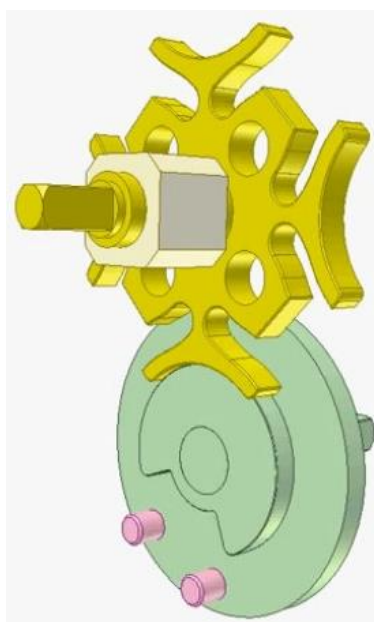
Преносна функција оваквог механизма би била веома неповољна због бесконачно великих убрзања при успостављању и при прекиду контакта зупчастог пара. Због тога се за покретање и заустављање вођеног члана користе рукавци на погонском и одговарајући прорези на вођеном члану, што је приказано на слици 4.2.



Слика 4.2 Рукавци са погонским и вођеним члановима [5-12]

Пре него што зупчаници остваре контакт, рукавац R_1 улази у прорез P_1 и убрзава вођени члан до угаоне брзине зупчастог пара. У следећој фази, погонски и вођени члан су у двострукој вези (рукавац се налази у прорезу, а и зупчаници су у захвату), а затим

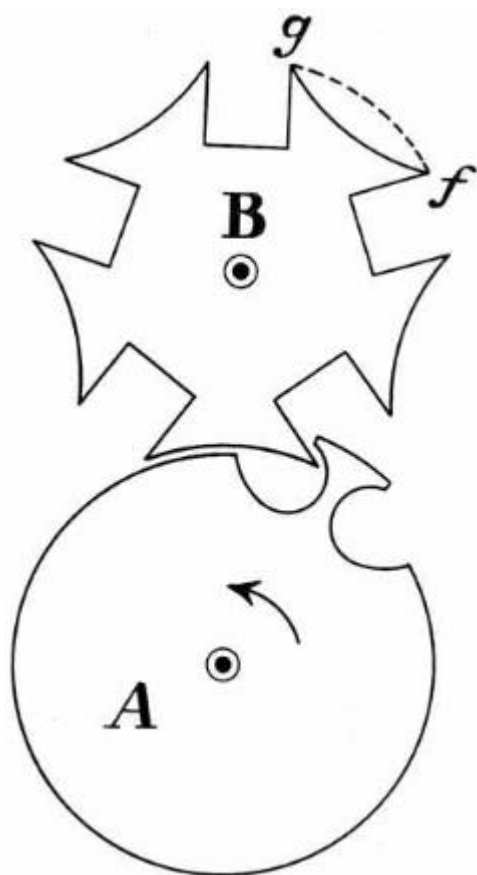
рукавац излази из прореза. Пре краја кретања, које се надаље одвија преко зупчасте везе, рукавац R_2 улази у прорез P_2 и након прекида двоструког захвата преузима улогу кочнице, постепено смањујући брзину вођеног члана до нуле. Мировање је обезбеђено лучном геометријском кочницом. Путања рукаваца дефинише облик прореза којим се обезбеђује несметани излаз из захвата рукавца за убрзање R_1 , као и улаз рукавца за успорење R_2 . Како се ради о котрљању круга по кругу, а R_1 и R_2 су на обиму круга, прорез је облика циклоиде. Да би се кретање одвијало без удара у тренутку уласка и изласка рукавца из захвата, циклоида и круг, на коме се налази рукавац, морају имати заједничку тангенту [5-12]. На сликама 4.3, 4.4 и 4.5 биће приказани неки од могућих механизма са звездастим точковима.



Слика 4.3 Прво могуће решење механизма са звездастим точком [14]



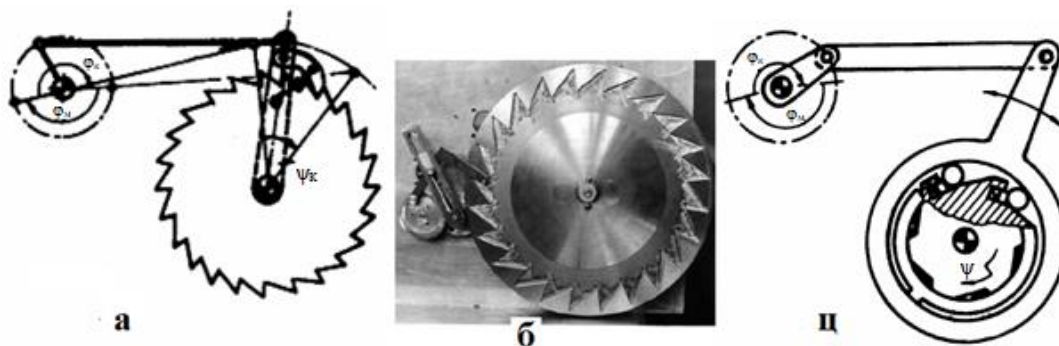
Слика 4.4 Друго могуће решење механизма са звездастим точком [15]



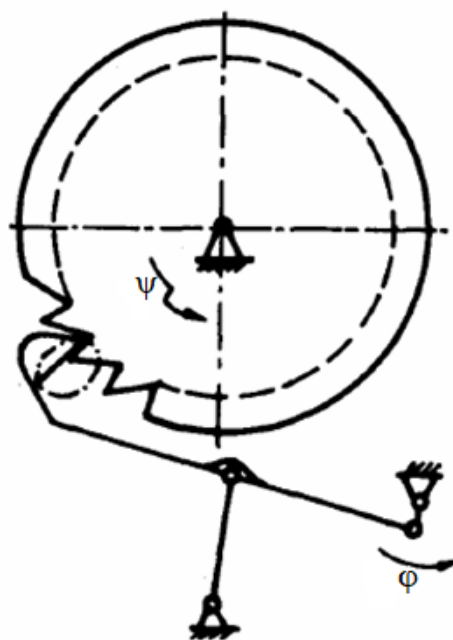
Слика 4.5 Треће могуће решење механизма са звездастим точком [16]

2.3 МЕХАНИЗМИ СА СКАКАВИЦОМ

Корачни механизми могу бити развијени и на основу механизма са повратном преносном функцијом. Додатним чланом, геометријски или динамички, обезбеђује се једносмерно кретање вођеног члана. Као основни механизам користи се најчешће једнокривајни механизам (слика 5.1), али се могу користити и његове модификације - клипни и кулисни механизам. Додатни члан за геометријско усмеравање састоји се из тестерасто назубљеног точка који се може једносмерно померати помоћу скакавице везане за балансијер (слика 5.1а). Додатни члан може бити назубљен и са унутрашње стране (слика 5.1б). На слици 5.2 дат је приказ једнокривајног механизма [5-12].

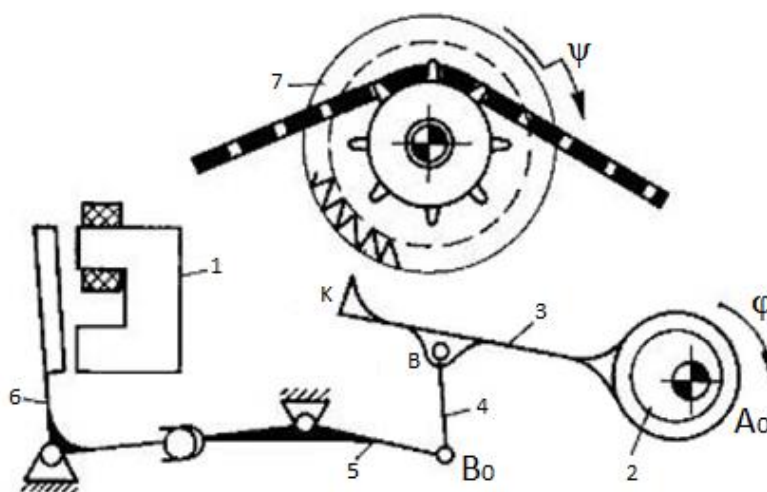


Слика 5.1 Корачни механизми са повратном преносном функцијом [5-12]



Слика 5.2 Једнокривајни механизам [5-12]

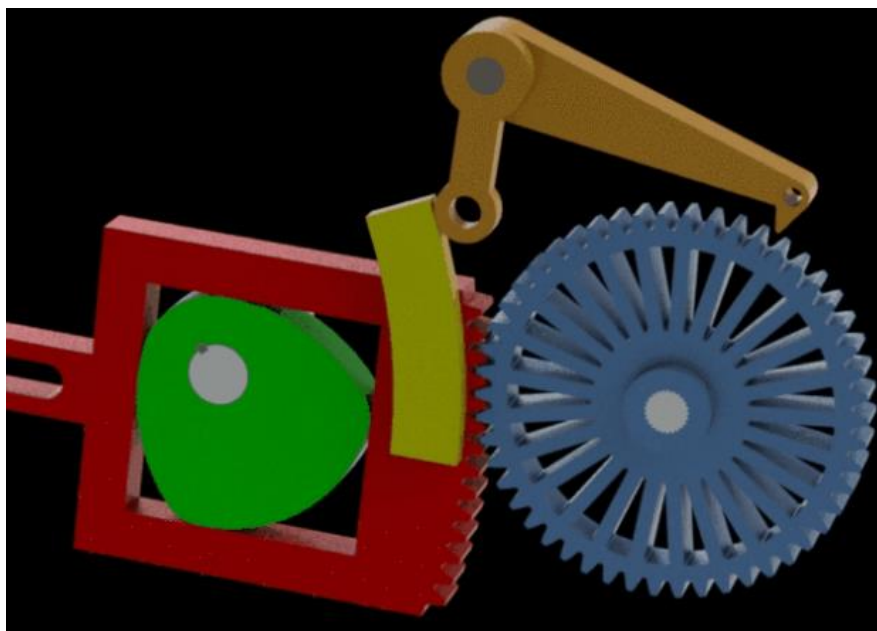
Период кретања вођеног члана одговара померању балансијера између два мртва положаја полужног четвороугла, а враћање балансијера у претходни мртви положај користи се за период мировања. Развој овог типа механизма заснива се на синтези механизма са повратним кретањем. Код механизма са самокочењем (слика 5.1ц) додатни члан динамички усмерава кретање вођеног члана. Корачно кретање се може реализовати и вођењем скакавице одговарајућом путањом тачке спојке једнокривајног механизма (слика 5.2). На слици 5.3 приказана је примена оваквог механизма за корачно померање перфориране траке [5-12]. На сликама 5.4, 5.5 и 5.6 су приказана нека од могућих решења механизма са скакавицом.



Слика 5.3 Корачно померање перфориране траке [5-12]



Слика 5.4 Први од могућих начина конструкције механизма са скакавицом [17]



Слика 5.5 Други од могућих начина конструкције механизма са скакавицом [18]



Слика 5.6 Трећи од могућих начина конструкције механизма са скакавицом [19]

3. МОДЕЛИРАЊЕ МАЛТЕШКОГ КРСТА У ОКВИРУ ПАКЕТА CATIA V5 R20

Овај део завршног рада садржи израду 3Д модела малтешког крста. Приказано је и спрезање погонског и гоњеног дела малтешког крста, као и његова кинематика. Модел је израђен у програму CATIA-V5 и реализован је у више корака.

CATIA (Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application) је тродимензионални рачунарски програм за рачунарско пројектовање и техничко конструисање.

Суштински конструктивни процес CATIA програма обухвата израду тродимензионалних модела и из њих извођење 2Д цртежа и планова. У наредном делу рада приказан је 3Д модел малтешког крста, као и процес (корак по корак) његовог моделирања.

Први корак у моделирању компоненти представља избор референтне равни и израда иницијалне скице у окружењу *Sketch*.

На наредним сликама биће приказани основни алати који се користе приликом процеса цртања скице и моделирања цилиндричног зупчаника са правим зубима.

Sketch (слика 6.1) – Представља једну од основних радних окружења у CATIA софтверском пакету, јер већина 3Д форми почиње од скице. Скице су обично затворене форме састављене од линија, кружних лукова, али скице некада могу бити и отворене.



Слика 6.1 *Sketch*

Profile (слика 6.2) – Коришћењем ове палете алата дефинише се контура скице. Понуђене су опције као што су нпр. опција *Circle* за креирање кружнице, *Ellipse* за скицирање елипсе.



Слика 6.2 *Profile*

Circular Pattern (слика 6.3) – Ова функција се користи за копирање креираних 2Д форми по кружном шаблону.



Слика 6.3 *Circular Pattern*

Constraint (слика 6.4) – Ова палета омогућава дефинисање димензија скица и делова (дужина и ширина, висина, пречник, полупречник). Након израде скице, потребно је моделу додати „материјал“, односно трећу димензију, што се врши изласком из *Sketch* окружења и одабиром неке од команди за креирање треће димензије (*Pad*, *Pocket*, *Rib*, *Edge fillet...*).



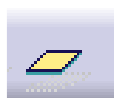
Слика 6.4 *Constraint*

Sketch – Based Features (слика 6.5) – Из ове палете користи се функција *Pad* за додавање материјала (треће димензије), креирање отвора (*Pocket*) уклањањем материјала или креирање форме (*Rib*) итд.



Слика 6.5 *Sketch – Based Features*

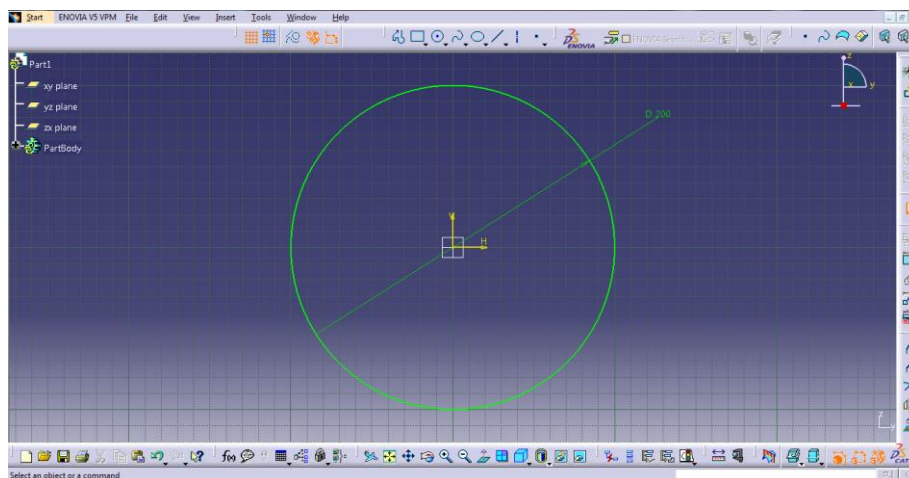
Plane definition (слика 6.6) – Користи се уколико је потребно креирати нову раван погодну за израду модела. Бира се референтна раван или равну површину у односу на коју је потребно направити нову раван, а затим се дефинишу правац и растојање.



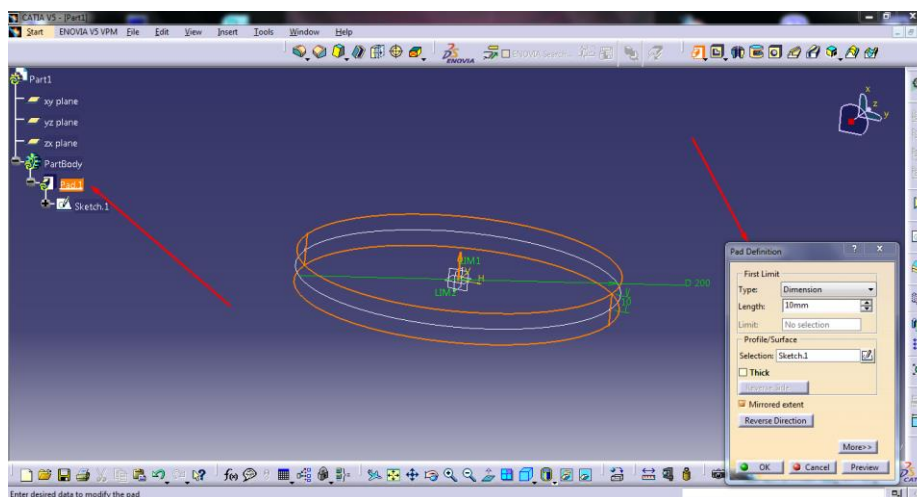
Слика 6.6 *Plane definition*

На наредним сликама биће приказан поступак (корак по корак) моделирања малтешког крста. На слици 6.7 приказана је скица основе малтешког крста, на слици 6.8 приказан је поступак додавања материјала основе малтешког крста, на слици 6.9 приказана је добијена основа малтешког крста. На слици 6.10 приказан је поступак

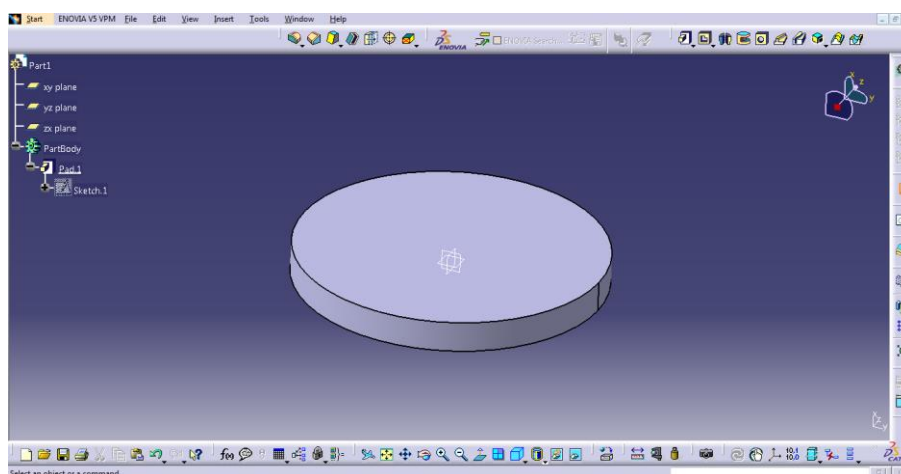
одузимања дела основе малтешког крста, тј. одузимање сферних делова. На слици 6.11 приказана је основа са одузетим сферама.



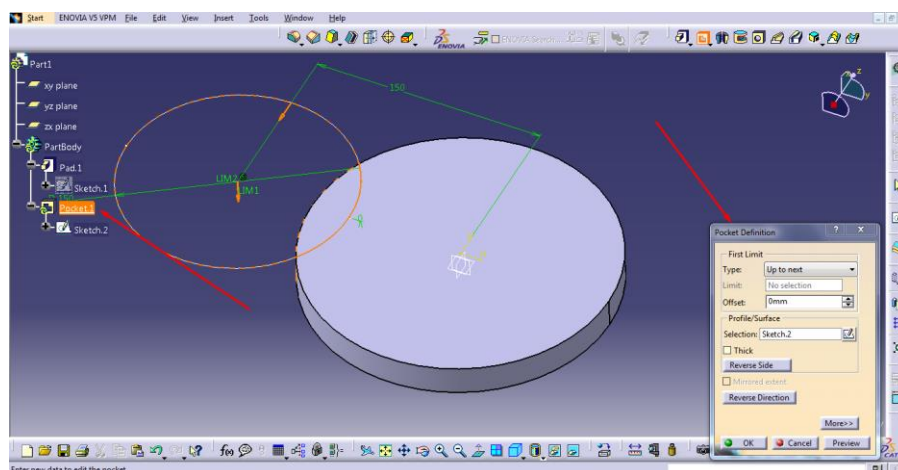
Слика 6.7 Скица основе малтешког крста



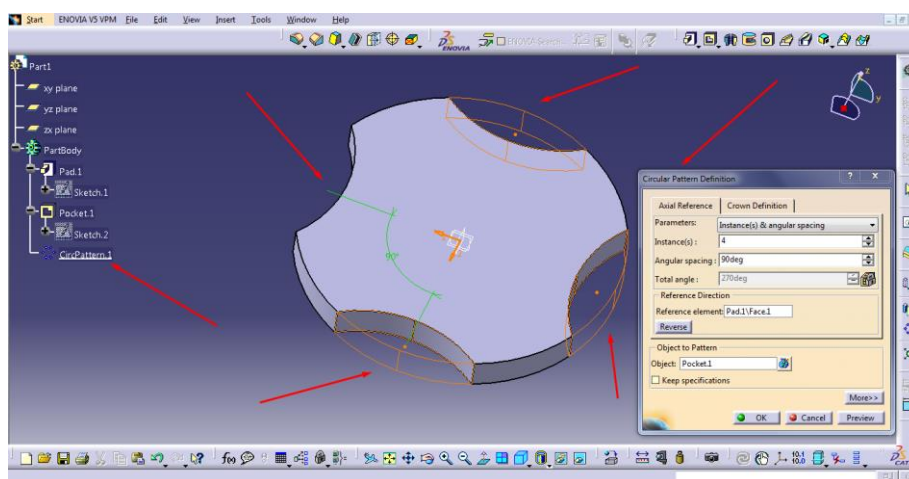
Слика 6.8 Додавање материјала и добијање основе малтешког крста



Слика 6.9 Изглед основе малтешког крста

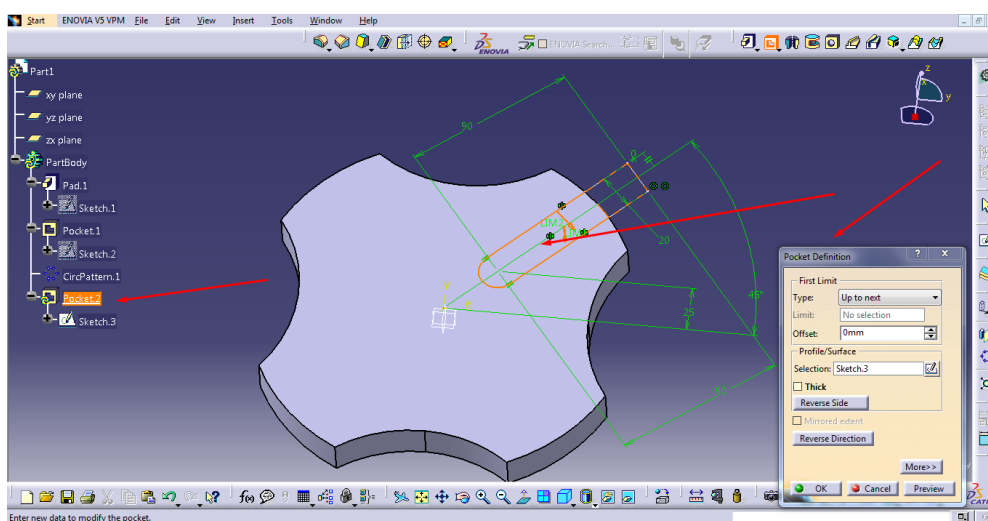


Слика 6.10 Одузимање сферних делова

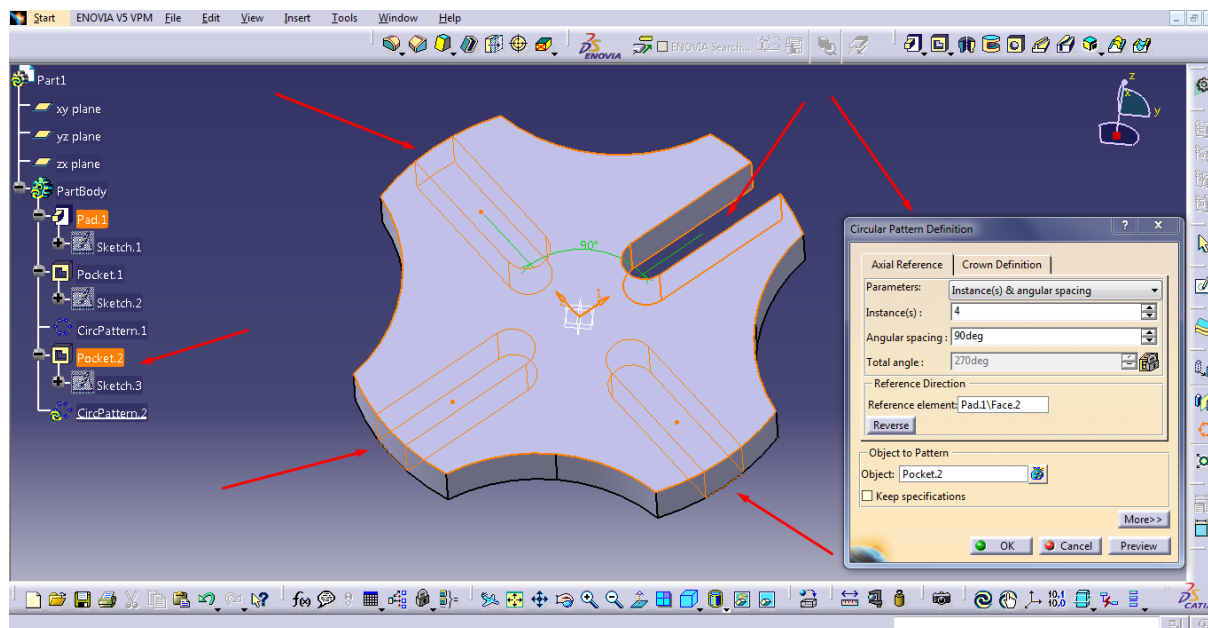


Слика 6.11 Крајњи изглед после одузетих сфера

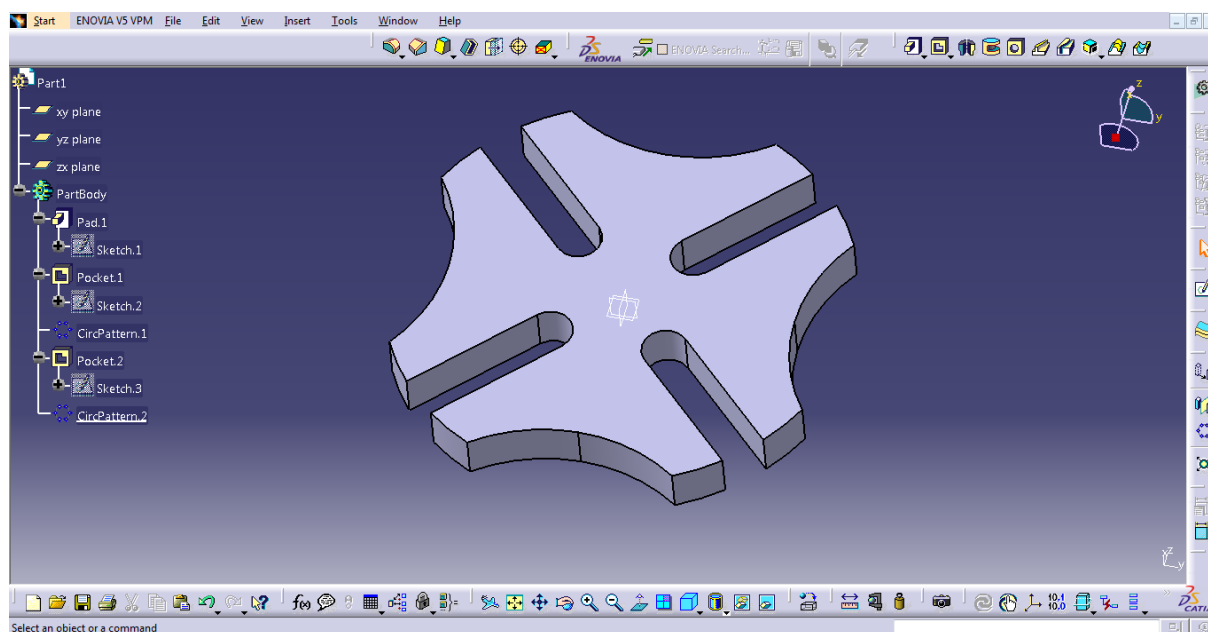
На слици 6.12 је приказан поступак израде жлеба по коме иде клин гоњеног елемента. Сlike 6.13 и 6.14 крајњи изглед малтешког крста.



Слика 6.12 Израда жлеба

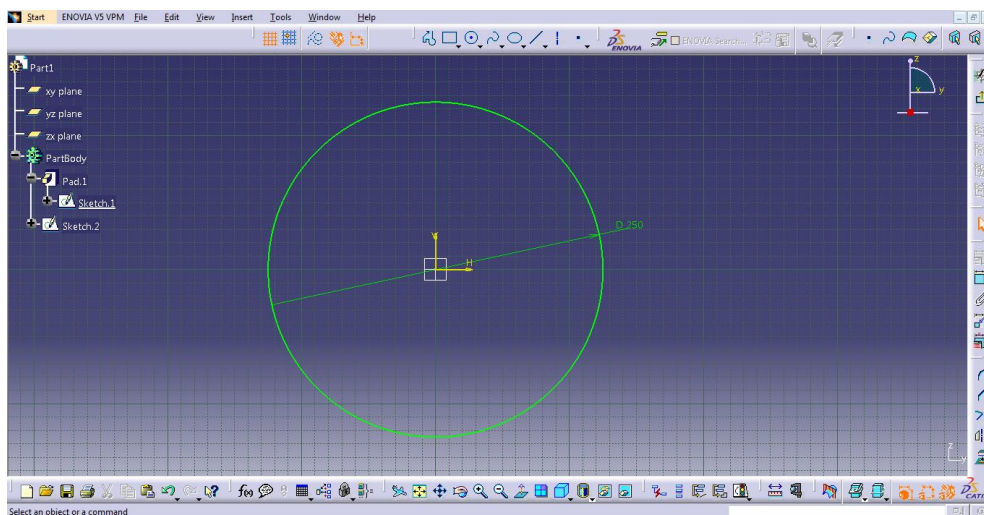


Слика 6.13 Одузимање материјала

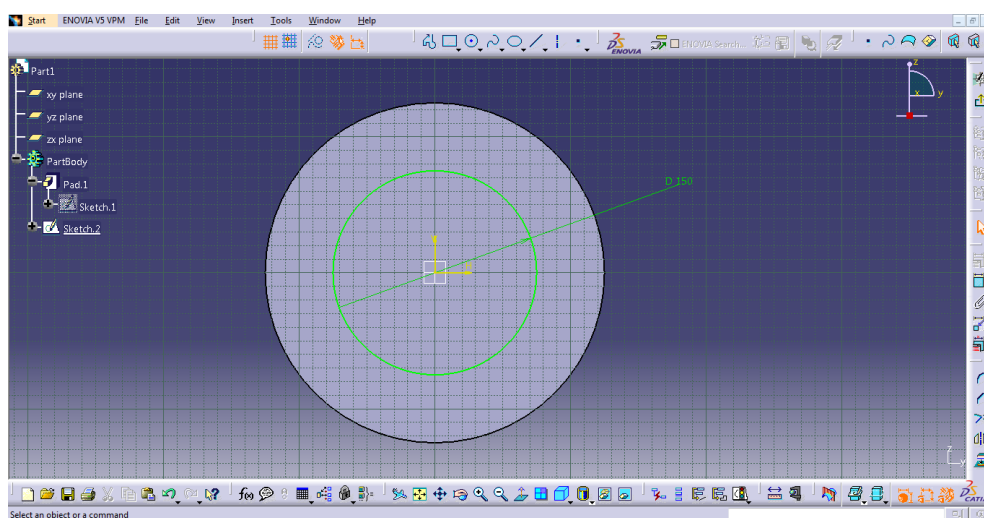


Слика 6.14 Крајњи изглед малтешког крста

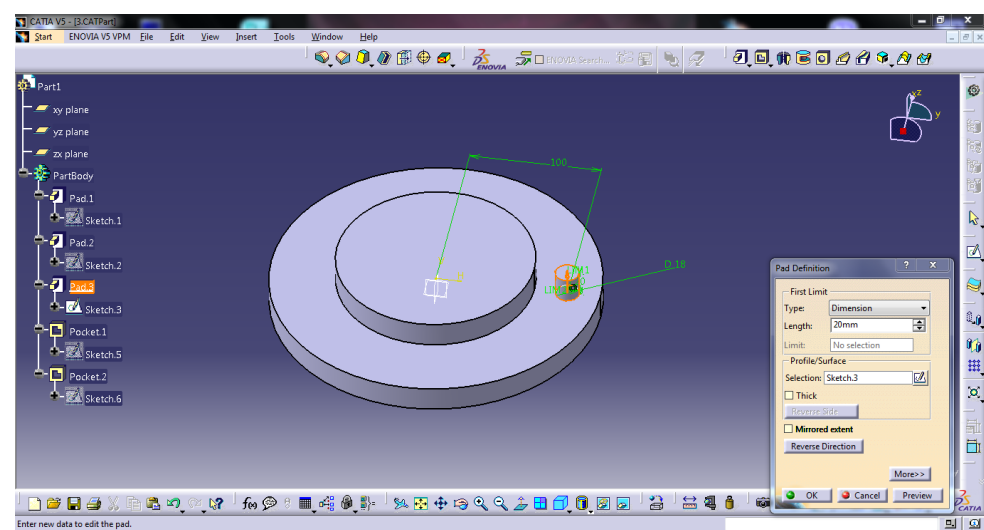
На наредним сликама биће приказан поступак моделирања погонског дела, који погони малтешки крст. На слици 6.19 се види крајњи изглед погонског дела док је на слици 6.20 приказана спрега погонског и гоњеног дела малтешког крста. Овај рад поред моделирања малтешког крста садржи и поглавље у којем је детаљно објашњена кинематика малтешког крста (брзина и убрзање).



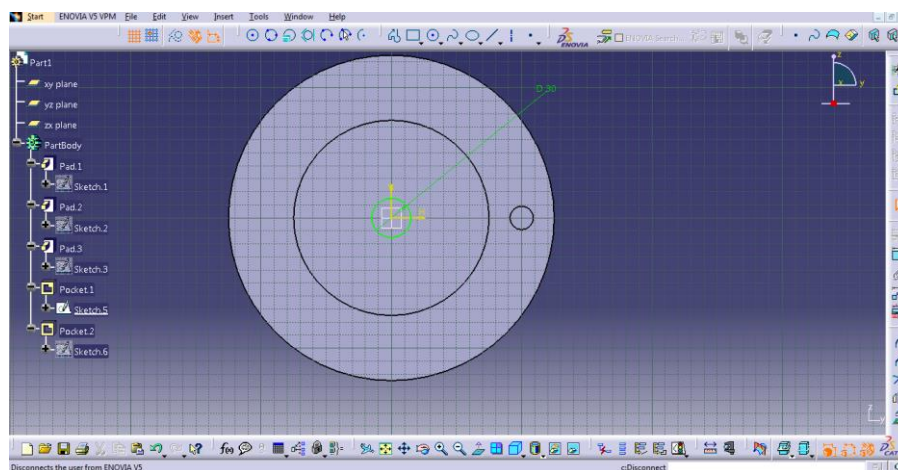
Слика 6.15 Скица за израду базе погонског дела



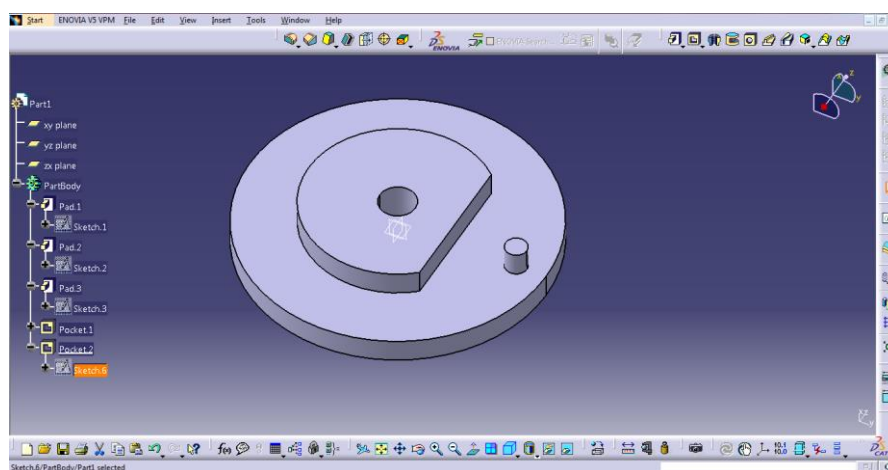
Слика 6.16 База погонског дела



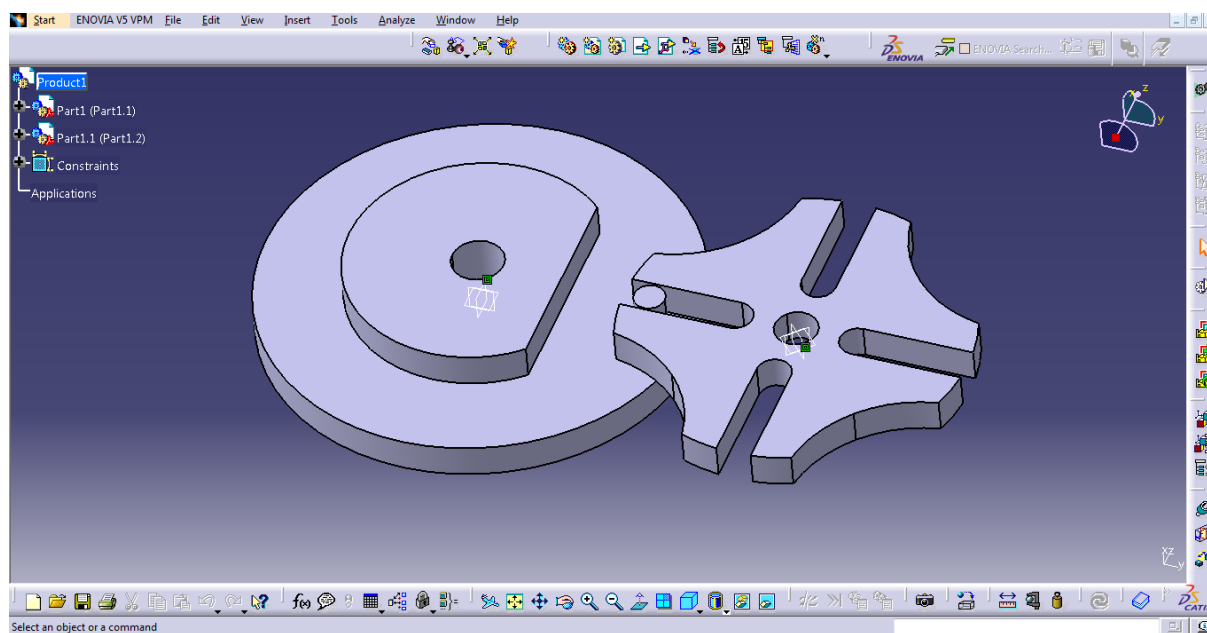
Слика 6.17 База са погонским елементом



Слика 6.18 Израда отвора на погонском делу



Слика 6.19 Крајњи изглед погонског дела



Слика 6.20 Спрегнути малтешки крст

4. ЗАКЉУЧАК

У оквиру овог дипломског рада детаљно су приказани механизми са периодично прекидним кретањем, њихова кинематика као и практични примери. У уводу приказан је историјски развој механичких преносника као и самих механизма који сачињавају системе или постројења. Такође је приказана и подела механизма са периодичним кретањем, као и њихова детаљна анализа. За механизам под називом малтешки крст детаљно је описан начин функционисања, сликовито су дати примери али и приказани дијаграми брзине и убрзања радног обртног стола који је део обрадног центра. У завршном делу рада приказан је поступак моделирања малтешког крста као и спрега погонског и гоњеног елемента.

Посматрајући механичке преноснике, као и механизме који се користе за пренос и трансформацију енергије, закључујемо да је њихова улога, како у машинству, тако и у готово свим гранама индустрије огромна. Све што нас окружује поседује бар неки елементарни и најпростији механизам. Механизми су се са доласком индустријске револуције највише развили а потом су се и издвојили као засебна наука. Данас постоје механизми који су применом савремених материјала, савремене технике и технологије израде достигли готово савршенство у својим оквирима. Механизми са периодично прекидним кретањем имају велику примену у индустрији. Користе се код пољопривредних машина, аутоматизованих машина за обраду метала, као и код других машина.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] tehnika; Интернет страница: <https://tehnika.lzmk.hr/> , приступљено: 5.10.2020. године.
- [2] nova-akropola; Интернет страница: <https://nova-akropola.com/mozaik/zanimljivosti/mehanizam-iz-antikitere/#prettyPhoto> , приступљено: 5.10.2020. године.
- [3] youtube; Интернет страница: https://www.youtube.com/watch?v=v2V4uuFqO-k&app=desktop&ab_channel=TomBikonkav , приступљено: 5.10.2020. године.
- [4] digis.edu.rs; Интернет страница: <http://digis.edu.rs/mod/book/view.php?id=2323> , приступљено: 10.10.2020. године.
- [5] Живковић Ж., Теорија машина и механизма - Кинематика, Машински факултет у Нишу, Ниш, 1992.
- [6] Живковић Ж., Теорија машина и механизма - Динамика, ауторизована предавања, Катедра за прецизно машинство и аутоматику, Машински факултет у Нишу, Ниш, 1999.
- [7] Autorenkollektiv (Editor Volmer,J.), Getriebetechnik, VEB Verlag Technik, Berlin, 1976.
- [8] Bögelsack G., Christen G., Mechanismentechnik, 1,2,3. Lehrbrief, VEB Verlag Technik, Berlin, 1977.
- [9] Dittrich G., Braune R., Getriebetechnik in Beispielen, R.Oldenburg Verlag München Wien, 1978.
- [10] Erdman G.A., Sandor N.G., Mechanism Design - Analysis and Synthesis, Prentice Hall, New Jersey, 1997.
- [11] Norton L. N., Design of Machinery - An Introduction to the Synthesis and Analysis of Mechanisms and Machines, McGraw-Hill, New York, 2001.
- [12] Uicker J., Pennock G., Shigley J., Theory of Machines and Mechanisms, Oxford University Press, 2003.

- [13] infoteh; Интернет страница: <https://infoteh.etf.ues.rs.ba/zbornik/2011/radovi/F/F-40.pdf> , приступљено: 15.10.2020. године.
- [14] mechanisms; Интернет страница: <http://www.mechanisms.co/star-wheel-four-stop.html> , приступљено: 15.10.2020. године.
- [15] changeparts; Интернет страница: <http://www.changeparts.parts/capper-change-parts-capping-feed-screw-bottle-capping-star-wheels-bottle-capping-feed-screw-capper-bottle-handling-parts/> , приступљено: 20.10.2020. године.
- [16] gutenber; Интернет страница: <https://www.gutenberg.org/files/27106/27106-h/27106-h.htm> , приступљено: 20.10.2020. године.
- [17] pinterest; Интернет страница: <https://www.pinterest.com/pin/504755070719203941/> , приступљено: 20.10.2020. године.
- [18] pinterest; Интернет страница: <https://www.pinterest.com.au/pin/556194622712247545/> , приступљено: 20.10.2020. године.
- [19] library3dengineer; Интернет страница: <http://library3dengineer.blogspot.com/2018/03/241-pawl-and-ratchet-mechanism-free.html> , приступљено: 20.10.2020. године.
- [20] Адамовић, Ж., Грујин, С., Механизми машина, Технички факултет „М. Пупин, Зрењанин, 2003.