

# MODELING, SIMULATION AND REALIZATION OF A MECHANICAL SYSTEM FOR MOVING ON SNOW

CIOBANU Alexandru Costin

Facultatea: Inginerie Mecanică și Mecatronică, Specializarea: Mecanică de precizie pentru sisteme mecatronice,  
Anul de studii: II Master, e-mail: [ciobanualexandrucostin@yahoo.com](mailto:ciobanualexandrucostin@yahoo.com)

Conducător științific: Șl.dr.ing. **Liviu Marian UNGUREANU**

*ABSTRACT: Over time, humanity has tried to improve their standard of living by implementing innovative solutions, preferably autonomous. In the last century, the robotization of processes, both industrial and common, has taken on a large scale due to technological progress in the field of electronics. There are more and more common mechatronic systems that perform multiple functions at the same time meant to make our lives easier.*

*This is also the purpose of this project, namely the introduction of a robot capable of moving on rough terrain with the help of an adaptive wheel system. By rugged terrain, in this project, we mean a snow-covered terrain that has properties: it is slippery, and the snow layer prevents the determination of the distance between the robot and the solid ground.*

*CUVINTE CHEIE: sistem adaptiv, mecanism cu lanț, roată adaptivă.*

## 1. Introducere

Acest robot aduce un beneficiu major zonei de cercetare care necesită asemenea sisteme capabile să facă față oricăror condiții de mediu. Robotul va fi capabil să se deplaseze pe diferite tipuri de teren cum ar fi: teren nisipos, teren cu zăpadă, teren noroios, teren acoperit cu polei etc. Acesta va fi capabil să ocolească obstacolele și va fi controlabil de la distanță prin intermediul unui modul bluetooth.

Sistemul mecatronic prezentat în proiect este doar la stadiul de prototip pentru a se stabili fiabilitatea, robustețea și eficacitatea sa. Sistemul adaptiv de roți poate fi preluat ulterior în mod independent și folosit pentru a modifica sistemul actual de deplasare al roților de la autoturismele rutiere și nu numai. Această schimbare ar aduce o serie destul de mare de avantaje și anume:

- sistem antiderapant controlat de către șofer;
- excluderea timpului pierdut de montare/demontare a sistemului antiderapant;
- menținerea confortului șoferului în timpul deplasării pe carosabil;
- excluderea necesității de cunoștințe tehnice și a dificultăților ce pot apărea la montaj;
- menținerea unui gabarit redus al sistemului (se modifică doar suprafața exterioară a roții);
- capacitatea de a se deplasa pe mai multe tipuri de teren nu doar pe zăpadă sau gheață;

Pentru a stabili cu exactitate cât de eficientă este soluția propusă, se va face un studiu de caz al sistemelor antiderapante deja existente și se vor sintetiza avantajele și dezavantajele acestora pentru a crea un sistem care să îndeplinească toate cerințele existente pe piață.

## 2. Stadiul actual

Sistemul mecatronic propus în acest proiect are ca scop deplasarea unui robot pe un teren cu un coeficient de frecare redus (pe gheață) sau pe terenuri dificile (nisip, zăpadă etc.). Pentru a realiza acest scop, mai întâi s-a făcut un studiu de caz pentru a vedea modele constructive de roboți capabili să se deplaseze în astfel de medii și care sunt soluțiile mecanice ce s-au adoptat.

În prezent sunt disponibile mai multe metode pentru a reduce derapajul autovehiculelor. Unele dintre aceste metode sunt manuale, precum lanțurile de anvelope, benzile de plastic pentru anvelope, etc.

sau automate cum ar fi mecanismul cu lanțuri acționat cu un motor electric. În continuare sunt prezentate câteva modele de mecanisme care împiedică derapajul.

## 2.1 Lanțurile de anvelope neconvenționale

Această soluție constructivă aduce o eficientizare substanțială în cazul lanțurilor de anvelope clasice. Obiectivul acestora este acela de a asigura o construcție mecanică simplă dar eficace, care utilizează lanțurile clasice și un lanț lateral pe care sunt fixate, la un singur capăt, lanțurile transversale (fig.2.1). Construcția sistemului mecanic este de așa natură încât unele dintre lanțurile transversale sunt elemente culisante pentru a facilita asamblarea lanțului de pe roată fără a fi necesară ridicarea roții de la sol. Cu ajutorul unui cablu flexibil ce constituie al doilea element de fixare lateral, pentru capetele libere ale lanțurilor laterale, se realizează montajul și strângerea lanțului pe roată [2].

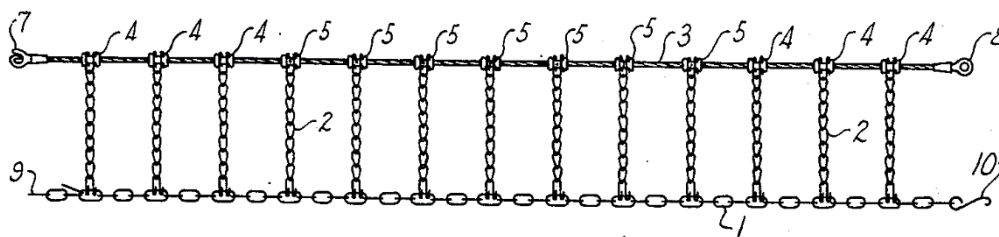


Fig. 2.1.a Vedere de sus a echipamentului

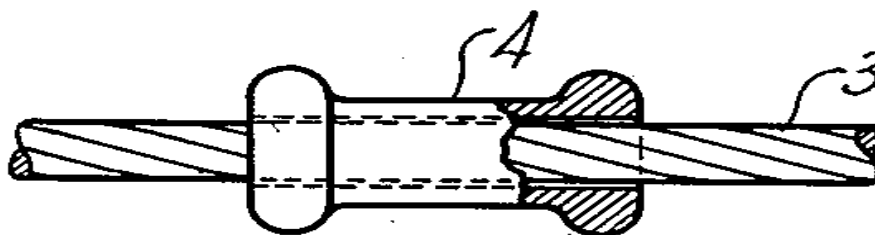


Fig. 2.1.b Detaliu mărit al unei porțiuni a unuiia dintre elementele laterale și a conectorilor

## 2.2 Mecanism cu lanț pentru un autovehicul aflat pe zăpadă

Un alt exemplu de sistem antiderapare se referă la un mecanism automat cu lanțuri dispuse radial. În timpul zăpezii, sistemul clasic cu lanțuri de zăpadă este instalat pe roți pentru a preveni alunecarea acestora și pentru tracțiune. În mod obișnuit, lanțurile de zăpadă sunt montate în jurul benzii de rulare exterioare a anvelopei. Frecarea între lanțuri și suprafața drumului împiedică alunecarea roților. Mecanismul antiderapant pentru autovehicule dezvoltat de Jung-Sik Choi cuprinde un ansamblu de lanțuri dispuse radial, pe un disc conectat la un motor electric. Motorul electric este atașat unui braț care ajută rotirea totală a ansamblului în cazul în care este acționat.

Echipamentul are un modul de comandă astfel încât poziționarea lanțurilor între roți și patul de șosea să se facă atunci când conducătorul auto consideră necesară acționarea mecanismului. Acest lucru este foarte benefic atunci când vehiculul se deplasează pe diferite suprafețe, cum ar fi zăpadă, asfalt, teren noroios etc. [3].

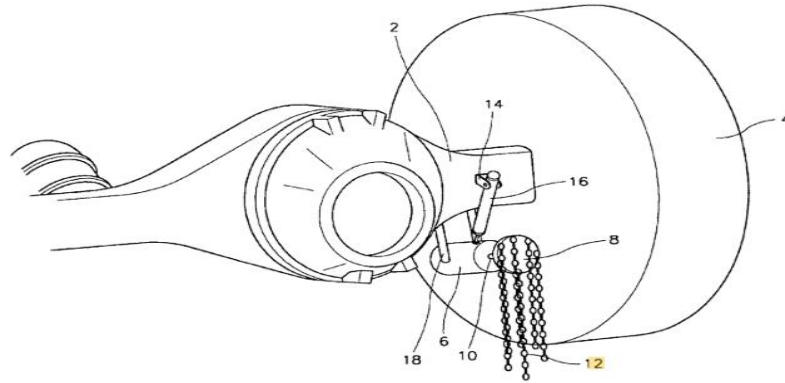


Fig. 2.2.a Diagramă schematică a unei variante de realizare a invenției

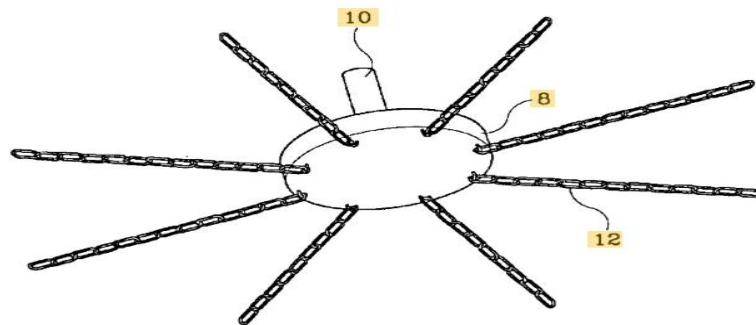


Fig. 2.2.b Vedere în perspectivă a ansamblului de lanț

### 2.3 Aparat antiderapant pentru vehicule cu discuri

Un alt sistem automat ce împiedică alunecarea pe diverse soluri este prezentat în fig 2.3. Este prezentată o vedere schematică a porțiunii din spate a unui automobil, cu elementele antiderapante ridicate, în poziția de repaus (fig 2.3.a) și în poziția de operare (fig. 2.3.b). Avantajul acestei metode îl reprezintă modul de control al sistemului, acesta fiind oprit și acționat la preferințele conducătorului auto [4].

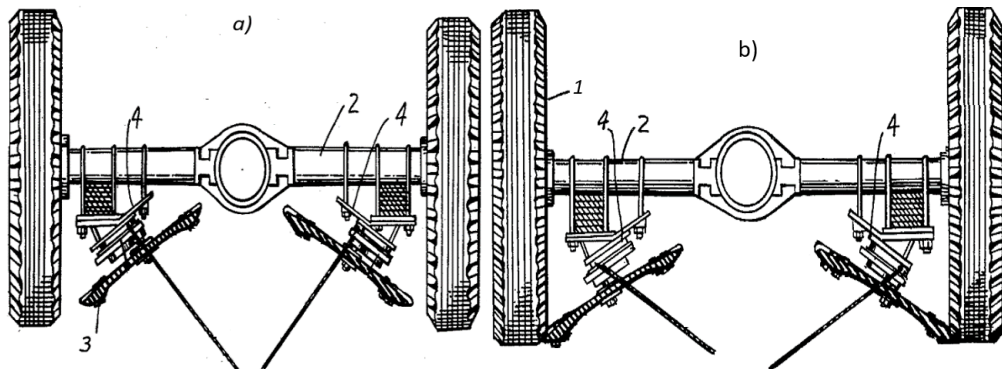


Fig. 2.3. Vedere schematică

### 3. Soluția proprie

Sistemul mecatronic propus în acest proiect are ca scop deplasarea unui robot pe un teren cu un coeficient de frecare redus (pe gheață) sau pe terenuri dificile (nisip, zăpadă etc.). Se dorește ca acest tip de robot să aibă:

- un sistem antiderapant cu acționare electrică
- un gabarit redus
- să se adapteze la drumul pe care se deplasează (zăpadă, gheață, nisip etc.)
- să fie controlabil de la distanță

Modelul de robot propus este prezentat schematic în figura 3.1.

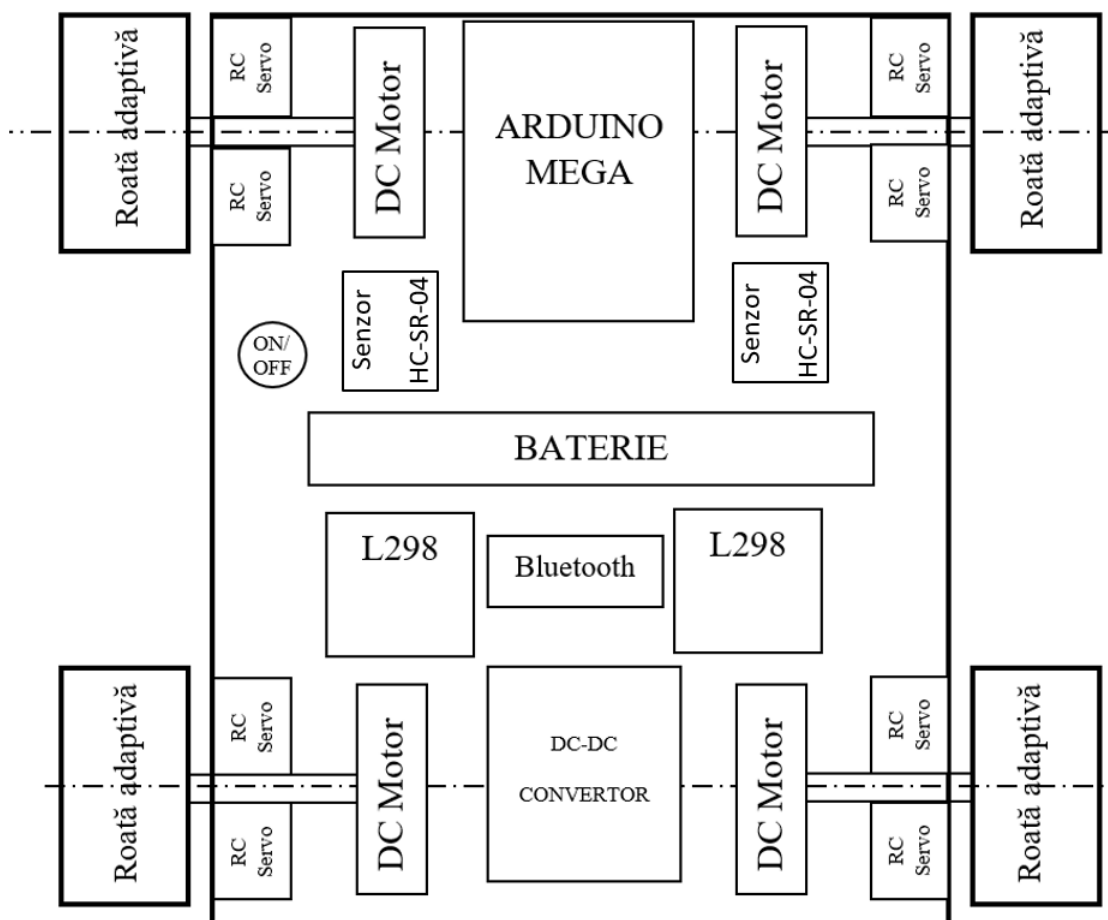


Fig. 3.1. Schema de principiu a robotului

#### 3.1 Proiectarea structurii mecanice

Pornind de la schema de principiu a robotului și având în vedere sarcinile pe care trebuie să le îndeplinească acesta s-a început proiectarea elementelor mecanice ale sistemului.

Software-ul ales pentru proiectare a fost Inventor 2016, versiunea de student, oferit de Autodesk. Acesta este un software dedicat proiectării, vizualizării și simulării de sisteme mecanice. Programul include de asemenea funcționalități precum proiectarea traseelor de țevi și cabluri, proiectarea matrițelor de injecție a maselor plastice și funcții de simulare dinamică și calcul de rezistență FEA, alcătuind soluția completă pentru prototipare digitală.

Prima și cea mai importantă parte, care determină structura robotului este proiectarea mecanismului de acționare a roții astfel încât aceasta să își poată modifica suprafața de contact cu solul și să se rotească în același timp. Soluția abordată în proiect este prezentată în figura 3.2. Aceasta este o roată cu 8 canale dispuse radial pentru a permite culisarea paletelor dințate (fig. 3.3.a).

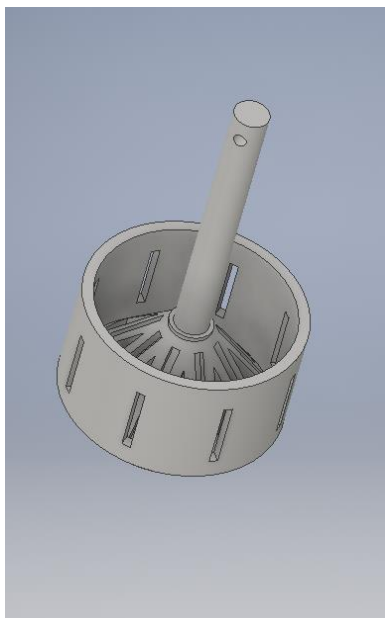


Fig. 3.2. Roată cu arbore

Diametrul roții rezultat în urma proiectării este de 50 mm, fără a fi acționate paletetele dințate. Acesta se mărește cu 5 mm atunci când sistemul antiderapant este pus în funcțiune. S-a ales modalitatea de prelucrare cu adăugare de material, fapt pentru care s-a putut realiza contopirea roții cu arborele de susținere.

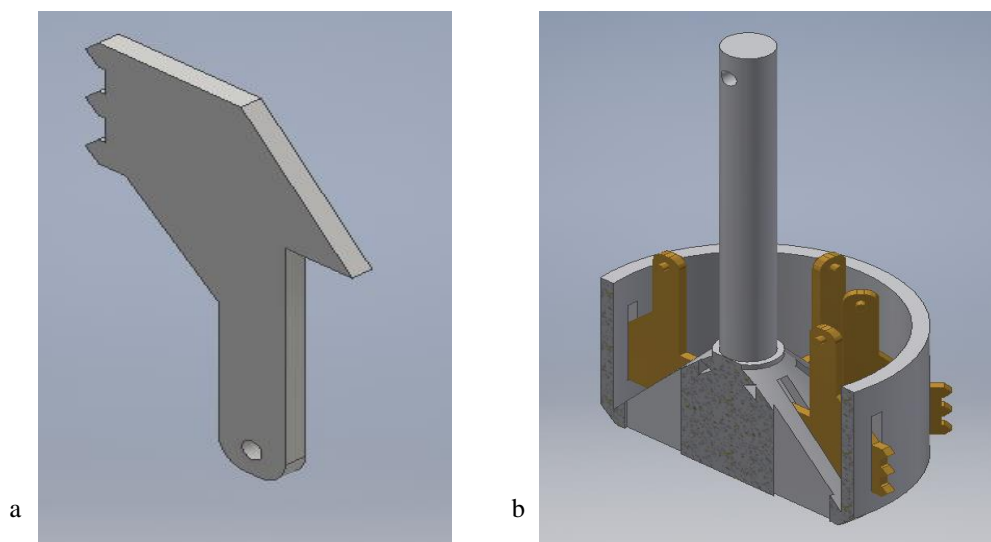


Fig. 3.3. Paletă dințată (a) și montajul pe roată (b)

Acest lucru este benefic pentru rezistența materialului. O structură fără îmbinări are o probabilitate de defectare mai mică. Paletetele dințate sunt montate pe roata cu fante ca în figura 3.3.b.

Suprafața pe care se așază paletele pe roată este înclinată cu același unghi pe care îl are vârful conului interior de la roată. Fiecare paletă are 3 dinți pentru a mări coeficientul de frecare dintre roată și mediul pe care se deplasează. Partea mecanică a robotului reprezintă principalul element de noutate al acestui proiect și conține următoarele elemente:

- Șasiul robotului
- Roata adaptivă
- Cuplajul rigid dintre arborele roții și arborele de antrenare
- Lagărul radial al roții adaptive

Șasiul robotului este format dintr-o placă de plexiglass, cu dimensiunile de gabarit de 220\*240\*3mm. S-a optat pentru un șasiu de plastic deoarece are o masă mai mică decât cea a metalelor și este mai ușor de prelucrat mecanic. Tehnologia de prelucrare pentru care s-a optat a fost debitarea cu laser.

Roata adaptivă realizează cel mai important rol. Schema de funcționare a roții este prezentată în figura 3.4.

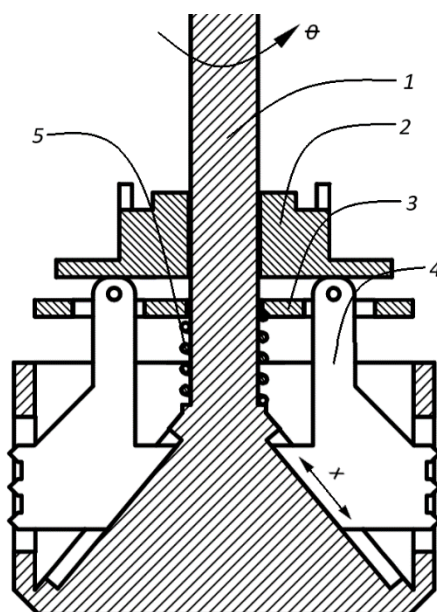


Fig. 3.4. Schema funcțională a roții adaptive

Corpul 1 are rolul de a intra în contact cu suprafața pe care se deplasează robotul (șosea, nisip, gheață) și este antrenat la un capăt de un motor de curent continuu DC Motor așa cum este prezentat în figura 3.1. Discurile 2 și 3 sunt introduse pe arborele elementului 1 și au rolul de a antrena paletele dințate 4. Discul 3 are câte o fantă pentru fiecare paletă dințată 4 și se rotește împreună cu corpul 1 atunci când motorul de curent continuu este alimentat. În momentul când mecanismul RC Servo (fig.3.1) primește un semnal de comandă, acesta împinge discul 2, care la rândul lui împinge paletele 4. Acestea din urmă translatează pe planul înclinat și modifică suprafața exterioară a roții. Discul 2 este fix, având două canale de alunecare pentru brațele servomecanismelor. Acest lucru determină frecarea liberă a capetelor paletelor 4 pe discul 2. Arcul elicoidal 5 are rolul de a aduce și menține în poziția inițială paletele atunci când sunt retrase brațele servomecanismelor.

Cuplajul dintre arbore de la ieșirea din reductorul motor și arborele roții este prezentat în fig. 3.5. Cuplajul este unul rigid, realizat prin tehnologia de prototipare rapidă. Ca element de fixare se vor folosi două șuruburi M3.

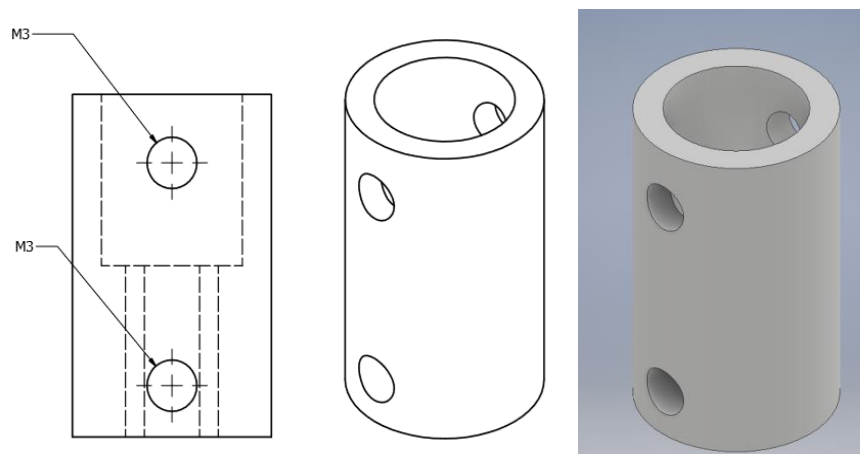


Fig. 3.5. Cuplaj

Lagărele cu alunecare reprezintă organe de mașini care asigură rezemarea pieselor cu mișcare de rotație, de regulă arbori sau osii, preiau forțele care încarcă piesele respective și lucrează în condițiile unei alunecări relative a suprafeței fusului arborelui pe suprafața lagărului (cuzinetului), cele două suprafețe fiind separate printr-o peliculă de lubrifianț. În cazul de față, lagărul este unul radial (fig. 3.6), special proiectat pentru susținerea roții adaptive și pentru preluarea forțelor care apar la acționarea ansamblului disc-palete dințate.

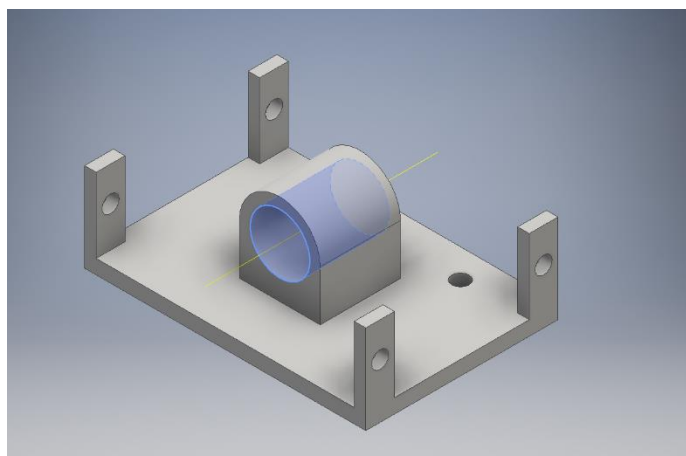


Fig. 3.6. Lagăr radial cu suporti pentru servo mecanisme

Lagărul face corp comun și cu cele patru picioare de fixare pentru mecanismele RC Servo. Această construcție reduce semnificativ gabaritul prin eliminarea elementelor auxiliare de fixare și simplifică mult procedura de montaj pe șasiul robotului; piesa este prinsă în numai două șuruburi M3.

#### 4. Concluzii

În urma studiului efectuat s-a constatat că cel mai important aspect în conceperea unei soluții proprii, atât practic cât și teoretic necesită un studiu amănunțit asupra următoarelor aspecte:

- Echipamentele existente deja pe piață;
- Tehnologiile folosite în sistemele existente;
- Costurile totale care ar putea surveni în urma realizării proiectului;

- Necesitatea prelucrării materialelor în vederea obținerii soluției proprii și posibilitatea efectuării acestora;
- Utilitatea soluției proprii în industrie;
- Timpul necesar conceperii și realizării proiectului;
- Necesitatea utilizării tehnologiilor de ultimă generație datorită prețului ridicat al acestora.

Cea mai importantă parte a procesului de concepție este reprezentată de anticiparea modului în care piesele vor fi prelucrate și posibilitatea efectuării acestor prelucrări pe diferite mașini unelte. Piesele cu geometrii complexe precum roțile adaptive cu arborele motor au nevoie de tehnologii de prelucrare moderne, care implică costuri ridicate.

Foarte important este modul și ordinea de asamblare a componentelor, care, în cazul unei conceperii mai superficiale, pot fi foarte dificile sau chiar imposibile. Este foarte idicat ca sistemul să vină împreună cu un manual sau câteva desene tehnice care exemplifică modul de montaj al pieselor, dar și rolul lor în sistem.

## 5. Bibliografie

- [1]. Choi, J.-S., Chonrabuk-do (KR), „Snow chain mechanism for a vehicle”.
- [2]. Mank, R. A., Pittsburgh, Pa. Application March 3, 1953, Serial No. 340,046 1. Claim, (CI.152-213), „The chains”.
- [3]. Robinson, L., Pittsburgh, Pa. Application November 2, 1955, Serial No. 544,448 8 Claims, (CI.188-4), „Anti-skid apparatus for vehicles”.
- [4]. Eisenhauer, H. J., Sr., Buffalo, N. Y. Application August 20, 1948, serial No. 45,222 9 Claims, „Antiskid device”.
- [5]. Siewert Of Sherman, J.M., South Dakota, Patented Nov. 9, 1920, „Antiskid attachment for wheels”.