

PROGRAMAREA ȘI SIMULAREA OFF-LINE A UNEI CELULE ROBOTIZATE DE MONTAJ ROȚI AUTOVEHICULE UTILIZÂND MEDIUL DE LUCRU ABB ROBOT STUDIO

LIFERI Constantin¹

¹Facultatea :IMST, Specializarea: Robotica, Anul de studii: Master II, e-mail:liferi.constantin@hotmail.com

Conducător științific: Conf.dr.ing. NICOLESCU Adrian

REZUMAT: Realizarea simulării și programării unei celule robotizate de montaj roți autovehicule. Scopul lucrării este de a propune o altă abordare de montaj roți pe autovehicul automatizată. Acest tip de montaj ce poate fi implementat atât pe conveioarele suspendate din generația nouă cât și cele vechi cu costuri reduse nefiind necesară modificarea întregii linii de producție. De asemenea configurația celulei este una compactă cu 2 roboți de montaj aflați pe lateralele autovehiculului și un robot de deservire împreună cu conveiorul de alimentare cu roți aflați sub autovehicul.

1. Introducere

În faza de început a proiectului s-a realizat o macheta analizând mai mulți furnizori de soluții de automatizare. Aceasta macheta a fost realizată utilizând diferite produse de la diferiți furnizori urmând ca piesele specifice celulei și anume Gripperul de montaj și Gripperul de manipulare și deservire să fie proiectate utilizând mediile de lucru CATIA și ANSYS. După realizarea completă a celulei se trece în ultima etapă, cea de simulare într-un mediu off-line a funcționalității celulei.

2. Stadiul actual

Realizarea simulării off-line cu ajutorul programului de simulare off-line ABB Robot Studio.

Robotul industrial este integrat într-o celulă de fabricație flexibilă pentru a spori productivitatea asamblării de roți pe un autovehicul, operație ce în acest moment se realizează preponderent manual cu ajutorul unor utilaje de ridicare și înfiletare piulițe. Componenta celulei constă într-un robot echipat cu un gripper special proiectat pentru manipularea roților și a piulițelor. Acesta alimentează cele 2 puncte de lucru cu roți și piulițe necesare pentru a fi montată roata. Cei 2 roboți dispuși lateral, pe ambele laturi ale mașinii echipați cu un effector de manipulare și montaj, proiectat special pentru a manipula roțile auto cu ajutorul sistemului de prehensiune pneumatic și montajul roților pe butuc prin înfiletarea piulițelor cu ajutorul sculelor de înfiletare dispuse pe acesta. De asemenea identificarea poziției de montaj se realizează cu un sistem de vedere artificială montat pe acesta facilitat astfel centrarea rotii pe butuc și de asemenea orientarea găurilor de trecere de pe janta în poziție optimă pentru angajarea acestora în prezoane.

Pentru o mai bună vizualizare și înțelegere a modului de funcționare și dispunere a elementelor componente în cadrul celulei, în continuare se prezintă vederile în proiecții ortogonale și vederi izometrice, a ansamblului general al celulei robotizate.

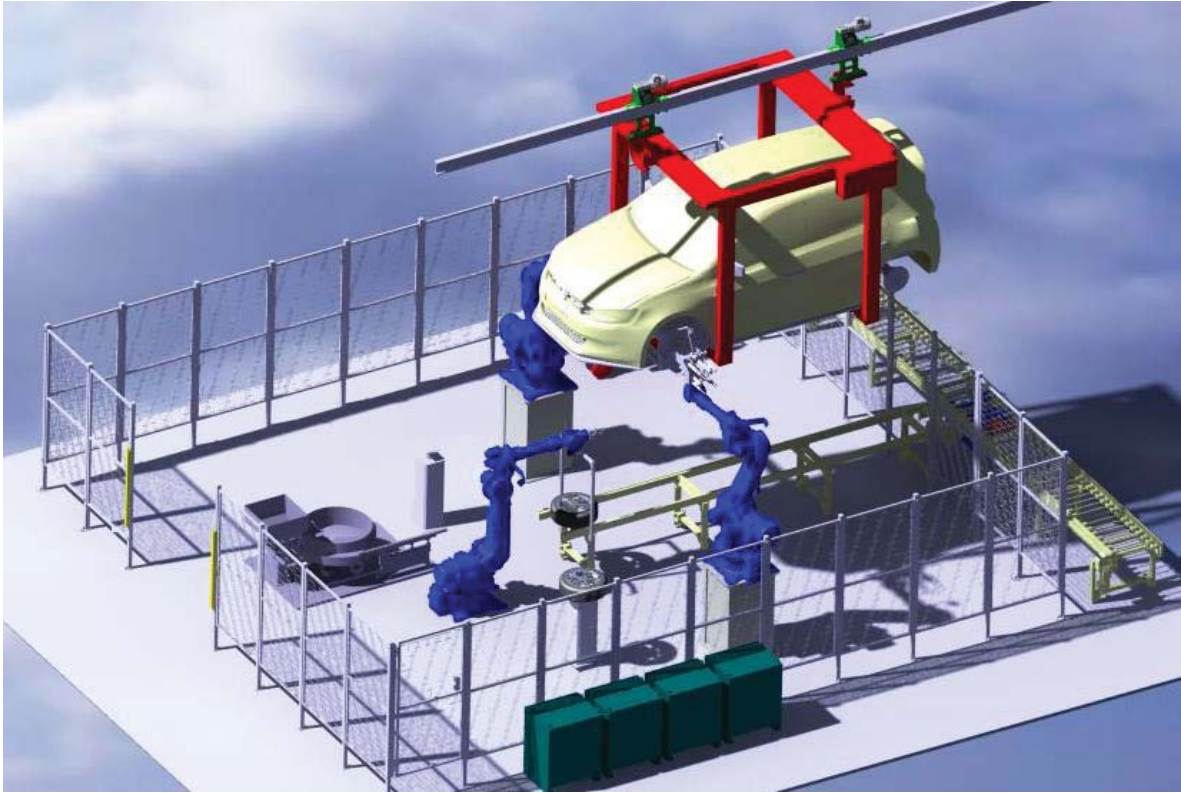


Fig. 1 Vedere Izometrica

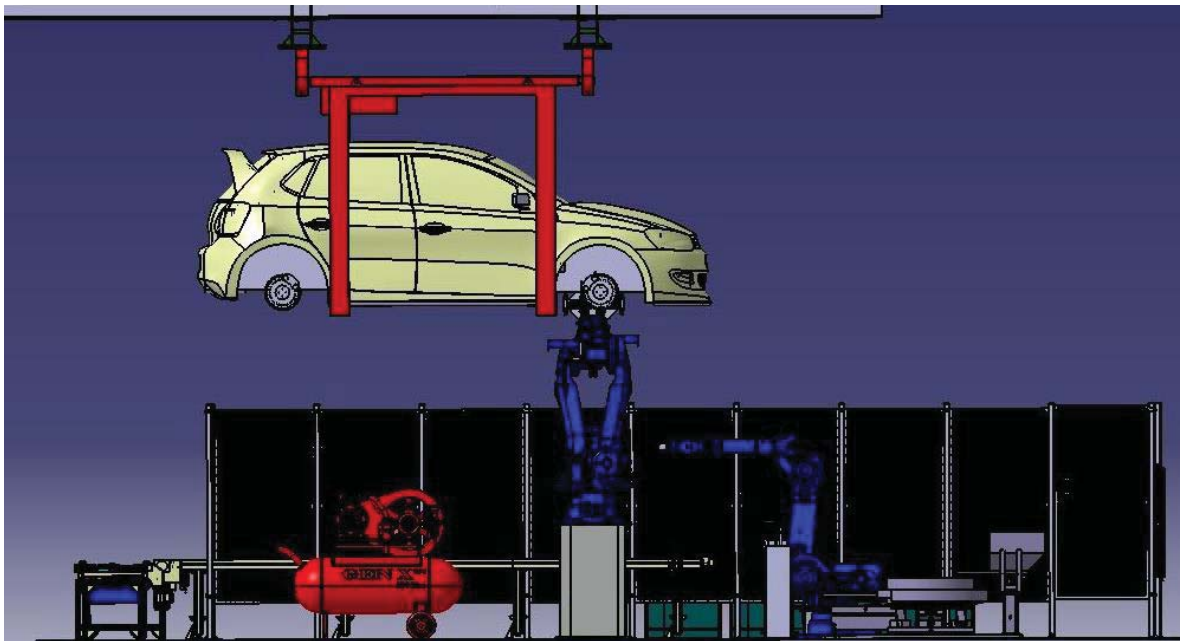


Fig. 2 Vedere laterala

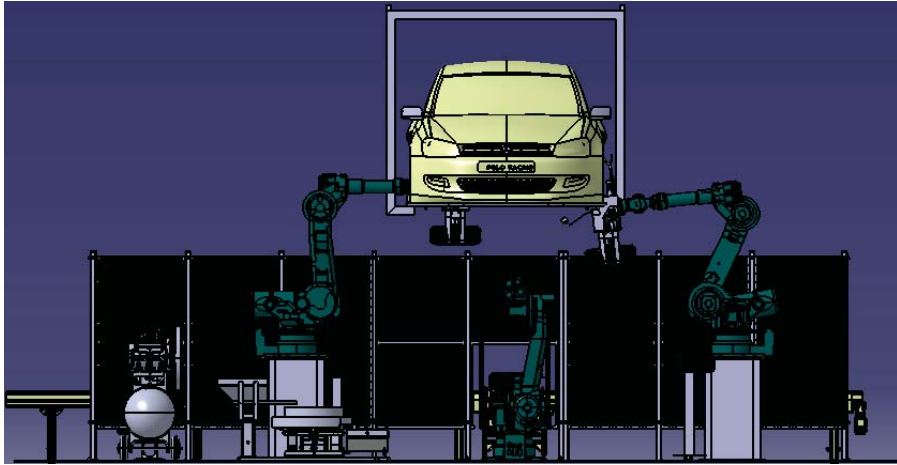


Fig. 3 Vedere frontal

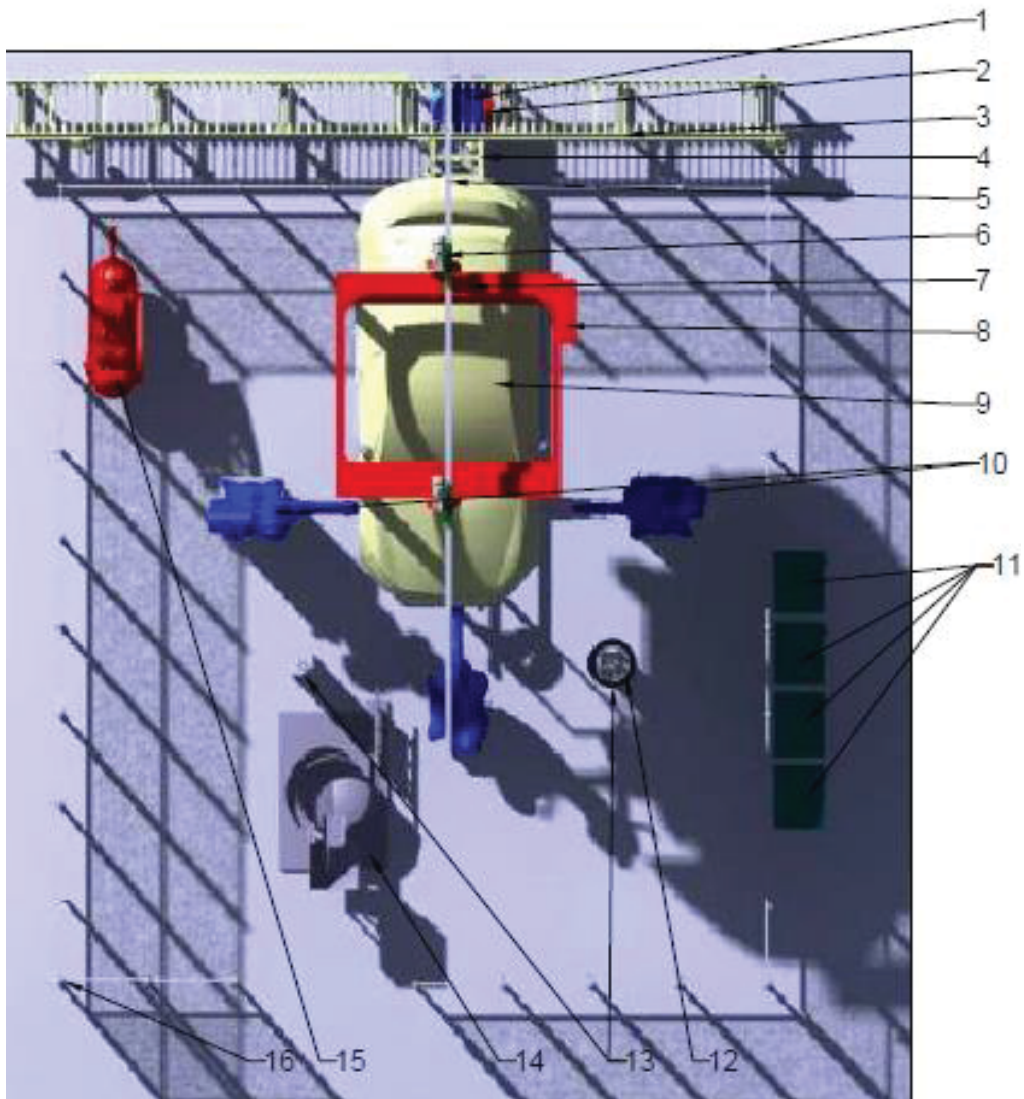


Fig . 4 Vedere de sus

În Fig.4 Este prezentată o celulă de fabricație flexibilă de montare roți auto cu 3 roboți de tip braț articulat cu 6 grade de libertate în care se pot distinge următoarele elemente componente:

1. Sistem de transfer roată
2. Opritor
3. Conveior cu role
4. Conveior cu benzi transportoare
5. Șină de ghidare
6. Sistem de transport conveior suspendat
7. Sistem de ghidare a sistemului de transport
8. Structură portantă autoturism
9. Autoturism
10. Robot de montare
11. Controller – roboți
12. Roată autoturism
13. Sistem de poziționare
14. Sistem vibrant sortare si alimentare piulițe
15. Compresor
16. Gard de protecție

16. Gardul de protecție - Ca orice celulă robotizată este necesar un mediul de lucru ce impune anumite condiții foarte stricte în legătură cu încălcarea perimetrului de lucru. Celula trebuie să fie protejată împotriva persoanelor neautorizate , deci se construiește o structură care să înconjoare celula, rămânând locuri deschise/porți sau uși de acces, doar pe acolo pe unde trebuie să intre sau să iasă personalul autorizat.

14. Sistem vibrant de sortare piulițe – Acesta cu ajutorul vibrațiilor și a unei geometrii specifice sortează și orientează piulițele transportându-le pe tija de ghidare facilitând preluarea piulițelor de către robot.

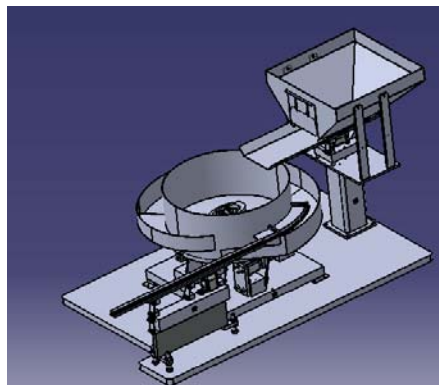


Fig. 5 Sistem vibrant de sortare piulițe

13. Post de lucru – Conceput pentru așezarea roților împreună cu piulițele necesare asamblării. Acesta facilitează preluarea roții centrate și orientate înaintea operației de montare.

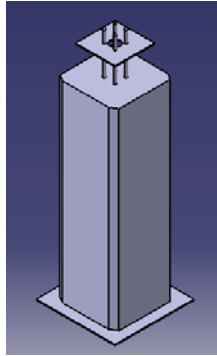


Fig. 6 Post de lucru

Sistem Vision – Acest sistem este poziționat la capătul de cursă a conveiorului, montat pe picioarele de sprijin ale acestora. Facilitează recunoașterea centrului roții și a găurilor de trecere de pe janta necesare a fi centrate ulterior pe punctul de lucru.

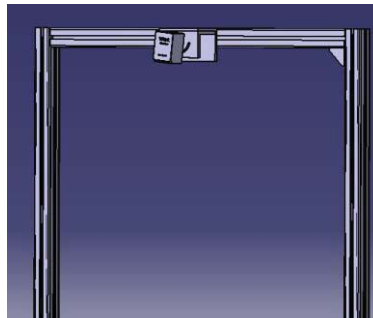


Fig. 7 Sistem de vedere artificiala

15. Compresor – Utilizat pentru alimentarea cu aer comprimat cei 3 efectori ai roboților

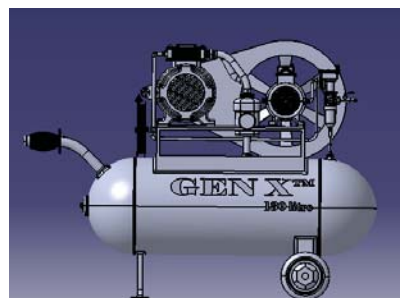


Fig.8 Compresor

11. Controller – DX200 Capabil să controleze până la 8 roboți și 72 de axe comandate numeric.

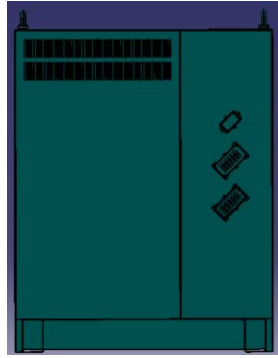


Fig. 9 Controller-DX200

12.Sistem de transport si ghidare – asigura deplasare conveiorului de-a lungul punctelor de lucru realizand pozitionari de mare precizie daorita traductorului de pozitie liniara atasat acestuia.

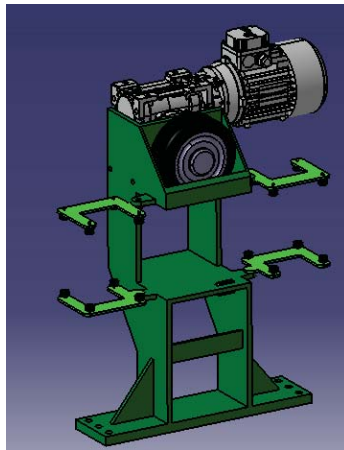


Fig. 10 Sistem de transport si ghidare

13.Cadru conveior - ce asigura sustinerea autovehicolului pe toata durata procesului. De asemea rigidizand ansamblul astfel pentru a impiedica erorile de pozitionare.

Effector de Manipulare Roți si piulițe

Acest effector a fost conceput cu scopul de a manipula roți de autovehicol si piulițele necesare montării acestuia. De asemenea acesta are un rol deosebit de important in celulă in preluarea rotii de pe conveior cu ajutorul unui sistem vision ce indica pozitia găurii de centrare a roții cât si găurile de prindere a roții în prezoane, orientând roata și pozitionând-o centrata pe sistemul de centrare.

Prinderea rotilor se realizeaza cu ajutorul a 3 falci actionate cu un universal pneumatic. Prinderea fiind realizată prin gaura de centrare a roții pe butuc eliminând astfel elementele excentrice ce pot interactiona cu alte elemente ale celulei iar dimensiunile reduse a acestuia permit o mobilitate crescuta.

Preluarea piulitelor se efectueaza cu ajutorul electromagnetilor inelari dispusi pe tije conductive magnetic prevazute cu o degajare ce permite piulitelor sa sa fie atrase in aceasta. Rolul acestui subansamblu al efecteurului este de a prelua piulitele necesare montarii rotii si a le pozitiona pe sistemul de centrare a rotii prevazut cu patru tije ce centreaza rotile si piulitele.

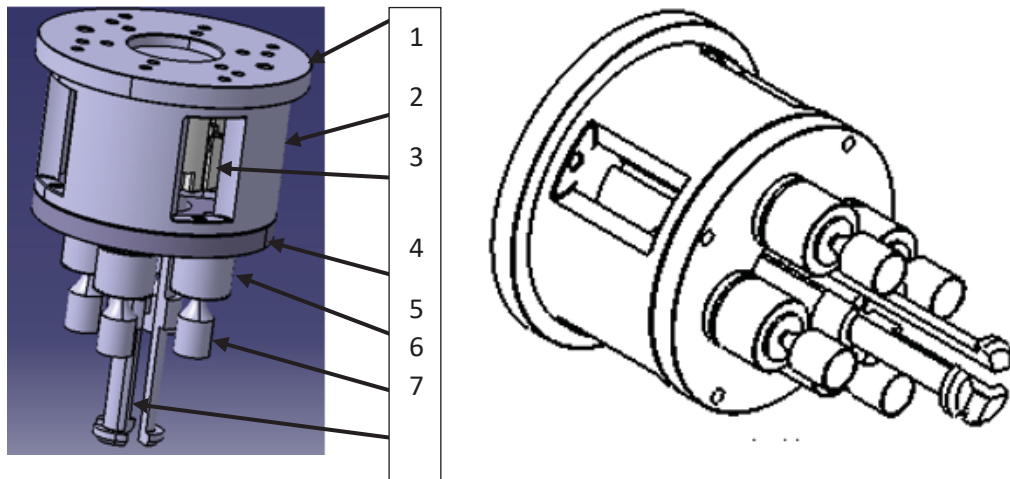


Fig. 11 Vederi izometrice effector Deservire

Elementele componente ale efecturului:

1. Flansa de prindere a efecturului de robot
2. Corpul fectorului
3. Universal pneumatic
4. Paca de sustinere a sistemului de prindere a piulitei
5. Electromagnet
6. Tija tubulara
7. Falca de prindere a rotii

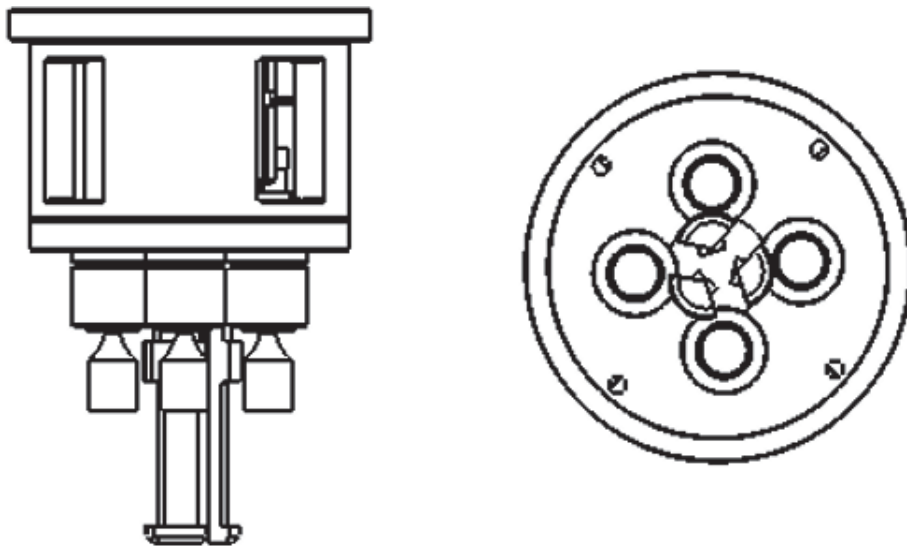


Fig. 12 Vedere laterală/ jos effector Deservire

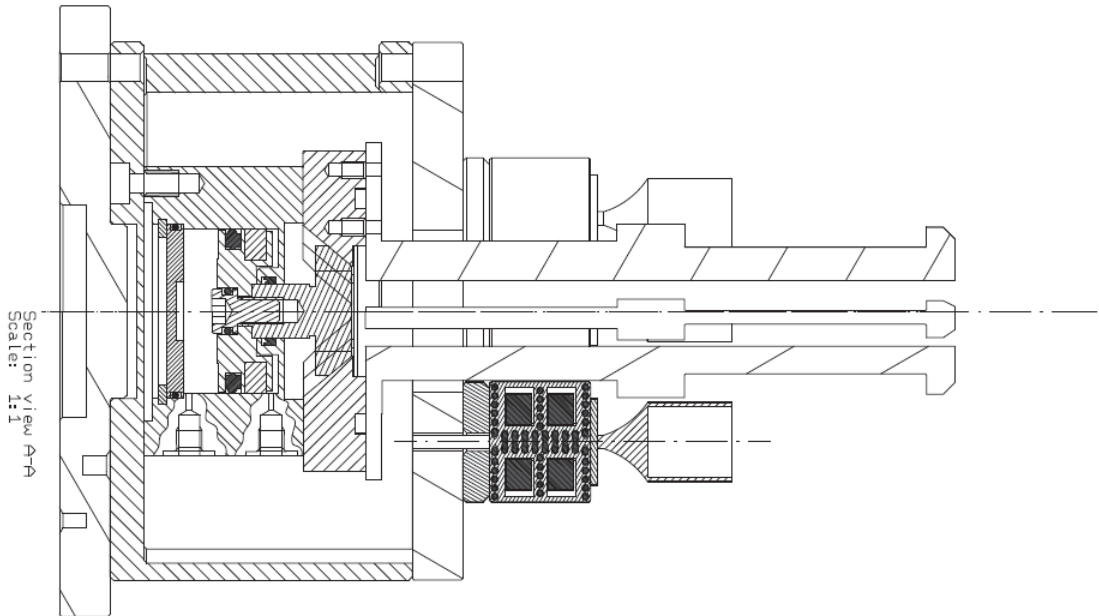


Fig. 13 Sectiune effector de manipulare

Studiul posibilităților de programare - simulare off line a aplicației robotizate în mediul de lucru ABB Robot Studio:

Mediul de programare offline este cel mai bun mod de a maximiza randamentul pentru investițiile cu sistemele robotizate. Modul de programare software al ABB robot studio permite programarea robotului de la un computer personal fără a închide producția.

Robot studio oferă instrumentele necesare pentru a crește profitabilitatea sistemelor robotice permițând efectuarea sarcinilor cum ar fi formarea, programarea și optimizarea fără a perturba producția. Acest lucru oferă următoarele avantaje:

- reducerea riscului
- timp mai rapid de start-up
- timp mai scurt de comutare
- productivitate crescută

Robot studio este construit pe controlerul virtual ABB, o copie exactă a softului rulat de robotii din producție. Acest lucru permite să se efectueze simulări foarte realiste folosind programare de robot reală și fișiere de configurare identice cu cele utilizate de robot. [1]

Simulare off line a aplicației robotizate

Pentru a realiza simularea în mediul de lucru ABB robot studio în primul rând trebuie exportate fișierele într-un format suportat de aceste. După ce au fost introduse într-un proiect nou trebuie setată originea locală a fiecărei referințe.

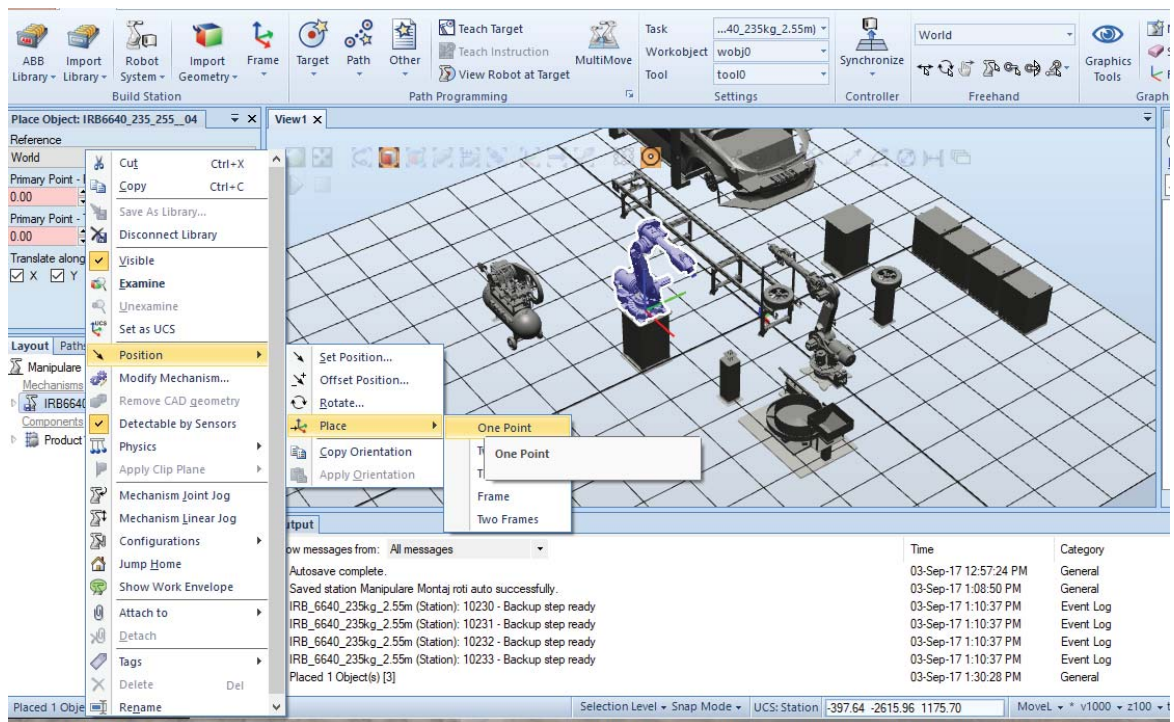


Fig. 14 Importare Celula si pozitionare robot

In acest caz s-a realizat importare întregii celule robotizate, iar separate s-au importat referințele mobile (roti, efectori, piulițe) datorita necesității pieselor da a avea punctul de origine al acesteia in punctul „O” piesa in cazul pieselor manipulate iar in cazul efectoarelor punctul de origine sa fie in punctul „O” al flanșei de prindere.

Realizarea cinematicii efectorului de montaj

Deoarece acest tip de gripper nu exista in biblioteca de efectori a programului, este necesar sa se defineasca propriul effector utilizand comanda „Create Mechanism”.

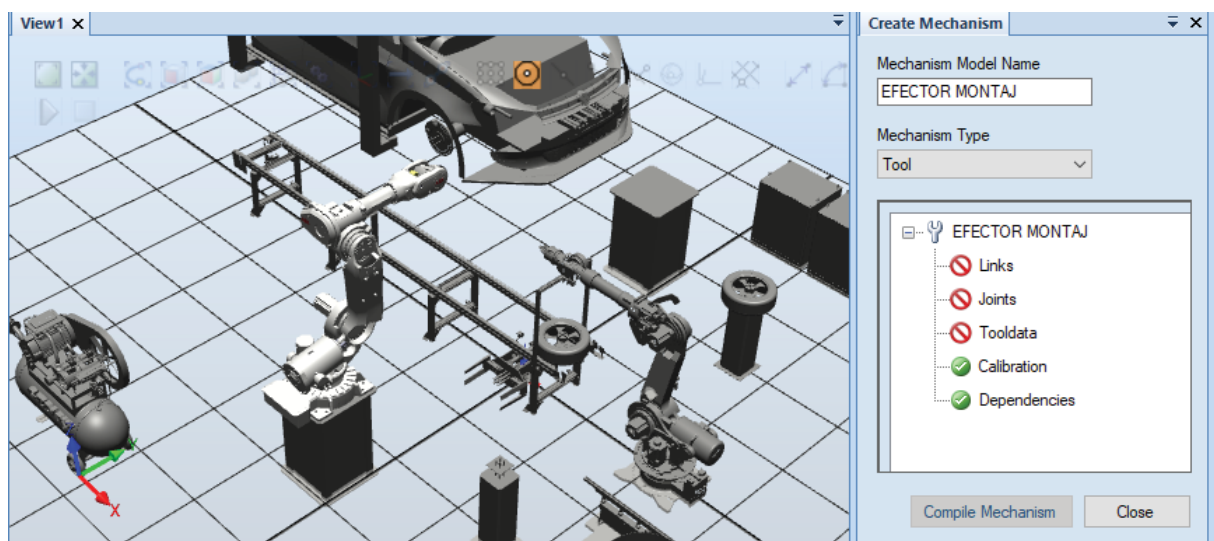


Fig. 15 Realizarea mecanismului efectorului de montaj

Pentru a defini efectorul se urmaresc urmatoarele date:

1. Definirea Legaturilor

- Definirea bazei fixe a Effectorului (modulul ce urmeaza a fi montat pe robot)
- Definirea elementelor mobile (cele ce se deplaseaza in raport cu baza), in acest caz fiind falcile gripperului.

2. Definirea axelor effectorului

- Definirea axelor (rotatie, translatie)
- Definirea elementelor mobile si a referintelor in raport cu care acestea se deplaseaza
- Definirea limitelor de deplasare a axelor

3. Definirea Parametrilor Effectorului

- Definirea bazei fixe effectorului referinta ce se ataseaza la robot
- Definirea TCP-ului (Tool Center Point) varful effectorului
- Definirea masei effectorului a momentelor de inertie si a centrului de greutate

Deasemene dupa parcurgerea acestor pasi se definesc cele doua pozitii „Deschis” care este si pozitia Home; si pozitia „inchis”. Definirea pozitiilor este necesara pentru a comanda gripperul prin semnale.

Modul de definire este exemplificat in figurile de mai jos:

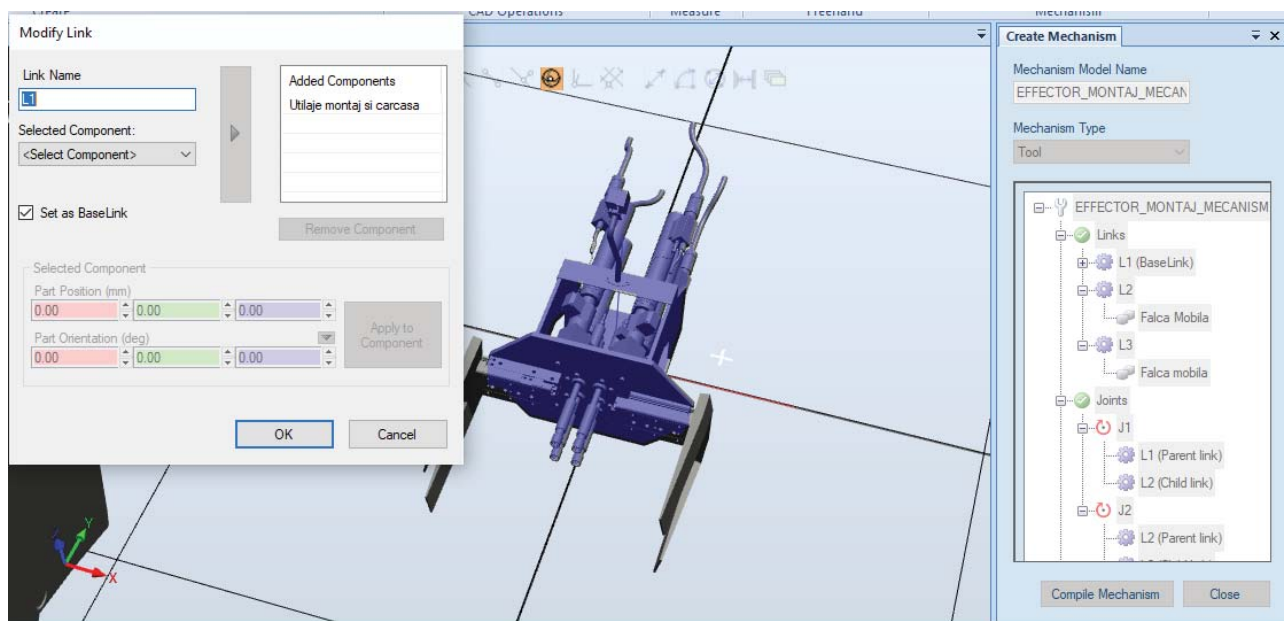


Fig. 16 Definirea legăturilor effectorului

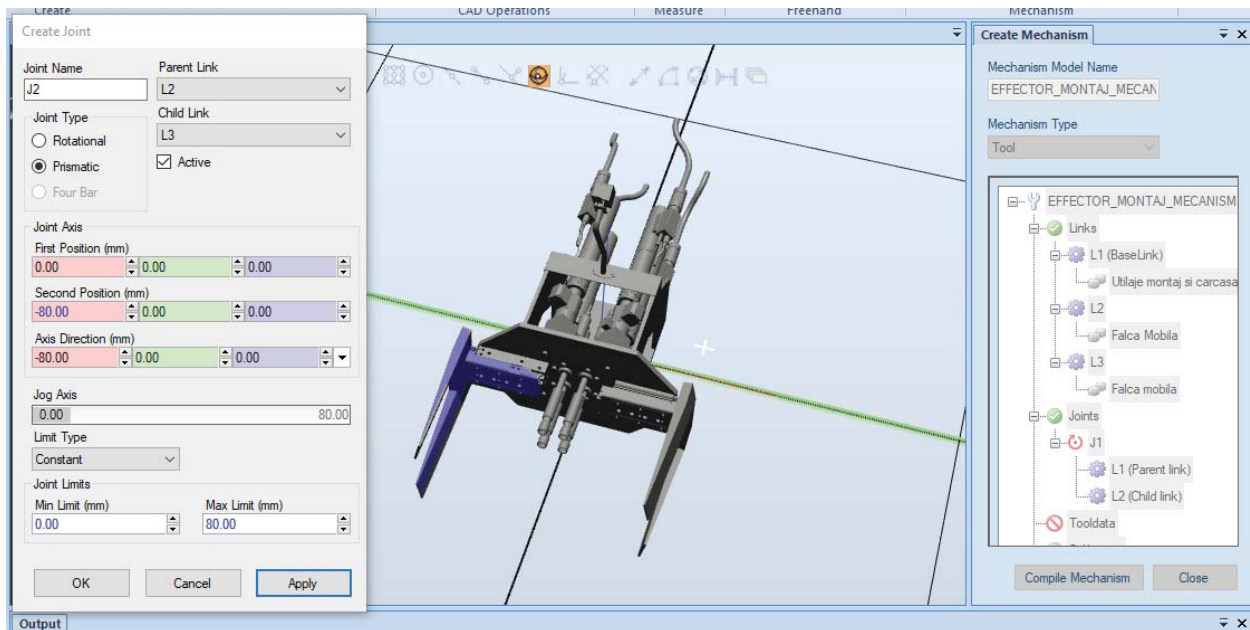


Fig. 17 Definirea axelor effectorului

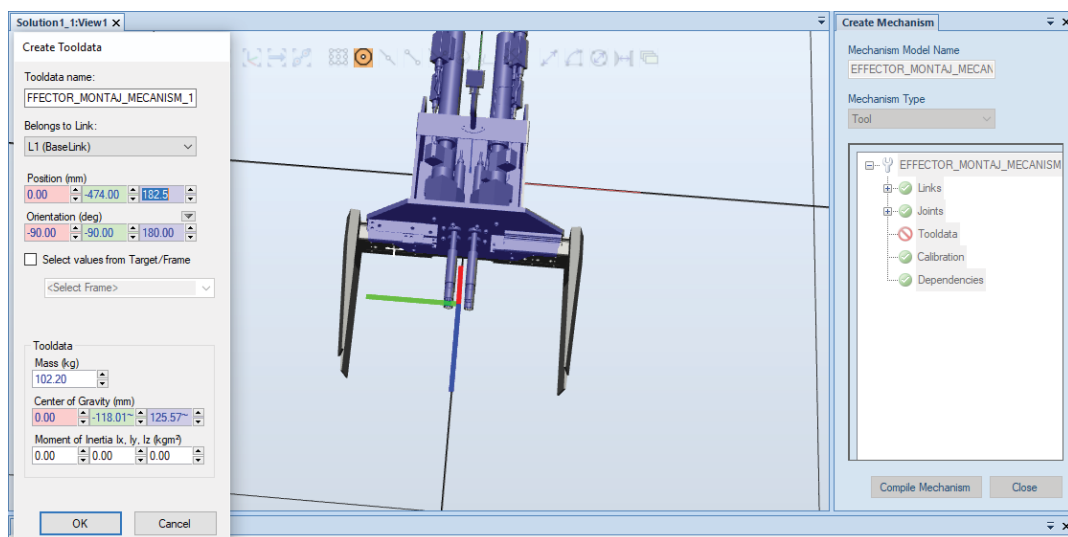


Fig. 18 Definirea Parametrilor effectorului

Definirea Semnalelor Effectorului

Pentru a defini semnalele se acceseaza fereastra „event”, din modul „simulation” , Se realizeaza dou tipuri de semnale pentru effector Modul „inchis” si „deschis”.

Se defineste tipul activitatii „Simulation”, tipul de semnal „I/O” sistemul ce trimite semnalul, in cazul nostru este robotul, tipul actiunii „Move Mechanism” si se defineste tipul semnalului in acest caz semnalul 0 este setat pe pozitia Home deci gripperul este deschis, iar semnalul 1 inchide gripperul.

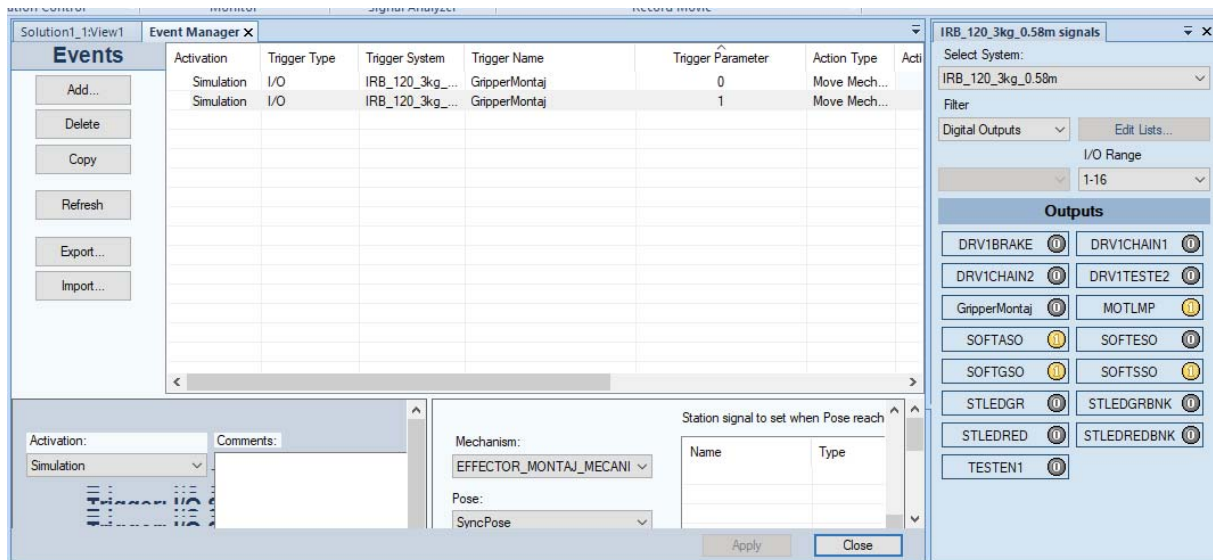


Fig. 19 Definirea semnalelor gripperului

Definirea Semnalelor senzori

Pentru a defini momentul de inchidere si a deschidere a gripperului se v-a utiliza modulul colision. Gripperul se va inchide sau se va deschide in momentul in care gripperul v-a atinge roata in momentul preluarii si se va inchide in momentul in care roata ajunge pe poxitie fixa a butucului rotii .

Se definesc rapoartele de contact :

1. Contact Gripper → Roata
2. Contact Roata → Placa de frana

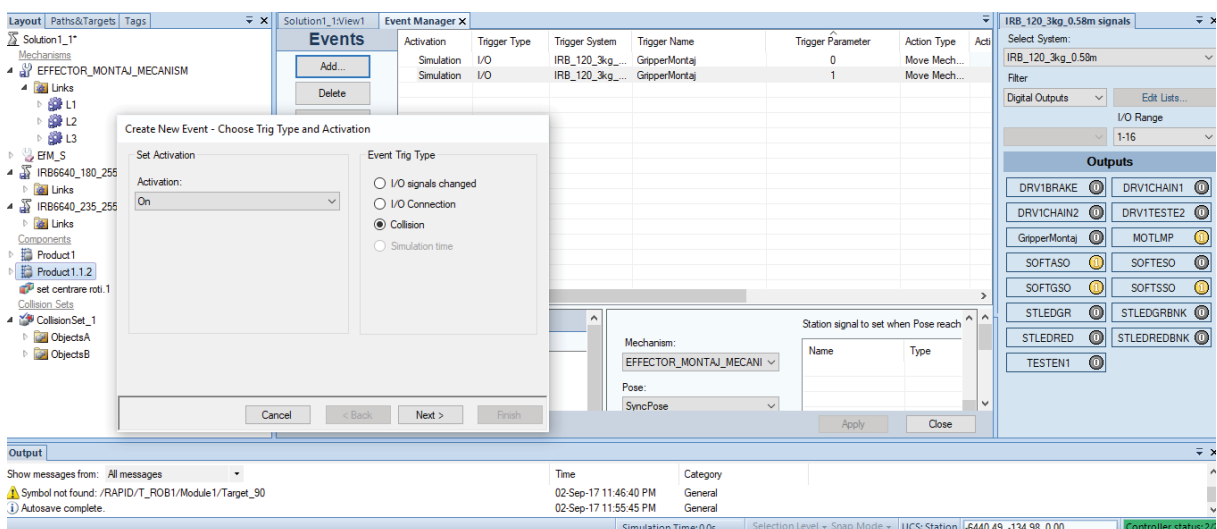


Fig. 20 Definirea Semnalelor senzori

Definirea Traseului

Prin Comanda „Create Path” se definesc punctele a viitorului traseu. Centrul de axe a punctelor traseului trebuie sa fie in concordanta cu punctele effectorului.

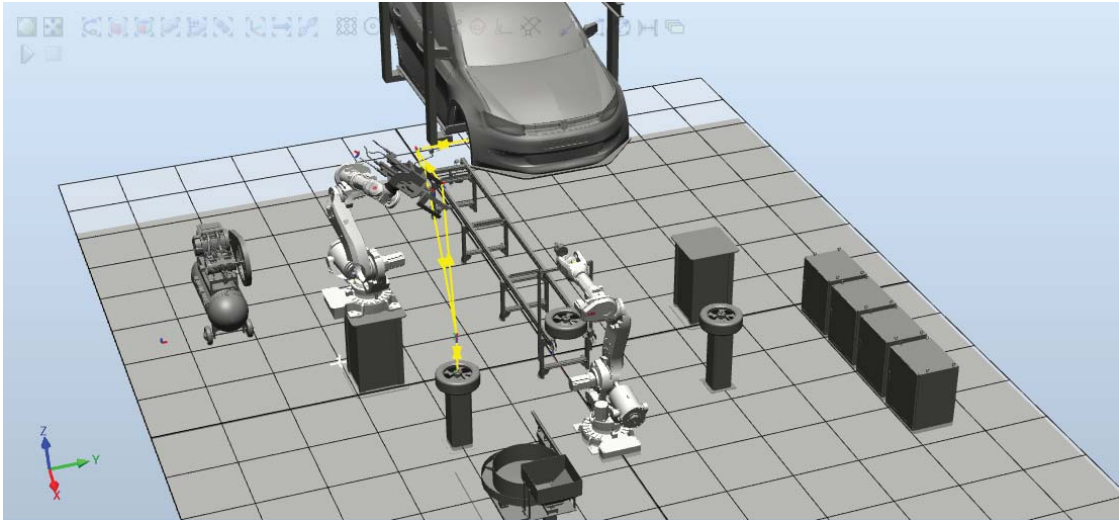


Fig. 21 Definirea traseului

Introducerea comenzilor in programul text

Dupa realizare programului sunt necesare cateva ajustari asupra acestuia, cum ar fi activarea gripperului automata la contactul cu roata si detasarea acestuia la contactul cu placa de frana de pe butucul masinii. Pentru a realiza aceste ajustari se utilizeaza comanda „set” urmat de numele semnalului, in acest caz este „DO10_2”.

```
T_ROB1/Module1 x
6   CONST robtarget Target_40_2:=[[1095.731678939,-84.25341554,1561.031545111],[0.001918933,-0.993994089,-0.
7   CONST robtarget Target_50:=[[1072.301025162,-25.445094507,1878.401918557],[0.004608277,0.951145713,-0.03
8   CONST robtarget Target_60:=[[1119.36,-81.33,2482.285],[0.27059805,-0.653281482,0.27059805,-0.653281482],
9   CONST robtarget Target_70:=[[1469.36,-81.33,2482.285],[0.27059805,-0.653281482,0.27059805,-0.653281482],
10  CONST robtarget Target_80:=[[1119.36,-81.33,2482.285],[0.27059805,-0.653281482,0.27059805,-0.653281482],
11  CONST robtarget Target_90:=[[82.499806201,-1546.484828052,1817.481280912],[0.00719543,0.72455568,-0.6887
12
13
14  PROC main()
15
16      Path_10;
17
18  ENDPROC
19
20  PROC Path_10()
21      MoveL Target_10,v1000,fine,Bun_EF_1\Wobj:=wobj0;
22      MoveL Target_20,v1000,fine,Bun_EF_1\Wobj:=wobj0;
23      MoveL Target_30,v200,fine,Bun_EF_1\Wobj:=wobj0;
24      set DO10_2;
25      MoveL Target_40,v200,fine,Bun_EF_1\Wobj:=wobj0;
26      MoveL Target_40_2,v1000,fine,Bun_EF_1\Wobj:=wobj0;
27      MoveL Target_50,v1000,fine,Bun_EF_1\Wobj:=wobj0;
28      MoveL Target_60,v200,fine,Bun_EF_1\Wobj:=wobj0;
29      set DO10_2;
30      MoveL Target_70,v200,fine,Bun_EF_1\Wobj:=wobj0;
31      MoveL Target_80,v1000,fine,Bun_EF_1\Wobj:=wobj0;
32      MoveL Target_90,v1000,fine,Bun_EF_1\Wobj:=wobj0;
33  ENDPROC
34  ENDMODULE
```

Fig. 22 Introducerea comenzilor in programul text

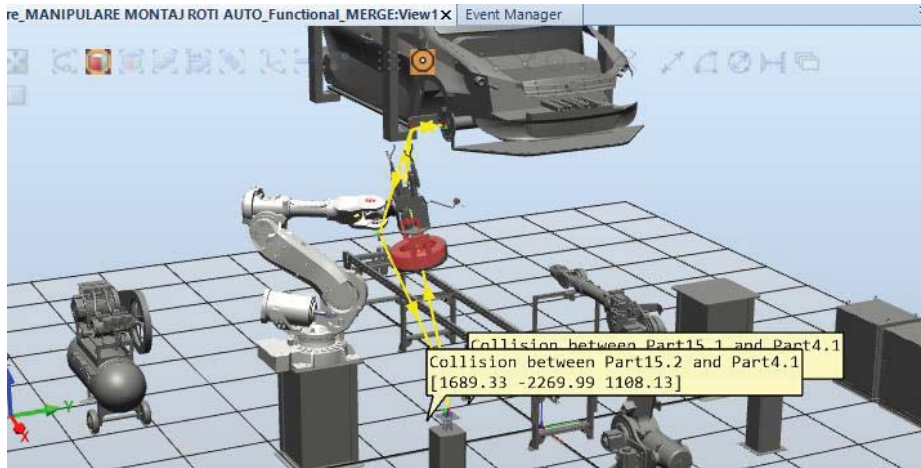


Fig. 23 Preluarea rotii dupa contactul cu gripperul

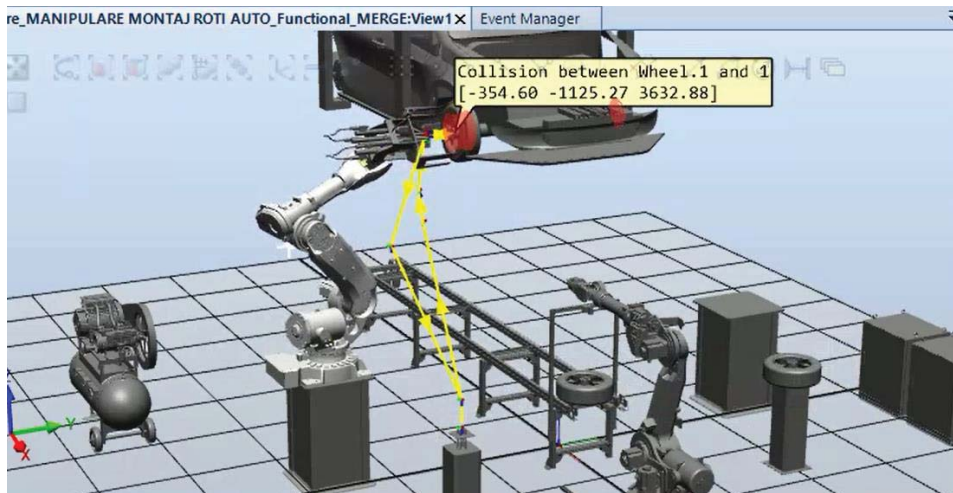


Fig. 24 Atasarea rotii si retragerea gripperului

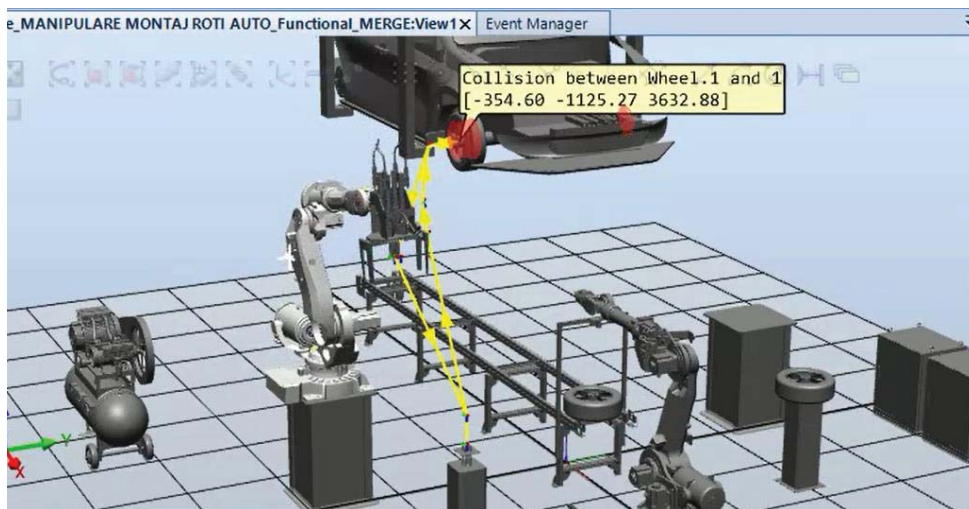


Fig. 25 Retragera gripperului in pozitia Home

3. Concluzii

Acest tip de montaj ce poate fi implementat atât pe conveioarele suspendate din generația nouă cât și cele vechi (cu lanț) cu costuri reduse nefiind necesară modificarea întregii linii de producție.

În cazul conveioarelor cu sistem de antrenare prin lanț, montajul se va realiza pe o porțiune de transport independentă de restul traseului, de preferat cât mai scurtă, pentru a evita cazurile de cedare sau alunecare a liniei de transport. Astfel se pot preveni coliziunile între robot și autovehicul, distrugerea echipamentelor de montaj cât și a vehiculului aflat pe linia finală de asamblare.

Configurația celulei este una compactă cu 2 roboți de montaj aflați pe lateralele autovehiculului și un robot de servire împreună cu conveierul de alimentare cu roți aflați sub autovehicul. Această configurație compactă utilizează eficient atât spațiul aerian cât și cel de la sol reducând astfel spațiul utilizat de montajul manual și crescând cadența de montaj.

Bibliografie

[1]. <https://new.abb.com/products/robotics/robotstudio>