

PROGRAMAREA ȘI SIMULAREA OFFLINE A UNUI SISTEM COMPLEX DE DEPALETIZARE ȘI REPALETIZARE MIXTĂ

DOBRE F. Alin-Mihai

Facultatea: IMST, Specializarea: Robotică , Anul de studii: 1 Master, e-mail: dobre_alin_mihai@yahoo.com

Conducător științific: Prof.dr.ing. **Adrian NICOLESCU**

REZUMAT: Lucrarea are ca scop prezentarea activității realizate în scopul programării și simulării offline a unei celule de depaletizare și repaletizare mixtă utilizând mediul de lucru ABB ROBOT STUDIO.

CUVINTE CHEIE: Programare, Simulare, Robot, Paletizare;

1. Introducere

Lucrarea urmărește realizarea unei celule robotizate ce are ca scop depaletizarea și repaletizarea unor obiecte paralelipipedice. Principalele etape ce trebuie atinse sunt alegerea robotului, alegerea mediului de lucru în care se va crea această celulă, introducerea elementelor necesare ca sistemul robotic să funcționeze și programare și simularea offline a celulei.

1.1. Prezentarea celulei

Având ca model soluția robotizată oferită de cei de la Bastian Solutions (prezentată în fig. 1) vom încerca să determinăm elementele componente pe care trebuie să le conțină o astfel de celulă și fluxul sistemului.

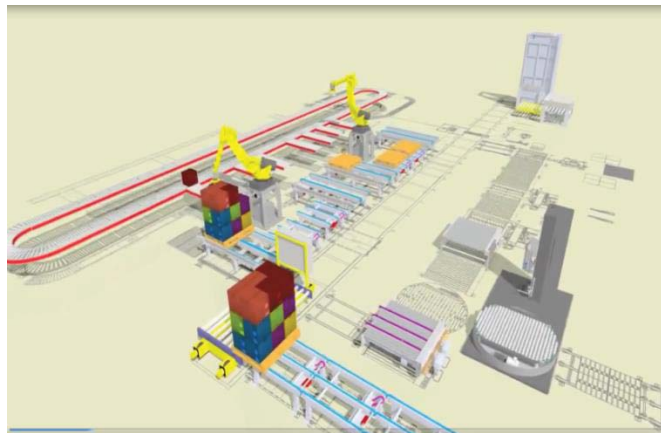


Fig. 1. Celulă robotizată de depaletizare și repaletizare mixtă-vedere izometrică [2]

În cele ce urmează se descrie fluxul de lucru al sistemului robotizat: aplicația își începe funcționarea în momentul în care paletii, umpluți cu diverse cutii de aceeași dimensiune, dar încărcături diferite (acest lucru fiind sesizabil datorită culorilor diferite ale cutiilor) intră în sistem aduși prin intermediul unui conveior cu lanț. Cu ajutorul unui roboțar (AGV) ce se deplasează longitudinal, paletul plin cu obiecte este adus în zona de lucru a celor 2 roboți de tip braț articulat, folosind de asemenea conveioare cu lanț.

Din momentul în care paletul plin este poziționat în zona punctului de lucru, robotul de tip braț articulat începe descărcarea succesivă a cutiilor de carton pe conveiorul cel mai apropiat de palet (fig.2). Acest lucru este posibil datorită efectorului vacuumatic cu care robotul de tip braț articulat este echipat.

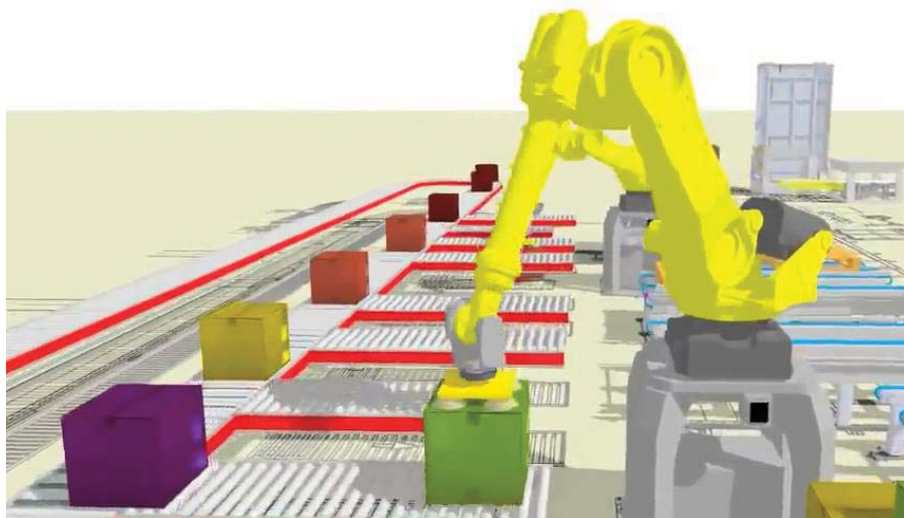


Fig. 2. Celulă robotizată de depaletizare și repaletizare mixtă-vedere izometrică[2]

Odată ajunse la capătul conveiorului, cutiile sunt ridicate (folosind un sistem de liftare) și intră pe traseul principal al conveiorului cu role, conveior ce are și rolul de a asigura recircularea cutiilor în cazul în care se acumulează cutii pe conveioarele de ieșire.

În momentul în care cutiile ajung în dreptul conveiorului de ieșire corespunzător, acestea sunt identificate și aduse în zona de lucru a robotului de tip braț articulat, de unde sunt preluate de acesta și poziționate pe palet. Atât conveiorul principal cât și cele de ieșire sunt conveioare cu role. Robotul are atât rolul de poziționa cutiile de același tip pe palet, dar și de a descărca în continuare cutiile diferite către conveiorul principal (de recirculare) .

Paleții pe care urmează să fie poziționate și orientate cutiile de același tip sunt aduși în zona punctului de lucru cu ajutorul unor conveioare cu lanț și al AGV-ului. Paleții sunt aduși de către AGV la punctul de lucru al roboților, fiind preluați de la un post automat de stocare al paleților.



Fig. 3. Robotul depune obiectele de același tip pe paleți. Paleții sunt preluați de AGV[2]

După ce toate cutiile de același tip sunt poziționate pe palet, paletul este preluat de același robot (AGV) și transportat către sistemul de înfoliere . Sistemul de înfoliere este echipat cu un platou rotativ. Platoul, cu paletul poziționat se rotește, iar sistemul de prindere al foliei se deplasează pe direcția axei Z pentru a acoperi toată suprafața obiectelor și astfel, a realiza o prindere sigură.

1.2. Alegerea robotului

Următorul pas este alegerea tipului de robot pe care îl vom folosi în aplicație. În funcție de aplicația căreia îi este destinat, se recomandă alegerea robotului cu o rază de deservire suficient de mare pentru a putea ajunge în toate zonele necesare îndeplinirii tuturor sarcinilor. Repetabilitatea și viteza maximă a axelor sunt de asemenea caracteristici importante pentru alegerea unui robot. Vom încerca să alegem pentru comparație roboți de la mai multe firme diferite.

Tabel 1. Tabel comparație roboți paletizare

<i>Comparație roboți</i>	ABB IRB 6700 150/3.20	Kawasaki CX210L	Comau NJ 130-2.0	Motoman MPL100 II
Raza de deservire	3.200 mm	2.169 mm	2.050 mm	3.149 mm
Sarcină portantă	145 kg	210 kg	130kg	100 kg
Număr de axe	6	6	6	5
Cursă axa 1	± 170°	± 160°	± 180°	± 180°
Cursă axa 2	+85° la - 65°	+88° la - 60°	+125° la - 60°	+76° la - 60°
Cursă axa 3	+70° la -180°	+95° la -75°	+0° la -165°	+40° la -147°
Cursă axa 4	± 300°	± 210°	± 280°	± 15°
Cursă axa 5	± 130°	± 120°	± 120°	± 210°
Cursă axa 6	± 360°	± 360°	± 2700°	-
Viteză axa 1	100°/s	125°/s	155°/s	125°/s
Viteză axa 2	90°/s	115°/s	105°/s	88°/s
Viteză axa 3	90°/s	115°/s	150°/s	125°/s
Viteză axa 4	170°/s	155°/s	200°/s	175°/s
Viteză axa 5	120°/s	160°/s	190°/s	265°/s
Viteză axa 6	190°/s	120°/s	230°/s	-
Repetabilitate	0.02 mm	0.02 mm	0.07 mm	0.02 mm

Analizând Tabelul 1, vom alege pentru sistemul complex de depaletizare și repaletizare mixtă integrând un robot industrial de tip braț articulată pe care îl avem de programat să folosim 2 roboți de la firma ABB, mai exact roboții IRB 6700 150/3.20. Cu o sarcină portantă de 145 de kilograme, cu o rază de deservire de 3.200 mm (cea mai mare din cele 4 opțiuni pe care le-am avut), precum și cu o repetabilitate foarte bună pentru operațiile de paletizare (0.02 mm), soluția de la firma ABB este cea mai bună alegere.

1.3. Alegerea mediului de lucru în care se va programa celula

Obiectivul principal al acestui capitol este selecția mediului de lucru în care se va realiza programarea și simularea offline a sistemului complex de depaletizare și repaletizare mixtă integrând roboți de timp braț articulată. Selecția se va face dintre mai multe medii de lucru specializate disponibile pe piața de profil.

Există 2 astfel de tipuri de medii de lucru:

- **Dedicate programării și simulării unei familii de roboți produse de o singură firmă** (exemple: Robot Studio- pentru roboții ABB, ROBOGUIDE-pentru roboții FANUC, KUKA.Sim-pentru roboții KUKA sau K-ROSET pentru roboții Kawasaki). Aceste medii de lucru oferă baze CAD pentru produsele realizate de firma respectivă. Ele permit, de asemenea, structurarea aplicației prin comenzi simple. Mediile de lucru dedicate unei singure familii de roboți dispun de funcții specifice diferitelor aplicații robotizate, ce simplifică utilizarea soft-ului;

- **Dedicate programării și simulării oricăror tipuri de roboți** (exemple: RobCAD, Process Simulate, RobotExpert, RobotMasters sau Delfoi). Toate aceste medii de lucru dispun de controllere virtuale pentru toate tipurile de roboți existente pe piață și au integrate baze CAD pentru majoritatea roboților. Unele medii de lucru de acest tip dispun de facilitatea definirii de către utilizator a unor roboți și integrarea lor (a roboților) în biblioteca soft-ului.

În cele ce urmează vor fi prezentate câteva dintre principalele medii de lucru disponibile pe piața industrială și ne vom axa pe facilitățile și beneficiile oferite de fiecare. Principalele funcții ce vor fi urmărite la un mediu de lucru sunt:

- Programare offline
- Existența catalogului de roboți și alte echipamente
- Posibilitatea importului CAD
- Detectarea coliziunii
- Analiza timpilor de realizare a ciclului
- Existența unui pachet integrat dedicat operației de paletizare
- Alocarea intrărilor/ieșirilor digitale
- Analiza posibilității atingerii poziției
- Controller virtual
- Posibilitatea integrării programului pe controller-ul real al robotului
- Posibilitatea definirii celulei robotizate

Urmărind aceste funcții, dar și altele, se va face selecția mediului de lucru în care se va realiza programare și simularea offline a sistemului de depaletizare și repaletizare mixtă integrând un robot de tip braț articulat.

Pentru a ne ușura alegerea, vom analiza fiecare software în parte și vom insera funcțiile pe care acesta le are în Tabelul 2..

Tabel 2. Comparație medii de lucru

Mediul de lucru Funcția	Robot Studio	Kuka. SIM	ROBOGUID E	RobCAD	Robot Expert	Process Simulate	K- ROSET
Programare offline	X	X	X	X	X	X	X
Simulare virtuală	X	X	X	X	X	X	X
Controller virtual	X	X	X	X	X	X	X
Existență catalog roboți	X	X	X	X	X	X	X
Pachet dedicat paletizare	X		X				X
Import fișiere CAD	X	X	X	X	X	X	X
Detectare coliziune	X	X	X	X	X	X	X
Analiza timpilor de ciclu	X	X	X	X	X	X	X
Export program controller real	X	X	X	X	X	X	X
Urmărire obiect pe conveior	X						
Definire semnale digitale	X	X	X	X	X	X	X
Analiza atingerii poziției	X	X	X	X	X	X	X
Introd. modif. fără opr. proces	X		X				

Alegerea mediului de lucru în care vom realiza programare offline și simularea este acum mult mai ușoară. Beneficiind de toate funcțiile pe care le-am urmărit, ABB Robot Studio este mediul de lucru în care se va realiza proiectul de disertație.

Alegerea este cu atât mai ușoară întrucât cel mai bun robot pentru această aplicație s-a dovedit a fi robotul de tip braț articulat de la ABB, IRB 6600, modelul 150/3.20 .

1.4. Sinteza CAD a celulei

Primul pas în realizarea aplicației îl constituie crearea unei noi stații robotice. Putem realiza acest lucru urmărind secvența de comenzi din figura de mai jos:



Fig. 4 . Crearea unei stații de lucru în ABB Robot Studio

Definirea tipului de robot folosit în aplicație reprezintă un pas foarte important. În aplicația de depaletizare și repaletizare mixtă pe care încercăm să o programăm și să o simulăm, am stabilit că cel mai potrivit de utilizat ar fi robotul industrial de tip braț articulată ABB IRB 6700, modelul 150/3.20 (kg/m). Tot ce avem de făcut este introducerea lui în stația de lucru, urmărind pas cu pas secvența de comenzi din figura de mai jos:



Fig. 5. Secvență integrare robot ABB IRB 6700 în aplicație

Sistemul de conveioare cu role pe care circulă cutiile (obiectele transportate) pentru a fi repaletizate a fost realizat folosind programul MT PRO Light de la firma Bosch, iar elementele au fost descărcate de pe site-ul celor de la Bosch Rexroth. Au fost folosite secțiuni de conveioare, curbe la dreapta/stânga, drivere și sistem de liftare, picioare de susținere. Elementele componente vor fi prezentate în figura de mai jos.



Fig. 6 . Elementele componente ale conveiorului. Modul în care a fost realizat

Sistemul de conveioare a fost importat în software-ul ABB Robot Studio urmărind secvența de comenzi de mai jos.: Import Geometry-Browse for Geometry.

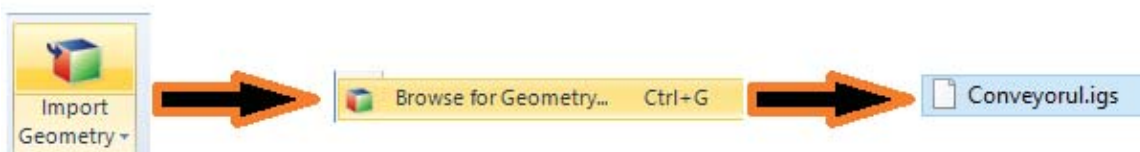


Fig. 7. Secvență import sistem de conveioare în ABB Robot Studio

Paletul utilizat în aplicația noastră are dimensiunile de 1200x800 mm și este un palet de tip EUR1. El este transportat de la stocatorul automat de paleți de către AGV. Paletul poate fi importat din biblioteca ABB Robot Studio urmărind secvența de mai jos.

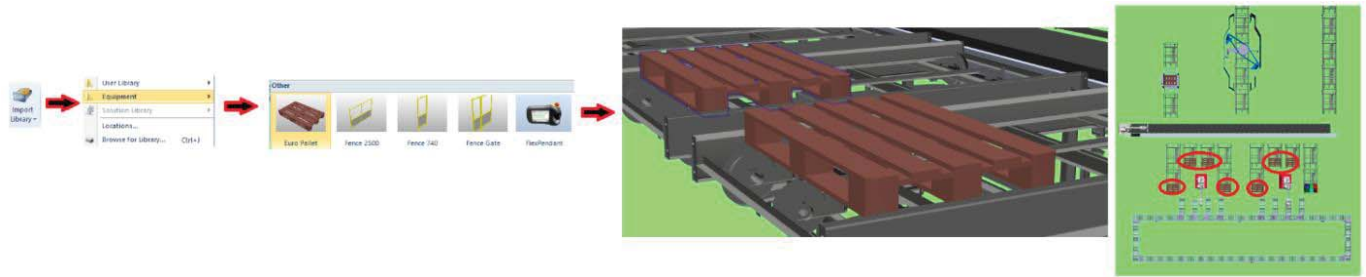


Fig. 8. Paletul EUR1 și Secvență import

Obiectele de paletizat au forma paralelipipedică. Astfel se poate face prinderea și manipularea lor foarte ușor de către roboți dotați cu un efector vacuumatic. Modelarea lor s-a făcut în software-ul ABB Robot Studio, folosind comanda Modeling-Solid-Box, după care se definesc lungimea, lățimea și înălțimea.

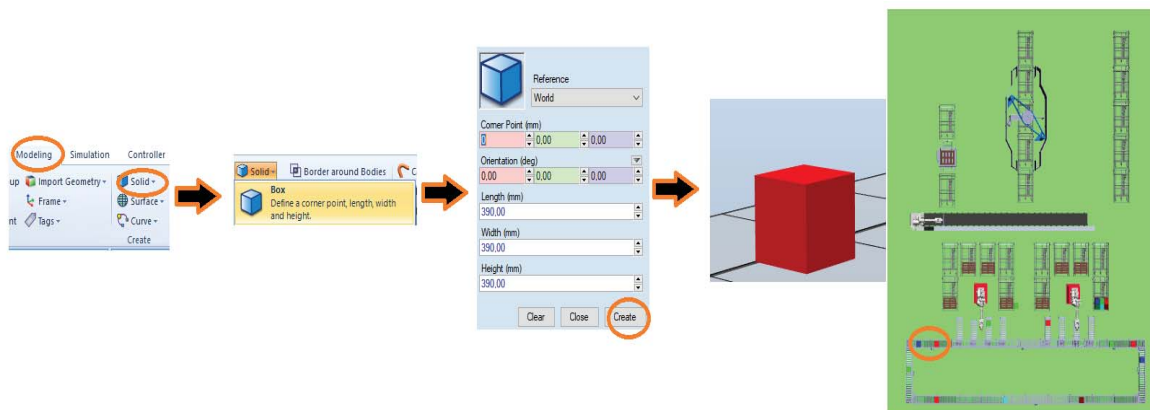


Fig. 9. Realizarea obiectelor de paletizat în software-ul ABB Robot Studio

Celelalte elemente au fost importate în celulă folosind comanda Import geometry. Componenta celulei create poate fi vizualizată în figura de mai jos.

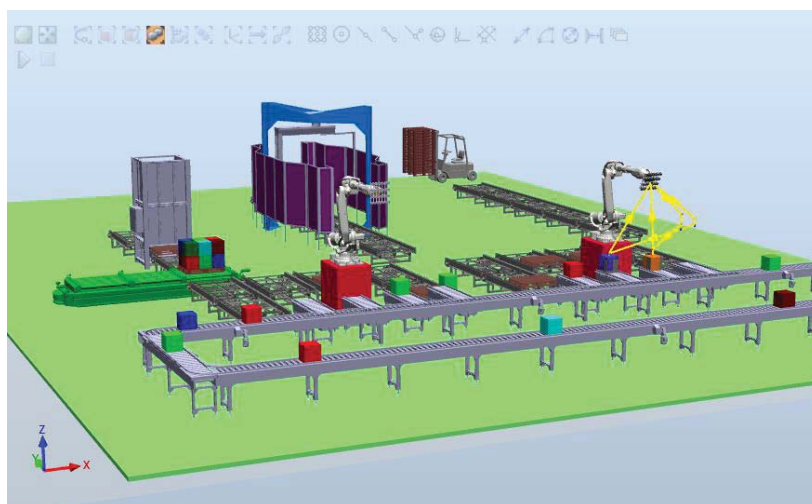


Fig. 10. Vederea izometrică a celulei create

1.5. Simularea și programarea offline

1.5.1. Generarea traiectoriilor robotului

Primul lucru ce trebuie făcut pentru a putea genera traiectorii este să inserăm un controller în sistem. Vom crea un controller pentru ambii roboți de tip braț articulat. Acest lucru se realizează urmărind secvența de etape prezentată în figura de mai jos.

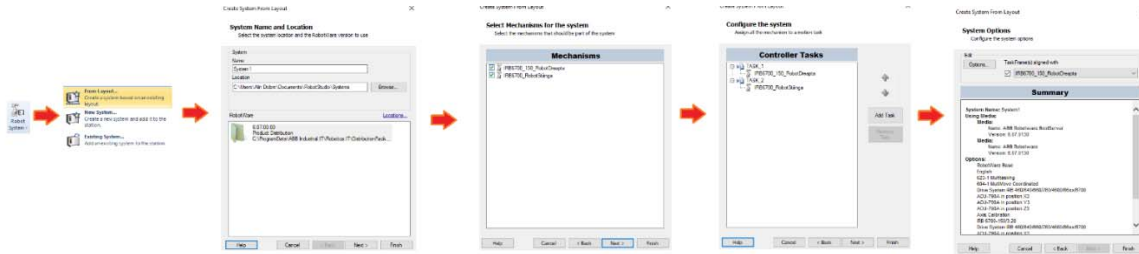


Fig. 11. Creare controller celulă pentru cei 2 roboți de tip braț articulat

Următorul pas este să realizăm traiectorii de mișcare pentru cei doi roboți. În cele ce urmează o să prezentăm fiecare etapă pentru realizarea acestor traiectorii. Folosind comenzi precum Create Target sau Teach Target învățăm punctele importante pentru mișcarea robotului. După ce acest lucru este realizat, vom crea o traiectorie folosind comanda Path și vom muta target-urile create folosind un simplu Drag&Drop. Pentru a verifica dacă robotul poate realiza traiectoria create, folosim comanda MovealongPath.

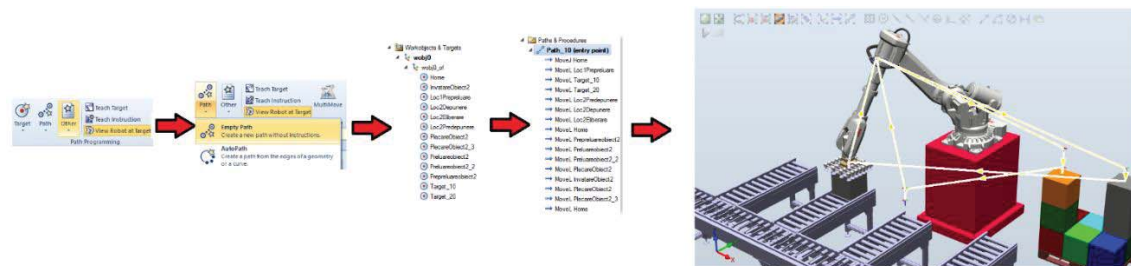


Fig. 12. Crearea target-urilor și generarea traiectoriei

Toate punctele traiectoriei pot fi atinse de robot așa că vom merge mai departe. În meniu Simulation vom accesa comanda Station Logic. În fereastra creată, folosim Add component pentru a adăuga elementele necesare realizării traiectoriei. Noi vom avea nevoie de un Atacher, un Detacher, 2 CollisionSensors și un Positioner. Setările pentru fiecare din aceste componente vor fi prezentate în figura de mai jos.

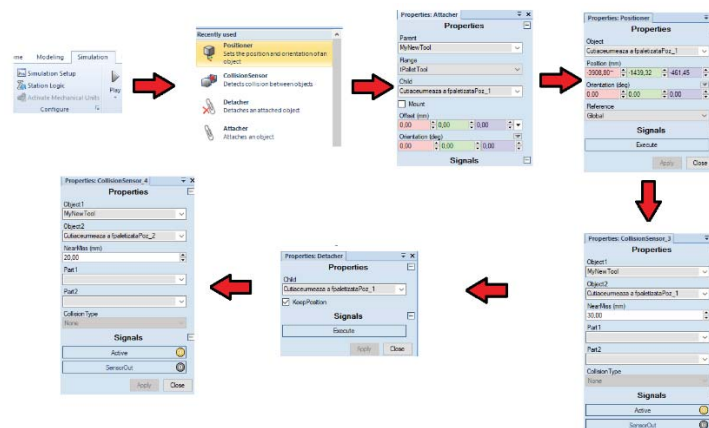


Fig.13. Setările elementelor ajutătoare

Intrând în vederea Design, vom crea un semnal de Restart (Input) căruia îi vom seta valoarea 1 și îl vom conecta la Pozitioner. Pentru Atacher și Detacher vom conecta câteun CollisionSensor. Schema creată poate fi vizualizată în figura de mai jos.

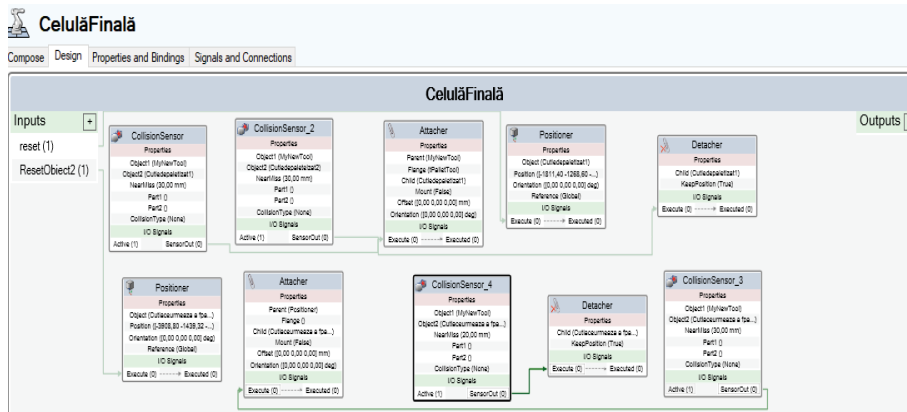


Fig. 14 . Design-ul elementelor ajutătoare

Tot ce mai avem de făcut este să sincronizăm traiectoria creată folosind comanda Synchronizeto RAPID, comandă ce nu face altceva decât să importe acțiunile la controller-ul creat folosind codul RAPID.

1.5.2. Crearea mecanismului pentru AGV

AGV-ul se deplasează pe o singură axă, în cazul nostru axa X. Astfel vom crea un mecanism prismatic. Pentru a crea un astfel de mecanism trebuie să folosim comanda Create Mechanism. Cum dorim să realizăm mecanismul pentru acest element vom alege ca Device tipul mecanismului. Vom crea Link-uri, folosind spațiul de lucru ca Link1 și Baselink, iar AGV-ul ca Link 2 și partea care se mișcă. De asemenea, vom crea și un Joint, vom selecta tipul prismatic și vom alege punctul de start și de sfârșit ale axei. În final, vom defini limitele deplasării AGV-ului și vom seta câteva puncte de interes. Secvența este prezentată mai jos.

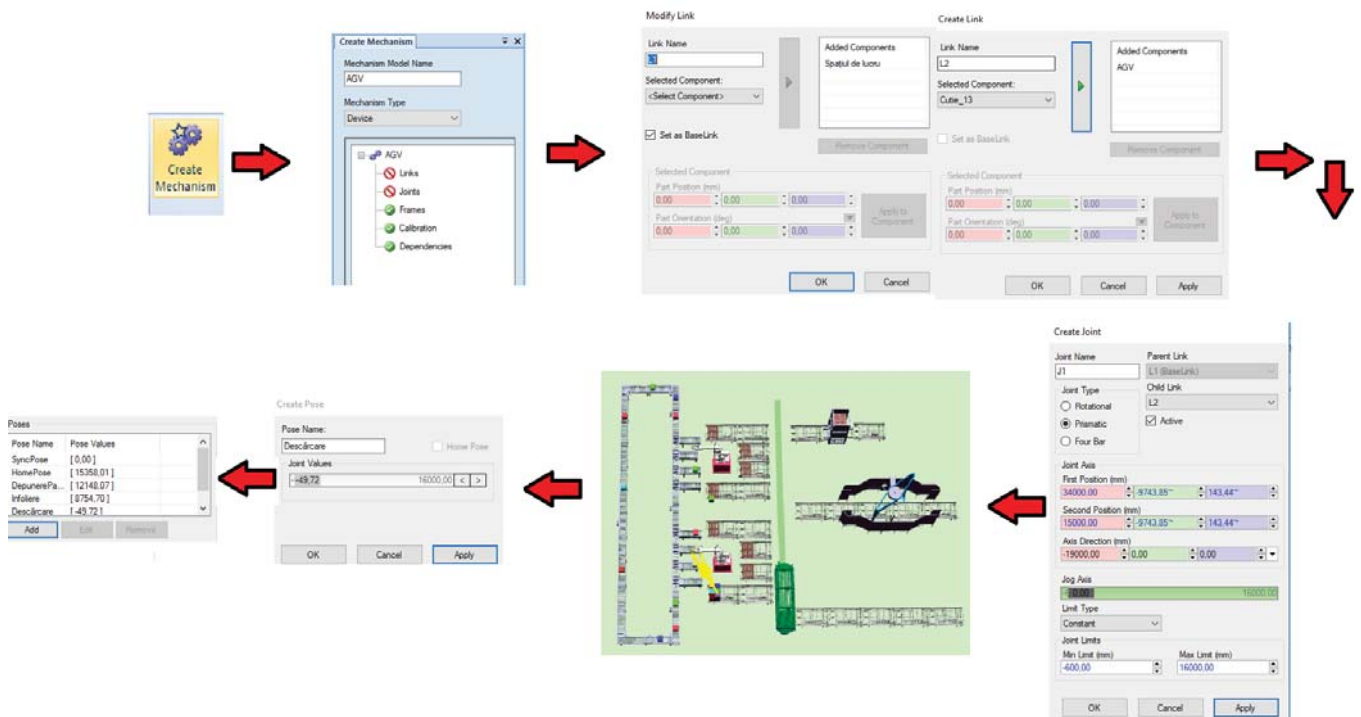


Fig. 15. Secvența de creare a mecanismului pentru AGV

2. Stadiul actual

Programarea și simularea offline prezentată în lucrare este punctul în care se află la acest moment proiectul de disertație. Am realizat cinematizarea și generarea traiectoriilor robotului și am creat mecanismul pentru AGV. De asemenea, am creat semnale pentru AGV.

3. Concluzie

În concluzie etapele realizate până în acest moment în cadrul temei propuse sunt referitoare la:

- Robotul ales pentru a fi utilizat în această aplicație este ABB IRB 6700 150/3.2 .
- Mediul de lucru în care se va realiza programarea și simularea offline este Robot Studio.
- Design-ul celulei a fost realizat, folosind atât elemente importate de pe grabcad.com, cât și elemente proiectate de autorul referatului (efectorul vacuumatic, sistemul de recirculare a cutiilor, suportul de supraînălțare).
- A fost realizată traiectoria de mișcare a unui robot (pentru cazul în care preia cutii de pe stiva de paleți adusă în sistem și le depune pe conveiorul de recirculare), precum și mecanismul pentru AGV.

4. Bibliografie

- [1]. Nicolescu, A. – Implementarea Roboților Industriali în Sistemele de Producție, note de curs și metodologii de proiectare, UPB, 2016
- [2].
<https://www.youtube.com/watch?v=FbPWQ3RLmAg&index=23&list=PL80A41CFCDAEEB595>
- [3]. Manual Robot ABB IRB 6700 150/3.20
- [4]. <https://www.youtube.com/watch?v=92wHYjk9go8>
- [5]. <https://www.youtube.com/watch?v=uHP1St2CtEw>
- [6]. <https://www.youtube.com/watch?v=1saljYFVy-8&t=337s>
- [7]. <https://robotics.kawasaki.com/en1/products/robots/large-payloads/CX210L/>
- [8]. http://www.comau.com/Download/robot/nj130-20/Comau_Nj13020_Workingareas.pdf
- [9]. <https://www.motoman.com/industrial-robots/mp1100-ii>
- [10]. Nicolescu, A. – Concepția și Exploatarea Roboților Industriali, note de curs și metodologii de proiectare, UPB, 2016
- [11]. <https://library.e.abb.com/public/c32474784a0e4f4c9e38e2709f090898/3HAC032104en.pdf>