

Alina Bianca POP

Fabricația Digitală cu *Process Simulate*



UTPRESS

Cluj-Napoca, 2024

ISBN 978-606-737-717-0

Alina Bianca POP

Fabricația Digitală cu *Process Simulate*



UTPRESS
Cluj-Napoca, 2024
ISBN 978-606-737-717-0



Editura U.T.PRESS
Str. Observatorului nr. 34
400775 Cluj-Napoca
Tel.: 0264-401.999
e-mail: utpress@biblio.utcluj.ro
www.utcluj.ro/editura

Recenzia: Ș.I.dr.ing. Nicolae Medan
 Ș.I.dr.ing. Sándor Ravai-Nagy

Pregătire format electronic on-line: Gabriela Groza

Copyright © 2024 Editura U.T.PRESS

Reproducerea integrală sau parțială a textului sau ilustrațiilor din această carte este posibilă numai cu acordul prealabil scris al editurii U.T.PRESS.

ISBN 978-606-737-717-0

PREFAȚA

În era transformării digitale, industria prelucrătoare se află într-un punct de cotitură, în care inovația și eficiența sunt esențiale pentru a rămâne competitiv. Fabricația digitală, cu instrumentele sale avansate precum Process Simulate, reprezintă un catalizator al acestei schimbări, permițând companiilor să optimizeze procesele, să reducă costurile și să accelereze inovația.

Această carte, Fabricația digitală cu Process Simulate, este concepută ca un ghid cuprinzător și practic pentru studenți, ingineri, specialiști în producție și oricine dorește să aprofundeze cunoștințele și abilitățile în acest domeniu dinamic. Am structurat conținutul într-o manieră logică și progresivă, pornind de la conceptele fundamentale ale fabricației digitale și ale software-ului Process Simulate, până la aplicații practice și studii de caz detaliate.

Unul dintre punctele forte ale acestei cărți este accentul pus pe interfața și utilizarea practică a Process Simulate. Am inclus numeroase exemple, capturi de ecran și explicații pas cu pas, pentru a facilita înțelegerea și aplicarea cunoștințelor dobândite. De asemenea, am abordat subiecte avansate precum modelarea cinematică, crearea de componente și secțiuni, și simularea proceselor complexe, oferind cititorilor o perspectivă completă asupra potențialului acestui software.

Această carte este rezultatul unei colaborări strânse între mediul academic și cel industrial, reflectând cele mai recente tendințe și provocări din domeniu. Am integrat în conținut experiența și expertiza unor specialiști recunoscuți, valorificând cunoștințele și perspectivele practice din domeniu.

Această carte își propune să devină un instrument indispensabil pentru toți cei care doresc să se specializeze în fabricația digitală și să contribuie la transformarea industriei prelucrătoare. Prin explorarea paginilor sale, utilizatorul va putea descoperi potențialul extraordinar al Process Simulate în optimizarea proceselor, creșterea productivității și inovarea în industria de mâine.

Doresc să îmi exprim recunoștința față de toți cei care m-au sprijinit și încurajat în realizarea acestei cărți, oferindu-mi îndrumare și expertiză valoroasă pe parcursul acestui demers.

Alina Bianca POP

CUPRINS

1.	INTRODUCERE ÎN FABRICAȚIA DIGITALĂ ȘI PROCESS SIMULATE	8
1.1.	Obiective și Context.....	8
1.2.	Fabricația Digitală: Concepte de Bază.....	9
1.3.	Industria 4.0 și Transformarea Digitală	12
1.4.	Prezentarea Software-ului Process Simulate.....	12
1.5.	Demonstrarea Capacităților Process Simulate/Process Designer	13
1.6.	Definiții	16
1.7.	Organizarea Datelor în eMS: Arbori Ierarhici și Biblioteci.....	16
2.	SIMULAREA PROCESELOR INDUSTRIALE CU PROCESS SIMULATE	19
2.1.	Introducere în Simularea Proceselor Industriale	19
2.2.	Construcția Structurii Aplicației	19
2.3.	Configurarea Simulării.....	20
2.4.	Scopul Simulării.....	21
2.5.	Necesitatea Modelelor Virtuale	22
2.6.	Software-uri de Simulare pe Piață	23
2.7.	Elemente Fundamentale în Programarea Offline.....	25
2.8.	Funcționalități CAD de Bază	26
2.9.	Configurarea Robotului și a Operațiilor.....	28
2.10.	Analiza și Optimizarea Aplicațiilor	29
2.11.	Studii în Process Simulate.....	31
3.	INTERFAȚĂ ȘI VIZIUNE TEHNOLOGICĂ	33
3.1.	Obiectiv și Context.....	33
3.2.	Prezentarea Interfeței Utilizatorului în Process Simulate	33
3.2.1.	Prezentare Generală a Viewer-ului Grafic.....	36
3.2.2.	Meniuri cu Clic Dreapta	37
3.2.3.	Lucrul cu Grupuri.....	38
3.2.4.	Opțiuni pentru Fundalul Grafic	39
3.2.5.	Opțiuni de Mișcare a Mouse-ului.....	39
3.2.6.	Metode de Rotație	40
3.2.7.	Controlul Vizualizării cu Mouse-ul.....	41
3.2.8.	Utilizarea Comenzilor de Vizualizare de Bază.....	41

3.2.9.	Unități de Măsură	43
3.2.10.	Măsurare Liniară	44
3.2.11.	Crearea Dimensiunilor	44
3.2.12.	Prezentare Generală a Instrumentelor de Plasare	45
3.2.13.	Definiții ale Cadrului de Referință	46
3.2.14.	Prezentare Generală a Comenzii Relocate	46
3.3.	Proiectarea și Configurarea Proceselor Digitale	47
3.3.1.	Concepte Fundamentale în Proiectarea Proceselor Digitale	47
3.3.2.	Crearea unui Flux de Lucru Digital.....	48
3.3.3.	Configurarea Mașinilor Virtuale și a Echipamentelor.....	48
3.4.	Integrarea Sistemelor în Fabricația Digitală	49
3.4.1.	Conectarea Process Simulate cu Alte Software-uri și Sisteme	49
3.4.2.	Transferul Datelor și Comunicarea între Diferite Componente	49
3.4.3.	Avantajele și Provocările Integrării Sistemelor.....	49
3.5.	Simularea Proceselor Digitale.....	51
3.5.1.	Beneficiile și aplicațiile software-ului Process Simulate	51
3.5.2.	Rolul Simulării în Fabricația Digitală	52
3.5.3.	Crearea și Rularea Simulărilor în Process Simulate.....	53
3.5.4.	Analiza Rezultatelor și Identificarea Îmbunătățirilor.....	54
3.5.5.	Exemple Practice de Simulări de Procese Digitale	55
3.6.	Viziunea Tehnologică în Fabricația Digitală	57
3.7.	Optimizarea Proceselor Digitale	58
3.7.1.	Analiza Datelor în Fabricația Digitală	58
3.8.	Tehnici de Optimizare a Proceselor Digitale	59
3.9.	Viitorul Fabricației Digitale și Tendințele Tehnologice	60
4.	INTERFAȚA ȘI NAVIGAREA ÎN PROCESS SIMULATE: GHID PRACTIC	62
4.1.	Prezentare detaliată a interfeței Process Simulate.....	62
4.1.1.	Fereastra de Inițializare (Welcome Page).....	62
4.1.2.	Configurarea System Root-ului.....	64
4.1.3.	Modele virtuale și formate de fișiere.....	64
4.1.4.	Moduri de simulare (Standard și Line Simulation).....	64
4.1.5.	Crearea unui nou studiu.....	65
4.1.6.	Structura Interfeței.....	65
4.2.	Navigarea și vizualizarea în Process Simulate.....	76
4.2.1.	Modalități de Navigare în Fereastra Grafică 3D	76
4.2.2.	Selectarea Elementelor	76

4.2.3.	Ajustarea Podelei.....	77
4.2.4.	Configurarea Vizibilității Elementelor	78
4.3.	Funcționalități și Comenzi Specifice	81
4.3.1.	Comenzi din Bara de Comenzi Rapide	81
4.3.2.	Bare de Instrumente Detaliat.....	83
4.4.	Efectuarea măsurătorilor în Process Simulate	84
4.4.1.	Comenzi de Măsurare Liniară și Unghiulară	84
4.4.2.	Crearea Dimensiunilor Permanente	88
5.	SISTEME DE COORDONATE ÎN PROCESS SIMULATE	89
5.1.	Introducere în Sistemele de Coordonate (Frames).....	89
5.2.	Sisteme de Coordonate în Process Simulate	90
5.3.	Crearea de Sisteme de Coordonate în Process Simulate.....	91
6.	MANIPULAREA COMPONENTELOR ÎN PROCESS SIMULATE	96
6.1.	Inserarea componentelor	96
6.2.	Modificarea poziției și orientării componentelor.....	98
6.2.1.	Manipularea poziției și orientării componentelor cu Placement Manipulator ..	99
6.2.2.	Manipularea poziției și orientării componentelor cu Relocate.....	105
6.3.	Multiplicarea obiectelor în Process Simulate.....	111
7.	MANIPULAREA CINEMATICĂ A MECANISMELOR.....	113
8.	ADNOTĂRI.....	122
9.	CREAREA SECȚIUNILOR.....	130
10.	CREAREA UNOR NOI COMPONENTE ÎN PROCESS SIMULATE	133
11.	MODELAREA SOLIDELOR	144
11.1.	Crearea solidelor în Process Simulate.....	144
11.1.1.	Crearea paralelipipedelor	144
11.1.2.	Crearea cilindrilor, conurilor și trunchiurilor de con.....	145
11.1.3.	Crearea sferelor și torurilor	146
11.2.	Operații de uniune cu solide 3D.....	148
11.2.1.	Exemplu.....	148
12.	MODELAREA CINEMATII ÎN PROCESS SIMULATE.....	157
12.1.	Introducere în modelarea cinematicii în Process Simulate	157
12.2.	Modelarea cinematicii unui gripper în Process Simulate.....	157
12.3.	Inițializarea modelului cinematic.....	158
12.4.	Definirea segmentelor mecanismului.....	160
12.5.	Crearea cuplelor cinematice.....	164
12.6.	Definirea axelor de mișcare și a limitelor	165

12.7.	Verificarea și ajustarea cinematicii	174
12.8.	Dependența și sincronizarea mișcărilor	175
12.9.	Definirea poziției de zero	179
12.10.	Inversarea direcției de mișcare.....	180
13.	BIBLIOGRAFIE	181

1. INTRODUCERE ÎN FABRICAȚIA DIGITALĂ ȘI PROCESS SIMULATE

1.1. Obiective și Context

Process Simulate este un software de simulare a proceselor de fabricație într-un mediu 3D, dezvoltat de Siemens. Acest software permite validarea virtuală a conceptelor de fabricație, optimizarea ciclurilor de timp, verificarea ergonomiei și a siguranței, simularea roboților și a mașinilor CNC, integrarea cu PLC și Punerea în funcțiune virtuală (Virtual comissioning) [<https://plm.sw.siemens.com/en-US/tecnomatix/products/process-simulate-software/>].

Obiectivul și rolul Fabricației Digitale în contextul Ingineriei Sistemelor Flexibile de Fabricație:

În urma parcurgerii acestui material se va putea descrie conceptul de Fabricație digitală și rolul pe care îl joacă software-ul Process Simulate în domeniul Ingineriei Sistemelor Flexibile de Fabricație. Totodată, se va putea utiliza interfața și funcțiile software-ului pentru a crea și executa simulări virtuale ale proceselor de fabricație.

Context:

Fabricația Digitală a devenit un pilon fundamental în evoluția industriei contemporane, facilitând dezvoltarea unor sisteme de producție flexibile și eficiente. În contextul actualei ere digitale, caracterizată printr-o transformare tehnologică accelerată, cunoașterea conceptelor fundamentale ale Fabricației Digitale și stăpânirea unor instrumente software specializate, precum Process Simulate, conferă un avantaj competitiv semnificativ celor care își doresc să activeze în domeniul producției sau să înțeleagă modul în care industria se adaptează la noile paradigme tehnologice.

Prezenta carte explorează interconexiunea dintre tehnologie, inovație și managementul producției. Conținutul său oferă studenților, precum și altor persoane interesate, o perspectivă aprofundată asupra funcționării fabricației moderne și a rolului esențial pe care tehnologia îl joacă în transformarea și optimizarea proceselor de producție. Mai mult, însușirea competențelor practice în utilizarea software-ului Process Simulate le oferă studenților o abilitate valoroasă în proiectarea și simularea sistemelor de fabricație, o competență extrem de căutată în industrie, cu potențialul de a le deschide oportunități profesionale semnificative.

Acest curs își propune să ofere studenților o introducere cuprinzătoare în Fabricația Digitală și în utilizarea software-ului Process Simulate, pregătindu-i să înțeleagă, să aplice și să contribuie la această revoluție în domeniul fabricației.

Importanța software-ului Process Simulate în dezvoltarea și optimizarea proceselor de producție:

Fabricația digitală este un proces care implică utilizarea tehnologiilor digitale pentru a crea, simula, testa și optimiza produse și procese de producție într-un mediu virtual, înainte de a le implementa în realitate.

Acest proces are numeroase avantaje, cum ar fi:

- reducerea costurilor, timpului și riscurilor,
- creșterea calității, flexibilității și inovației, precum și
- îmbunătățirea siguranței și ergonomiei.

Fabricația digitală este un element cheie al Ingineriei Sistemelor Flexibile de Fabricație, care se ocupă cu proiectarea, dezvoltarea și integrarea sistemelor de producție capabile să se adapteze rapid la schimbările cerințelor clienților și ale pieței.

Software-ul Process Simulate este un instrument puternic și versatil care permite modelarea și simularea proceselor de fabricație într-un mod realist și detaliat, folosind modele 3D ale resurselor și produselor implicate.

Acest software ajută la:

- validarea virtuală a conceptelor de fabricație,
- optimizarea ciclurilor de timp,
- verificarea ergonomiei și siguranței,
- simularea roboților și a mașinilor CNC,
- integrarea PLC-urilor și
- realizarea punerii în funcțiune virtuală.

Prin urmare, software-ul Process Simulate este un aliat esențial în dezvoltarea și optimizarea proceselor de producție flexibile și eficiente.

1.2. Fabricația Digitală: Concepte de Bază

Fabricația digitală este un proces care implică trei etape principale:

- proiectarea,
- simularea și
- realizarea.

În prima etapă, cea de *proiectare*, se folosește un software de modelare 3D pentru a crea o reprezentare digitală a obiectului dorit. Acest model 3D poate fi modificat și optimizat în funcție de cerințele funcționale și estetice ale proiectului.

În a doua etapă, cea de *simulare*, se folosește un software de analiză și testare pentru a verifica performanța și viabilitatea modelului 3D în diferite condiții și scenarii. Acest pas permite identificarea și corectarea eventualelor erori sau probleme înainte de a trece la etapa finală.

În a treia etapă, cea de *realizare*, se folosește o mașină de fabricație digitală pentru a transforma modelul 3D într-un obiect fizic. Această mașină poate fi o imprimantă 3D, o mașină de tăiere cu laser, o freză cu control numeric sau orice alt dispozitiv capabil să execute comenzi digitale.

Fabricația digitală are mai multe avantaje față de metodele tradiționale de producție, cum ar fi:

- *Flexibilitate*: se pot crea obiecte de orice formă și dimensiune, fără a fi limitate de constrângerile fizice ale materialelor sau ale uneltelor.
- *Personalizare*: se pot adapta obiectele la nevoile și preferințele fiecărui client sau utilizator, fără a crește costurile sau timpul de producție.
- *Inovație*: se pot explora noi posibilități de design și funcționalitate, fără a fi restricționate de convențiile sau normele existente.
- *Eficiență*: se pot reduce consumul de materiale și energie, precum și emisiile de deșeurii și poluanți, prin optimizarea procesului de fabricație.

Fabricația digitală este folosită de întreprinderi dintr-o gamă largă de industrii, cum ar fi industria aerospațială, auto, bunuri de larg consum, energie, modă, înaltă tehnologie, industrială, medicală, militară, ambalaj și construcții navale 1. De asemenea, fabricația digitală este accesibilă și persoanelor fizice sau grupurilor mici care doresc să își creeze propriile obiecte personalizate sau să participe la proiecte colaborative.

Pentru a ilustra mai bine conceptele prezentate, în continuare sunt prezentate câteva imagini cu exemple de obiecte create prin fabricație digitală.

Prima imagine arată o machetă arhitecturală a unui centru cultural din China. Această machetă a fost creată prin imprimare 3D cu o imprimantă FDM (Fused Deposition Modeling), care depune straturi succesive de material plastic topit pentru a forma obiectul dorit. Imprimarea 3D permite realizarea unor forme complexe și detaliate cu o precizie ridicată.



Figura 1.1. Machetă arhitecturală a unui centru cultural din China

Sursa: <https://machetearhitectura.ro/wp-content/uploads/2015/01/Diploma-Centru-Cultural-7.jpg>

A doua imagine arată o rochie din colecția Iris van Herpen. Această rochie a fost creată prin tăiere cu laser cu o mașină CNC (Computer Numerical Control), care controlează mișcarea unui fascicul laser pentru a tăia materialul textil după un model digital. Tăierea cu laser permite realizarea unor modele fine și variate cu o viteză mare.

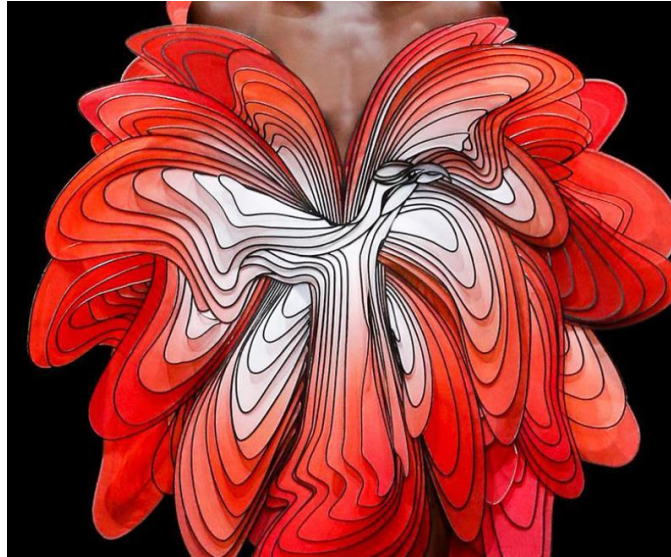


Figura 1.2. Rochie creată prin tăiere cu laser cu o mașină CNC

Sursa: <https://www.designboom.com/design/iris-van-herpen-spring-2019-paris-couture-01-23-2019/>

A treia imagine arată o piesă de mobilier din colecția OpenDesk. Această piesă a fost creată prin frezare cu control numeric cu o mașină CNC, care controlează mișcarea unei freze rotative pentru a sculpta materialul lemnos după un model digital. Frezarea cu control numeric permite realizarea unor piese solide și rezistente cu o calitate superioară.



Figura 1.3. Mobilier din colecția OpenDesk

Sursa: <https://www.coolthings.com/opendesk-open-source-furniture-designs/>

1.3. Industria 4.0 și Transformarea Digitală

Industria 4.0 și Transformarea Digitală

Să ne imaginăm o lume în care fabricile nu sunt doar simple spații de producție, ci sisteme inteligente capabile să comunice, să învețe și să se adapteze în timp real. Acesta este viitorul promis de conceptul de Industria 4.0, cea mai recentă revoluție în domeniul fabricației, unde tehnologiile avansate precum Internetul Obiectelor (IoT) și analiza datelor converg pentru a crea fabrici inteligente, eficiente și flexibile.

Internetul Obiectelor și Interconectivitatea

Internetul Obiectelor este motorul din spatele interconectării totale în fabricile moderne. Fiecare mașină, senzor și componentă dintr-o fabrică are acum capacitatea de a comunica între ele, transformând viziunea unei fabrici inteligente în realitate. Această interconectivitate nu doar că optimizează procesele de producție, ci și generează date valoroase care pot fi utilizate pentru luarea deciziilor informate și îmbunătățirea calității produselor.

Fabricația Aditivă și Tehnologii Emergente

Fabricația aditivă, cunoscută și sub numele de imprimare 3D, a revoluționat modul în care este percepută producția. Prin construirea obiectelor strat cu strat, această tehnologie inovatoare permite un nivel ridicat de personalizare, prototipare rapidă și reducerea semnificativă a deșeurilor în procesul de fabricație. Fabricația aditivă este doar un exemplu al numeroaselor tehnologii emergente care transformă industria modernă.

Impactul Asupra Eficienței și Flexibilității

Unul dintre cele mai mari avantaje ale Fabricației Digitale este creșterea semnificativă a eficienței și flexibilității în procesul de producție. Această abordare permite ajustarea rapidă a producției pentru a răspunde cerințelor pieței în continuă schimbare, optimizarea proceselor și evitarea risipei. Prin urmare, se poate realiza mai mult, cu mai puține resurse, adaptându-se cu ușurință la provocările neprevăzute.

1.4. Prezentarea Software-ului Process Simulate

Process Simulate, componentă a suitei Tecnomatix dezvoltată de Siemens, lider în inginerie digitală, reprezintă un instrument software performant și versatil, esențial în simularea și optimizarea proceselor de fabricație digitală. Prin intermediul său, se pot crea și valida virtual procesele de fabricație într-un mediu 3D dinamic, utilizând modele 3D ale produselor și resurselor implicate. Această abordare permite verificarea performanței și viabilității proceselor în diverse scenarii, identificarea și corectarea erorilor, optimizarea timpilor de ciclu și a consumului de resurse, precum și asigurarea siguranței ergonomice a operatorilor și reducerea riscurilor de producție.

Process Simulate oferă o gamă variată de funcționalități care sprijină modelarea și simularea avansată a proceselor de fabricație digitală, inclusiv:

- **Simulare 3D:** Vizualizarea, revizuirea și analiza interactivă a liniilor de producție și a celulelor de lucru, utilizând o platformă colaborativă bazată pe cloud.
- **Modelare de resurse:** Crearea sau importarea de modele 3D detaliate ale echipamentelor, utilajelor, roboților, pieselor și materialelor implicate în procesele de fabricație.
- **Proiectare de linii și stații de lucru:** Aranjarea și conectarea optimă a resurselor pentru a asigura un flux de producție eficient.

- **Planificare de asamblare și trasee robotice:** Definirea precisă a operațiilor de asamblare și programarea roboților pentru executarea sarcinilor.
- **Simulare discretă și continuă:** Simularea comportamentului proceselor în timp discret sau continuu, utilizând evenimente, semnale, comenzi specifice și algoritmi personalizați.
- **Simulare de sarcini umane:** Simularea mișcărilor, posturilor și ergonomiei operatorilor umani pentru a evalua și optimiza interacțiunea om-mașină.
- **Programare offline a roboților (OLP):** Generarea de coduri de programare pentru roboți de la diferiți producători, utilizând o interfață grafică sau textuală.
- **Punerea în funcțiune virtuală (VC):** Validarea integrării mecanice și electrice a proceselor de producție, prin conectarea directă a Process Simulate cu controlere reale sau simulate.

Realitate virtuală (VR): Imersiunea într-un mediu 3D interactiv care reproduce fidel procesele de fabricație, utilizând dispozitive VR.

1.5. Demonstrarea Capacităților Process Simulate/Process Designer

Exemplificarea modului în care Process Simulate permite simularea și optimizarea liniilor de producție

Să ne imaginăm posibilitatea de a anticipa fiecare mișcare și interacțiune dintr-o linie de producție înainte de începerea efectivă a producției. Instrumente precum Process Simulate oferă această capacitate remarcabilă, permițând simularea și optimizarea liniilor de producție cu un nivel de detaliu și precizie fără precedent.

În continuare sunt prezentate etapele creării unei simulări complexe și cuprinzătoare a întregului proces de fabricație, folosind Process Simulate (figura 1.4).

a) Definirea Procesului și a Componentelor:

- Se identifică procesul de fabricație care urmează să fie simulat.
- Se stabilesc componentele, stațiile de lucru și echipamentele implicate.

b) Inițierea Programului Process Simulate:

- Se deschide aplicația Process Simulate.

c) Crearea unui Nou Proiect de Simulare:

- Se inițiază un proiect de simulare, alegând varianta de la zero sau un șablon existent, dacă este disponibil.

d) Construirea Fabricii Virtuale:

- Se utilizează interfața software-ului pentru a configura stațiile de lucru, benzi transportoare, mașini, roboți și alte componente esențiale ale procesului.

e) Adăugarea Logică și Definirea Fluxului:

- Se utilizează elementele logice pentru a stabili modul în care materialele și produsele se deplasează prin diferite stații de lucru.
- Se conturează interacțiunile dintre mașini și modul în care se derulează fluxul general al procesului.

f) Detalierea Etapelor Procesului:

- Se descompune procesul în etape individuale sau operațiuni.
- Pentru fiecare operațiune, se configurează parametri precum timpul de procesare, timpul de pregătire și resursele necesare.

g) Atribuirea Resurselor:

- Se alocă resurse, cum ar fi mașini sau roboți, la stațiile de lucru corespunzătoare.
- Se specifică capacitățile acestor resurse, vitezele de lucru și alte caracteristici relevante.

h) Crearea Logicii de Control:

- Se dezvoltă logica necesară pentru a gestiona fluxul de componente.
- Se utilizează condiții și declanșatori pentru a controla momentul declanșării unor acțiuni specifice.

i) Configurarea Interacțiunilor:

- Se stabilește modul în care mașinile interacționează între ele și cu operatorii.
- Se configurează mecanismele de transfer, comunicare și coordonare.

j) Implementarea Punctelor de Decizie:

- Se introduc puncte de decizie în cadrul simulării, care permit variarea fluxului în funcție de condiții prestabilite.
- Aceste puncte pot implica redirecționarea produselor sau luarea deciziilor specifice în proces.

k) Adăugarea Interacțiunilor Umane:

- În cazul în care operatorii umani sunt implicați în proces, se definește modul în care interacționează și se detaliază rolurile lor.
- Sarcinile pe care le îndeplinesc și modalitatea de comunicare cu echipamentele sunt specificate.

l) Rularea Simulării:

- Se testează simularea pentru a evalua comportamentul procesului.
- Se analizează aspecte precum fluxul materialelor, utilizarea mașinilor, posibile blocaje și eventuale probleme.

m) Analiza Rezultatelor:

- Se examinează rezultatele obținute din simulare pentru a identifica neajunsurile, punctele de blocare sau oportunitățile de optimizare.
- Instrumentele de vizualizare sunt utilizate pentru a înțelege evoluția dinamică a procesului.

n) Iterația și Optimizarea:

- Pe baza rezultatelor, se ajustează logica, parametrii sau alocările de resurse pentru a îmbunătăți procesul.
- Simularea este reluată pentru a evalua impactul schimbărilor și pentru a identifica eventuale ajustări suplimentare.

o) Documentarea și Crearea Rapoartelor:

- Se elaborează documentația detaliată a simulării, logica aplicată și constatările relevante.
- Se pregătește un raport comprehensiv care rezumă întregul proces, rezultatele obținute și recomandările ulterioare.

p) Prezentarea și Partajarea:

- Rezultatele simulării sunt partajate cu părțile interesate, cu accent pe modalitatea în care procesul poate fi optimizat sau îmbunătățit.

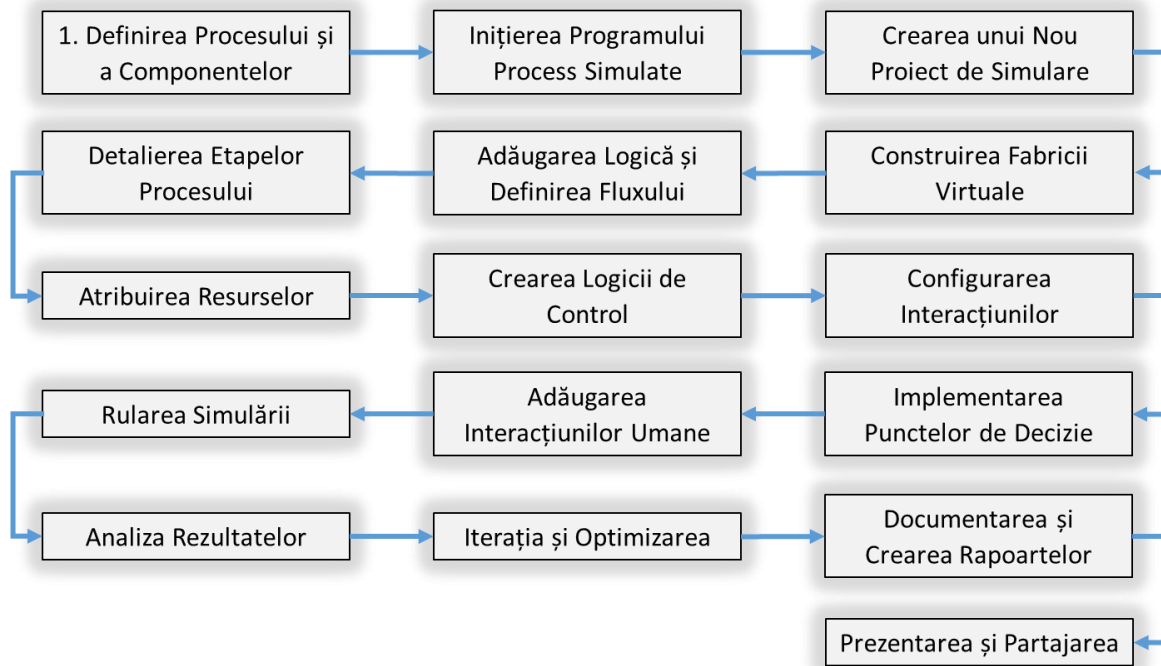


Figura 1.4. Etapele creării unei simulări a procesului de fabricație, folosind Process Simulate

Crearea unei simulări implică o combinație de înțelegere tehnică a procesului, familiarizare cu software-ul și abilități creative de rezolvare a problemelor. Este un proces dinamic în care se pot testa diverse scenarii fără a afecta mediul de producție real.

În concluzie, Process Simulate oferă o fereastră digitală în lumea producției, unde putem vizualiza, testa și perfecționa fără riscuri financiare sau impact asupra producției reale. Prin aplicarea acestei tehnologii, suntem în măsură să creăm liniile de producție mai eficiente, mai agile și mai competitive într-un mod captivant și inovativ.

1.6. Definiții

În cadrul procedurii de creare a unei simulări în Process Simulate, înțelegerea unor concepte fundamentale este crucială pentru construirea unei simulări precise și eficiente. Aceste concepte includ:

- **eBOP (Bill of Process electronic):** O listă electronică a proceselor, compusă din patru elemente principale:
 - **Produx:** Obiectul rezultat în urma procesului de fabricație.
 - **Operații:** Secvența de etape necesare pentru producerea produsului.
 - **Resurse:** Mașini, unelte și personalul implicat în realizarea operațiunilor.
 - **Caracteristici de Producție:** Relații speciale între piese, cum ar fi traiectorii robotice, puncte de sudură etc.
- **eMS (Manufacturing Solution):** Baza de date Oracle utilizată de diverse instrumente software, inclusiv Process Designer, Process Simulate, Managerul de BOP bazat pe web și Raportarea BOP pe web. Datele eMS sunt informațiile stocate în această bază de date.

Instrumente de Accesare a Datelor eMS:

- **Process Designer:** Instrument principal pentru proiectarea procesului.
- **Process Simulate:** Mediu de simulare ce include diverse instrumente de inginerie Tecnomatix.
- **Machining Line Planner:** Instrument pentru planificarea prelucrării prin mașinare NC.
- **Plant Simulation:** Instrument pentru analiza fluxului de producție în fabrică.
- **Managerul BOP bazat pe web:** Instrumente de navigare și raportare pentru vizualizarea datelor eBOP.

Structura Datelor în eMS:

Software-ul eMS gestionează patru tipuri de obiecte de bază:

- **Piese (Parts):** Componentele produsului final, organizate ierarhic în arborele pieselor.
- **Operațiuni (Operations):** Acțiunile efectuate pentru fabricarea produsului, listate și ordonate în arborele operațiunilor.
- **Resurse (Resources):** Facilitățile fabricii implicate în operațiuni (linii de asamblare, stații, unelte etc.), listate și descrise în arborele resurselor.
- **Caracteristici de Producție (Manufacturing Features):** Relații speciale între piese (puncte de sudură, traiectorii robotice etc.), utilizate în special pentru aplicații robotizate.

Înțelegerea acestor concepte și a modului în care datele sunt structurate în eMS este esențială pentru utilizarea eficientă a Process Simulate și a altor instrumente din suita Tecnomatix, facilitând astfel simularea precisă și optimizarea proceselor de fabricație digitală.

1.7. Organizarea Datelor în eMS: Arbori Ierarhici și Biblioteci

Utilizarea Process Simulate pentru determinarea procesului de fabricație

În Process Simulate, procesul de determinare a modului de fabricație începe cu identificarea piesei ce urmează a fi produsă. Piese sunt reprezentate vizual printr-un triunghi portocaliu (Figura 1.5a).

Următorul pas constă în asocierea caracteristicilor de producție cu piesa respectivă. Aceste caracteristici, reprezentate printr-un icon verde (Figura 1.5b), detaliază aspecte precum necesitatea sudării (punctuale sau cu arc), ștanțării, vopsirii, asamblării etc. – operațiunile necesare pentru fabricarea piesei.

Operațiunile în sine sunt reprezentate în sistem printr-un pătrat magenta (Figura 1.5c). Astfel, se stabilește o legătură clară între piesă, caracteristicile sale de producție și operațiunile necesare pentru a o realiza.

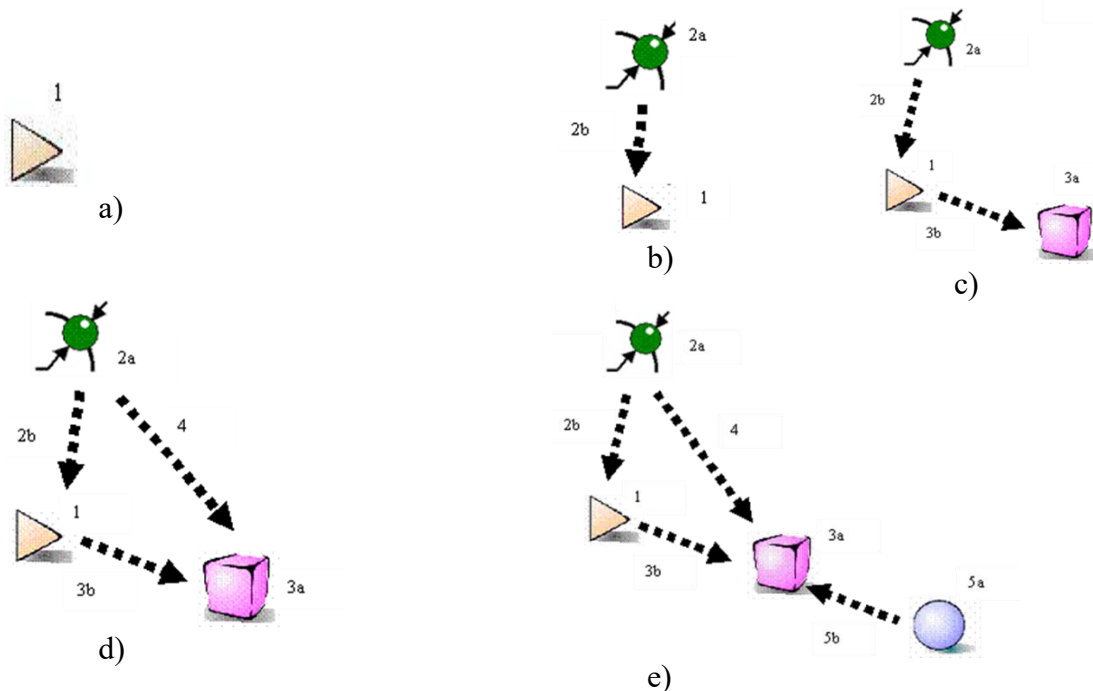


Figura 1.5. Utilizarea Process Simulate pentru a determina modul de fabricație al unui produs

Caracteristicile de producție (de exemplu, punctele de sudură sau traiectoriile robotice) sunt apoi atribuite operațiunilor corespunzătoare (Figura 1.5d), stabilind astfel o legătură directă între modul în care piesa va fi fabricată și acțiunile necesare în acest sens.

Pentru a realiza aceste operațiuni, sunt necesare resurse specifice (reprezentate printr-un cerc albastru în Figura 1.5e), cum ar fi roboți, personal, echipamente de sudură, unități de descărcare, celule de lucru etc.

Interconectarea dintre aceste elemente fundamentale – operațiuni, resurse, piese și caracteristicile lor de producție – definește eBOP (Bill of Process electronic). Această structură complexă de informații este stocată și gestionată în baza de date eMS (Manufacturing Solution), reprezentând esența simulării procesului de fabricație în Process Simulate.

Organizarea Datelor în eMS: Arbori Ierarhici și Biblioteci

În baza de date eMS, există două modalități principale de stocare a nodurilor: sub formă de arbori ierarhici și sub formă de biblioteci. Fiecare tip de obiect de bază (piese, resurse, operațiuni, caracteristici de producție) are o modalitate specifică de stocare.

Reprezentarea Produsului:

- **Biblioteca de Piese:** Arbore plan ce conține modelul fiecărei piese unice din arborele ierarhic al produsului.
- **Arborele Produsului:** Arbore ierarhic organizat în funcție de regiunile produsului final (ex: partea de jos, compartimentul motor), creat de echipa de proiectare. Există două tipuri:
- **EBOM (Engineering Bill of Materials):** Organizat după zonele produsului, utilizat de echipa de proiectare și stocat în sistem CAD.
- **MBOM (Manufacturing Bill of Materials):** Organizat după modul în care produsul ajunge în fabrică pentru asamblare, conținând ansambluri de piese de intrare în stații.
- **Arborele de Asamblare în Proces (IPA):** Arbore ierarhic similar cu arborele operațional, conținând lista pieselor de intrare într-o stație din linia de asamblare.

Reprezentarea Resurselor:

- **Biblioteca de Resurse:** Arbore plan ce conține modelul fiecărei resurse unice din arborele ierarhic al resurselor, inclusiv resurse standard (roboți, lucrători) și resurse specifice proiectului (scule).
- **Arborele de Resurse (BOR):** Arbore ierarhic organizat după regiunile din fabrică (fabrică, linie, zonă, stație), fiecare stație conținând o listă a resurselor utilizate acolo.

Reprezentarea Operațiunilor:

- **Biblioteca de Operațiuni (opțională):** Arbore plan cu copii ale șabloanelor pentru secvențe operaționale frecvent utilizate.
- **Arborele de Operațiuni (eBOP):** Arbore ierarhic organizat după regiunile din fabrică, fiecare stație conținând secvența operațiunilor efectuate acolo.

Reprezentarea Caracteristicilor de Producție (MFG):

Biblioteca de Caracteristici de Producție: Arbore plan ce conține modelul fiecărei puncte de sudură sau date unice, putând fi organizat în sub-biblioteci după regiunile produsului final.

2. SIMULAREA PROCESELOR INDUSTRIALE CU PROCESS SIMULATE

2.1. Introducere în Simularea Proceselor Industriale

Software-ul Process Simulate se ocupă de studiul și simularea proceselor industriale robotizate. În contextul simulării, se realizează construcția structurii aplicației utilizând modele CAD ale tuturor componentelor integrate în respectiva aplicație.

Definiție a Software-ului Process Simulate

Software-ul Process Simulate reprezintă o platformă avansată dedicată studiului și simulării proceselor industriale robotizate. Dezvoltat pentru a satisface cerințele complexe ale industriei, acesta se impune ca un instrument esențial în proiectarea, testarea și optimizarea aplicațiilor specifice mediului industrial.

Scopul: Studiul și Simularea Proceselor Industriale Robotizate

Cu un accent deosebit pe studiul proceselor industriale robotizate, Process Simulate oferă o abordare comprehensivă pentru dezvoltarea și implementarea aplicațiilor într-un mediu virtual controlat.

Scopul său fundamental constă în a furniza inginerilor și proiectanților o platformă eficientă pentru analizarea și simularea detaliată a tuturor aspectelor proceselor industriale, de la mișcarea roboților la interacțiunea acestora cu diverse echipamente și componente.

Validarea și Optimizarea Aplicațiilor în Mediu Virtual

Unul dintre obiectivele majore ale Software-ului Process Simulate este facilitarea validării și optimizării aplicațiilor într-un mediu virtual sigur.

Prin realizarea acestor etape înainte de implementarea în producție, companiile pot reduce riscurile și costurile asociate, obținând în același timp o înțelegere mai profundă a performanțelor sistemului.

Simularea în mediu virtual oferă posibilitatea de a identifica potențialele probleme, de a valida funcționalitatea conformă a aplicației față de specificații și de a identifica modalități de optimizare. Astfel, Process Simulate devine un partener esențial în drumul către dezvoltarea și implementarea eficientă a soluțiilor robotizate în industrie.

2.2. Construcția Structurii Aplicației

Cu cât se reușește utilizarea modelelor CAD pentru toate componentele din aplicație, cu atât varianta virtuală a acesteia va corespunde mai bine aplicației reale.

După finalizarea construcției structurii întregii aplicații și a echipamentelor în mediul virtual, simularea presupune configurarea mecanismelor, a operațiilor necesare și a comunicării dintre componentele și echipamentele aplicației.

Utilizarea modelelor CAD pentru toate componentele

Procesul de construcție a structurii aplicației începe prin integrarea modelelor CAD pentru toate componentele implicate. Aceasta nu se referă doar la roboți, ci și la orice altă componentă, cum ar fi echipamente, transportoare sau mese rotative. Software-ul Process Simulate se distinge prin capacitatea sa de a utiliza modele CAD complexe, asigurând astfel o reprezentare detaliată a întregii aplicații.

Corelarea dintre modelele CAD și varianta virtuală a aplicației

Odată ce modelele CAD sunt introduse, urmează procesul meticolos de corelare între acestea și varianta virtuală a aplicației. Această corelare este esențială pentru a asigura că detaliile modelelor CAD sunt reflectate cu precizie în mediul virtual. Configurarea atentă a acestei corelări permite simulării să ofere rezultate relevante și să furnizeze un mediu virtual autentic pentru analiza și optimizarea aplicațiilor.

Această etapă nu se rezumă doar la alinierea vizuală, ci implică și configurarea detaliată a relațiilor dintre componente, precum și a comportamentului acestora în cadrul aplicației. Astfel, corelarea dintre modelele CAD și varianta virtuală nu este doar un aspect tehnic, ci o parte strategică a procesului de construcție a aplicației, asigurând că simularea este cât mai aproape de realitate înainte de orice implementare fizică.

Prin utilizarea Software-ului Process Simulate și respectarea acestor pași de construcție a structurii aplicației, companiile beneficiază de o metodă robustă și eficientă de dezvoltare, ce maximizează șansele de succes și eficiență în domeniul proceselor industriale robotizate.

2.3. Configurarea Simulării

Odată configurat programul, simularea este activată, iar în această fază se pot efectua analize și optimizări specifice.

Simularea nu constă doar într-o simplă animație, ci își propune să atingă scopul principal al validării și optimizării aplicației.

Configurarea Mecanismelor și Operațiilor

O etapă crucială în dezvoltarea unei aplicații industriale robotizate prin intermediul Software-ului Process Simulate constă în configurarea detaliată a mecanismelor și operațiilor implicate. Aceasta presupune definirea și ajustarea precisă a mișcărilor, acțiunilor și interacțiunilor dintre diferitele componente ale aplicației. Configurarea mecanismelor implică stabilirea modului în care acestea funcționează individual, în timp ce operațiile se referă la acțiunile desfășurate de echipamentele integrate.

Software-ul permite utilizatorilor să configureze fiecare mișcare a robotului, de la traiectorii precise la orientarea și poziționarea sa în cadrul aplicației. Configurarea operațiilor este la fel de esențială, incluzând stabilirea funcțiilor pe care diversele componente le îndeplinesc în cadrul procesului industrial. Aceasta asigură că fiecare parte a aplicației își îndeplinește rolul în mod corespunzător, contribuind la fluxul general al operațiilor.

Comunicarea dintre Componente și Echipamente

O altă dimensiune esențială în configurarea simulării constă în stabilirea și configurarea comunicației dintre componentele și echipamentele aplicației. Acest aspect este vital pentru a reflecta cu acuratețe interacțiunile din cadrul unui mediu industrial real. Configurarea comunicației implică

stabilirea protocolului și a parametrilor de comunicare între diversele elemente, asigurându-se că informațiile sunt transmise corect și la momentul potrivit.

Process Simulate facilitează această configurare, permițând utilizatorilor să simuleze schimburile de date între roboți, echipamente și orice alte componente integrate în aplicație. Astfel, se poate evalua și optimiza eficiența fluxului informațional, reducând riscul de conflicte și întârzieri în cadrul procesului industrial.

Activarea Simulării pentru Analize și Optimizări

Odată ce toate elementele sunt configure corespunzător, următorul pas este activarea simulării pentru a efectua analize și optimizări specifice. Această etapă presupune punerea în mișcare a întregului sistem virtual, permițând evaluarea interacțiunilor, analiza comportamentului componentelor și identificarea potențialelor probleme sau puncte de optimizare.

Simularea nu constă doar într-o simplă reprezentare grafică, ci oferă un mediu interactiv în care utilizatorii pot testa și ajusta parametrii în timp real. Acest proces de analiză și optimizare poate include reducerea timpului de lucru, ajustarea traiectoriilor robotului, optimizarea comunicațiilor sau identificarea și rezolvarea altor probleme specifice aplicației.

Prin intermediul Software-ului Process Simulate, configurarea simulării devine un instrument puternic în procesul de dezvoltare și optimizare a aplicațiilor industriale robotizate, permițând companiilor să identifice și să rezolve potențialele probleme într-un mediu virtual, evitând costurile și riscurile asociate intervențiilor directe în producție.

2.4.Scopul Simulării

Scopul fundamental al simulării constă în confirmarea funcționării conforme a aplicației față de specificații, identificarea problemelor care necesită rezolvare și identificarea modurilor de optimizare ale acesteia.

În acest context, se pot lua în considerare acțiuni precum reducerea timpului de lucru, diminuarea amprentei la sol a aplicației sau scăderea costurilor prin eliminarea echipamentelor care nu sunt strict necesare pentru funcționarea optimă a aplicației.

Confirmarea Funcționării Conforme

Unul dintre principalele obiective ale simulării în dezvoltarea aplicațiilor industriale robotizate este confirmarea funcționării conforme față de specificații. Prin intermediul Software-ului Process Simulate, companiile pot verifica în mod detaliat modul în care fiecare componentă a aplicației interacționează într-un mediu virtual controlat. Acest proces de confirmare este crucial pentru asigurarea că aplicația va funcționa eficient și în conformitate cu cerințele stabilite înainte de a fi implementată în producție.

Identificarea Problemelor și Optimizarea Aplicației

Simularea oferă un cadru propice identificării și rezolvării potențialelor probleme înainte ca aplicația să ajungă pe linia de producție. Utilizând Software-ul Process Simulate, se pot detecta în mod proactiv diverși factori care pot afecta performanța, cum ar fi coliziunile între componente, conflictele de comunicație sau întârzierile în operațiuni. Identificarea acestor probleme în stadiul virtual permite echipelor de dezvoltare să le rezolve eficient și să optimizeze aplicația înainte de implementarea fizică.

Exemple de Acțiuni: Reducerea Timpului de Lucru, Diminuarea Amprentei la Sol, Scăderea Costurilor

Simularea nu este doar un exercițiu de verificare, ci și o oportunitate de a realiza optimizări semnificative. Companiile pot utiliza acest mediu virtual pentru a testa și implementa acțiuni strategice menite să îmbunătățească performanța și eficiența aplicației. Exemple de acțiuni includ:

1. **Reducerea Timpului de Lucru:** Analiza simulării permite identificarea segmentelor de proces care pot fi îmbunătățite pentru a reduce timpul total de producție.
2. **Diminuarea Amprentei la Sol:** Prin configurarea și ajustarea poziționării componentelor în mediul virtual, se pot identifica soluții pentru a reduce amprenta la sol a întregului sistem, optimizând spațiul din mediul de producție.
3. **Scăderea Costurilor:** Identificarea și eliminarea echipamentelor sau operațiunilor redundante în faza de simulare conduc la o gestionare mai eficientă a resurselor și la reducerea costurilor asociate producției.

Prin abordarea activă a acestor aspecte în cadrul simulării, companiile pot realiza economii semnificative și pot îmbunătăți performanța generală a aplicațiilor lor industriale robotizate. Astfel, simularea devine nu doar un instrument de confirmare, ci și un mijloc esențial pentru optimizarea operațiunilor industriale.

2.5.Necesitatea Modelelor Virtuale

Este necesară utilizarea modelelor virtuale ale componentelor aplicației pentru a le introduce în mediul virtual de lucru. Configurarea traiectoriei robotului, a programului acestuia și a mecanismelor altor echipamente integrate în aplicație, atunci când este necesar, trebuie realizată. În cazul echipamentelor aflate în mișcare, este imperativă configurarea operațiilor corespunzătoare acestora, adică stabilirea funcțiilor pe care aceste echipamente le îndeplinesc în cadrul aplicației.

De asemenea, trebuie configurată structura de semnale a aplicației și evenimentele care au loc în cadrul procesului industrial respectiv. Importanța structurii de semnale este crucială, deoarece funcționarea corectă a procesului industrial depinde de conformitatea acesteia cu logica reală a aplicației.

Importanța Utilizării Modelelor Virtuale

Utilizarea modelelor virtuale în dezvoltarea aplicațiilor industriale robotizate reprezintă o necesitate imperativă, conferind multiple beneficii pe întregul parcurs al procesului de proiectare și simulare. Aceste modele reprezintă replici digitale precise ale componentelor reale și contribuie semnificativ la realizarea simulărilor exacte în mediul virtual.

Prin utilizarea modelelor virtuale, companiile pot:

- **Economisi Timp și Resurse:** Modelarea virtuală permite teste și ajustări rapide înainte de implementarea fizică, evitând astfel costurile și resursele implicate în modificări ulterioare.
- **Identifica Potențiale Probleme:** Modelele virtuale permit identificarea și rezolvarea problemelor într-un stadiu incipient, evitând downtime-ul și costurile suplimentare asociate rezolvării problemelor la locul de muncă.
- **Optimiza Designul și Funcționalitatea:** Prin analiza detaliată a modelelor virtuale, se pot realiza îmbunătățiri continue ale designului și funcționalității aplicației, asigurându-se că aceasta îndeplinește eficient cerințele specifice.

Configurarea Traiectoriei Robotului și a Altor Echipamente

Un aspect fundamental în utilizarea modelelor virtuale este configurarea detaliată a traiectoriei robotului și a altor echipamente implicate în procesul industrial. Software-ul Process Simulate permite inginerilor să configureze precis mișcările robotului și ale celorlalte componente, asigurându-se că acestea se desfășoară într-un mod eficient și conform cu cerințele aplicației.

Configurarea traiectoriilor presupune stabilirea precisă a rutei deplasării a robotului în cadrul aplicației, ținând cont de toate obstacolele și specificațiile necesare. Pentru echipamentele în mișcare, se configurează operațiunile corespunzătoare pentru a asigura funcționarea corectă și sincronizată în cadrul întregului proces.

Configurarea Structurii de Semnale și Evenimente

În dezvoltarea aplicațiilor industriale robotizate, configurarea structurii de semnale și evenimente este esențială pentru asigurarea unei funcționări precise și corespunzătoare a procesului industrial. Acest aspect include:

- **Definirea Semnalelor:** Configurarea semnalelor în cadrul aplicației, inclusiv semnalele provenite de la roboți, senzori și alte echipamente.
- **Evenimente Speciale:** Crearea de evenimente speciale pentru simularea acțiunilor sau situațiilor care nu pot fi reproduse în mod direct prin semnale sau mecanisme obișnuite.
- **Structura de Comunicare:** Stabilirea și configurarea structurii de comunicare între toate elementele aplicației, asigurând un flux corect al informațiilor și comenzi între diversele componente.

Prin configurarea atentă a acestor elemente în mediul virtual, echipele de dezvoltare pot asigura că aplicația va funcționa în conformitate cu logica și specificațiile stabilite, evitând astfel problemele și erorile în etapele ulterioare de implementare.

2.6. Software-uri de Simulare pe Piață

Există avantaje asociate cu posibilitatea de optimizare și validare a aplicației încă înainte de achiziționarea unui echipament. Pentru testarea în condiții de siguranță a aplicației și pentru realizarea acestor operațiuni, este necesară utilizarea unui software specializat cu licență. Un astfel de software, care se apropie de realitate și simulează aspecte multiple, este "Process Simulate". Acesta oferă o gamă extinsă de funcții și opțiuni, însă presupune un anumit nivel de complexitate în ceea ce privește utilizarea programului.

"Process Simulate" reprezintă un software dedicat simulării proceselor industriale robotizate, fiind caracterizat prin capacitatea sa de a corespunde și simula comportamentul real al aplicațiilor industriale.

În concluzie, pe piață, se regăsesc aplicații software dedicate programării offline și simulării proceselor industriale robotizate, însă nu există o delimitare clară între aceste tipuri de software. Orice aplicație destinată programării offline trebuie să integreze un modul de simulare, esențial pentru validarea și verificarea corespunderii programului dezvoltat în mediul virtual. Deținerea unui program de simulare indică disponibilitatea anumitor instrumente necesare stimulării proceselor industriale robotizate.

Pentru a realiza simularea cu o acuratețe cât mai apropiată de realitate, este imperativ să se dispună de un program adecvat. Diferențele dintre aceste tipuri de software sunt legate de orientarea

acestora, unde unele sunt concentrate mai mult asupra programării offline, având funcții dezvoltate în special în acest sens, în timp ce altele sunt proiectate predominant pentru stimularea proceselor industriale robotizate.

Există software-uri specializate pentru stimularea proceselor industriale robotizate, furnizate de producători de roboți precum ABB ROBOT STUDIO, KUKA SIM, Fanuc, Roboguide, adaptate pentru utilizarea cu roboți specifici de la acești producători. Aceste aplicații sunt, în general, axate pe programarea offline a roboților industriali corespunzători producătorului.

Pe lângă acestea, există și pachete software generale care nu sunt legate de o gamă specifică de roboți de la anumiți producători, precum ROBODECA, ROBOTMASTER, Process Simulate. Aceste pachete software sunt, în general, orientate mai mult către simularea proceselor industriale, iar cu ajutorul acestora, se poate lucra cu o gamă mai extinsă de roboți provenind de la diverse companii producătoare.

Diferențe între Aplicațiile Dedicat Programării Offline și Simulării

Pe piața software-urilor destinate programării offline și simulării proceselor industriale robotizate, există diferențe semnificative între aplicațiile specializate în programarea robotilor și cele axate predominant pe simulare.

1. **Aplicații Dedicat Programării Offline:** Aceste software-uri sunt concentrate în principal pe dezvoltarea programelor pentru roboții industriali. Ele oferă un set avansat de instrumente pentru programare, ajustare și optimizare a mișcărilor roboților, fără a se concentra prea mult pe simulare. Exemple includ ABB ROBOT STUDIO și KUKA SIM, care sunt proiectate să funcționeze eficient cu roboții specifici de la acești producători.
2. **Aplicații pentru Simularea Proceselor Industriale:** Aceste software-uri sunt concepute în primul rând pentru simularea detaliată a întregului proces industrial, incluzând mișcările roboților, interacțiunile cu echipamentele și comunicațiile între componentele aplicației. Exemplele includ Fanuc, Roboguide și Process Simulate. Aceste pachete software sunt orientate către optimizarea proceselor industriale prin simulare și analiză avansată.

Exemple de Software-uri Specializate și Generale

1. **ABB ROBOT STUDIO:** ABB ROBOT STUDIO este un software specializat pentru programarea offline a roboților ABB. Este axat pe programare, simulare și optimizare a mișcărilor roboților ABB, oferind un set complex de instrumente pentru control precis și eficient al roboților.
2. **KUKA SIM:** KUKA SIM este un software dedicat programării offline și simulării pentru roboții KUKA. Acesta permite inginerilor să programeze și să simuleze operațiunile roboților KUKA într-un mediu virtual înainte de implementarea fizică în fabrică.
3. **Fanuc:** Fanuc oferă un pachet software cuprinzător pentru simularea proceselor industriale, concentrându-se pe optimizarea mișcărilor și interacțiunilor într-un mediu virtual. Permite analize detaliate și ajustări pentru a îmbunătăți eficiența și performanța proceselor.
4. **Roboguide:** Roboguide este un software de simulare oferit de FANUC, care se concentrează pe simularea mișcărilor și interacțiunilor roboților în diferite scenarii industriale. Acesta oferă un mediu interactiv pentru dezvoltarea și optimizarea aplicațiilor robotice.

5. **ROBODECA:** ROBODECA este un exemplu de software general, orientat spre simularea proceselor industriale robotizate. Acesta nu este legat de o gamă specifică de roboți, oferind flexibilitate în utilizarea sa cu diverse modele de la diferiți producători.
6. **ROBOTMASTER:** ROBOTMASTER este un alt exemplu de software general, specializat în simularea proceselor industriale robotizate. Acesta oferă o gamă variată de funcționalități pentru programarea și simularea roboților, fără a fi specific unui anumit producător.
7. **Process Simulate:** Process Simulate este un software integrat și versatil, concentrându-se atât pe programarea offline, cât și pe simularea proceselor industriale. Acesta oferă o gamă extinsă de funcții și opțiuni pentru dezvoltarea, simularea și optimizarea aplicațiilor industriale robotizate. Este caracterizat prin abordarea sa comprehensivă, adresându-se nevoilor atât ale programatorilor cât și ale inginerilor de simulare.

2.7. Elemente Fundamentale în Programarea Offline

În cadrul domeniului programării offline și simulării proceselor industriale robotizate, se identifică câteva elemente fundamentale, recurente în orice program de acest gen. Având în vedere lucrul într-un mediu virtual, este esențială utilizarea modelelor CAD, implicând capacitatea de a interacționa cu biblioteci CAD.

Deși programul de simulare poate dispune de o bibliotecă CAD predefinită, aceasta nu acoperă întotdeauna toate necesitățile, iar ideea centrală constă în furnizarea funcțiilor ce permit utilizatorului să-și creeze propriile biblioteci CAD. O companie ce utilizează un astfel de software va dezvolta, în timp, propriile sale biblioteci CAD pentru a accesa modele CAD atunci când este necesar, fie că este vorba de modele pentru roboți, transportoare, mese rotative sau alte echipamente.

Accesul facil la aceste modele CAD este favorizat de preluarea acestora dintr-o bibliotecă CAD bine organizată, care constituie o modalitate de organizare structurată, furnizând funcții de căutare pentru elementele stocate în cadrul acestei biblioteci, în cazul nostru, elemente CAD.

Utilizarea Modelelor CAD și Interacțiunea cu Biblioteci CAD

Programarea offline în domeniul simulării proceselor industriale robotizate se bazează pe utilizarea modelelor CAD, reprezentări digitale precise ale componentelor implicate. Aceste modele permit programatorilor să creeze și să ajusteze programele într-un mediu virtual înainte de implementarea lor în fabrică. Interacțiunea cu modelele CAD se realizează printr-un dialog continuu între programator și mediul de programare, unde elementele grafice și parametrii asociați sunt manipulați și ajustați pentru a reflecta corect funcționalitatea reală a aplicației.

Importanța Dezvoltării Propriilor Biblioteci CAD

Deși multe software-uri oferă biblioteci CAD predefinite, este adesea esențial să dezvolți propriile biblioteci CAD. Aceasta implică crearea și organizarea de modele CAD personalizate, adaptate la specificul aplicației și proceselor industriale implicate. Importanța acestui aspect constă în:

- **Adaptabilitate:** Bibliotecile CAD predefinite pot să nu acopere toate necesitățile specifice ale unei aplicații. Prin dezvoltarea propriilor biblioteci, se asigură disponibilitatea și accesul rapid la modelele necesare pentru diverse componente ale aplicației.
- **Eficiență:** Dezvoltarea și utilizarea de biblioteci CAD personalizate contribuie la eficiența programării offline, permițând programatorilor să lucreze mai rapid și mai precis în mediul virtual.

- **Consistență:** Bibliotecile CAD personalizate asigură consistența între diferitele proiecte și aplicații dezvoltate de o companie. Această coeziune contribuie la standardizarea procesului de programare și simulare.

Funcționalități Necesare pentru Configurarea Structurii Aplicației și Manipularea Modelelor

1. Configurarea Structurii Aplicației:

- **"Sistem Root":** Un aspect fundamental în programarea offline este configurarea unui "sistem root", un folder central unde toate elementele aplicației, datele și fișierele specifice sunt centralizate. Acest folder servește drept punct de referință pentru toate acțiunile din cadrul aplicației.
- **Arbori Ierarhizați:** Programul trebuie să ofere suport pentru structuri ierarhice, cum ar fi arbori ierarhizați pentru PART-uri și RESURSE, precum și OPERATION TREE pentru OPERAȚII. Acești arbori reflectă relațiile de subordonare dintre diversele componente ale aplicației.

2. Manipularea Modelelor:

- **Plasarea Precisă:** Funcționalități pentru plasarea precisă a modelelor 3D ale componentelor în spațiul de lucru. Aceasta implică setarea exactă a poziției și orientării dorite.
- **Funcții CAD de Bază:** Software-ul trebuie să ofere funcții CAD de bază pentru a crea rapid corpuri geometrice simple, precum linii, paralelipede, corpuri cilindrice și sfere. Aceste funcții sunt utile pentru construirea rapidă a structurii generale a aplicației.
- **Gestionarea Sistemelor de Coordonate:** Deoarece definirea poziției și orientării oricărui corp în mediul virtual 3D se realizează prin intermediul sistemelor de coordonate, funcționalități pentru gestionarea acestora sunt esențiale în procesul de programare offline.

Prin utilizarea acestor funcționalități, programatorii offline pot dezvolta și gestiona eficient structura aplicației și pot manipula modelele CAD într-un mediu virtual, asigurându-se astfel că simularea și optimizarea proceselor industriale robotizate se desfășoară într-un mod precis și eficient.

2.8. Funcționalități CAD de Bază

Un aspect crucial constă în capacitatea programului de a oferi funcționalități pentru configurarea structurii aplicației, inserarea modelelor 3D ale componentelor, manipularea acestora în spațiul de lucru pentru plasarea precisă, având în vedere poziția și orientarea dorite. Necesitățile includ, de asemenea, o structură ierarhică, sub forma unui arbore ierarhic al componentelor, pentru a asigura o vizualizare structurată și posibilități de atașare a componentelor între ele, facilitând astfel deplasarea sau modificarea poziției și orientării acestora în mod colectiv.

Funcțiile CAD de bază sunt de asemenea importante, chiar dacă nu esențiale, majoritatea software-urilor oferind câteva funcții CAD de bază pentru crearea rapidă a unor corpuri geometrice simple precum linii, paralelipede, corpuri cilindrice și sfere, care pot fi combinate în diverse moduri.

Aceste aplicații software trebuie să ofere modalități și funcții pentru gestionarea sistemelor de coordonate, întrucât definirea poziției și orientării oricărui corp în mediul virtual 3D se realizează prin intermediul acestor sisteme de coordonate. În context industrial, se impune necesitatea existenței

mecanismelor, cum ar fi sistemele de poziționare a semifabricatelor, sistemele mobile care deplasează obiecte în poziții specificate și roboții. Prin urmare, esențial este furnizarea capacității de a crea mecanisme în cadrul aplicațiilor respective, iar modelarea acestora presupune elaborarea cuplurilor cinematice necesare pentru realizarea mișcărilor preconizate.

Funcții Esențiale pentru Crearea Rapidă a Corpurilor Geometrice

În cadrul programării offline și simulării proceselor industriale robotizate, funcționalitățile CAD de bază sunt cruciale pentru crearea rapidă a corpurilor geometrice necesare în modelarea aplicațiilor. Aceste funcții oferă programatorilor instrumentele esențiale pentru a da formă și structură componentelor aplicației. Printre aceste funcționalități se numără:

1. **Linii și Contururi:** Posibilitatea de a crea linii și contururi reprezintă o funcționalitate de bază. Acestea sunt fundamentale în definirea formelor geometrice de bază și a traiectoriilor pentru mișcarea roboților sau a altor componente în cadrul aplicației.
2. **Solid Modeling:** Funcționalitățile CAD de bază permit crearea rapidă a corpurilor solide, cum ar fi paralelipede, corpuri cilindrice sau sfere. Aceste corpuri solide reprezintă structura de bază a obiectelor implicate în procesul industrial.
3. **Combinarea și Tăiere:** Capacitatea de a combina sau tăia corpuri geometrice este esențială pentru modelarea detaliată a componentelor. Aceste operații permit programatorilor să creeze structuri complexe prin interacțiunea și combinarea diferitelor corpuri geometrice.
4. **Rotire și Scalare:** Funcționalitățile de rotire și scalare permit ajustarea precisă a poziției și dimensiunilor corpurilor geometrice. Acestea sunt utile pentru a alinia și configura componentele în conformitate cu specificațiile aplicației.
5. **Suprafețe și Curbe:** Crearea de suprafețe și curbe complexe este esențială pentru modelarea detaliată a formelor tridimensionale. Aceste funcționalități oferă flexibilitate în definirea detaliilor geometrice ale componentelor.

Gestionarea Sistemelor de Coordonate în Mediul Virtual

Gestionarea sistemelor de coordonate este o parte crucială a funcționalităților CAD în mediul virtual. Aceasta asigură poziționarea corectă și orientarea componentelor în spațiul tridimensional. Funcționalitățile asociate includ:

1. **Crearea Sistemelor de Coordonate:** Programatorii pot defini și crea sisteme de coordonate pentru a reprezenta pozițiile și orientările componentelor în aplicație. Aceste sisteme sunt esențiale pentru stabilirea relațiilor și poziționarea precisă a elementelor.
2. **Transformări Geometrice:** Funcționalitățile CAD oferă opțiuni pentru transformări geometrice, cum ar fi translația, rotația și scalarea. Aceste transformări se aplică în funcție de sistemele de coordonate definite, permițând ajustarea precisă a poziției și dimensiunilor componentelor.
3. **Sisteme de Referință:** Gestionarea sistemelor de referință în mediul virtual asigură coerența și consistența în definirea pozițiilor. Utilizarea acestor sisteme permite programatorilor să lucreze într-un cadru bine structurat și să realizeze manipulări precise asupra componentelor.
4. **Coordonate Relative și Absolute:** Funcționalitățile CAD oferă posibilitatea de a lucra atât cu coordonate relative, referindu-se la pozițiile și orientările față de alte componente, cât și cu coordonate absolute, stabilite într-un cadru global. Aceasta facilitează definirea relațiilor complexe între diversele componente ale aplicației.

Prin integrarea acestor funcționalități, programatorii pot realiza modelarea detaliată a aplicațiilor și simularea proceselor industriale robotizate într-un mediu virtual precis și eficient. Gestionarea corectă a sistemelor de coordonate asigură coerența întregii aplicații și contribuie la validarea și optimizarea programelor dezvoltate înainte de implementarea lor în mediu real.

2.9. Configurarea Robotului și a Operațiilor

În cazul aplicațiilor industriale robotizate, care implică prezența roboților industriali, fiecare robot trebuie să dispună de un efector. Efectorul reprezintă instrumentul, scula sau dispozitivul prin intermediul căruia robotul își desfășoară aplicația specifică. De exemplu, în cazul în care se dorește efectuarea operației de înșurubare, un cui și un ciocan constituie efecturul, unde ciocanul devine indispensabil în baterea cuiului.

Simularea programului robotului și configurarea operațiilor atât ale robotului, cât și ale celorlalte echipamente din cadrul aplicației reprezintă etape cruciale. Funcțiile necesare includ configurarea traiectoriei robotului, a operațiilor specifice aplicației, precum și capacitatea de a crea și configura semnale pentru lucrul cu semnalele atât ale robotului, cât și ale celorlalte echipamente sau sisteme din cadrul aplicației.

Unele evenimente din cadrul aplicației nu pot fi simulate direct prin semnale sau mecanisme, astfel că este necesară crearea unor evenimente speciale pentru simularea acțiunilor sau situațiilor care nu pot fi reproduce în alt mod.

Necesitatea Efecturului în Aplicațiile cu Roboți

În cadrul aplicațiilor industriale robotizate, efecturul reprezintă o componentă esențială și specializată, utilizată de către roboți pentru a îndeplini sarcini specifice.

Efectorul este instrumentul, scula sau dispozitivul prin intermediul căruia robotul își desfășoară aplicația specifică. Importanța efecturului poate fi înțeleasă prin exemple precum utilizarea unui ciocan pentru bătut cuie sau a unui dispozitiv de prindere pentru manipularea obiectelor.

Configurarea Traiectoriei Robotului și a Operațiilor Specifice

1. Configurarea Traiectoriei Robotului:

- **Definirea Traseului:** Programatorii trebuie să configureze traiectoria robotului, stabilind traseul precis pe care acesta îl va parcurge în timpul desfășurării aplicației. Acest aspect implică stabilirea pozițiilor de start și de final, precum și intermediare, în funcție de nevoile specifice ale aplicației.
- **Optimizarea Mișcărilor:** Configurarea traiectoriei include și optimizarea mișcărilor robotului pentru a asigura un flux eficient și sigur al operațiilor. Aceasta presupune minimizarea timpului de deplasare și evitarea coliziunilor cu alte componente sau obiecte din mediu.

2. Configurarea Operațiilor Specifice:

- **Definirea Acțiunilor:** Fiecare operație pe care robotul trebuie să o efectueze în cadrul aplicației este configurată în detaliu. Aceasta include acțiuni precum prinderea, ridicarea, rotirea sau manipularea obiectelor în funcție de cerințele specifice ale procesului industrial.

- **Sincronizarea Operațiilor:** Configurarea operațiilor specifice necesită sincronizarea perfectă a mișcărilor robotului cu operațiunile celorlalte echipamente și componente din aplicație. Aceasta asigură cooperarea armonioasă a întregii sistemului și evitarea conflictelor sau întârzierilor în desfășurarea procesului.

Crearea Evenimentelor Speciale pentru Simularea Acțiunilor Complexe

În anumite situații, evenimentele din cadrul aplicației nu pot fi simulate direct prin semnale sau mecanisme existente. În acest context, este necesară crearea unor evenimente speciale pentru simularea acțiunilor sau situațiilor care nu pot fi reproduse în alt mod. Aceste evenimente pot include scenarii complexe, cum ar fi defecțiuni ale echipamentelor, schimbări neașteptate în mediul de lucru sau interacțiuni cu elemente externe.

Configurarea evenimentelor speciale oferă programatorilor posibilitatea de a evalua comportamentul aplicației în fața situațiilor neașteptate și de a dezvolta strategii adecvate de gestionare a acestora. Simularea acțiunilor complexe prin evenimente speciale contribuie la îmbunătățirea robusteții și eficienței aplicației în medii industriale variate și dinamice.

Prin abordarea riguroasă a configurației robotului și a operațiilor în mediul virtual, programatorii pot asigura o simulare precisă și fiabilă a proceselor industriale robotizate, identificând și rezolvând potențialele probleme înainte de implementarea efectivă în mediu real.

2.10. Analiza și Optimizarea Aplicațiilor

Programul trebuie să ofere funcții specifice pentru analiza și optimizarea aplicațiilor, facilitând utilizarea unei game variate de componente. Înainte de introducerea unei componente, este esențial să definim tipul acesteia (robot, griper, conveyor etc.), iar software-ul dispune de o gamă extinsă de componente pe care le putem utiliza și defini.

În cadrul aplicației, robotii integrați sunt controlați de controlere virtuale, iar un aspect esențial în studierea comportamentului și realizarea programului și traiectoriei robotului este utilizarea unui modul software care îndeplinește rolul de controler virtual. Analiza în mediul virtual include aspecte precum coliziuni, durata ciclului de lucru, optimizarea traiectoriilor robotului, vizualizarea volumelor de lucru și configurarea mecanismelor, efectorilor, senzorilor și semnalelor, permițând, de asemenea, punerea în funcțiune a aplicației pentru a verifica funcționalitatea acesteia.

Realizarea punerii în funcțiune în mediul virtual presupune posibilitatea de a simula întregul proces al aplicației, reflectând astfel o simulare fidelă a operațiunilor desfășurate în realitate. Funcționarea virtuală integrează toate semnalele în mod corespunzător, deoarece se realizează prin conectarea la un PLC real, responsabil de gestionarea sistemului de semnale. Se precizează că este posibilă și lucrul cu un PLC virtual.

Funcții Specifice pentru Analiză și Optimizare

În procesul de dezvoltare a aplicațiilor industriale robotizate, analiza și optimizarea reprezintă etape critice pentru asigurarea funcționării eficiente și conforme la specificații. Software-ul dedicat simulării, precum "Process Simulate," oferă o serie de funcții specifice pentru aceste activități:

1. **Analiza Coliziunilor:** Funcționalitatea de analiză a coliziunilor permite identificarea potențialelor conflicți sau interferențe între componentele aplicației. Această analiză previne situațiile în care obiectele ar putea intra în contact nedorit, contribuind la îmbunătățirea siguranței și eficienței operațiilor.

2. **Optimizarea Traietoriilor:** Software-ul oferă instrumente pentru optimizarea traiectoriilor robotului, reducerea timpului de deplasare și minimizarea efortului necesar. Optimizarea acestor traiectorii are un impact direct asupra performanței aplicației, aducând beneficii precum creșterea productivității și reducerea uzurii componente.
3. **Vizualizarea Volumelor de Lucru:** Prin funcționalitățile de vizualizare a volumelor de lucru, programatorii pot evalua și optimiza spațiul de acțiune al roboților și al altor echipamente. Acest aspect este crucial pentru proiectarea eficientă a spațiului de lucru și prevenirea posibilelor coliziuni cu mediul din jur.

Gestionarea Diverselor Componente înainte de Introducere

Înainte de a introduce o componentă în aplicație, este esențială o analiză detaliată a comportamentului acesteia în mediul virtual. Acest proces implică:

1. **Definirea Tipului Componentelor:** Programatorii trebuie să identifice tipul fiecărei componente (robot, griper, conveyor etc.) înainte de a o introduce în simulare. Această informație este crucială pentru configurarea corectă a interacțiunilor și operațiunilor specifice.
2. **Verificarea Compatibilității:** Gestionarea componentelor presupune verificarea compatibilității și integrarea lor armonioasă în cadrul aplicației. Această etapă contribuie la evitarea problemelor potențiale în stadiile ulterioare ale dezvoltării.
3. **Configurarea Parametrilor:** Programatorii trebuie să configureze parametrii fiecărei componente în conformitate cu cerințele specifice ale aplicației. Acest pas este crucial pentru asigurarea unei simulări precise și a unui comportament realist în mediul virtual.

Importanța Controlerului Virtual în Studiarea Comportamentului

Controlerul virtual reprezintă un modul esențial în studierea comportamentului roboților în cadrul aplicațiilor industriale. Acesta oferă:

1. **Analiza Colaborării Componentelor:** Controlerul virtual facilitează analiza modului în care diversele componente colaborează între ele în cadrul aplicației. Această analiză permite identificarea sinergiilor sau a potențialelor probleme în comunicarea și interacțiunea dintre echipamente.
2. **Simularea Procesului de Control:** Utilizarea controlerului virtual permite simularea procesului de control al roboților și a altor echipamente. Acest aspect este esențial pentru evaluarea performanței algoritmilor de control și pentru identificarea modurilor de optimizare a acestora.
3. **Verificarea Coerenței Semnalelor:** Controlerul virtual gestionează semnalele și evenimentele din cadrul aplicației, verificând coerența lor cu logica reală a procesului industrial. Aceasta asigură o simulare fidelă și detaliată a funcționării aplicației în condiții variate.

Prin integrarea acestor funcționalități, analiza și optimizarea aplicațiilor devin procese efective și eficiente, contribuind la dezvoltarea unor soluții industriale robotizate performante și fiabile. Simularea detaliată a comportamentului componentelor în mediul virtual permite programatorilor să identifice și să remedieze potențialele probleme înainte de implementarea în mediu real, economisind resurse și timp.

2.11. Studii în Process Simulate

Analizele aprofundate ale aplicațiilor robotizate industriale, desfășurate în cadrul programului PS, sunt cunoscute sub denumirea de "studii". Pentru realizarea acestor studii, programul PS interacționează cu baze de date, având două opțiuni principale de conectare: **EM SERVER**, o platformă de administrare a proceselor de fabricație într-o bază de date Oracle, și **TEAMCENTER**, o platformă cloud oferind un mediu integrat pentru soluții PLM dezvoltate de Siemens.

Există două variante de PS în funcție de baza de date cu care interacționează: PS on EMSEVER STAND ALONE și PS on TEAMCENTER STAND-ALONE. În contextul abordat, se optează pentru varianta PS on EMSEVER STAND ALONE, care operează cu structura de date de la EM SERVER, fără a necesita conexiune la baza de date. Toate informațiile și elementele aplicației sunt stocate local.

Structura fiecărei aplicații în PS se bazează pe un "sistem root", reprezentând un folder pe calculator unde sunt centralizate toate elementele, datele și fișierele specifice acelei aplicații. Înaintea începerii unui nou studiu, se configurează un "sistem root" în care toate acțiunile din aplicație vor avea loc.

Studiul respectiv este localizat în "sistem root"-ul specific, iar datele sunt organizate pe biblioteci ce conțin modele CAD, fișiere de configurare și altele. Componentele cu care se lucrează în PS includ repere (parts) și resurse (resources), în timp ce operațiile reprezintă acțiunile desfășurate de echipamente în cadrul aplicației. De asemenea, există și elementele de fabricație (manufacturing features), cum ar fi punctele de sudură sau găurile.

În PS, aceste componente sunt organizate în "arbori ierarhizați", cunoscuți sub denumirea de OBJECT TREE (pentru PART-uri și RESURSE) și OPERATION TREE (pentru OPERAȚII). Acești arbori reflectă o structură ierarhică, indicând o relație de subordonare între diverse componente ale aplicației.

Conectarea la Baze de Date: EM SERVER și TEAMCENTER

Pentru a realiza analize aprofundate ale aplicațiilor robotizate industriale, "Process Simulate" (PS) interacționează cu baze de date prin două opțiuni principale de conectare: EM SERVER și TEAMCENTER.

1. EM SERVER:

- **Platformă de Administrare:** EM SERVER reprezintă o platformă de administrare a proceselor de fabricație, integrată într-o bază de date Oracle. Această conexiune oferă acces la date esențiale despre procese și componente, facilitând analiza detaliată a performanțelor și interacțiunilor în cadrul aplicației.

2. TEAMCENTER:

- **Platformă Cloud pentru PLM:** TEAMCENTER este o platformă cloud dezvoltată de Siemens, oferind un mediu integrat pentru soluții PLM (Product Lifecycle Management). Conexiunea la TEAMCENTER permite stocarea și gestionarea eficientă a datelor referitoare la proiecte și studii într-un mediu securizat și accesibil.

Variantele de PS și Structura Fiecărei Aplicații

Există două variante principale ale "Process Simulate" în funcție de baza de date cu care interacționează: PS on EM SERVER STAND ALONE și PS on TEAMCENTER STAND-ALONE.

1. **PS on EM SERVER STAND ALONE:**

- **Operare cu EM SERVER:** Această variantă operează cu structura de date de la EM SERVER, fără a necesita conexiune la baza de date. Toate informațiile și elementele aplicației sunt stocate local, facilitând gestionarea datelor într-un mod izolat.

2. **PS on TEAMCENTER STAND-ALONE:**

- **Operare cu TEAMCENTER:** Această variantă se bazează pe conexiunea cu TEAMCENTER pentru gestionarea datelor. Informațiile și elementele aplicației sunt stocate într-un mediu cloud, asigurând accesibilitate și colaborare eficientă pentru echipele implicate în dezvoltarea aplicației.

Organizarea Datelor în "Arbori Ierarhizați" (OBJECT TREE și OPERATION TREE)

În "Process Simulate," structura fiecărei aplicații este organizată în "arbori ierarhizați," cunoscuți sub denumirea de OBJECT TREE și OPERATION TREE.

1. **OBJECT TREE:**

- **Gestionarea Componentelor:** OBJECT TREE reflectă o structură ierarhică a componentelor aplicației, inclusiv repere (parts) și resurse (resources). Această ierarhizare indică relația de subordonare între diversele componente, oferind o perspectivă organizată asupra întregii aplicații.

2. **OPERATION TREE:**

- **Gestionarea Operațiilor:** OPERATION TREE reflectă o structură ierarhică a operațiunilor desfășurate în cadrul aplicației. Această ierarhizare indică relația de subordonare între diversele operații, inclusiv acțiunile desfășurate de echipamentele din aplicație.

Acești "arbori ierarhizați" permit programatorilor să navigheze și să gestioneze eficient structura și operațiunile aplicației, facilitând organizarea și analiza detaliată a datelor. Prin intermediul acestor structuri ierarhice, programatorii pot accesa rapid și eficient diversele componente și operații din cadrul aplicației, contribuind la o dezvoltare și gestionare mai eficientă a proiectelor în "Process Simulate."

3. INTERFAȚĂ ȘI VIZIUNE TEHNOLOGICĂ

3.1. Obiectiv și Context

Obiectivul principal al acestui capitol este de a furniza cunoștințe despre interfața utilizatorului în software-ul Process Simulate, astfel încât să furnizeze utilizatorului posibilitatea de a lucra eficient și să exploreze funcționalitățile software-ului în contextul Fabricației Digitale. Acest capitol se concentrează, de asemenea, pe familiarizarea cu conceptele și aplicațiile viziunii tehnologice în fabricația digitală, deschizând ușile către înțelegerea modului în care datele vizuale pot fi utilizate pentru a îmbunătăți procesele de producție digitale.

În *contextul* tehnologic actual, Fabricația Digitală a devenit o parte esențială a industriei de producție. Software-ul Process Simulate este folosit pentru a modela, simula și gestiona procesele de producție digitale, permițând astfel companiilor să își optimizeze operațiunile și să își reducă costurile. Cu toate acestea, pentru a beneficia pe deplin de această tehnologie, profesioniștii trebuie să aibă o înțelegere profundă a interfeței software-ului și a modului în care pot integra viziunea tehnică pentru a monitoriza și controla procesele digitale.

Capacitatea de a înțelege și de a gestiona aceste aspecte cheie ale Fabricației Digitale devine tot mai critică într-o lume în care automatizarea și tehnologia digitală devin tot mai prevalente în industrie.

3.2. Prezentarea Interfeței Utilizatorului în Process Simulate

Prezentarea interfeței utilizatorului în software-ul Process Simulate reprezintă un pas fundamental pentru a permite utilizatorilor să devină confortabili și eficienți în lucrul cu acest program de fabricație digitală. Interfața utilizatorului în Process Simulate este proiectată pentru a fi intuitivă și funcțională, facilitând gestionarea și simularea proceselor de producție digitale:

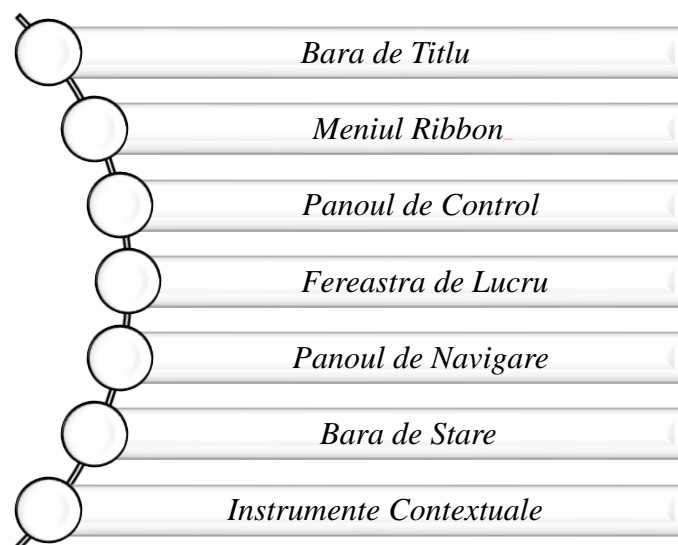


Figura 3.1. Prezentarea interfeței utilizatorului

Bara de Titlu:

- În partea de sus a ferestrei se află bara de titlu, care afișează numele proiectului actual și oferă opțiuni pentru a minimiza, maximiza sau închide fereastra aplicației.

Meniul Ribbon:

- Principalul centru de comandă al interfeței este bara de instrumente Ribbon. Acesta conține mai multe file, cum ar fi "File," "Edit," "View," "Simulation," și altele, fiecare conținând opțiuni relevante pentru acele funcții. De exemplu, fila "File" permite deschiderea și salvarea proiectelor, în timp ce fila "Edit" oferă opțiuni pentru editarea și manipularea obiectelor din proiect.

Panoul de Control:

- Pe partea dreaptă a ecranului se găsește panoul de control, care conține informații și opțiuni relevante pentru proiectul actual. Acesta include informații despre configurația proiectului, statisticile simulării, și opțiuni pentru gestionarea vizualizării și a camerei.

Fereastra de Lucru:

- Fereastra de lucru ocupă cea mai mare parte a ecranului și este locul în care se desfășoară majoritatea activităților de proiectare și simulare. Aici, utilizatorii pot plasa și configura obiectele, pot crea trasee pentru roboți, pot adăuga senzori și pot simula întregi linii de producție digitale.

Panoul de Navigare:

- De obicei, în partea stângă sau dreaptă a ecranului se află panoul de navigare, care permite utilizatorilor să vadă o listă a obiectelor din proiect și să navigheze rapid între ele. Acest panou este util pentru a gestiona proiecte complexe cu multe componente.

Bara de Stare:

- În partea de jos a ferestrei se află bara de stare, care furnizează informații importante despre starea actuală a proiectului sau a simulării. Aici, utilizatorii pot vedea statusul proceselor de simulare, erori sau avertismente, precum și informații despre coordonatele sau unitățile de măsură utilizate în proiect.

Instrumente Contextuale:

- Pe măsură ce utilizatorii lucrează în software-ul Process Simulate, instrumente contextuale apar în bara de instrumente Ribbon, adaptate la acțiunile și obiectele selectate. Aceste instrumente facilitează manipularea și configurarea elementelor din proiect.

În timp ce aceasta este o prezentare generală a interfeței utilizatorului în Process Simulate, trebuie menționat că aceasta poate varia ușor în funcție de versiunea software-ului și de personalizările făcute la nivel de organizație. O înțelegere solidă a interfeței este esențială pentru utilizarea eficientă a software-ului în Fabricația Digitală. Explorarea meniurilor și instrumentelor cheie reprezintă un pas important în înțelegerea interfeței utilizatorului în software-ul Process Simulate.

Această explorare oferă utilizatorilor acces la funcționalitățile esențiale ale programului, permițându-le să desfășoare activități de proiectare, simulare și gestionare a proceselor de producție digitale într-un mod eficient și precis.

În continuare este prezentată această componentă esențială a interfeței:

Meniurile Principale:

- Meniurile principale sunt punctul central al explorării. Acestea includ, de obicei, următoarele opțiuni:
 - **File:** Aici, utilizatorii pot deschide, salva și gestiona proiectele. De asemenea, pot accesa opțiuni pentru export și import.
 - **Edit:** Meniul "Edit" oferă opțiuni pentru manipularea obiectelor și a datelor din proiect. Acesta poate include funcții precum tăiere, copiere, lipire și anulare.
 - **View:** Meniul "View" permite personalizarea modului în care utilizatorii văd proiectul, inclusiv setările de vizualizare și zoom.
 - **Simulation:** Acest meniu conține funcții legate de simulare, inclusiv configurarea și rularea simulării proceselor digitale.
 - **Tools:** Aici, utilizatorii pot găsi instrumente suplimentare pentru manipularea obiectelor și pentru personalizarea software-ului.
 - **Help:** Meniul "Help" oferă acces la resurse de asistență, inclusiv documentația software-ului și suportul tehnic.

Instrumente Cheie:

- Software-ul Process Simulate vine cu o gamă bogată de instrumente, iar explorarea acestora este esențială pentru a lucra cu succes în cadrul proiectelor de Fabricație Digitală. Unele dintre instrumentele cheie includ:
 - **Selectare:** Acest instrument permite utilizatorilor să selecteze obiecte din proiect pentru manipulare ulterioară.
 - **Desen:** Instrumentul de desen permite utilizatorilor să creeze și să editeze obiecte, cum ar fi componente sau trasee pentru roboți.
 - **Animație:** Cu ajutorul instrumentului de animație, utilizatorii pot crea și gestiona animații pentru a vizualiza și a testa mișcările și procesele digitale.
 - **Configurare:** Instrumentele de configurare permit utilizatorilor să seteze parametri importanți pentru obiectele și procesele din proiect.
 - **Simulare și Analiză:** Process Simulate oferă instrumente de simulare avansate pentru a testa și a analiza performanța proceselor digitale.

Instrumente Contextuale:

- O caracteristică importantă a interfeței Process Simulate este adaptarea sa la contextul de lucru. Atunci când utilizatorii selectează anumite obiecte sau acționează într-un anumit mod, instrumentele contextuale apar în bara de instrumente Ribbon pentru a facilita acțiunile specifice în acel moment.

Explorarea meniurilor și instrumentelor cheie reprezintă un pas crucial pentru a obține controlul asupra proceselor de producție digitală și pentru a utiliza eficient software-ul Process Simulate în cadrul Fabricației Digitale. În timp ce acest software este puternic și versatil, cunoașterea interfeței sale este cheia pentru a utiliza pe deplin toate capacitățile acestuia.

3.2.1. Prezentare Generală a Viewer-ului Grafic

Viewer-ul grafic este fereastra 3D care prezintă toate elementele curente afișate. Plasarea cursorului peste un obiect din Viewer-ul grafic afișează o sugestie de instrument care conține numele obiectului.



Figura 3.2. Viewer grafic

În general, datele 3D afișate în Viewer-ul grafic, asociate produsului și resurselor, pot fi în format .COJT (sau .JT) sau .CO.

Pentru a deschide Viewer-ul grafic din meniul View, selectați Viewers și apoi Graphic Viewer.

Elementele de bază ale arborelui de obiecte sunt:

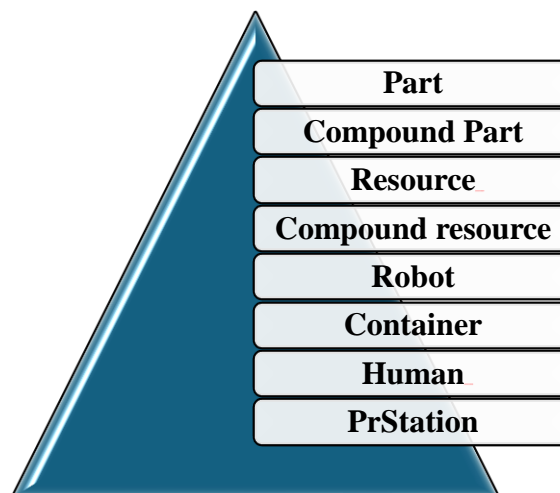


Figura 3.3 Elementele de bază ale arborelui de obiecte

- **Part** (piesa): O singură piesă.
- **Compound Part** (piesă compusă): O asamblare care cuprinde una sau mai multe piese sau subansambluri, care este stocată înapoi în arborele de produs asociat studiului deschis.
- **Resource** (resursă): O singură resursă.
- **Compound resource** (resursă compusă): Un grup care cuprinde una sau mai multe resurse, care este stocată înapoi în arborele de resurse asociat studiului deschis.
- **Robot**: O resursă de tip robot.
- **Container**: O resursă de tip container.
- **Human** (om): O resursă de tip om.
- **PrStation**: Resursă compusă care conține o listă de resurse pentru stație.
- Mai multe alte obiecte sunt disponibile în funcție de personalizarea bazei de date eMS.

3.2.2. Meniuri cu Clic Dreapta

Dacă faceți clic dreapta pe un obiect (non-cinematic) în vizualizatorul **Object Tree** (Arbore obiecte):

Se afișează un meniu contextual care conține comenzi rapide și mai multe opțiuni care se găsesc și în alte meniuri.

Blank - Elimină obiectele selectate.

Display Only - Elimină toate obiectele deselectate, lăsând obiectele selectate afișate.

Zoom to Selection - Face **zoom** la obiectele selectate (centrând geometria afișată în Vizualizatorul grafic) și setează centrul de rotație la centrul geometric al obiectelor selectate.

Modify Color - Permite utilizatorului să aleagă o nouă culoare pentru obiectul (obiectele) selectat (e).

Dacă faceți clic dreapta în vizualizatorul **Object Tree** (nu pe un nod), se afișează meniul contextual următor:

Display All - Afișează toate entitățile în Vizualizatorul grafic.

Toggle Display - Elimină toate obiectele afișate și afișează toate cele eliminate.

Options - Deschide caseta de dialog Opțiuni (la fel ca la Tools→Options).

Dând clic dreapta în Vizualizatorul Grafic (pe un obiect non-cinematic) următorul meniu contextual este afișat:

Blank - Elimină obiectele selectate.

Display Only - Elimină toate obiectele neselectate, păstrând obiectele selectate afișate.

Zoom to Selection - Mărește la obiectele selectate (centrând geometria lor afișată în Vizualizatorul Grafic) și setează centrul de rotație la centrul geometric al obiectelor selectate.

Modify Color - Permite utilizatorului să aleagă o nouă culoare pentru obiectul(ele) curent selectate.

Dând clic dreapta în **Graphic Viewer** (nu pe un obiect) următorul meniu contextual este afișat:

- **Display All**
- **Toggle Display**
- **Zoom to fit**
- **Options**

Comenzile **Edit**→**Undo** și **Edit**→**Redo** nu pot fi folosite pentru ultima acțiune efectuată asupra unui obiect selectat în **Graphic Viewer**. Selectând comanda repetat, se pot efectua **Anulări/Refaceri (Undo/Redo)** pentru operațiile succesive anterioare/ulterioare, după cum este necesar.

Funcționalitatea **Undo/Redo** este susținută pentru comenzile de plasare, comenzile de afișare/ascundere, notițe, etichete, manipulări ale culorilor, etc.

Utilizatorii nu pot anula acțiuni după ce au selectat **File**→**eMServer Selective Update** sau comenzile **eMServer** precum **Check In** și **Editare**→**Ștergere**.

3.2.3. Lucrul cu Grupuri

Piese/Resursele individuale sau **Piese compuse/resursele compuse** pot fi grupate pentru a stabili niveluri ierarhice suplimentare în arbore. Dacă este selectat un grup și apoi deplasat sau rotit, obiectele din **Graphic Viewer** care sunt în grup sunt de asemenea mutate. Fiecare obiect poate fi, de asemenea, deplasat sau rotit independent de grup.

Acest grup este stocat doar în studiu și nu afectează structura originală a arborelui de resurse după ce este selectată **Actualizare Selectivă eMServer (eMServer Selective Update)**.

Un grup poate conține orice combinație de alte grupuri, resurse, piese, piese compuse sau resurse compuse.

Grupurile se folosesc în diferite instrumente Process Simulate pentru a anula/afișa, a crea operații de flux, a crea perechi de coliziuni, a exporta în Excel, etc. Grupurile permit studii de fezabilitate ale asamblărilor în etapele incipiente, chiar înainte de a defini procesul.

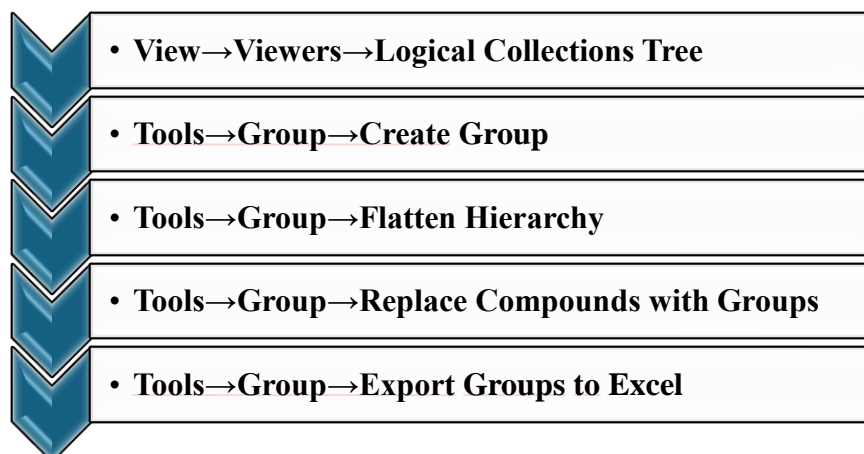


Figura 3.4 Lucrul cu grupuri

Motorul grafic Direct Model este utilizat de aplicațiile Siemens PLM Software precum Teamcenter, RobotExpert, Process Simulate, Process Designer și Plant Simulation. Este un set de biblioteci capabil să citească, să scrie și să redea fișiere .JT.

3.2.4. Opțiuni pentru Fundalul Grafic

Se poate selecta o culoare diferită pentru fiecare dintre cele patru colțuri ale Vizualizatorului grafic. Culoarele de fundal se estompează treptat către centrul vizualizatorului:

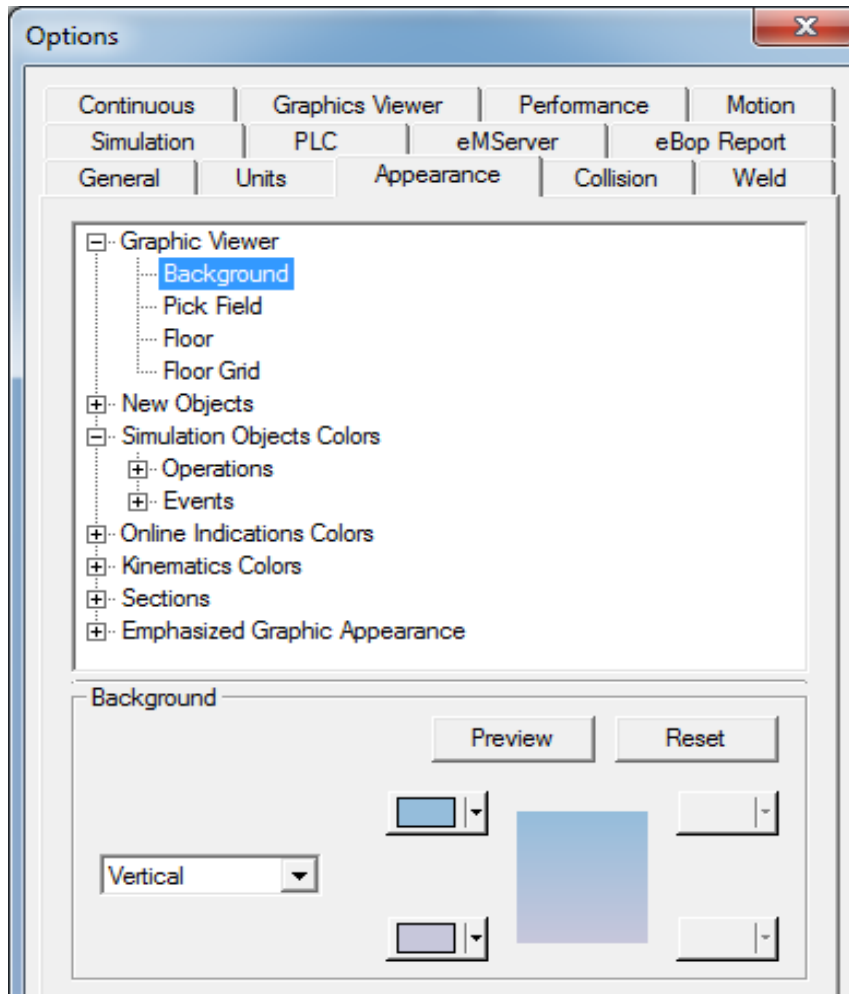


Figura 3.5. Opțiuni pentru fundalul grafic

- Accesați **Tools**→**Options**
- În caseta de dialog **Opțiuni**, selectați fila (Aspect) **Appearance**
- Alegeți **Background color** (Culoare de fundal)
- Alegeți **Corners** din meniul derulant care în prezent spune **Vertical** sau **Solid**
- Alegeți o culoare pentru fiecare colț
- Dați clic pe (Previzualizare) **Preview** și închideți caseta de dialog (Opțiuni) *Options*.

3.2.5. Opțiuni de Mișcare a Mouse-ului

Există două moduri de mișcare a mouse-ului: **vizualizare directă** și **vizualizare continuă**:

Vizualizare directă: Obiectele se mișcă doar atunci când mișcați mouse-ul. Aceasta este configurarea implicită a PC-ului. Această opțiune este mai similară cu modul în care alte sisteme 3D manipulează Vizualizatorul grafic.

Vizualizare continuă: Obiectele continuă să se miște cu viteza inițială a mișcării mouse-ului. Aceasta este configurarea implicită a lui Robcad.

Aceste opțiuni pot fi setate selectând **Tools**→**Options**. Din caseta de dialog **Opțiuni**, alegeți fila **Graphic Viewer**.

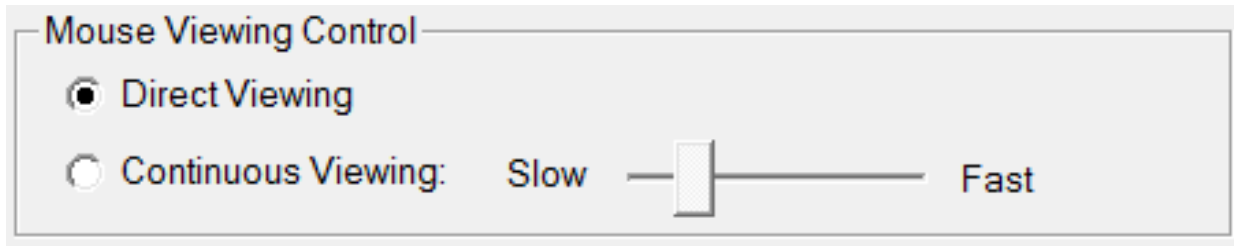


Figura 3.6. Opțiuni de mișcare a mouse-ului

3.2.6. Metode de Rotație

Există două metode de rotație:

Opțiunea **"Walk around object" (metoda Tecnomatix)** determină rotația să fie la fel ca în Robcad, RobotExpert, Process Simulate și Process Designer.

Opțiunea **"Rotate object" (metoda Vis)** rotește în direcția opusă metodei **"Walk around object" (metoda Tecnomatix)**. De asemenea, opțiunea **"Rotate object" (metoda Vis)** permite rotația în jurul oricărei axe.

Pentru a orienta **axa Z** în sus și a roti în jurul ei (funcționează la fel pentru ambele metode de rotație **"Walk around object"** și **"Rotate object"**):

- Din bara de instrumente **View Point toolbar**, alegeți orice vedere în afară de **Bottom View Point** sau **Top View Point**. Observați că axa Z a **Working Frame** (Cadrului de lucru) arată în sus.
- Selectați în **Graphic Viewer**.
- Apăsați continuu tastele săgeată stânga sau dreapta.

Pentru a orienta **axa Y** în sus și a roti în jurul ei (funcționează diferit pentru metodele de rotație **"Walk around object"** și **"Rotate object"**):

- Din bara de instrumente **View Point toolbar**, alegeți **Top View Point**.
- Selectați în **Graphic Viewer**.
- Apăsați continuu tastele săgeată stânga sau dreapta.

Pentru a orienta **axa X** în sus și a roti în jurul ei (funcționează diferit pentru metodele de rotație **"Walk around object"** și **"Rotate object"**):

- Din bara de instrumente **View Point toolbar**, alegeți **Left View Point**.
- Selectați în **Graphic Viewer**.
- Apăsați de trei ori tasta săgeată în jos. Observați că axa X a **Working Frame** (Cadrului de lucru) arată în sus.
- Apăsați continuu tastele săgeată stânga sau dreapta.

De asemenea, puteți roti cu atenție mouse-ul în mod orizontal în Vizualizatorul grafic, apăsând tastele **[Ctrl]** și **[Alt]**.

3.2.7. Controlul Vizualizării cu Mouse-ul

Se poate utiliza mouse-ul pentru a controla modul în care obiectele sunt afișate în Vizualizatorul grafic.

Butonul din mijloc: Utilizați butonul din mijloc pentru a face *zoom in* sau *zoom out* în Vizualizatorul grafic. Mișcarea mouse-ului la stânga sau la dreapta afectează direcția zoom-ului. Pentru a face *zoom out*, mișcați mouse-ul la stânga; pentru a face *zoom in*, mișcați mouse-ul la dreapta. Distanța pe care o parcurge mouse-ul pe ecran afectează magnitudinea zoom-ului, atunci când este setată vizualizarea continuă.

Butonul din dreapta: Utilizați butonul din dreapta pentru panoramarea în Vizualizatorul grafic. Mișcarea mouse-ului în orice direcție afectează direcția panoramării, atunci când este setată vizualizarea continuă.

Butonul din mijloc și Butonul din dreapta: Utilizați aceste butoane împreună pentru a roti punctul de vedere al obiectului în Vizualizatorul grafic. Mișcarea mouse-ului în orice direcție schimbă punctul de vedere. Distanța pe care o parcurge mouse-ul pe ecran afectează cantitatea de rotație, atunci când este setată vizualizarea continuă.

[Tasta Alt] - Butonul din Stânga al Mouse-ului: Pentru a face zoom către o zonă specifică, țineți apăsată tasta **[Alt]** și trasați un dreptunghi în jurul unei zone mici de interes cu butonul din stânga al mouse-ului.

3.2.8. Utilizarea Comenzilor de Vizualizare de Bază

Pentru a schimba la o vedere standard:

Utilizați una dintre metodele descrise în secțiunea anterioară pentru a accesa meniurile de control al vizualizării. În scopul acestei activități, veți utiliza bara de instrumente. Din bara de instrumente *View Point*, selectați **Front View Point**.

Alegeți o vedere diferită din bara de instrumente a *View Point* pentru a vedea cum se schimbă punctul de vedere:

- **Back View Point**
- **Bottom View Point**
- **Front View Point**
- **Left View Point**
- **Right View Point**
- **Top View Point**
- **Q4 View Point** (vedere izometrică pentru cadranul 4)

Vederile **Q1 View Point**, **Q2 View Point** și **Q3 View Point** sunt vederi izometrice pentru cadranele 1, 2 și respectiv 3. Se utilizează **Tools**→**Customize** pentru a le adăuga la bara de instrumente.

Pentru a trece la o vedere normală față de un punct selectat:

- Selectați un punct de pe un obiect din Vizualizatorul grafic.
- Din bara de instrumente *View Point*, alegeți **Normal to View Point**.

Pentru a afișa toate entitățile din Vizualizatorul grafic:

- Faceți clic dreapta în *Graphic Viewer* și alegeți **Display All** din meniul contextual afișat.
 - Opțiunea **Display All** este disponibilă și din meniul **View**. Opțiunea de **Toggle Display** (Comutare Afișare) alternează afișarea în Vizualizatorul grafic între obiectele puse în fundal și cele afișate.

În Vizualizatorul grafic, este posibil ca toate obiectele să fie panoramate în afara ecranului. Pentru a le aduce înapoi pe ecran, faceți clic dreapta în Vizualizatorul grafic (nu pe un obiect) și alegeți **Zoom To Fit** din meniul contextual afișat.

- Opțiunea de **Zoom To Fit** poate fi, de asemenea, accesată din meniul **View**, precum și făcând clic pe **Zoom To Fit** din bara de instrumente.

Pentru a face zoom în *Graphic Viewer*:

- Apăsați **[Alt]** în timp ce țineți apăsat butonul stâng al mouse-ului și trageți un dreptunghi în jurul obiectului (sau obiectelor) din Vizualizatorul grafic asupra cărora doriți să faceți *zoom in*. Pentru a face *zoom out*, faceți clic dreapta în Vizualizatorul grafic (nu pe un obiect) și alegeți **Zoom To Fit** din meniul contextual afișat.

Pentru a face zoom in pe un obiect din Vizualizatorul grafic:

Faceți clic dreapta pe un obiect din Vizualizatorul grafic și alegeți **Zoom To Selection** din meniul contextual afișat.

Pentru a schimba centrul de vizualizare al unui obiect:

În mod implicit, Process Simulate rotește grafica în jurul coordonatelor 0,0,0 (originea lumii) ale studiului. Dacă doriți să rotiți studiul în jurul unui punct diferit, trebuie să-l alegeți folosind comanda **View→Graphic Viewing→View Center**.

Înainte de a selecta o opțiune, trebuie să alegeți mai întâi obiectul din Vizualizatorul grafic.

- Folosind una dintre metodele descrise, rotiți studiul în orice direcție și notați centrul de rotație.
- Faceți clic pe o entitate în Vizualizatorul grafic. Notați unde se află asteriscul alb.
- Folosind una dintre metodele descrise anterior, accesați meniul de *View Control*. În scopul acestei activități, utilizați prima opțiune și alegeți **View→Graphic Viewing→View Center**.
- Rotiți studiul din nou. Centrul de vizualizare este acum setat acolo unde se afla asteriscul alb.

3.2.9. Unități de Măsură

În general, rezultatele oricărei comenzi de măsurare sunt afișate în unitățile curente, așa cum sunt setate în meniul **Tools**→**Options**. Tipurile de unități implicite sunt definite pentru datele stocate sub formă de valori numerice în baza de date.

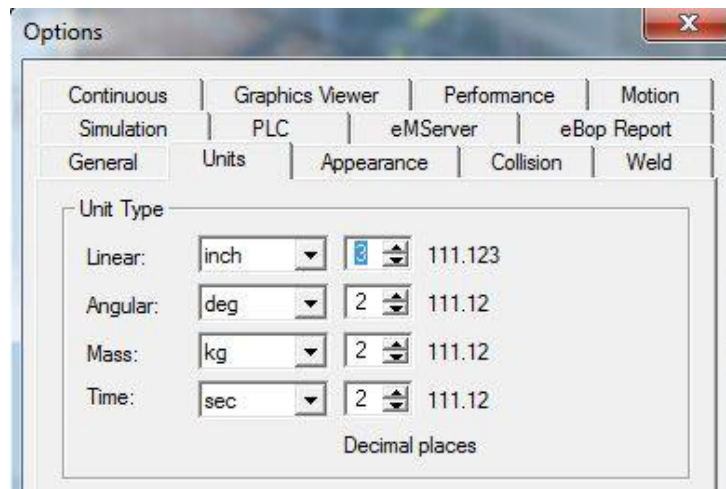


Figura 3.7. Unități de măsură

Unități de măsură configurabile:

Liniare: mm, cm, m, inch, ft.

Unghiulare: grade, radiani

Masă: kg, lbs

Timp: sec, min, 1/10 min, 1/100 min, 1/1000 min, oră, zi, TMU, RU, MODAPTS, SAM

Există mai multe unități de timp specifice industriei acceptate în mod implicit:

1 minut = 10 "1/10 min"

1 minut = 100 "1/100 min"

1 minut = 1000 "1/1000 min"

1 minut = 0,0167 ore

1 minut = 0,0007 zile

1 minut = 1666,6667 TMU (1 TMU = 1/3600 dintr-o secundă). Este o abreviere pentru Unități de Măsură a Timpului folosite de MTM.

1 minut = 1000 RU. Este folosită pentru Factorul de Muncă.

1 minut = 465,1163 MODAPS. Este o abreviere pentru Standardele de Timp Predeterminate de Aranjament Modular.

1 minut = 333,3333 SAM. Este o abreviere pentru Activități Secvențiale și analiza Metodelor.

Unitățile modificate sunt acceptate în **Gantt**, tab-ul **Unități**, măsurători, etc.

3.2.10. Măsurare Liniară

Există mai multe comenzi de măsurare liniară și unghiulară găsite în bara de instrumente Măsurători. Aceste comenzi pot fi utilizate pentru a efectua rapid o măsurare, pentru a crea o dimensiune sau pentru a copia și lipi valoarea măsurătorii în altă parte (figura 2.8).

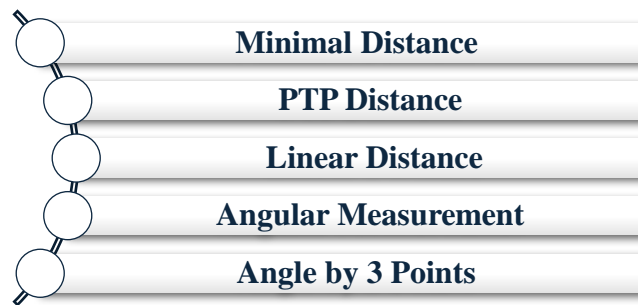


Figura 3.8. Comenzi de măsurare liniară

- **Minimal Distance (Distanță Minimă)** - Măsoară distanța dintre două obiecte selectate (componente, entități, margini sau fețe) de la cel mai apropiat punct de pe exteriorul fiecărui obiect.
- **PTP Distance (Distanță Punct-la-Punct)** - Măsoară distanța dintre două puncte selectate. Punctele selectate nu trebuie să fie pe același obiect.
- **Linear Distance (Distanță Liniară)** - Măsoară distanța dintre două componente, entități, margini sau fețe.
- **Angular Measurement (Măsurare Unghiulară)** - Măsoară unghiul dintre două componente, entități, margini sau fețe.
- **Angle by 3 Points (Unghi prin 3 Puncte)** - Măsoară unghiul dintre trei puncte de selecție. Punctele de selecție nu trebuie să fie pe un obiect.

3.2.11. Crearea Dimensiunilor

Utilizarea comenzilor de dimensionare este asemănătoare cu utilizarea comenzilor de măsurare. Cu toate acestea, comenzile de măsurare creează o dimensiune temporară în Viewer-ul Grafic, în timp ce dimensiunile adaugă măsurători permanente în Viewer-ul Grafic. Aceste comenzi se găsesc în bara de instrumente **Measurements**. Dacă bara de instrumente nu este afișată, faceți clic dreapta în zona barei de instrumente și alegeți Măsurători.

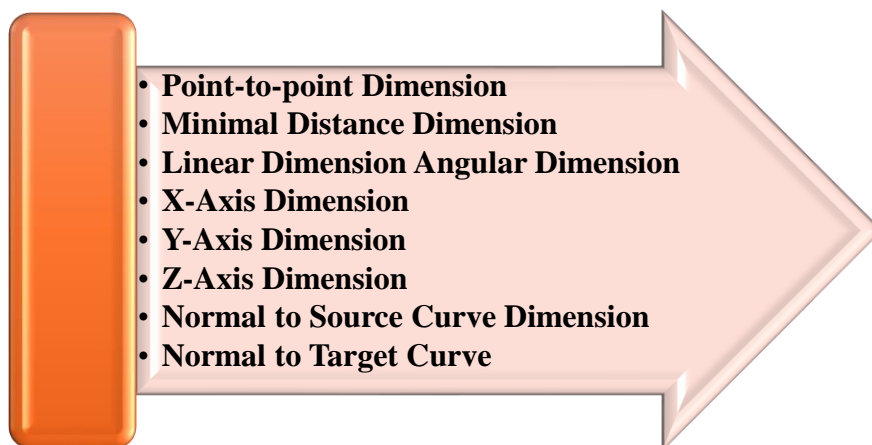


Figura 3.9. Crearea dimensiunilor

- **Point-to-point Dimension** (Dimensiune Punct-la-Punct) - Creează o dimensiune pentru a măsura distanța punct-la-punct între două obiecte.
- **Minimal Distance Dimension** (Dimensiune Distanță Minimă) - Creează o dimensiune pentru a măsura cea mai scurtă distanță între două componente, entități, margini sau fețe.
- **Linear Dimension** (Dimensiune Liniară) - Creează o dimensiune pentru a măsura distanța între două componente, entități, margini sau fețe.
- **Angular Dimension** (Dimensiune Unghiulară) - Creează o dimensiune pentru a măsura unghiul dintre două componente, entități, margini sau fețe.
- **X-Axis Dimension** (Dimensiune Axă X) - Creează o dimensiune pentru a măsura distanța de-a lungul axei X între două obiecte.
- **Y-Axis Dimension** (Dimensiune Axă Y) - Creează o dimensiune pentru a măsura distanța de-a lungul axei Y între două obiecte.
- **Z-Axis Dimension** (Dimensiune Axă Z) - Creează o dimensiune pentru a măsura distanța de-a lungul axei Z între două obiecte.
- **Normal to Source Curve Dimension** (Dimensiune Normală la Curba Sursă) - Creează o dimensiune pentru a măsura distanța într-o secțiune normală față de o linie de secțiune, normal față de o curbă sursă.
- **Normal to Target Curve Dimension** (Dimensiune Normală la Curba Țintă) - Creează o dimensiune pentru a măsura distanța într-o secțiune normală față de o linie de secțiune, normal față de o curbă țintă.

3.2.12. Prezentare Generală a Instrumentelor de Plasare

Principalele tehnici de plasare disponibile în Process Simulate au la bază următoarele comenzi:

Fast Placement (Plasare rapidă) (nu există casetă de dialog) permite plasarea rapidă a mai multor obiecte prin tragerea lor în jurul Vizualizatorului Grafic.

Casa de dialog **Placement Manipulator** (Plasare Manipulator) permite deplasarea și rotirea obiectelor pe axele lor X, Y și Z direct pe ecran.

Caseta de dialog **Relocate** (Redistribuire) permite plasarea unui obiect astfel încât să își mențină orientarea originală, ori să preia orientarea cadrului țintă ori să plaseze un obiect în raport cu două cadre diferite.

Restore Position (Restaurare Poziție) - restaurează obiectul la poziția și orientarea sa așa cum sunt stocate în baza de date (de exemplu, poziția înainte ca plasarea să fie efectuată; atâta timp cât nu s-a actualizat baza de date cu modificările utilizatorului).

3.2.13. Definiții ale Cadrului de Referință

Cheia pentru înțelegerea și lucrul eficient în Process Simulate constă în înțelegerea temeinică a modului de utilizare a comenzilor de plasare pentru a muta instanțele la pozițiile lor corecte.

Point/Position — O locație definită de valorile X, Y și Z în raport cu un cadru de referință. Poziția nu are orientare. De exemplu: (X, Y, Z) este un punct/poziție.

Frame — O locație care are atât poziție cât și orientare, adică un sistem de axe. Punctul de origine al unui cadru este o poziție. De exemplu: (X, Y, Z, Rx, Ry, Rz) este un cadru.

World Frame — Originea permanentă a spațiului grafic. Poziția implicită a fiecărui obiect este relativă la aceasta. Nu are o reprezentare grafică.

Working Frame — Se află implicit la poziția **World Frame**. Poate fi mutat temporar în orice poziție sau orientare. Este cadru de referință cu axele roșii (X), verzi (Y) și galbene (Z).

*De exemplu, alegeți **Modeling** → **Set Working Frame** pentru a-l muta.*

Micul cadru de referință din colțul din stânga jos al Vizualizatorului Grafic, cu aceeași colorare ca și **Working Frame**, nu este altceva decât o reprezentare vizuală a orientării **Working Frame**. Este util în cazurile în care **Working Frame** real nu este vizibil în acel moment.

Self-Origin — Un cadru unic atribuit fiecărui prototip. Poziția și orientarea sa sunt atribuite celei ale **World Frame** în momentul modelării prototipului (de exemplu, cadru de origine al obiectului). Acesta este originea locală a unui prototip sau instanță, nu centrul de greutate.

Geometric Center — Este cadru de referință implicit pentru multe comenzi din Process Simulate, inclusiv comenzile de plasare.

3.2.14. Prezentare Generală a Comenzii Relocate

Comanda **Relocate** poate fi folosită pentru a plasa și muta obiecte. Pentru a accesa comanda **Relocate**, trebuie mai întâi ales un obiect și apoi se face clic pe **Relocate** în bara de instrumente.

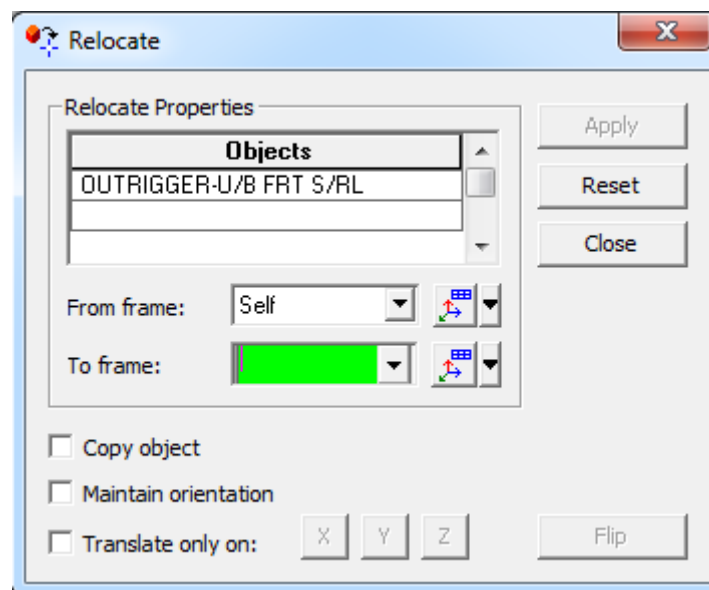


Figura 3.10. Utilizarea comenzii **Relocate**

Se poate utiliza **Relocate** pentru a realiza mai multe acțiuni:

- Plasarea unui obiect în raport cu două cadre;
- Mutarea unui obiect pe una sau două axe;
- Plasarea unui obiect astfel încât să-și mențină orientarea inițială;
- Plasarea unui obiect astfel încât să preia orientarea cadrelor țintă;
- Crearea unui cadru temporar sau permanent pentru afișarea cadrului Sursă sau Cadru Destinație (**From frame** sau **To Frame**);
- Alegerea între mutarea obiectului sau copierea acestuia (crearea unei noi instanțe la destinație).

3.3. Proiectarea și Configurarea Proceselor Digitale

În continuare, sunt explorate conceptele fundamentale în proiectarea proceselor digitale în cadrul software-ului Process Simulate. Se învață cum să se creeze un flux de lucru digital și să se configureze mașini virtuale și echipamente pentru a da viață procesului digital. Această sesiune este esențială pentru înțelegerea modului în care să se proiecteze și să se simuleze procese digitale realiste în mediul de fabricație digitală.

Totodată, aspectele ce urmează a se prezenta reprezintă un punct de plecare esențial pentru dezvoltarea unei înțelegeri solide a modului în care să se proiecteze, să se configureze și să se simuleze procese digitale realiste în cadrul Fabricației Digitale. Se explorează conceptele și abilitățile necesare pentru a transforma ideile teoretice în procese digitale funcționale și eficiente, pregătind terenul pentru producția digitală de succes.

3.3.1. Concepte Fundamentale în Proiectarea Proceselor Digitale

Conceptele de bază necesare în proiectarea proceselor digitale sunt:

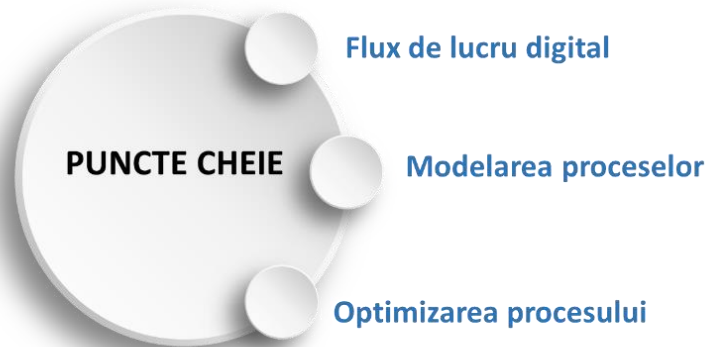


Figura 3.11. Conceptele de bază necesare în proiectarea proceselor digitale

- *Fluxul de lucru digital*: Înțelegerea semnificației unui flux de lucru digital este esențială. Acesta reprezintă o secvență de etape sau acțiuni digitale, similare cu cele dintr-un mediu real de producție, care sunt modelate și simulate în mediul virtual. Fluxul de lucru digital este structurat pentru a atinge obiective specifice și pentru a optimiza producția.
- *Modelarea proceselor*: Modelarea proceselor presupune reprezentarea digitală a modului în care se desfășoară procesele reale de producție. Aceasta implică definirea elementelor-cheie ale procesului, relațiile dintre acestea și fluxul de informații. Modelele proceselor digitale ajută la înțelegerea și optimizarea acestora înainte de implementarea lor fizică..

- *Optimizarea procesului:* Optimizarea procesului digital presupune identificarea punctelor slabe sau ineficiente ale fluxului de lucru digital și îmbunătățirea acestora. Aici, se analizează modul în care procesul poate fi făcut mai eficient, cu resurse mai puține și cu rezultate de calitate superioară.

3.3.2. Crearea unui Flux de Lucru Digital

Pasul următor presupune crearea unui flux de lucru digital. Acesta este procesul de definire a secvențelor de acțiuni digitale necesare pentru a atinge obiectivele procesului. Acest proces include:

- *Definirea obiectivelor:* Primul pas este să stabilim obiectivele fluxului de lucru digital. Aceste obiective trebuie să fie clare, măsurabile și aliniate cu cerințele și necesitățile producției. Ele servesc ca ghid pentru proiectarea fluxului de lucru.
- *Identificarea etapelor:* Următorul pas presupune identificarea și definirea etapelor sau acțiunilor care alcătuiesc fluxul de lucru. Aceste etape ar trebui să fie logice și să reflecte procesul real de producție, împărțindu-l în pași mai mici și mai ușor de gestionat.
- *Conectarea proceselor:* Pentru a crea un flux de lucru digital continuu și eficient, trebuie să conectăm logic etapele. Acest lucru înseamnă să stabilim ordinea corectă a acțiunilor, astfel încât ieșirea unei etape să devină automat intrarea etapei următoare.

3.3.3. Configurarea Mașinilor Virtuale și a Echipamentelor

Ultimul pas se concentrează pe configurarea mașinilor virtuale și a echipamentelor în cadrul software-ului Process Simulate. Acesta este procesul prin care aducem la viață fluxul de lucru digital. Aici, sunt incluse:

- *Selectarea mașinilor virtuale:* Alegerea și configurarea mașinilor virtuale potrivite pentru a realiza etapele fluxului de lucru implică selectarea echipamentului virtual, cum ar fi roboți sau utilaje, care să corespundă procesului real.
- *Setarea parametrilor:* Configurarea parametrilor mașinilor virtuale pentru a se potrivi cu specificațiile și cerințele procesului digital, include viteza, precizia, capacitățile și alți factori cheie.
- *Integrarea echipamentelor:* Integrarea echipamentelor virtuale în fluxul de lucru digital și configurarea acestora pentru a funcționa în armonie cu celelalte componente ale procesului.

Toate aceste aspecte servesc drept fundament esențial pentru a înțelege și a aplica conceptele și tehnicile necesare pentru proiectarea și configurarea cu succes a proceselor digitale în Fabricația Digitală. Ea asigură că procesele digitale sunt bine gândite, simulate și pregătite pentru implementare în medii industriale reale.

3.4.Integrarea Sistemelor în Fabricația Digitală

În continuare sunt abordate aspectele esențiale ale integrării sistemelor în domeniul Fabricației Digitale, prin prisma procesului de conectare a software-ului Process Simulate cu alte aplicații și sisteme utilizate în producția digitală. Acest lucru implică transferul datelor și comunicarea eficientă între diversele componente ale unui mediu de fabricație digitală. De asemenea, vor fi abordate și avantajele și provocările asociate acestui proces.

3.4.1. Conectarea Process Simulate cu Alte Software-uri și Sisteme

În acest paragraf atenția este concentrată pe modul în care se poate realiza integrarea software-ului Process Simulate cu alte aplicații și sisteme utilizate în Fabricația Digitală:

- **Interoperabilitatea software-ului:** Se pune accentul pe garantarea compatibilității și aflulul net de date între Process Simulate și alte soluții software. Scopul principal este dezvoltarea și implementarea standardelor și protocoalelor de comunicare pentru a facilita schimbul de date între diverse aplicații, astfel încât să se evite izolarea software-ului și să se permită colaborarea eficientă.
- **Conexiuni hardware:** modul în care dispozitivele și echipamentele fizice pot fi conectate la software pentru a controla și monitoriza procesele de producție digitale, poate include integrarea roboților, senzorilor, mașinilor CNC sau altor echipamente fizice în mediul de fabricație digitală. Este crucial să se asigure compatibilitatea între hardware și software pentru a asigura o funcționare lipsită de probleme.

3.4.2. Transferul Datelor și Comunicarea între Diferite Componente

Modalitățile de transfer al datelor între diversele componente ale sistemului de fabricație digitală, includ:

- **Standardizarea datelor:** În această fază, se subliniază importanța utilizării standardelor pentru a asigura compatibilitatea și coerența datelor transferate între diversele componente ale sistemului de fabricație digitală. Standardele de date stabilesc formate și protocoale comune pentru a elimina ambiguitatea și erorile în transferul de informații.
- **Comunicarea în timp real:** Comunicarea în timp real permite schimbul instantaneu de informații, aspect crucial pentru coordonarea eficientă a operațiunilor în mediul de fabricație digitală.

3.4.3. Avantajele și Provocările Integrării Sistemelor

Avantajele integrării sistemelor în Fabricația Digitală sunt numeroase și pot transforma complet modul în care companiile își desfășoară operațiunile de producție, aducând eficiență și competitivitate pe piață.

- *Eficiență sporită:* Integrarea sistemelor permite automatizarea și coordonarea mai eficientă a proceselor de producție. Acest lucru duce la eliminarea repetării manuale a datelor, reducerea erorilor umane și îmbunătățirea generală a eficienței operaționale.
- *Optimizarea proceselor:* Integrarea sistemelor permite analiza datelor în timp real și ajustarea proceselor în consecință. Aceasta duce la identificarea rapidă a ineficiențelor și la posibilitatea de a le corecta prompt, ceea ce contribuie la optimizarea globală a producției.

- *Luarea deciziilor informate:* Cu datele centralizate și accesibile în timp real, managerii și decidenții pot lua decizii mai bine informate. Aceasta înseamnă că pot reacționa rapid la schimbările din mediul de producție și pot adopta strategii mai eficiente.
- *Competitivitate crescută:* Integrarea sistemelor permite companiilor să fie mai competitive pe piață. Acestea pot livra produse de calitate mai rapid și pot oferi soluții personalizate clienților, ceea ce poate constitui un avantaj semnificativ.
- *Reducerea costurilor:* Prin automatizarea proceselor și optimizarea utilizării resurselor, integrarea sistemelor poate duce la reducerea costurilor operaționale. Aceasta include economii de timp și bani în gestionarea datelor și resurselor.

Cu toate acestea, pe lângă avantajele, integrarea sistemelor poate implica și provocări semnificative care necesită abordări strategice și soluții adecvate pentru a fi depășite.

- *Complexitatea inițială:* Implementarea unui sistem integrat poate fi complexă și costisitoare. Este necesară o planificare și o resursă semnificativă pentru a asigura o integrare corectă și funcțională.
- *Securitatea datelor:* Cu datele centralizate și accesibile în mai multe locuri, se pot crea noi puncte de acces pentru amenințările cibernetice. Protejarea datelor devine o provocare esențială într-un mediu de producție digitală integrat.
- *Rezistența la schimbare:* Angajații pot întâmpina rezistență la schimbare atunci când se adoptă sisteme integrate, deoarece trebuie să se adapteze la noi proceduri și tehnologii. Este necesară o gestionare atentă a acestui aspect pentru a asigura adoptarea cu succes.
- *Standardizarea:* Integrarea poate întâmpina dificultăți atunci când se lucrează cu sisteme și tehnologii diverse care folosesc formate de date sau protocoale diferite. Este important să se stabilească standarde și protocoale comune pentru a facilita transferul de informații între sisteme.
- *Dependența de furnizori:* Integrarea poate crea o dependență față de furnizorii de tehnologie și software. Acest lucru poate ridica probleme în ceea ce privește flexibilitatea și costurile pe termen lung ale întreținerii și actualizării sistemelor integrate.

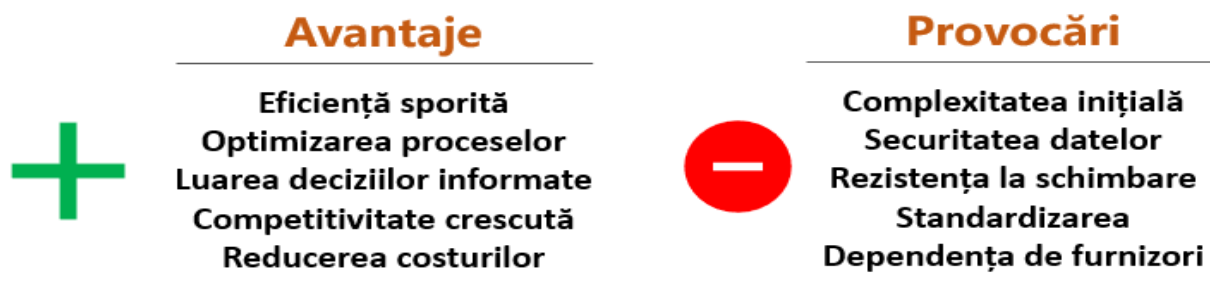


Figura 3.12. Avantajele și provocările integrării sistemelor

În concluzie, integrarea sistemelor în Fabricația Digitală aduce numeroase avantaje, dar și provocări.

Abordarea corectă a acestor provocări poate asigura că beneficiile aduse de integrare depășesc cu mult obstacolele. Este esențială o planificare atentă și o gestionare eficientă a procesului de integrare pentru a obține cele mai bune rezultate.

3.5.Simularea Proceselor Digitale

3.5.1. Beneficiile și aplicațiile software-ului Process Simulate

Tecnomatix oferă o suită de instrumente de analiză în inginerie cunoscută colectiv ca Process Simulate. Această suită include Process Simulate Human, Process Simulate Robotics, Process Simulate Assembler (Fluxuri de Lucru) și altele.

Process Simulate reprezintă un mediu dinamic care facilitează verificarea conceptelor, precum și studiile de asamblare și service-abilitate, permițând unui inginer să efectueze cu ușurință următoarele acțiuni:

Activități de bază, inclusiv modelarea și cinematica:

- Utilizarea mediului intuitiv în stil Windows pentru a desfășura sarcini de bază;
- Explorarea datelor și efectuarea simulărilor în cadrul mediului de lucru;
- Organizarea obiectelor într-un studiu și stabilirea modului în care sunt vizualizate.
- Crearea sau modificarea componentelor necesare pentru un studiu (de exemplu, modelarea tridimensională a cinematicii pentru unelte și roboți);
- Verificarea coliziunilor și spațiilor libere în mod dinamic între obiectele simulate;
- Generarea de videoclipuri, imagini și etichete pentru a ilustra rezultatele studiilor.

Simularea umană:

- Realizarea verificărilor privind accesibilitatea și studii ergonomice pentru situațiile dorite;
- Dezvoltarea simulărilor umane;
- Verificarea dinamică a coliziunilor și a spațiilor libere pentru scule, brațe de roboți și mâna operatorului;
- Efectuarea studiilor pentru determinarea modului de efectuare a operațiunilor de service asupra unor părți specificate ale asamblării.

Simularea traiectoriilor robotice, simularea PLC și programarea în afara liniei de producție:

- Simularea dinamică a roboților în 3D;
- Dezvoltarea și descărcarea proceselor și traiectoriilor roboților;
- Modelarea PLC, precum și conectarea la PLC-uri existente;
- Susținere pentru roboți industriali de la o gamă largă de furnizori (cum ar fi ABB, Comau, Duerr, Fanuc, IGM, Kawasaki, Kuka, Nachi, NC, Reis, Staubli, Trallfa și Yaskawa).
- Calculul precis al timpului de ciclu folosind simularea realistă a roboților (realistic robot simulation - RRS):
- Încărcarea programelor robot de pe linia de producție;
- Abilități specifice robotului personalizabile.

Simularea fluxului de piese și resurse:

- Verificarea fezabilității asamblării unui produs;
- Proiectarea unui traseu pentru asamblarea și dezasamblarea pieselor.

Aceste funcționalități ale aplicației Process Simulate, devin esențiale pentru a înțelege în profunzime și a modela cu precizie fiecare etapă a procesului de fabricație într-un mediu sigur și interactiv.

3.5.2. Rolul Simulării în Fabricația Digitală

În această primă etapă, se analizează rolul cheie al simulării în cadrul Fabricației Digitale. Se subliniază că simularea servește la:

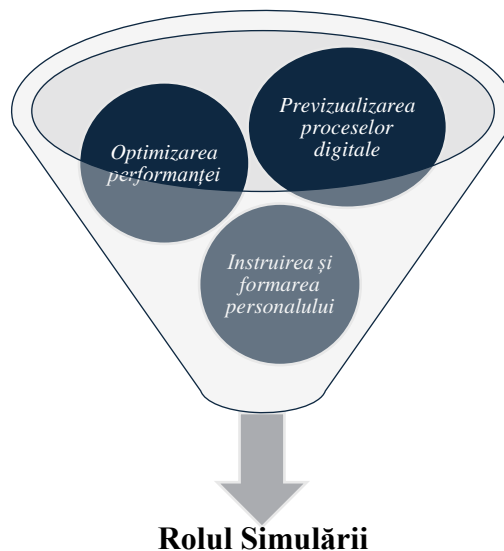


Figura 3.13. Rolul simulării în fabricația digitală

- *Previzualizarea proceselor digitale:* Prin intermediul simulării, procesele digitale pot fi vizualizate înainte de implementare, permițând astfel identificarea potențialelor probleme și intervenții proactive.
- *Optimizarea performanței:* Simularea permite testarea diferitelor scenarii și setări pentru a găsi cea mai eficientă cale de realizare a unei sarcini sau proces digitale.
- *Instruirea și formarea personalului:* Prin intermediul simulării, personalul poate fi instruit și format într-un mediu controlat și realist, fără a afecta producția reală.

3.5.3. Crearea și Rularea Simulărilor în Process Simulate

Acesta este un pas esențial în dezvoltarea și optimizarea proceselor digitale în cadrul Fabricației Digitale. Procesul de creare și rulare a simulărilor utilizând software-ul Process Simulate, presupune parcurgerea următorilor pași:

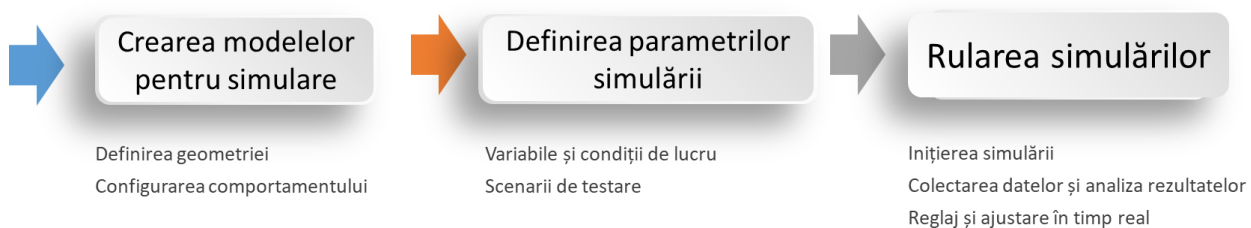


Figura 3.14. Crearea și rularea simulărilor în Process Simulate

- **Crearea modelelor pentru simulare:**
 - *Definirea geometriei:* Un aspect crucial în crearea simulărilor este definirea geometriei componentelor implicate în procesul digital. Acest lucru poate include definirea formelor, dimensiunilor și caracteristicilor specifice ale obiectelor simulate.
 - *Configurarea comportamentului:* O altă etapă importantă este configurarea comportamentului componentelor din modelul digital. Aici se includ aspecte precum mișcarea, reacțiile la variabilele de mediu, precum temperatură, presiune și alte condiții specifice.
- **Definirea parametrilor simulării:**
 - *Variabile și condiții de lucru:* Pentru a obține rezultate relevante, este necesar să se definească variabilele și condițiile de lucru pentru simulare. Aceasta poate include specificarea vitezei, capacității, temperaturii și orice altă variabilă care afectează procesul digital.
 - *Scenarii de testare:* Simulările pot fi configurate pentru a rula în diverse scenarii de testare. De exemplu, puteți să simulați diferite condiții de mediu sau variabile pentru a evalua modul în care procesul digital reacționează în diferite situații.
- **Rularea simulărilor:**
 - *Inițierea simulării:* După ce toți parametrii și variabilele sunt definite, simularea poate fi inițiată. Software-ul Process Simulate va simula apoi procesul digital pe baza modelelor create și a configurației specificate.
 - *Colectarea datelor și analiza rezultatelor:* Pe măsură ce simularea rulează, datele sunt colectate în timp real. Aceste date pot fi ulterior analizate pentru a evalua performanța

procesului digital și pentru a identifica eventualele probleme sau zone care necesită îmbunătățiri.

- *Reglaj și ajustare în timp real:* În unele cazuri, poate fi necesar să se ajusteze parametrii simulării în timp real pentru a testa diferite scenarii sau pentru a efectua experimente specifice. Acest lucru permite o analiză mai profundă a procesului digital.

În final, crearea și rularea simulărilor în Process Simulate reprezintă un proces iterativ, unde datele obținute sunt analizate pentru a optimiza și îmbunătăți procesele digitale. Acesta este un instrument puternic pentru dezvoltarea și testarea eficientă a proceselor în Fabricația Digitală.

3.5.4. Analiza Rezultatelor și Identificarea Îmbunătățirilor

Această parte se concentrează pe procesul de evaluare a rezultatelor obținute din simulări și modul în care aceste rezultate pot fi folosite pentru a identifica îmbunătățiri în procesele digitale. Acest proces are în vedere:

- **Interpretarea datelor:**
 - *Datele simulate obținute în timpul rulării:* În primul rând, este important să se interpreteze datele colectate în timpul simulării. Aceste date pot fi sub formă de grafice, rapoarte sau analize detaliate ale parametrilor relevanți.
 - *Compararea cu obiectivele inițiale:* Pentru a evalua eficiența procesului digital, datele obținute trebuie comparate cu obiectivele inițiale stabilite. Acest lucru permite identificarea diferențelor între rezultatele simulate și așteptările avute.
- **Identificarea discrepanțelor și problemelor:**
 - *Localizarea problemelor:* Analiza datelor poate ajuta la localizarea specifică a problemelor sau discrepanțelor în procesul digital. De exemplu, poate dezvălui zone în care timpul de producție este mai mare decât așteptat sau în care calitatea nu este în conformitate cu standardele.
 - *Compararea cu scenariile de referință:* Dacă s-au simulat diferite scenarii, acestea pot fi comparate cu scopul de a identifica care dintre ele a fost cel mai eficient sau care a dus la cele mai bune rezultate.
- **Aplicarea de îmbunătățiri:**
 - *Ajustarea parametrilor:* Pe baza datelor și a concluziilor analizei, se poate decide ajustarea parametrilor procesului digital pentru a îmbunătăți performanța. Acest lucru poate include schimbarea vitezei, a capacității sau a altor variabile cheie.
 - *Optimizarea procedurilor:* Analiza poate dezvălui moduri în care procedurile pot fi optimizate. Poate implica, de exemplu, modificarea secvenței operațiunilor sau implementarea unor practici mai eficiente.
 - *Testarea soluțiilor:* Îmbunătățirile propuse pot fi testate prin intermediul simulării pentru a evalua impactul lor. Acest lucru poate ajuta la confirmarea eficacității schimbărilor propuse înainte de a fi implementate în producția reală.
- **Monitorizarea pe termen lung:**
 - *Continuarea analizei:* Analiza rezultatelor și identificarea îmbunătățirilor nu este un proces unic. Este important să se monitorizeze procesul digital pe termen lung și să se

efectueze simulări ulterioare pentru a evalua dacă îmbunătățirile au avut un impact pozitiv și pentru a continua să se identifice și să se rezolve problemele.

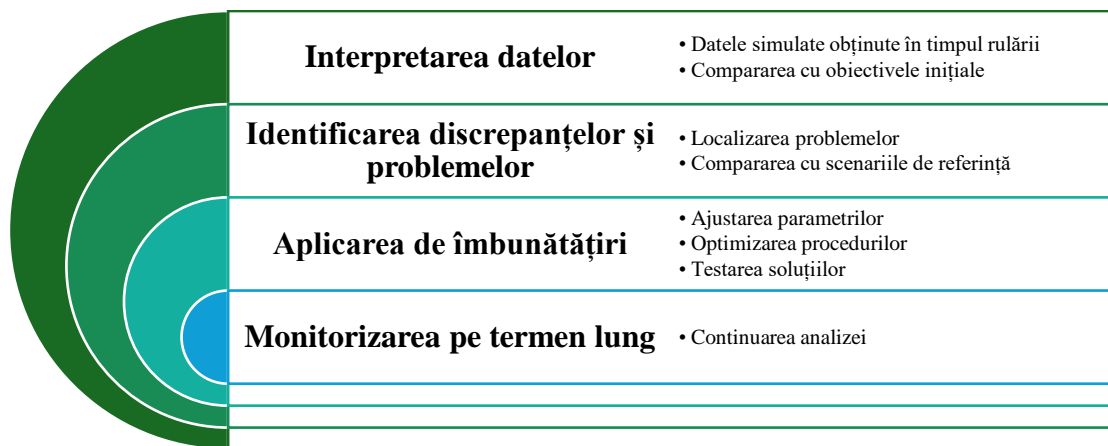


Figura 3.15. Analiza rezultatelor și identificarea îmbunătățirilor

În concluzie, analiza rezultatelor și identificarea îmbunătățirilor sunt procese critice în Fabricația Digitală, deoarece permit optimizarea proceselor digitale într-un mod bazat pe date și fapte concrete, conducând la eficiență crescută, calitate îmbunătățită și rentabilitate sporită în mediul de producție digitală.

3.5.5. Exemple Practice de Simulări de Procese Digitale

În această etapă, atenția este concentrată asupra unor exemple practice concrete de simulări de procese digitale. Aceste exemple ilustrează modul în care simularea poate fi aplicată în diferite domenii industriale pentru a obține beneficii semnificative. Prin urmare vor fi explorate câteva scenarii specifice pentru a evidenția varietatea și importanța simulării în Fabricația Digitală.

Exemplul 1: Optimizarea producției de automobile

În industria automobilelor, simularea joacă un rol esențial în optimizarea proceselor de producție.

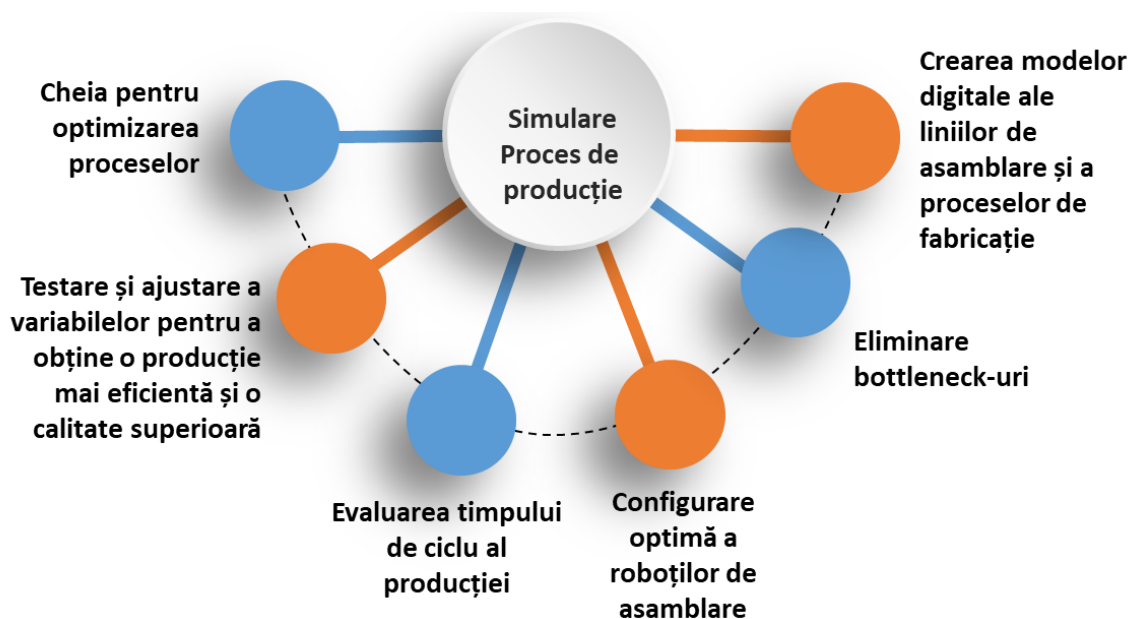


Figura 3.16. Optimizarea producției de automobile

Prin crearea unui model digital al liniei de asamblare a automobilelor și a proceselor de fabricație, companiile pot testa și ajusta variabilele pentru a obține o producție mai eficientă și o calitate superioară. Acest lucru include evaluarea timpilor de ciclu, configurarea optimă a roboților de asamblare și identificarea părților procesului sau sistemului care limitează capacitatea generală de producție sau de livrare, creând astfel un punct de constrângere în fluxul de lucru.

Exemplul 2: Simularea logistică în lanțul de aprovizionare

În logistica lanțului de aprovizionare, simularea poate fi utilizată pentru a optimiza rutele de transport, stocurile și procesele de depozitare. Prin crearea unui model digital al întregului lanț de aprovizionare, companiile pot testa diferite strategii pentru a reduce costurile de transport, pentru a minimiza timpul de așteptare și pentru a asigura o gestionare eficientă a stocurilor. Acest lucru poate avea un impact semnificativ asupra eficienței operaționale și a satisfacției clienților.

Aceste exemple arată că simularea este un instrument versatil și valoros în Fabricația Digitală, cu aplicații într-o gamă largă de industrii. Prin utilizarea simulărilor, companiile pot să economisească timp, resurse și bani, să îmbunătățească eficiența și calitatea proceselor și să facă decizii informate pentru a-și îmbunătăți operațiunile și a răspunde cerințelor în schimbare ale pieței.

Exercițiul practic: Crearea unui proiect simplu în Process Simulate

Exercițiile practice reprezintă un aspect fundamental al învățării procesului de creare și gestionare a proiectelor în software-ul Process Simulate. Pentru a înțelege mai bine acest concept, să dezvoltăm un exemplu de exercițiu care implică crearea unui proiect simplu în Process Simulate.

Scenariul exercițiului:

Obiectivul: Crearea unui model simplu al unui post de lucru robotic în Process Simulate.

Pasul 1: Lansarea software-ului Process Simulate

- *Deschideți software-ul Process Simulate pe computerul dvs.*

Pasul 2: Crearea unui nou proiect

- *Selectați opțiunea "File" (Fișier) din meniul principal și alegeți "New Project" (Proiect Nou).*
- *Acordați un nume proiectului, cum ar fi "Post de Lucru Robotic Simulat".*

Pasul 3: Adăugarea unor componente de bază

- *Din panoul de instrumente sau din meniul principal, căutați opțiunea "Add Component" (Adăugare Componentă) și selectați un robot industrial sau o stație de lucru simplă.*
- *Plasați componenta pe ecranul de lucru pentru a crea postul de lucru robotic.*

Pasul 4: Configurarea componentelor

- *Clic dreapta pe componenta robotului sau a stației de lucru și selectați "Properties" (Proprietăți).*
- *Configurați parametrii componentei, cum ar fi dimensiunile, viteza de lucru și alte caracteristici relevante.*

Pasul 5: Crearea unor acțiuni simple

- *Adăugați câteva acțiuni simple pentru robot, cum ar fi ridicarea și plasarea unor obiecte virtuale în locuri specifice.*

- Folosiți instrumentele din panoul de comenzi pentru a defini aceste acțiuni. De exemplu, pentru ridicarea unui obiect, utilizați instrumentul de preluare și specificați locația de preluare și locația de plasare.

Pasul 6: Simularea acțiunilor

- Lansați simularea pentru a vedea cum robotul efectuează acțiunile definite. Puteți să observați mișcarea virtuală a robotului și să evaluați dacă acțiunile se desfășoară așa cum ați planificat.

Pasul 7: Analiza și ajustarea

- Analizați rezultatele simulării pentru a vedea dacă totul decurge bine sau dacă există probleme. Dacă sunt probleme, puteți ajusta parametrii sau acțiunile pentru a le corecta.

Pasul 8: Salvarea proiectului

- Asigurați-vă că salvați proiectul după ce ați efectuat toate configurările și ajustările necesare.

Acest exercițiu practic vizează familiarizarea cu procesul de creare a unui proiect simplu în Process Simulate, configurarea componentelor și evaluarea acțiunilor robotului într-un mediu virtual. Prin desfășurarea unor astfel de exerciții, cursanții dobândesc o înțelegere mai profundă a funcționalităților software-ului și a modului în care acesta poate fi utilizat pentru a simula și gestiona procesele digitale în Fabricația Digitală.

3.6. Viziunea Tehnologică în Fabricația Digitală

Viziunea tehnologică se referă la capacitatea mașinilor de a "vedea" și înțelege lumea din jurul lor folosind camere și senzori specializați. Această tehnică este inspirată de modul în care oamenii percep și interpretează imagini. Rolul în Fabricația Digitală se resimte prin faptul că această viziune ne permite să monitorizăm, să controlăm și să optimizăm procesele de producție, similar cu modul în care noi, ca oameni, folosim ochii pentru a naviga în lume. Există o gamă variată de senzori și tehnologii de scanare utilizate în fabricația digitală, cum ar fi camerele industriale, lidar (Laser Imaging Detection and Ranging), senzorii de infraroșu și ultraviolet. Acești senzori sunt esențiali pentru captarea și procesarea informațiilor vizuale.

Acești senzori sunt folosiți în fabricația digitală. De exemplu, camerele industriale sunt utilizate pentru detectarea defectelor și inspecția calității produselor, lidar-ul măsoară distanțe și dimensiuni precise, iar senzorii de infraroșu pot detecta modificările de temperatură, ceea ce este vital pentru procesele de producție.

Viziunea tehnologică joacă un rol crucial în asigurarea calității produselor în fabricația digitală. Senzorii și camerele pot detecta chiar și cele mai mici defecte sau imperfecțiuni, permițând intervenții imediate pentru evitarea producerii produselor defecte. Viziunea tehnologică este utilizată pentru monitorizarea în timp real a fluxului de lucru în fabricație. Acest lucru include urmărirea mișcării mașinilor și roboților pentru a evita coliziunile și pentru a asigura un flux de producție eficient.

3.7.Optimizarea Proceselor Digitale

3.7.1. Analiza Datelor în Fabricația Digitală

Datele sunt elementul central în luarea de decizii și îmbunătățirea proceselor digitale. Prin colectarea, stocarea și analiza datelor generate în timp real de echipamentele și sistemele digitale, avem oportunitatea de a înțelege în profunzime modul în care funcționează procesele noastre. Vom explora următoarele aspecte:

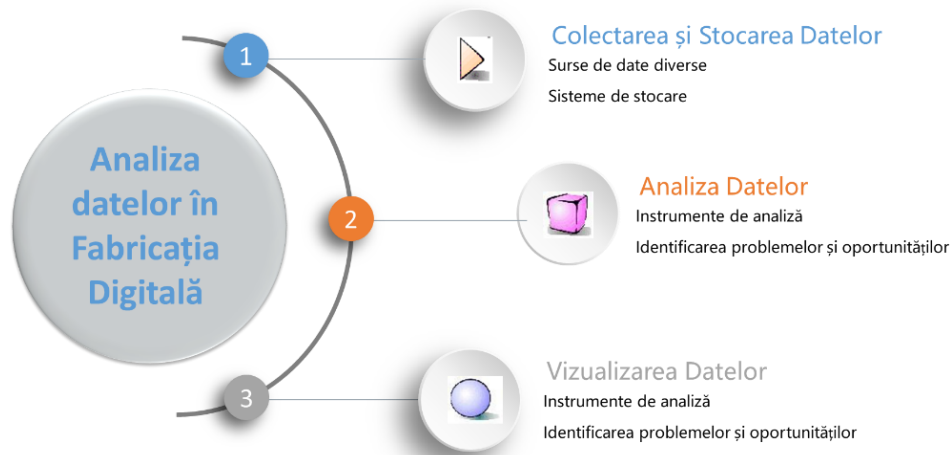


Figura 3.17 Analiza datelor în Fabricația Digitală

- **Colectarea și Stocarea Datelor** sunt două aspecte fundamentale în Fabricația Digitală, care permit companiilor să adune și să păstreze informații valoroase pentru analiza și optimizarea proceselor.
 - *Surse de date diverse*: Datele pot proveni dintr-o gamă largă de surse, inclusiv senzori plasați pe mașini, echipamente și roboți din linia de producție, precum și de la mașinile virtuale utilizate în procesul de simulare.
 - *Sisteme de stocare*: Datele colectate trebuie să fie stocate într-un mod sigur și organizat. Acest lucru poate implica utilizarea bazelor de date, a sistemelor de gestionare a datelor sau a serviciilor cloud pentru a asigura accesibilitatea și securitatea datelor pe termen lung.
- **Analiza Datelor** joacă un rol crucial în înțelegerea și îmbunătățirea proceselor digitale. Acest aspect implică:
 - *Instrumente de analiză*: Utilizarea unor instrumente specializate precum software de analiză de date sau tehnologii de învățare automată pentru a identifica modele și tendințe în datele colectate.
 - *Identificarea problemelor și oportunităților*: Analiza datelor permite identificarea problemelor potențiale în procesele digitale, precum și identificarea oportunităților de îmbunătățire a eficienței și a calității.
- **Vizualizarea Datelor** implică:
 - *Instrumente de analiză*: Utilizarea unor instrumente specializate precum software de analiză de date sau tehnologii de învățare automată pentru a identifica modele și tendințe în datele colectate.

- *Identificarea problemelor și oportunităților:* Analiza datelor permite identificarea problemelor potențiale în procesele digitale, precum și identificarea oportunităților de îmbunătățire a eficienței și a calității.

3.8. Tehnici de Optimizare a Proceselor Digitale

Optimizarea proceselor digitale este o componentă esențială a Fabricației Digitale. Tehnicile și metodele de a îmbunătăți eficiența și performanța proceselor digitale pot include:

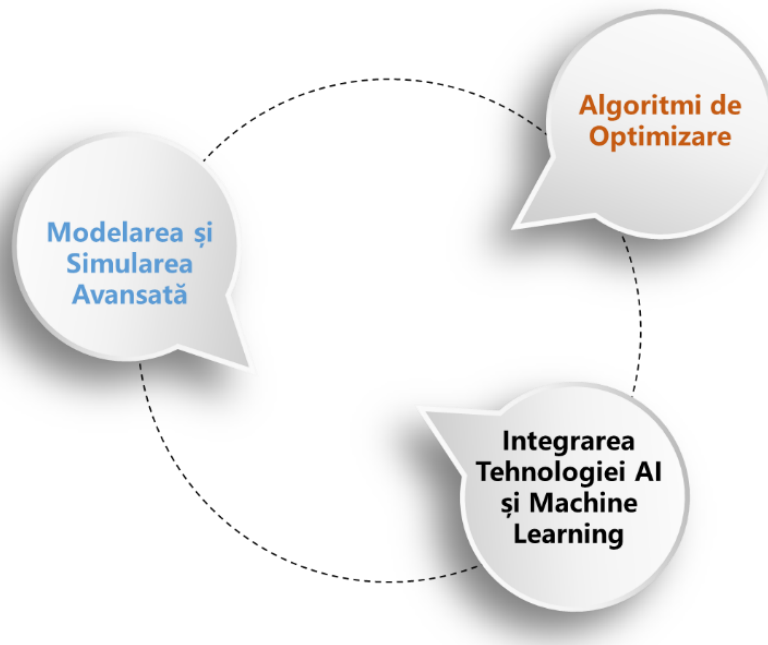


Figura 3.18. Tehnici de optimizare a proceselor digitale

- **Modelarea și Simularea Avansată:** Această tehnică implică crearea și utilizarea modelelor digitale pentru a simula și testa diferite scenarii într-un mediu virtual înainte de implementarea lor în producția reală. Prin modelare și simulare, companiile pot să identifice și să anticipeze potențialele probleme sau ineficiențe în procesele digitale. De exemplu, în producția de componente electronice, se poate crea un model digital al unei linii de asamblare pentru a evalua cum afectează schimbarea unui parametru viteza de producție sau calitatea produselor finite.
- **Algoritmi de Optimizare:** Utilizarea algoritmilor specializați pentru a găsi soluții optime în cadrul proceselor digitale este esențială pentru îmbunătățirea eficienței. Acești algoritmi pot fi utilizați într-o varietate de contexte, cum ar fi optimizarea rutelor de transport în logistică sau optimizarea configurării unei linii de producție în industria manufacturieră. Ei iau în considerare diverse variabile și constrângeri pentru a ajunge la soluții care maximizează profiturile sau eficiența.
- **Integrarea Tehnologiei AI și Machine Learning:** Aceste tehnologii sunt din ce în ce mai folosite pentru a îmbunătăți procesele digitale. Prin implementarea algoritmilor de învățare automată, companiile pot identifica modele complexe în datele colectate și pot lua decizii în timp real în cadrul proceselor digitale. De exemplu, în producția de produse alimentare, algoritmi AI pot monitoriza calitatea produselor și pot ajusta automat parametrii de producție pentru a asigura consistența și calitatea.

Aceste tehnici de optimizare a proceselor digitale sunt esențiale pentru a atinge performanțe superioare și eficiență în Fabricația Digitală. Ele permit companiilor să anticipeze și să gestioneze mai bine schimbările și să profite la maximum de tehnologiile digitale disponibile.

3.9. Viitorul Fabricației Digitale și Tendințele Tehnologice

Evoluția tehnologiilor de fabricație digitală a fost o călătorie impresionantă de la fabricarea manuală până la fabricația de vârf bazată pe date și inteligență artificială. Aceste tehnologii au revoluționat modul în care producem și proiectăm, deschizând noi orizonturi în eficiența și inovația producției.



Figura 3.19. Evoluția tehnologiilor de fabricație digitală

Revoluția Industrială: La început, fabricația era muncă manuală și semi-manuală, bazată pe abilitățile meșteșugarilor. Producția era limitată de capacitatea fizică și abilitățile umane. Mașinile cu aburi au fost primele tehnologii care au adus o creștere semnificativă a producției în secolul al XIX-lea.

Era benzii transportoare: În secolul XX, cu avântul electricității, a apărut conceptul de fabricație de masă, unde produsele erau asamblate pe linii de producție cu ajutorul benzilor transportoare. Aceasta a dus la creșterea eficienței și a reducerii costurilor de producție, precum cele ale lui Henry Ford cu automobilele sale.

Calculatoare și CAD/CAM: Odată cu introducerea calculatoarelor în fabricație în anii '60, au apărut software-uri CAD (Computer-Aided Design) și CAM (Computer-Aided Manufacturing), permițând proiectarea și producția asistate de calculator. Acestea au sporit precizia și au accelerat procesele de proiectare și producție.

Imprimarea 3D: În anii '80, a apărut imprimarea 3D, o tehnologie care permite fabricarea obiectelor strat cu strat, pe baza unor modele digitale. Acest lucru a deschis calea către prototipare rapidă și personalizare masivă.

IoT și Senzori Inteligenți: Odată cu apariția Internet of Things (IoT) și senzorilor inteligenți în anii 2000, echipamentele industriale au început să fie conectate la internet, permițând colectarea și analiza continuă a datelor. Acest lucru a dus la îmbunătățirea monitorizării și întreținerii preventive.

Inteligența Artificială și Învățarea Automată: Cu creșterea puterii de calcul, au devenit disponibile tehnologii AI și ML care pot analiza datele colectate pentru a identifica modele și a face previziuni. Aceste tehnologii sunt folosite în gestionarea eficientă a proceselor și luarea de decizii în timp real.

Realitatea Augmentată și Virtuală: Realitatea augmentată (AR) și realitatea virtuală (VR) au introdus o componentă de simulare și antrenament în fabricație. Operatorii pot utiliza ochelari AR pentru a vedea instrucțiuni de lucru sau pot explora produse virtuale în VR înainte de a le fabrica.

4. INTERFAȚA ȘI NAVIGAREA ÎN PROCESS SIMULATE: GHID PRACTIC

4.1. Prezentare detaliată a interfeței Process Simulate

4.1.1. Fereastra de Inițializare (Welcome Page)

Fereastra de inițializare (Welcome Page) a Process Simulate constituie punctul de plecare în crearea sau deschiderea studiilor de simulare. Aceasta oferă acces la studiile recente, secțiuni de configurare a programului și o prezentare vizuală a funcționalităților și facilităților oferite de software.

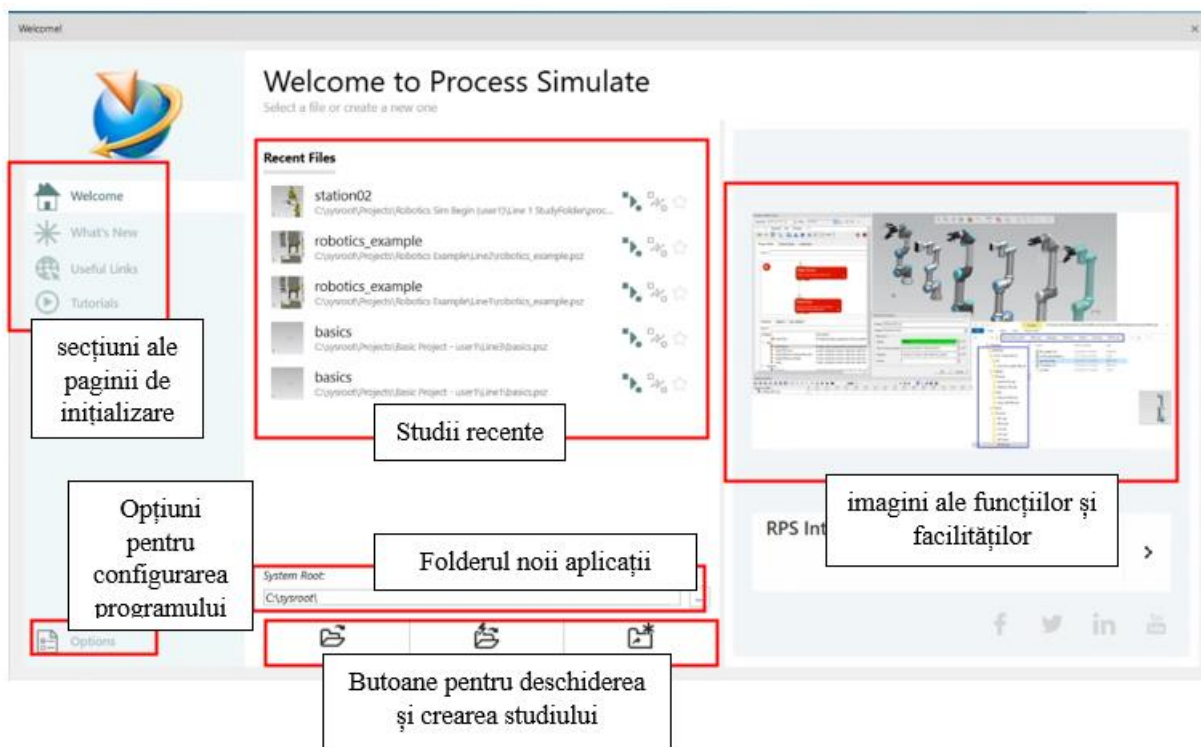


Figura 4.1. Fereastra de inițializare (Welcome Page) a Process Simulate

Conform figurii și a mențiunilor precedente, această fereastră conține:

- În zona centrală sunt accesate studiile recente.
- În partea stângă sunt secțiuni ale paginii de inițializare.
- În partea dreaptă sunt niște imagini care se succed, ale funcțiilor și facilităților oferite de PS.
- În partea stângă jos sunt opțiunile pentru configurarea programului, acestea pot fi accesate și de la meniul **File/Options**.

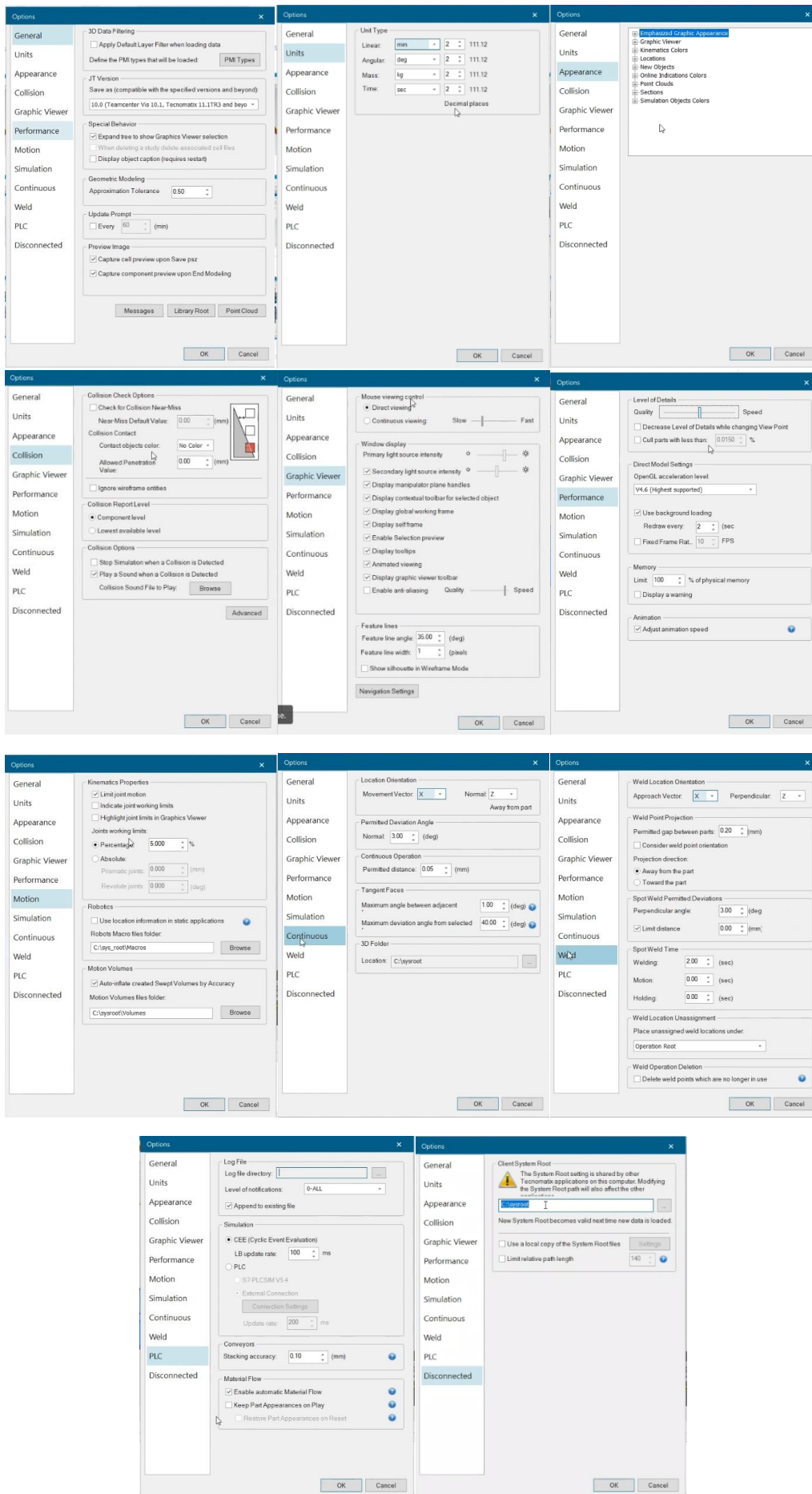


Figura 4.2. Opțiunile pentru configurarea programului

4.1.2. Configurarea System Root-ului

În partea inferioară a ferestrei de inițializare se configurează "**System Root-ul**," un director în care sunt stocate toate elementele, datele și fișierele asociate studiului sau aplicației curente. În mod ideal, resursele din cadrul acestui director ar trebui organizate pe foldere/categorii pentru o gestionare eficientă.

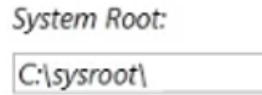


Figura 4.3. Configurarea System Root-ului

4.1.3. Modele virtuale și formate de fișiere

Modelele virtuale ale obiectelor utilizate în Process Simulate sunt stocate în foldere cu extensia **.cojt** (component JT). Aceste foldere conțin fișiere **.jt** (un format 3D dezvoltat de Siemens cu dimensiuni reduse și poate fi gestionat rapid în structuri de colaborare, baze de date), fișiere **.xml** cu specificații de configurarea obiectelor, sistemelor de coordonate (de exemplu fișierele denumite **TuneData.xml** Elementele care au cinematică sunt regăsite în fișiere denumite spre exemplu **kin_graph.xml**) și fișiere **.bmp** pentru previzualizare. Studiile salvate în Process Simulate au extensia **.psz**.

4.1.4. Moduri de simulare (Standard și Line Simulation)

În partea de jos sunt butoanele pentru deschiderea și crearea studiului:



Figura 4.4. Butoanele pentru deschiderea și crearea studiului

- Open in Standard mode
- Open in Line simulation mode
- Create new study

Simularea proceselor industriale în Process Simulate poate fi realizată în două moduri distincte, a căror diferență principală constă în gestionarea rulării simulărilor, interfața programului rămânând în mare parte neschimbată.

Process Simulate oferă două moduri de lucru:

Standard Mode: Simularea se gestionează și configurează pe bază de timp, specificând momentele de început, durată și încheiere pentru fiecare operație.

Line Simulation Mode: În acest mod, simularea se bazează pe semnale, oferind o reprezentare mai fidelă a mediului industrial real. Spre exemplu, operațiunile sunt inițiate la primirea unui semnal de START. Acest mod dispune de o gamă extinsă de funcționalități pentru analiza detaliată a timpilor de ciclu și monitorizarea precisă a semnalelor, facilitând astfel optimizarea și depanarea proceselor simulate.

4.1.5. Crearea unui nou studiu

Pentru a iniția un nou studiu, se selectează opțiunea "**Create new study**" din fereastra de inițializare. În cazul studiilor de aplicații robotizate, se alege template-ul "**RobcadStudy**". După apăsarea butonului "**Create**", noul studiu va fi creat în locația specificată în "**System Root**".

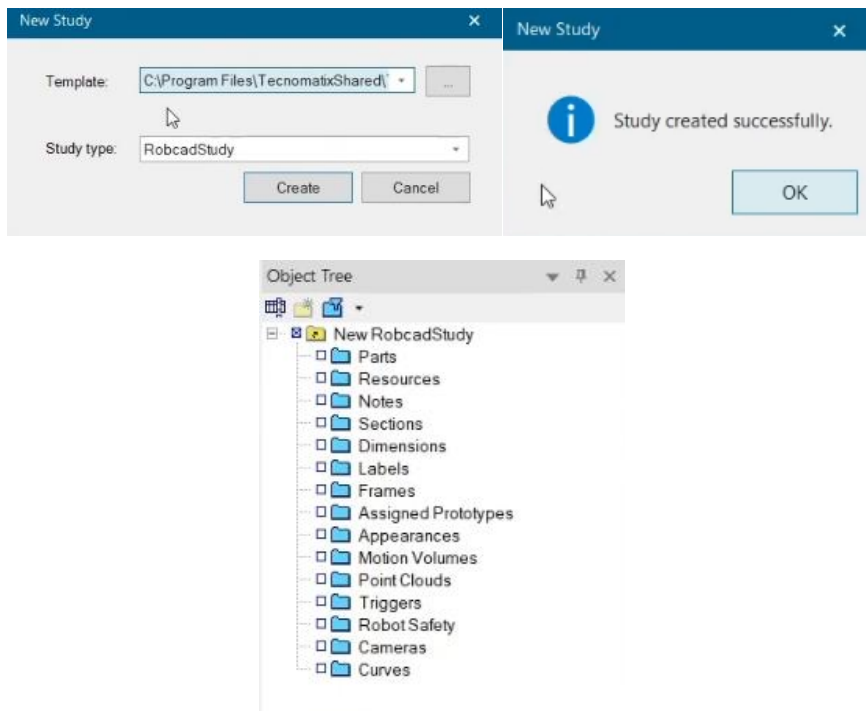


Figura 4.5. Crearea unui nou studiu

4.1.6. Structura Interfeței

Bara de Titlu și Comenzi Rapide

În partea superioară a interfeței Process Simulate se află **bara de titlu**, care afișează numele proiectului curent și oferă opțiuni standard pentru minimizarea, maximizarea sau închiderea ferestrei aplicației. Aceasta este însoțită de **bara de comenzi rapide**, un element esențial pentru eficientizarea fluxului de lucru.



Figura 4.6. Bara de Titlu și Comenzi Rapide

Personalizarea Barei de Comenzi Rapide

Un aspect distinctiv al Process Simulate este flexibilitatea oferită în personalizarea barei de comenzi rapide. Utilizatorii pot adapta această bară pentru a se potrivi preferințelor și stilului lor de lucru, optimizând astfel interacțiunea cu software-ul.

Scurtături de la Tastatură: Utilizatorii pot defini scurtături personalizate pentru a accesa rapid comenzile frecvent utilizate. Aceste scurtături pot fi combinații de taste sau taste individuale, permițând o navigare mai rapidă și eficientă prin interfața programului.

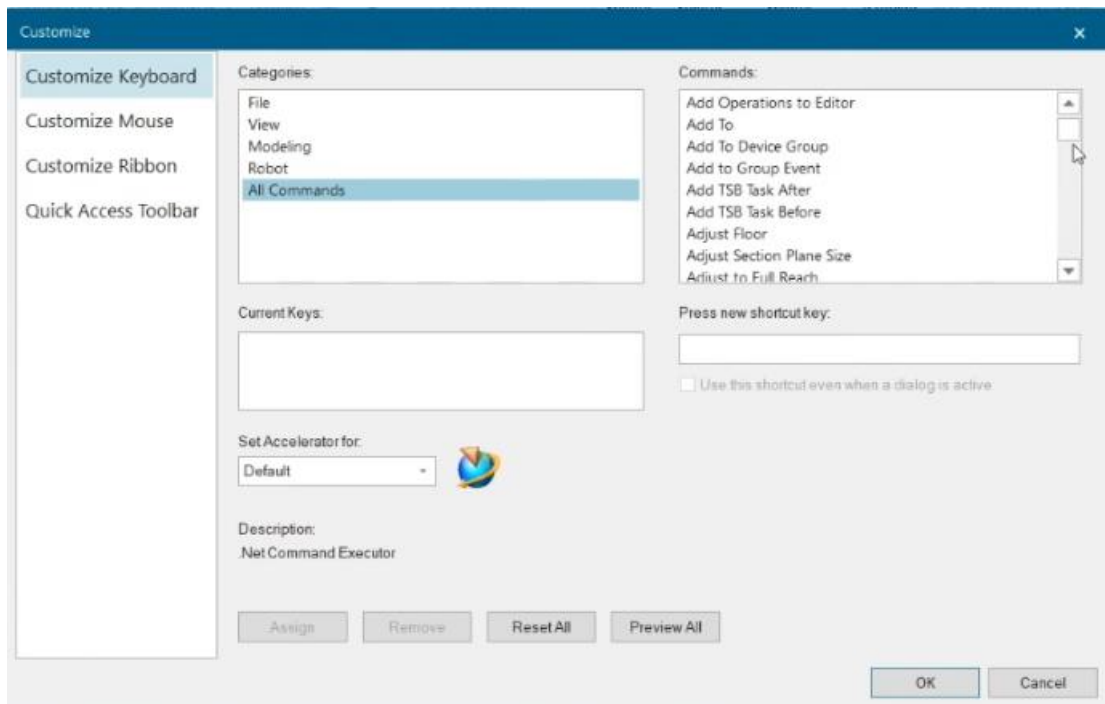


Figura 4.7. Personalizarea scurtăturilor care se realizează prin anumite taste sau combinații de taste

Scurtături cu Butoanele Mouse-ului: Pe lângă scurtăturile de la tastatură, Process Simulate permite și personalizarea comenzilor rapide prin intermediul butoanelor mouse-ului. Utilizatorii pot atribui funcții specifice diferitelor combinații de clicuri și rotații ale roțiței mouse-ului.

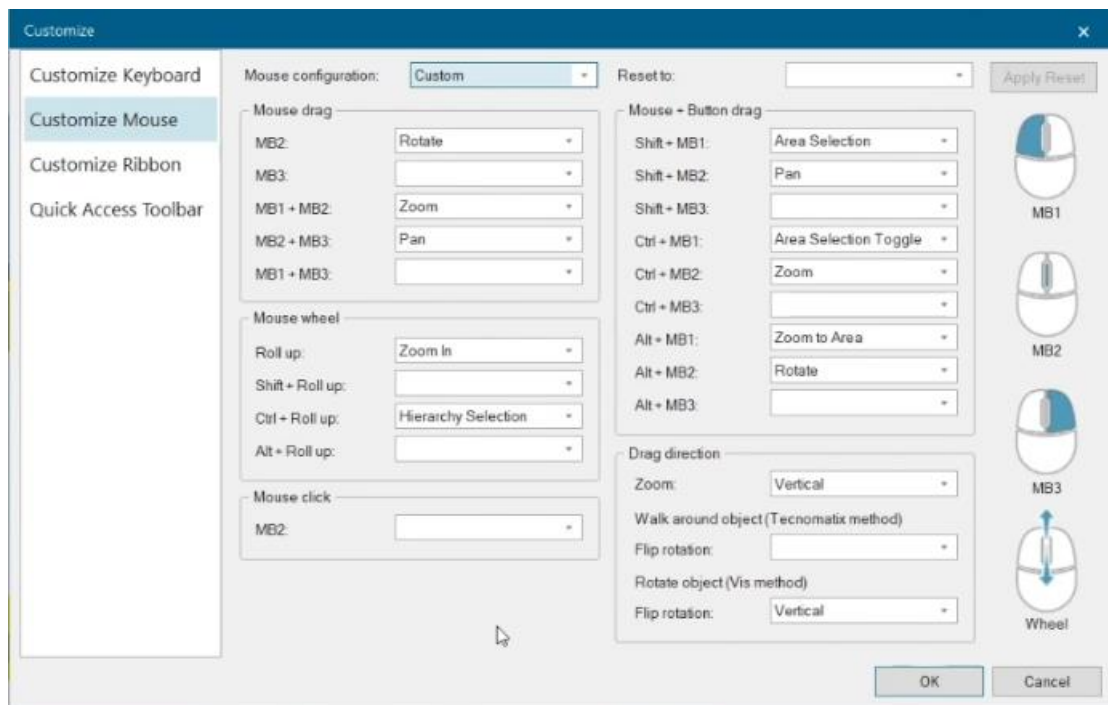


Figura 4.8. Personalizarea și configurarea scurtăturilor care utilizează butoanele mouse-ului (Mouse Buton MB)

Structura Barei de Comenzi Rapide: Utilizatorii au libertatea de a reorganiza și configura structura barei de comenzi rapide, adăugând sau eliminând butoane în funcție de necesități (Figura c). Această flexibilitate permite adaptarea interfeței la specificul fiecărui proiect și la preferințele individuale ale utilizatorului.

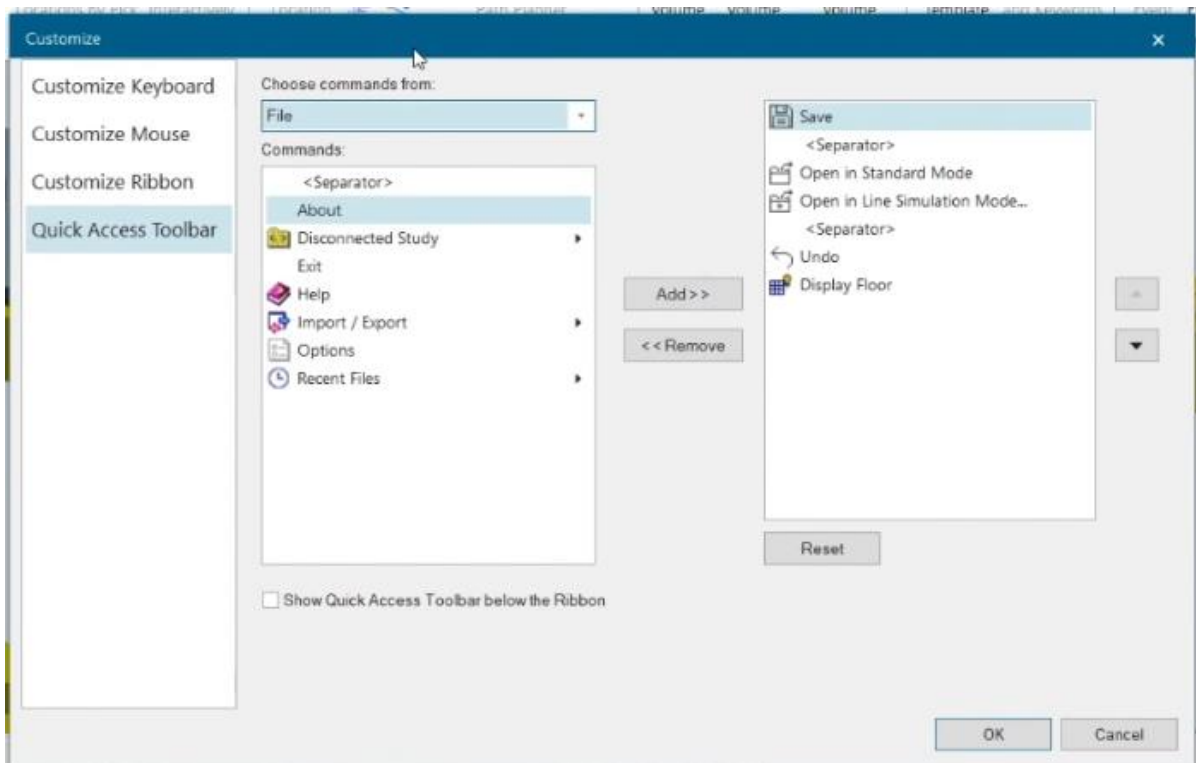


Figura 4.9. Configurarea și personalizarea structurii barei de comenzi rapide

Prin intermediul acestor opțiuni de personalizare, Process Simulate oferă un mediu de lucru adaptat nevoilor individuale, sporind eficiența și productivitatea utilizatorilor.

Bare de Instrumente

Interfața Process Simulate include o serie de **bare de instrumente**, fiecare dedicată unei categorii specifice de funcții. Această organizare permite utilizatorilor să acceseze rapid și eficient instrumentele necesare pentru fiecare etapă a procesului de simulare.

Un aspect important al interfeței Process Simulate este posibilitatea de a configura și personaliza barele de instrumente. Utilizatorii pot adăuga sau elimina butoane, pot modifica ordinea acestora și pot crea bare de instrumente personalizate, adaptate nevoilor și preferințelor lor individuale.

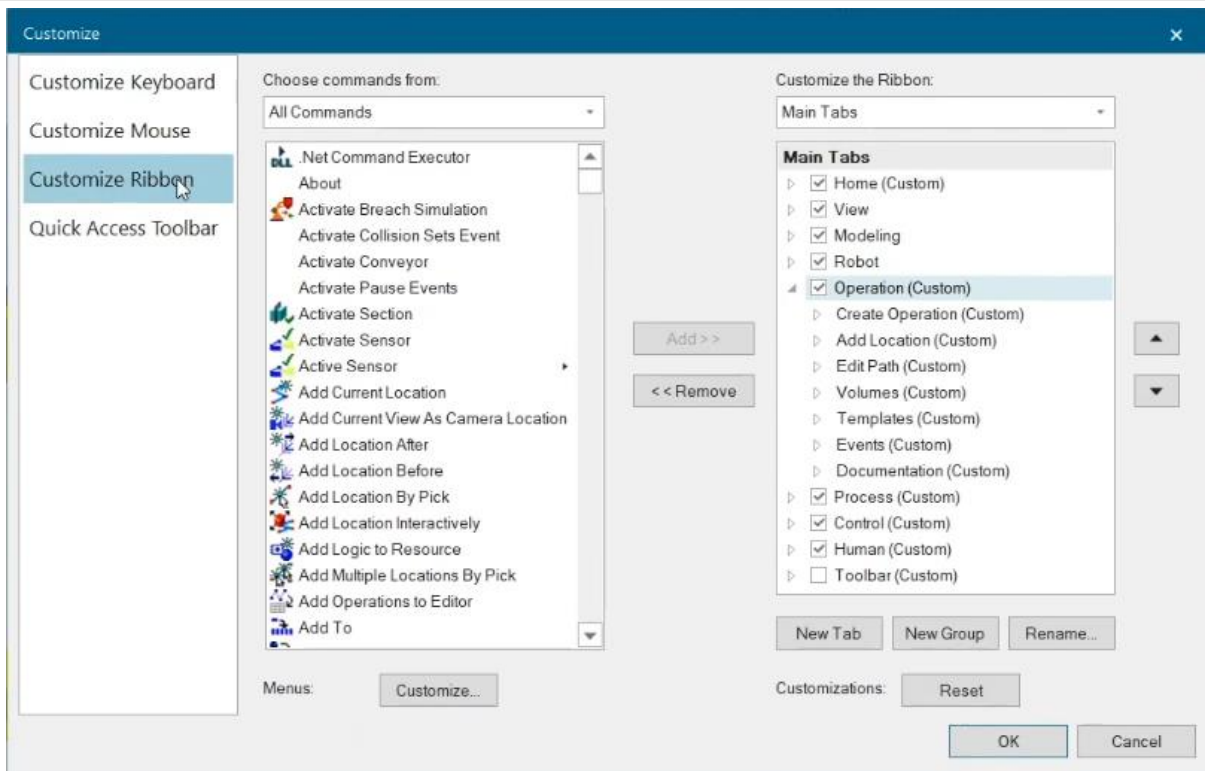


Figura 4.10. Configurarea și personalizarea barei de instrumente

Această flexibilitate în configurare permite optimizarea interfeței pentru fiecare utilizator și proiect în parte, facilitând accesul rapid la instrumentele cele mai relevante și frecvent utilizate. Prin personalizarea barelor de instrumente, utilizatorii își pot crea un mediu de lucru intuitiv și eficient, care să răspundă cerințelor specifice ale activității lor.



Figura 4.11. Definierea pe categorii a barelor de instrumente

Object Tree (Arborele Obiectelor)

Fereastra "Object Tree" reprezintă o componentă importantă a interfeței Process Simulate, oferind o reprezentare ierarhică a tuturor elementelor prezente în simularea curentă. Această structură sub formă de arbore facilitează organizarea și navigarea prin componentele complexe ale proiectului.

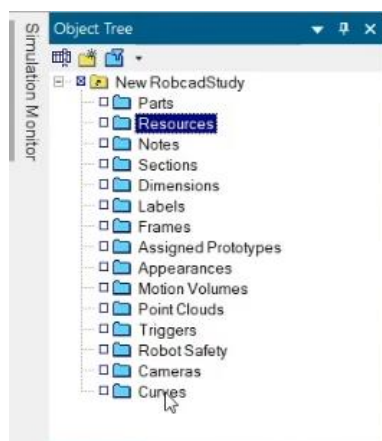


Figura 4.12. Fereastra Object Tree

Categorii de Elemente:

- **Piese (Parts):** Acestea sunt elementele fundamentale asupra cărora se desfășoară operațiunile în cadrul simulării. Pot fi piese individuale, reprezentate printr-o săgeată portocalie, sau ansambluri de piese (**Compound Part**), reprezentate printr-un grup de trei săgeți portocalii.
- **Resurse (Resources):** Acestea reprezintă dispozitivele, echipamentele, sculele și alte elemente utilizate pentru a efectua operațiuni asupra pieselor. Resursele individuale sunt reprezentate printr-o bilă albastră, în timp ce ansamblurile de resurse (cum ar fi stațiile de lucru) sunt reprezentate printr-un grup de trei bile albastre.
- **Note:** Adnotări atașate anumitor obiecte pentru a oferi informații suplimentare.
- **Sections:** Permite secționarea modelului 3D pentru a vizualiza detalii ascunse.
- **Dimensions:** Stochează dimensiunile create în cadrul simulării.
- **Labels:** Etichete sau note simplificate atașate elementelor componente.
- **Frames:** Reprezintă sistemele de coordonate create în aplicație, accesibile prin tab-ul "Modeling".

În contextul simulării proceselor de fabricație cu Process Simulate, reperate și resursele reprezintă elementele fundamentale asupra cărora se desfășoară operațiunile.

Reperete sunt obiectele asupra cărora se execută diversele operațiuni din cadrul studiului de simulare. Acestea pot fi componente individuale, cum ar fi piese sau subansambluri, sau pot fi grupate în ansambluri complexe.

Există două categorii principale de repere în Process Simulate:

- **Repere simple (Parts):** Acestea reprezintă componente individuale, distincte în cadrul simulării și sunt identificate printr-un icon sub forma unei săgeți portocalii.
- **Ansambluri de repere (Compound Part):** Acestea reprezintă grupuri de repere simple sau subansambluri, reunite într-o structură ierarhică. Icon-ul lor este reprezentat printr-un grup de trei săgeți portocalii.

Resursele sunt entitățile care acționează asupra reperelor pentru a realiza operațiunile specifice procesului de fabricație. Acestea pot include roboți industriali, echipamente de manipulare (grippers), scule, dispozitive de fixare, dar și elemente umane, precum operatori sau tehnicieni.

Exemplu: Un ansamblu de repere (**Compound Part**) poate fi reprezentat de un subansamblu al unei mașini, cum ar fi un motor, care este compus din mai multe repere simple, precum blocul motor, chiulasa, pistonul, biela etc. Resursele asociate acestui ansamblu pot include roboți de asamblare, scule de strângere și operatori umani.

În exemplul de mai jos avem un ansamblu de repere / un Compound Part care conține 4 repere individuale/piese/componente.

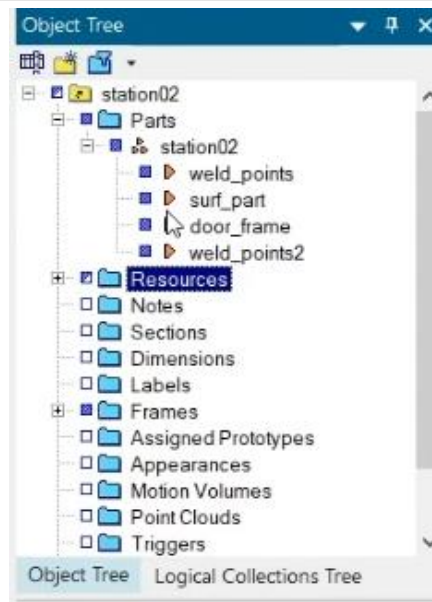


Figura 4.13. Exemplu cu ansamblu de repere

În cadrul mediului Process Simulate, atât elementele (**Parts**), cât și resursele (**Resources**) pot fi clasificate în două categorii distincte, fiecare cu rolul său specific în cadrul simulării procesului de fabricație.

Elemente (Parts):

- **Prototip:** Reprezintă fișierul CAD original al unei componente, stocat în directorul "System Root." Acesta servește drept model de referință pentru toate instanțele sale din cadrul simulării. Orice modificare adusă prototipului se va propaga automat în toate instanțele asociate, asigurând astfel consistența și acuratețea modelului.
- **Instanțe:** Reprezintă copii multiple ale aceluiași prototip, permițând utilizarea repetată a unui model în diferite contexte ale simulării. Instanțele pot fi poziționate și configurate independent, oferind flexibilitate în proiectarea și simularea procesului de fabricație.

Resurse (Resources):

- **Resurse individuale:** Acestea sunt entități individuale, precum roboți, scule sau dispozitive de prindere, utilizate în cadrul simulării. Fiecare resursă individuală este reprezentată printr-un icon specific, de obicei sub forma unei bile albastre. În cazul unor resurse specifice, precum roboții, icon-ul poate fi mai sugestiv, adoptând forma robotului respectiv.
- **Ansamblu de resurse (Compound Resource):** Acestea reprezintă grupuri de resurse individuale, cum ar fi stații de lucru complete, care conțin mai multe echipamente și dispozitive interconectate. Icon-ul unui ansamblu de resurse este reprezentat printr-un grup de trei bile albastre. Similar cu elementele, fiecare resursă individuală din cadrul unui ansamblu are un prototip asociat, un fișier CAD care poate fi inserat de mai multe ori în cadrul simulării.

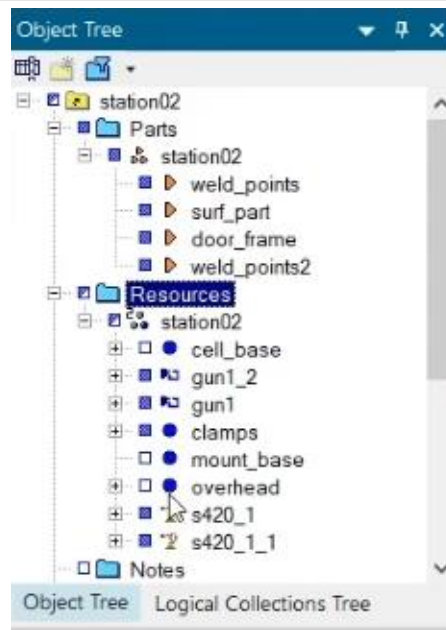


Figura 4.14. Exemplu de resurse

În cazul simulărilor complexe, unde numărul de componente și resurse poate fi considerabil, gestionarea vizibilității acestora devine esențială pentru o analiză eficientă și o înțelegere clară a procesului simulat. Process Simulate oferă multiple modalități de a controla vizibilitatea elementelor, permițând utilizatorilor să se concentreze asupra aspectelor relevante ale simulării.

Opțiuni de Ascundere și Afișare:

- **Meniu Contextual:** Prin clic dreapta pe un element în mediul grafic 3D, se poate accesa un meniu contextual care oferă opțiunea "**Blank**" pentru a ascunde elementul respectiv. Această acțiune poate fi ușor reversibilă prin utilizarea comenzii "**Undo**".
- **Object Tree:** Similar, în fereastra "**Object Tree**," un clic dreapta pe elementul dorit oferă opțiunile "**Blank**" (ascundere), "**Display**" (afișare) și "**Display Only**" (afișare doar a elementului selectat, ascunzând restul).

Comenzi Rapide:

Bara de comenzi rapide a ferestrei grafice 3D oferă, de asemenea, multiple opțiuni pentru gestionarea vizibilității elementelor, precum:

- **Ascundere element selectat:** Ascunde elementul curent selectat.
- **Afișare elemente selectate:** Afișează toate elementele selectate în prezent.
- **Afișare doar element selectat:** Afișează doar elementul selectat, ascunzând toate celelalte.
- **Afișare toate elementele:** Afișează toate elementele din simulare.
- **Comutare vizibilitate:** Alternează între afișarea elementelor vizibile și a celor ascunse.
- **Filtre de selecție:** Permite selectarea și modificarea vizibilității anumitor categorii de elemente.

Prin utilizarea acestor funcționalități, utilizatorii pot adapta vizualizarea simulării în funcție de nevoile lor specifice, facilitând analiza detaliată a anumitor componente sau interacțiuni, fără a fi distrași de elementele irelevante în contextul respectiv.

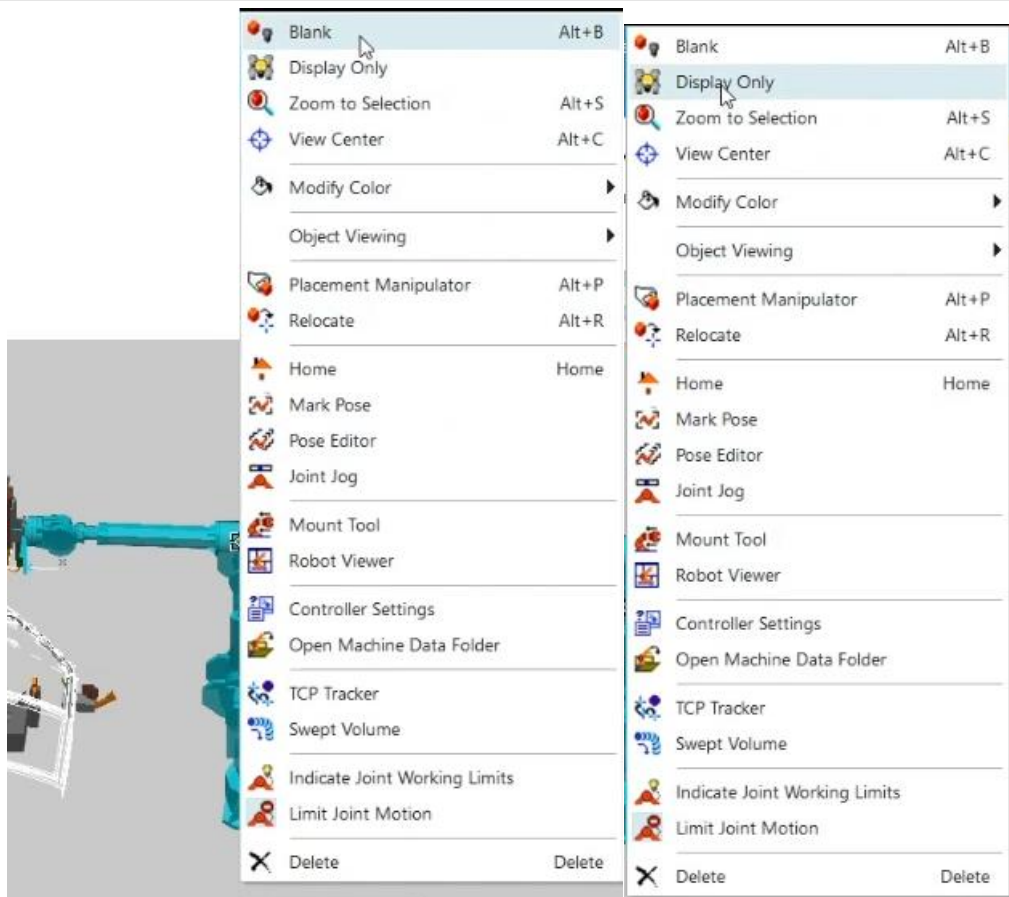


Figura 4.15. Opțiuni de configurare a vizibilității folosind meniul contextual

Pe lângă opțiunile de bază, Process Simulate oferă funcționalități avansate pentru gestionarea vizibilității elementelor în cadrul simulării.

Opțiunea "**Display Only**": Această funcționalitate permite izolarea unui singur element în vizualizare, ascunzând toate celelalte componente din scenă. Aceasta este utilă în special atunci când se dorește o examinare detaliată a unui anumit element sau a interacțiunilor sale cu alte componente.

Opțiuni în Object Tree:

Utilizatorii pot controla vizibilitatea elementelor și direct din fereastra "**Object Tree**." Prin clic dreapta pe un element în arbore, se deschide un meniu contextual cu următoarele opțiuni:

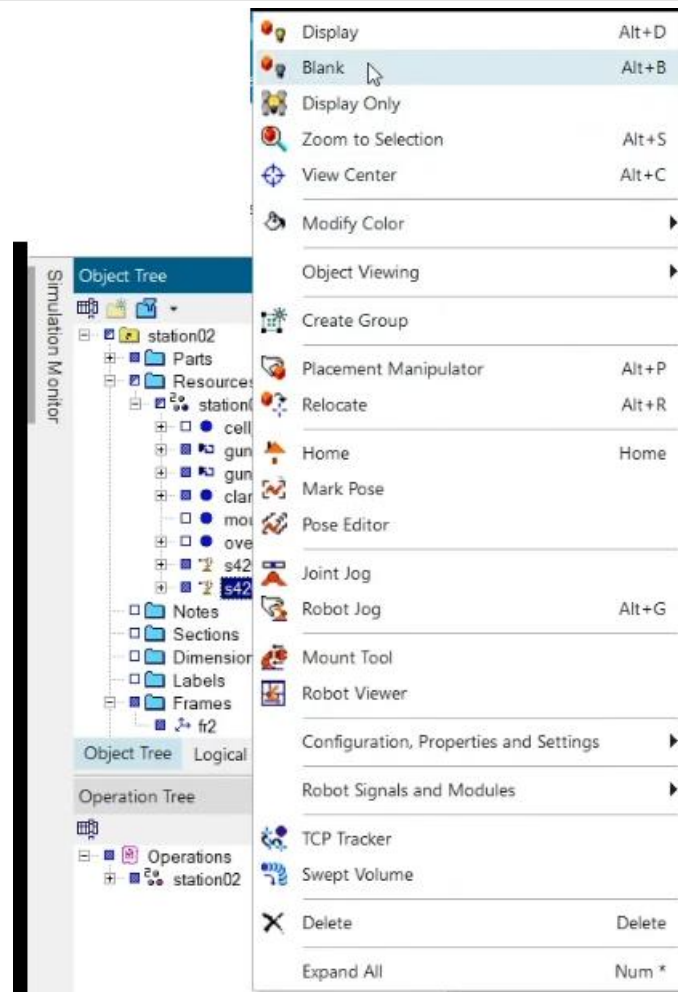


Figura 4.16. Opțiuni de configurare a vizibilității din fereastra Object Tree

- **Blank:** Ascunde elementul selectat.
- **Display:** Afișează elementul selectat.
- **Display Only:** Afișează doar elementul selectat, ascunzând toate celelalte.

Operation Tree (Arborele Operațiunilor)

"**Operation Tree**" reprezintă o componentă a interfeței Process Simulate, oferind o reprezentare structurată a tuturor operațiunilor efectuate în cadrul simulării. Similar cu "**Object Tree**," acesta adoptă o structură ierarhică, în care operațiunile sunt organizate în funcție de relațiile de subordonare și dependență dintre ele. Această organizare facilitează vizualizarea și gestionarea secvenței de operațiuni, precum și înțelegerea modului în care acestea contribuie la procesul de fabricație simulat.



Figura 4.17. Fereastra Operation Tree

Funcționalități de Vizualizare și Organizare:

Process Simulate oferă flexibilitate în gestionarea ferestrelor "Object Tree" și "Operation Tree." Utilizatorii pot redeschide ferestre închise prin intermediul meniului "View" -> "Screen Layout" -> "Viewers." De asemenea, un meniu derulant în colțul din dreapta sus al fiecărei ferestre permite ajustarea modului de afișare:

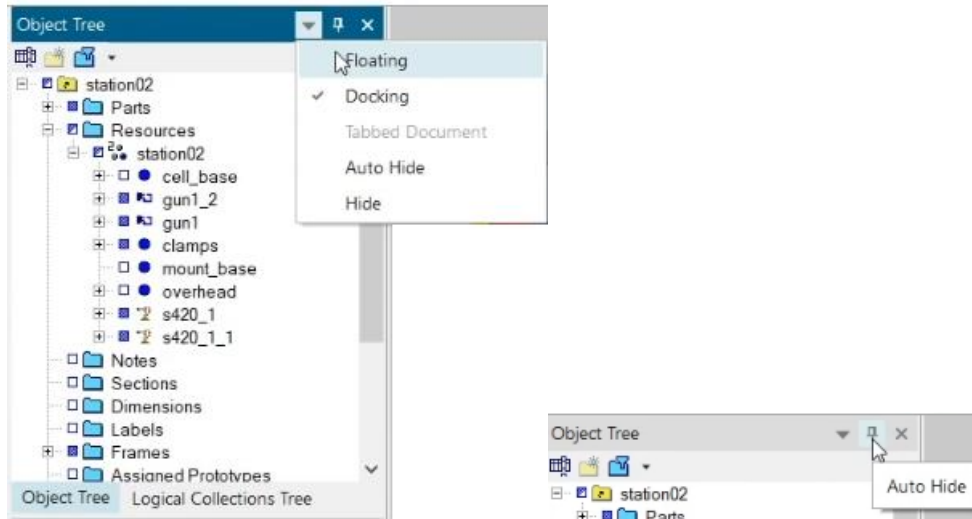


Figura 4.18. Ajustarea modului de afișare

- **Floating:** Fereastra este liberă pe ecran și poate fi mutată oriunde.
- **Docking:** Fereastra este fixată într-o anumită poziție pe ecran.
- **Auto Hide:** Fereastra se ascunde automat și poate fi accesată prin plasarea cursorului mouse-ului peste marginea sa.
- **Hide:** Fereastra este închisă complet.

Beneficii ale Structurii Ierarhice:

Structura ierarhică a "Operation Tree" oferă multiple avantaje în gestionarea și înțelegerea simulării:

- **Claritate:** Reprezentarea ierarhică a operațiunilor facilitează înțelegerea succesiunii și dependențelor dintre acestea.
- **Organizare:** Utilizatorii pot grupa și organiza operațiunile în mod logic, ceea ce simplifică navigarea și editarea simulării.
- **Eficiență:** Structura ierarhică permite o gestionare mai eficientă a operațiunilor complexe, facilitând identificarea și modificarea rapidă a anumitor etape ale procesului.
- **Analiză:** Prin intermediul "Operation Tree," utilizatorii pot analiza durata și succesiunea operațiunilor, identificând potențiale blocaje sau oportunități de optimizare a fluxului de lucru.

Fereastra Grafică 3D

Fereastra grafică 3D oferă o reprezentare vizuală completă a tuturor elementelor 3D din cadrul simulării. Aceasta permite utilizatorilor să interacționeze cu modelul virtual, să observe mișcările și interacțiunile componentelor, și să analizeze rezultatele simulării într-un mod intuitiv și eficient.



Figura 4.19. Fereastra Grafică 3D

Elementele Ferestrei Grafice 3D:

- **Bara de Comenzi Rapide:** Oferă acces rapid la funcții esențiale pentru navigare, vizualizare și manipulare a elementelor din scenă.
- **Planul XY:** Reprezintă planul de bază al sistemului de coordonate al aplicației, facilitând orientarea și poziționarea componentelor în spațiul virtual.
- **Sistemul Global de Coordonate:** Afișează axele de coordonate ale sistemului global, la care sunt raportate toate elementele din simulare.
- **Marcator:** Evidențiază punctul selectat în spațiul de lucru și afișează coordonatele acestuia în partea inferioară a interfeței.
- **Cubul de Navigare:** Permite navigarea intuitivă în cadrul scenei 3D, oferind vederi predefinite și posibilitatea de a roti modelul în jurul axelor sale.
- **Comenzi Rapide Predictive:** Set de comenzi rapide care se adaptează dinamic în funcție de ultima comandă utilizată, optimizând fluxul de lucru.

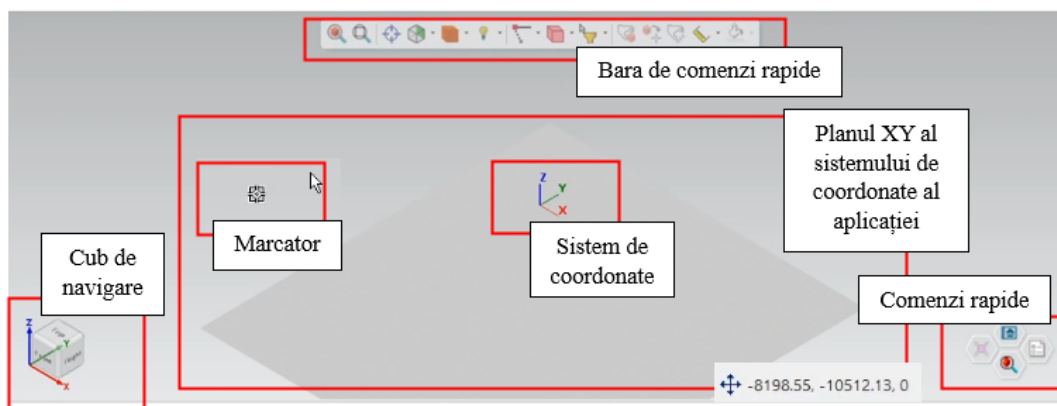


Figura 4.20. Detalierea ferestrei grafice 3D

Sequence Editor

Fereastra "**Sequence Editor**" este dedicată analizei detaliate a operațiunilor și a duratei acestora. Aici, utilizatorii pot vizualiza și edita secvența de operațiuni, pot analiza timpii de ciclu și pot identifica potențiale optimizări ale fluxului de lucru.

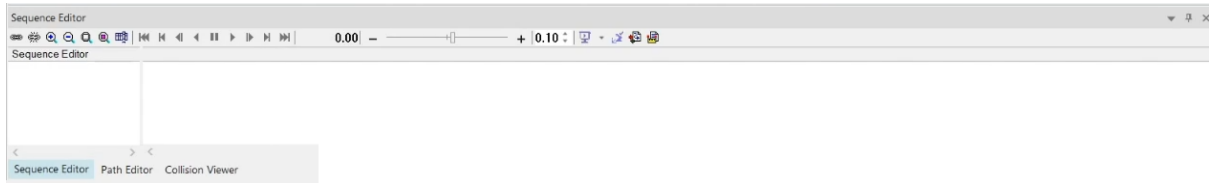


Figura 4.21. Fereastra "Sequence Editor"

4.2. Navigarea și vizualizarea în Process Simulate

4.2.1. Modalități de Navigare în Fereastra Grafică 3D

Similar cu alte aplicații de modelare și simulare 3D, Process Simulate oferă o varietate de opțiuni intuitive pentru navigarea în cadrul scenei de lucru tridimensionale. Aceste funcționalități permit utilizatorilor să exploreze și să analizeze modelul virtual din diferite unghiuri și perspective, facilitând astfel înțelegerea detaliată a procesului simulat.

- **Rotire (Rotate):** Pentru a roti perspectiva asupra scenei de lucru, utilizatorul poate apăsa și menține apăsat butonul din mijloc al mouse-ului (roțița) în timp ce deplasează mouse-ul în direcția dorită. Această acțiune permite rotirea modelului în jurul unui punct central, oferind o perspectivă dinamică asupra elementelor componente.
- **Zoom:** Funcția de zoom permite apropierea sau îndepărtarea perspectivei asupra scenei de lucru. Aceasta se realizează prin rotirea roțiței mouse-ului înainte (zoom in) sau înapoi (zoom out). Punctul central al zoom-ului este determinat de poziția cursorului mouse-ului în momentul acționării roțiței.
- **Panoramare (Pan):** Pentru a deplasa perspectiva în plan orizontal sau vertical, utilizatorul poate apăsa simultan butonul din dreapta al mouse-ului și roțița, apoi deplasa mouse-ul în direcția dorită. Această funcție permite explorarea scenei de lucru prin translație, fără a modifica orientarea sau perspectiva camerei.

Aceste funcționalități de navigare intuitive și ușor de utilizat permit o interacțiune fluidă și eficientă cu modelul 3D al simulării, facilitând analiza detaliată a componentelor, a relațiilor dintre acestea și a modului în care acestea interacționează în cadrul procesului de fabricație simulat.

4.2.2. Selectarea Elementelor

Process Simulate oferă multiple metode pentru selectarea elementelor în cadrul mediului de simulare, facilitând astfel interacțiunea și manipularea eficientă a componentelor și resurselor.

Selecție prin "Drag and Drop"

O metodă intuitivă de selectare a mai multor elemente simultan constă în utilizarea tehnicii "**drag and drop**". Prin menținerea apăsată a butonului stâng al mouse-ului și tragerea acestuia peste zona dorită, se creează o casetă de selecție rectangulară. Toate elementele care se află în interiorul sau care intersectează această casetă vor fi automat selectate.

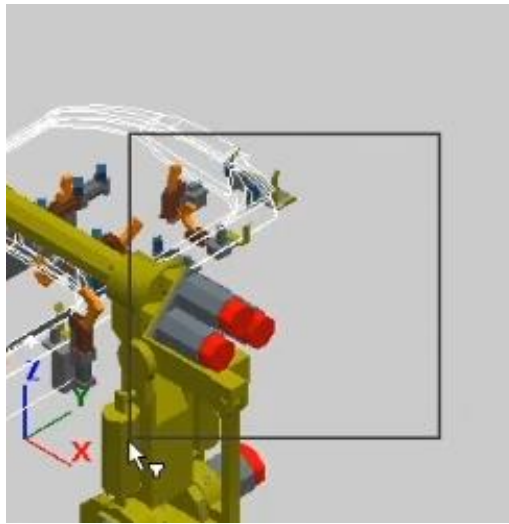


Figura 4.22. Selecție prin "Drag and Drop"

Selecție din Object Tree

O alternativă la selecția prin "**drag and drop**" este selectarea directă a elementelor din fereastra "**Object Tree**." Această metodă este utilă în special atunci când elementele dorite sunt grupate sau ascunse în spatele altor componente în vizualizarea 3D. Prin simpla apăsare cu mouse-ul pe numele elementului în arbore, acesta va fi selectat în mod automat și evidențiat în scena de lucru.

4.2.3. Ajustarea Podelei

În mediul Process Simulate, podeaua este o componentă virtuală, lipsită de grosime și de proprietăți fizice, care servește drept reprezentare vizuală a planului XY al sistemului de coordonate global al aplicației. Aceasta nu este un obiect distinct în cadrul studiului, ci un instrument util pentru a urmări și evalua poziționarea și orientarea celorlalte elemente din simulare.

Pentru a facilita vizualizarea și analiza spațială, Process Simulate oferă opțiuni de ajustare a podelei. Utilizatorii pot adapta dimensiunile și poziția podelei în funcție de conținutul și dimensiunile obiectelor prezente în simulare.

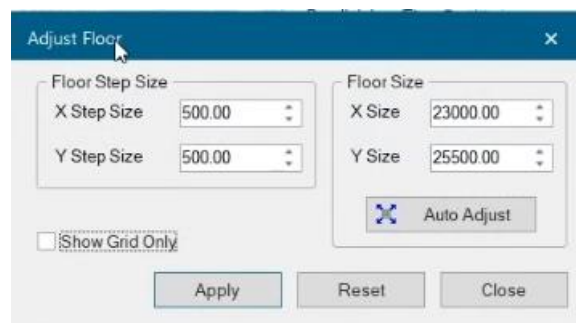


Figura 4.23. Ajustarea Podelei

Funcționalități de Ajustare

- **Activare/Dezactivare:** Podeaua poate fi activată sau dezactivată prin intermediul meniului "**View**" -> "**Screen Layout**" -> "**Display Floor On/Off**."
- **Ajustare Automată:** Prin accesarea opțiunii "**View**" -> "**Screen Layout**" -> "**Adjust Floor**" și selectarea butonului "**Auto Adjust**," dimensiunile podelei vor fi ajustate automat pentru a se potrivi cu aria ocupată de elementele din aplicație.

Rolul Podelei în Simulare

Deși podeaua nu are un rol funcțional în simulare, aceasta oferă o referință vizuală importantă pentru utilizatori. Prin intermediul podelei, se poate evalua mai ușor poziționarea relativă a componentelor, se pot identifica eventuale probleme de amplasare sau coliziuni și se poate obține o perspectivă de ansamblu asupra configurației spațiale a întregii aplicații.

4.2.4. Configurarea Vizibilității Elementelor

Comenzi Rapide în Bara de Instrumente "Display":

Bara de instrumente "Display" din fereastra grafică 3D oferă o gamă variată de comenzi rapide pentru gestionarea vizibilității, inclusiv opțiunile menționate anterior, precum și comenzi pentru afișarea tuturor elementelor, comutarea între vizibilitatea elementelor și filtrarea elementelor după anumite criterii.

Prin combinarea acestor metode de control al vizibilității, utilizatorii pot adapta în mod dinamic și flexibil reprezentarea grafică a simulării, facilitând astfel analiza detaliată și înțelegerea aprofundată a proceselor complexe de fabricație.

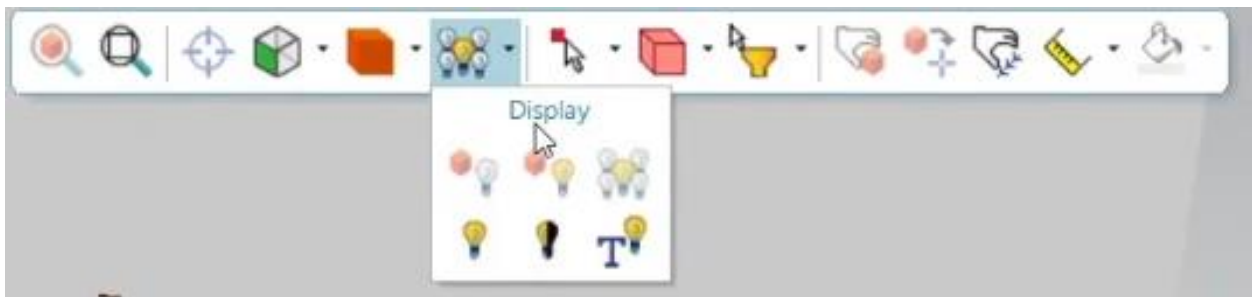


Figura 4.24. Opțiuni de configurare a vizibilității cu ajutorul comenzilor rapide

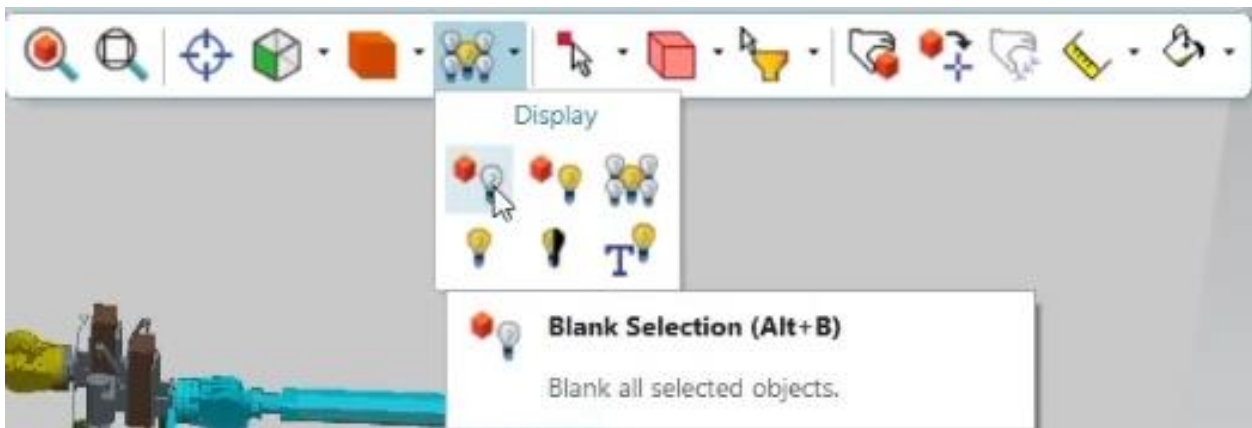


Figura 4.25. Opțiunea pentru a ascunde elementul selectat



Figura 4.26. Opțiunea pentru afișarea tuturor elementelor selectate



Figura 4.27. Opțiunea pentru afișarea doar a elementului selectat



Figura 4.28. Opțiunea pentru afișarea tuturor elementelor aplicației



Figura 4.29. Opțiunea pentru a comuta între vizualizarea elementelor vizibile și a celor ascuse

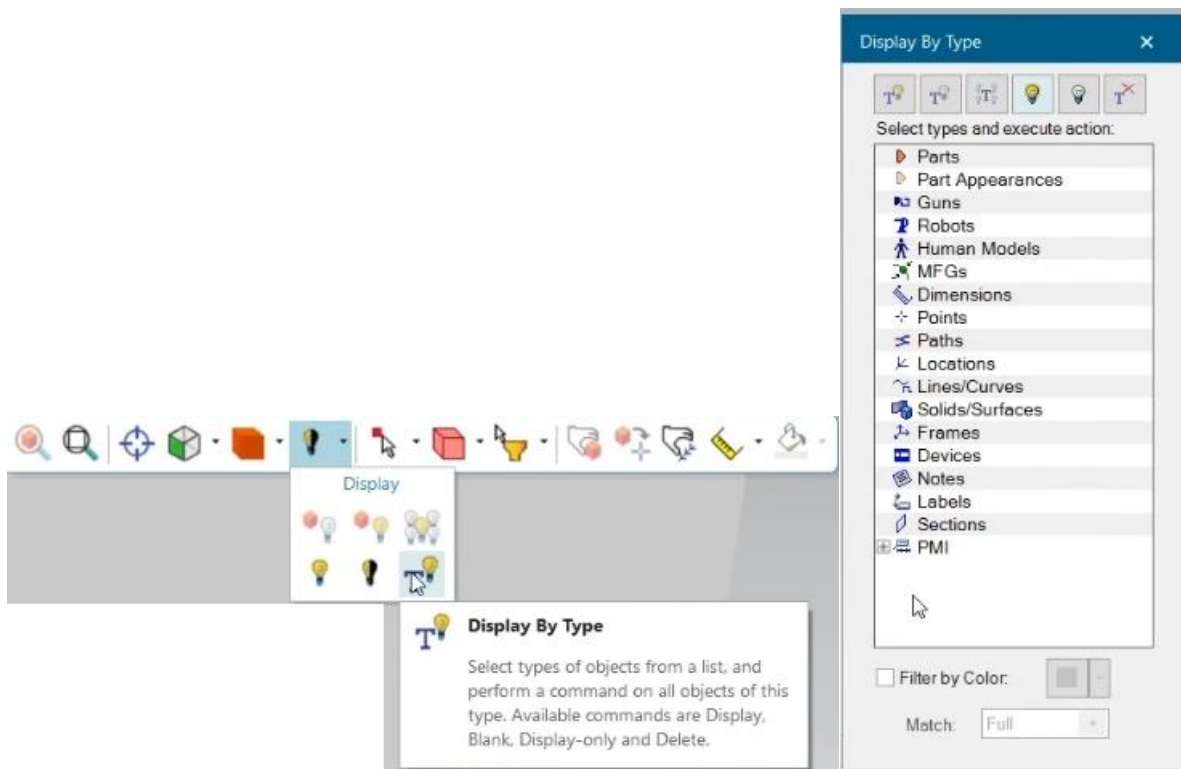


Figura 4.30. Opțiunea pentru posibilitatea selectării uneia sau mai multor categorii de elemente care să fie ascuse/afișate/șterse/etc.

4.3. Funcționalități și Comenzi Specifice

4.3.1. Comenzi din Bara de Comenzi Rapide

Bara de Comenzi Rapide a Ferestrei Grafice:

Această bară oferă acces rapid la o serie de funcții esențiale pentru manipularea și vizualizarea simulării, inclusiv:

- **Zoom to Selection:** Centrează vederea pe elementul selectat.

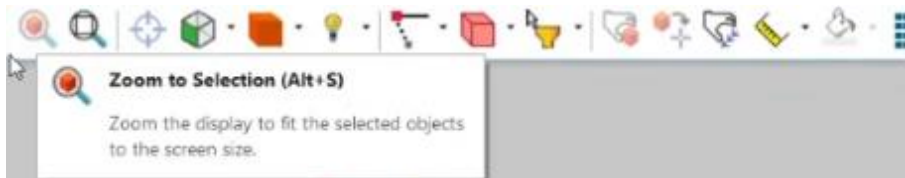


Figura 4.31. Centrarea vederii direct pe elementul selectat

- **Zoom to Fit:** Ajustează nivelul de zoom pentru a afișa toate elementele în cadru.

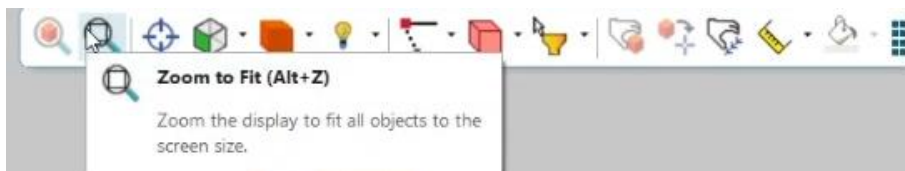


Figura 4.32. Potrivirea nivelului de zoom

- **View Center:** Mută perspectiva astfel încât punctul selectat să fie în centrul ecranului.

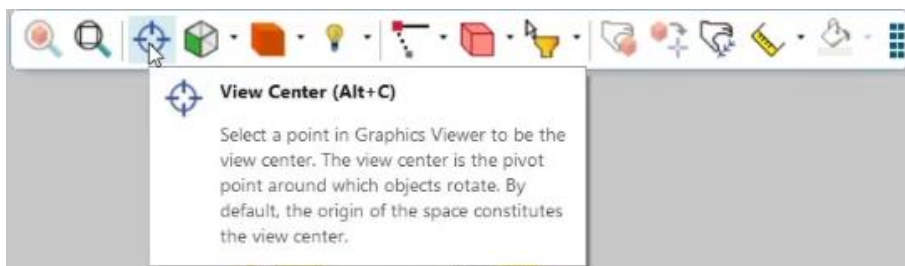


Figura 4.33. Mutarea perspectivei asupra scenei de lucru

- **View Points:** Oferă diverse perspective predefinite asupra scenei (față, spate, lateral, izometric etc.).

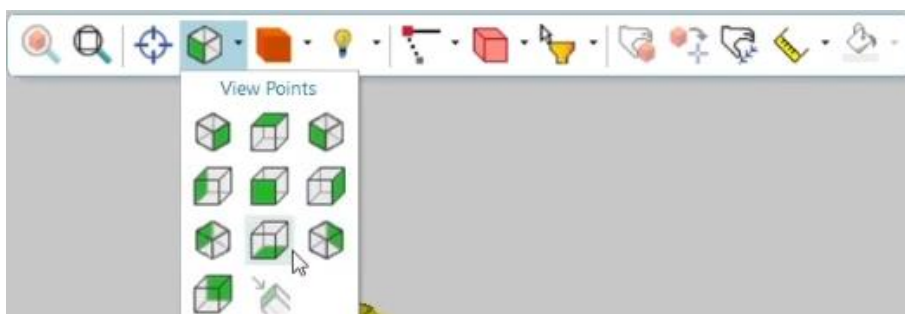


Figura 4.34. Diverse perspective asupra scenei de lucru

- **View Style:** Permite schimbarea modului de afișare a componentelor (linii, suprafețe, solide etc.).



Figura 4.35. Modificarea modului de afișare a componentelor din cadrul aplicației

- **Display:** Oferă opțiuni pentru ascunderea și afișarea obiectelor.

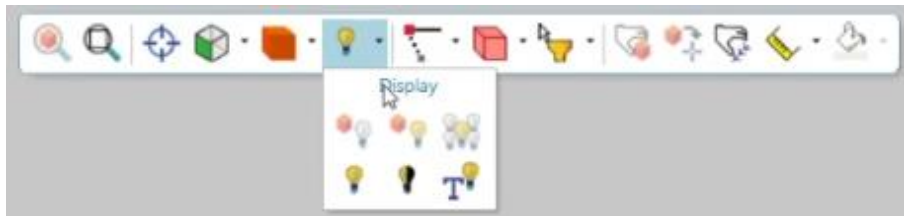


Figura 4.36. Ascunderea și afișarea obiectelor

- **Pick Intent:** Permite ajustarea modului de selecție a elementelor (puncte, muchii, suprafețe etc.).

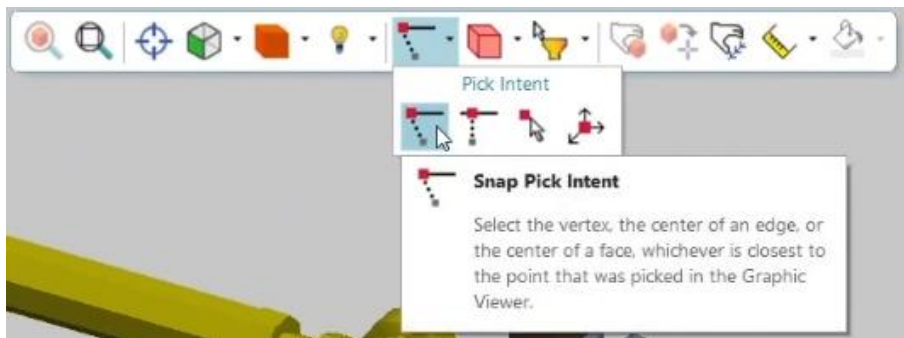


Figura 4.37. Selectarea celor mai apropiate obiecte față de cursorul mouse-ului

- **Pick Level:** Configurează nivelul de selecție (componentă întreagă, segment etc.).

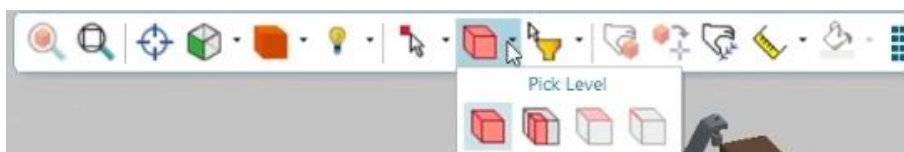


Figura 4.38. Configurarea nivelului la care se face selecția

- **Filtre de selecție:** Permite selectarea anumitor tipuri de elemente din mediul grafic 3D.

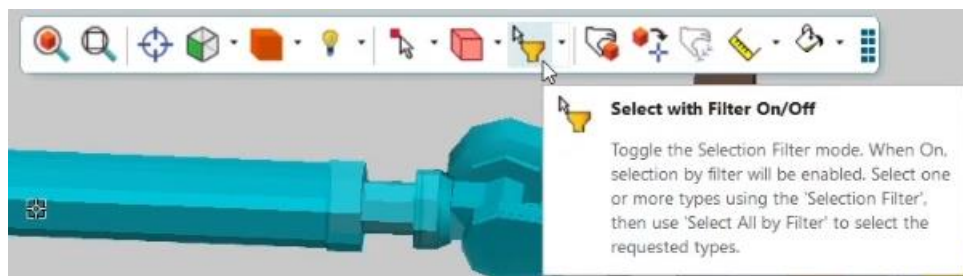


Figura 4.39. Selectarea anumitor tipuri de elemente din mediul grafic 3D

- **Manipulare în Scena de Lucru:** Oferă instrumente pentru mutarea, rotirea și scalarea elementelor.



Figura 4.40. Posibilități de manipulare în scena de lucru

- **Măsurători și Modificarea Culoilor:** Permite efectuarea de măsurători și modificarea culorilor elementelor din scenă.



Figura 4.41. Funcții măsurare și de modificare a culorilor în scena de lucru

4.3.2. Bare de Instrumente Detaliat

Interfața Process Simulate oferă o serie de bare de instrumente specializate, concepute pentru a facilita accesul rapid la funcționalități esențiale în diferite etape ale procesului de simulare. Aceste bare de instrumente sunt organizate tematic, grupând comenzi și opțiuni relevante pentru fiecare aspect al simulării.

- **File:** Această bară de instrumente permite gestionarea fișierelor de proiect, incluzând crearea, deschiderea și salvarea studiilor, importul și exportul de date (cum ar fi modele CAD), accesarea resurselor de ajutor și închiderea aplicației.
- **Home:** Această bară conține comenzi generale pentru gestionarea interfeței, cum ar fi aranjarea ferestrelor, modificarea proprietăților obiectelor și podelei, comutarea între modurile de lucru, gestionarea operațiunilor, atașarea obiectelor, configurarea coliziunilor etc.
- **View:** Această bară oferă instrumente pentru personalizarea vizualizării scenei de lucru, inclusiv aranjarea ferestrelor, navigarea în spațiul 3D, setări de vizibilitate și crearea de secțiuni. În plus, include funcții de modelare pentru modificarea obiectelor, inserarea de noi obiecte, utilizarea elementelor CAD pentru generarea de geometrii solide și curbe, modelarea mecanismelor și definirea efectorilor.

- **Robot:** Această bară conține comenzi specifice pentru configurarea roboților, definirea traiectoriilor și a spațiului de lucru al acestora.
- **Operation:** Această bară oferă instrumente pentru crearea, modificarea și gestionarea operațiunilor din cadrul simulării, inclusiv definirea punctelor de referință și a traiectoriilor roboților.
- **Process:** Această bară include comenzi specializate pentru diferite tipuri de aplicații industriale, cum ar fi sudarea în puncte, găurirea, sudarea cu arc electric, vopsirea etc.
- **Control:** Această bară oferă instrumente pentru crearea și configurarea senzorilor, definirea și gestionarea semnalelor, precum și definirea elementelor "**Part Components**" (componente inteligente) pentru simularea comportamentului specific al anumitor elemente din aplicație.
- **Human:** Această bară conține funcții legate de simularea interacțiunii umane cu mediul de lucru, inclusiv analiza ergonomică a posturilor de lucru și a mișcărilor operatorilor.

4.4.Efectuarea măsurărilor în Process Simulate

4.4.1. Comenzi de Măsurare Liniară și Unghiulară

Process Simulate pune la dispoziția utilizatorilor o serie de instrumente de măsurare, accesibile prin intermediul barei de comenzi rapide "**Measurements**" din fereastra grafică 3D.

Aceste instrumente permit efectuarea de măsurători precise și eficiente asupra elementelor din cadrul simulării, facilitând astfel analiza detaliată și optimizarea procesului de fabricație.



Figura 4.42. Comenzi rapide Measurements

Opțiunile puse la dispoziție sunt următoarele:

Minimal Distance (Distanță Minimă): Calculează distanța minimă dintre două elemente selectate (componente, entități geometrice, muchii sau fețe), identificând cele mai apropiate puncte de pe suprafața exterioară a fiecărui obiect.

Rezultatul este afișat într-o fereastră de dialog, împreună cu coordonatele punctelor utilizate pentru măsurare și componentele distanței pe axele X, Y și Z ale sistemului de coordonate.

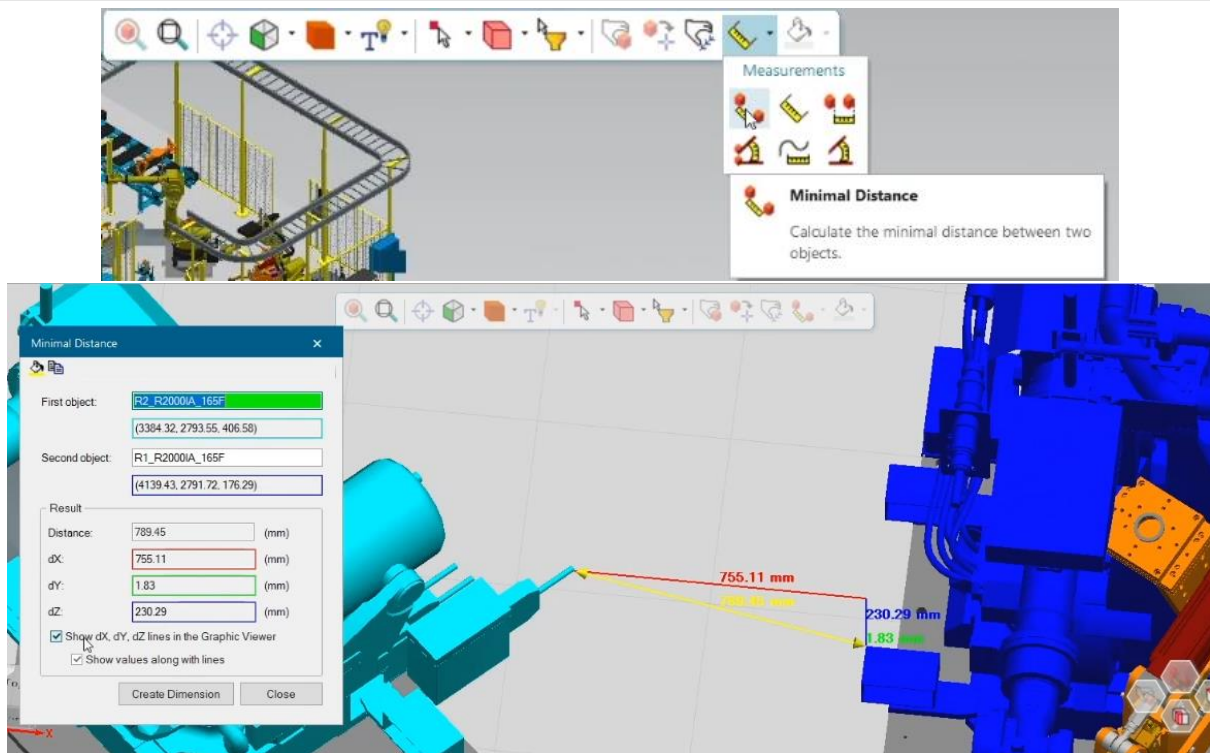


Figura 4.43. Comenzi pentru determinarea distanței minime între 2 elemente

Programul va găsi cele mai apropiate 2 puncte care aparțin celor 2 elemente și va măsura distanța între punctele respective. În fereastra afișată, vor fi specificate obiectele selectate, în paranteze vor fi afișate coordonatele punctelor aferente fiecărui element, care au fost folosite pentru măsurare, iar la rezultat se afișează distanța (galben) și componentele acestei distanțe de-a lungul axelor X (roșu), Y (verde) și Z (albastru) ale sistemului de coordonate al aplicației.

Accesând butonul Create Dimension se afișează valoarea sub forma unei etichete, iar dimensiunea se va regăsi la categoria **Dimensions** din **Object Tree**.

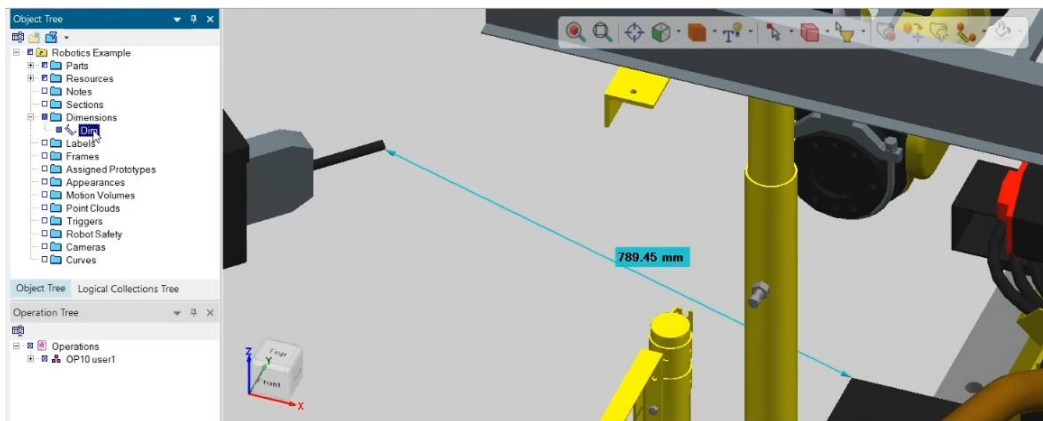


Figura 4.44. Comenzi pentru crearea dimensiunilor

Ca și observație, măsurătorile sunt afișate doar atât cât este deschisă fereastra de dialog, iar dimensiunile rămân.

Point to Point Distance (Distanță Punct-la-Punct): Măsoară distanța dintre două puncte selectate în mod arbitrar în spațiul de lucru, indiferent dacă acestea aparțin aceluiași obiect sau nu.

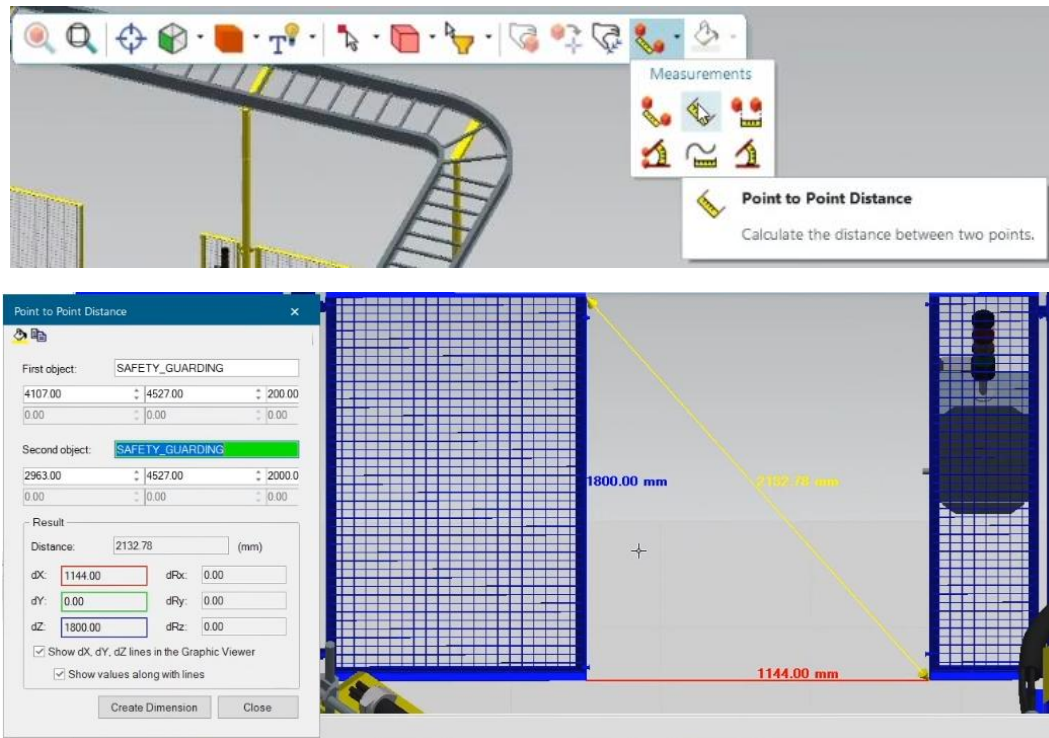


Figura 4.45. Comenzi pentru măsurarea distanței între 2 puncte selectate

Linear Distance (Distanță Liniară): Calculează distanța liniară dintre două componente, entități geometrice, muchii sau fețe selectate.

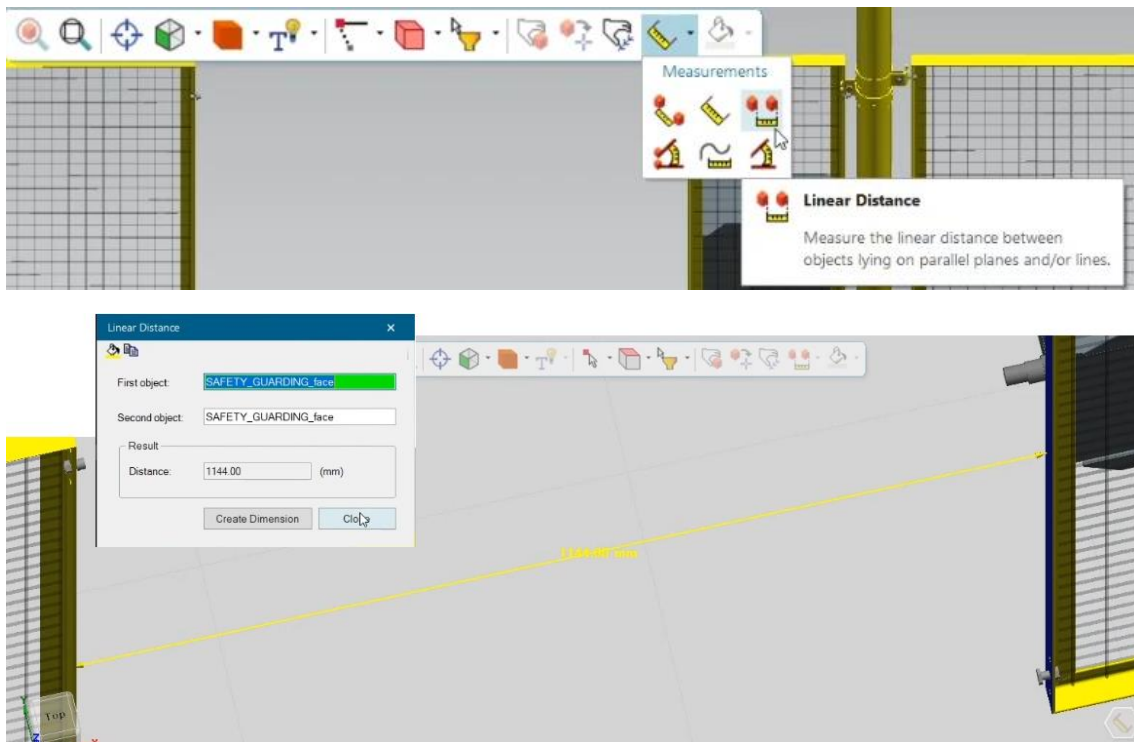


Figura 4.46. Comenzi pentru măsurarea distanței între 2 elemente paralele

Angular Measurement (Măsurare Unghiulară): Determină unghiul dintre două componente, entități geometrice, muchii sau fețe selectate.

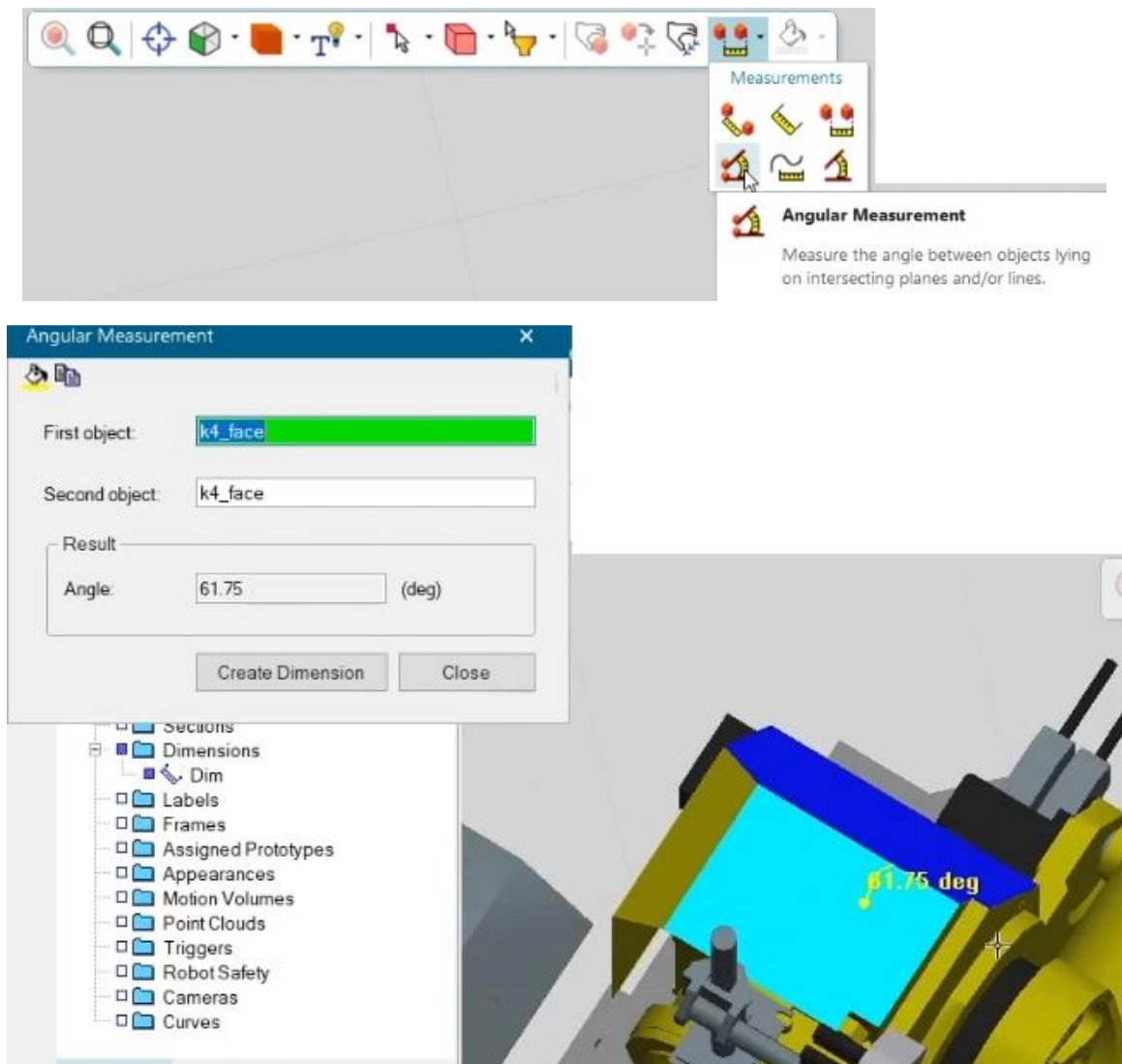


Figura 4.47. Comenzi pentru măsurarea unghiului dintre 2 elemente selectate

Curve Length (Lungimea Curbei): Calculează lungimea unei curbe create în cadrul simulării.



Figura 4.48. Comenzi pentru măsurarea lungimii curbei selectate

Angle by 3 Points (Unghi prin 3 Puncte): Măsoară unghiul format de trei puncte selectate în mod arbitrar, oferind o alternativă flexibilă la măsurarea unghiulară standard.

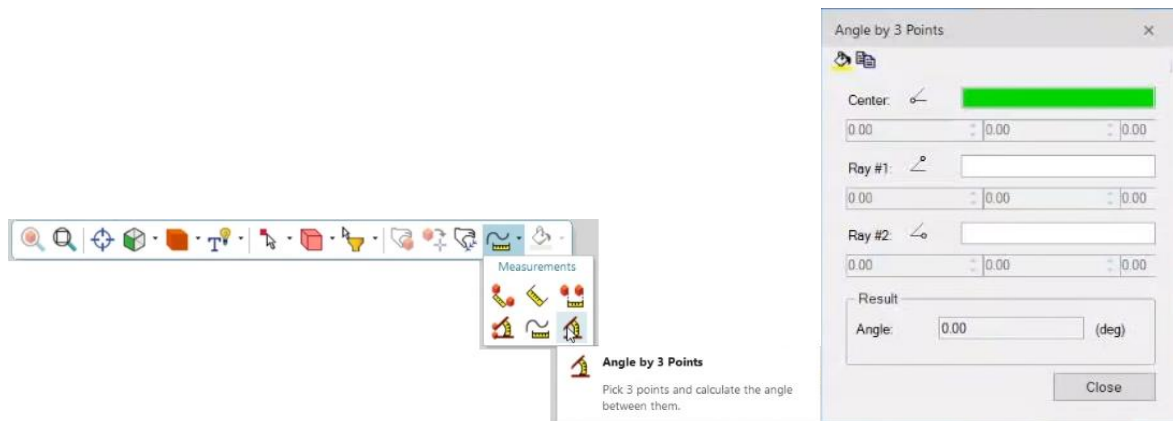


Figura 4.49. Comenzi pentru măsurarea unghiului dat prin 3 puncte selectate

4.4.2. Crearea Dimensiunilor Permanente

Toate măsurătorile, cu excepția "**Angle by 3 Points**," pot fi transformate în dimensiuni permanente prin intermediul butonului "**Create Dimension**." Dimensiunile adaugă măsurători persistente în fereastra grafică 3D și sunt stocate în categoria "**Dimensions**" din "**Object Tree**."

Este important de menționat că măsurătorile sunt afișate temporar doar în fereastra de dialog, în timp ce dimensiunile create rămân vizibile în mod permanent în cadrul simulării.

5. SISTEME DE COORDONATE ÎN PROCESS SIMULATE

5.1. Introducere în Sistemele de Coordonate (Frames)

În contextul programării și simulării proceselor industriale, sistemele de coordonate joacă un rol fundamental în definirea și manipularea elementelor din mediul virtual. Acestea reprezintă cadrul de referință esențial pentru modelarea și poziționarea precisă a componentelor, traiectoriilor și deplasărilor în spațiul de lucru al aplicației.

Structura și caracteristici

În majoritatea aplicațiilor de simulare, inclusiv Process Simulate, se utilizează sisteme de coordonate carteziene ortogonale. Acestea sunt definite prin trei axe perpendiculare între ele:

- **Axa X:** Reprezentată convențional prin culoarea roșie.
- **Axa Y:** Reprezentată convențional prin culoarea verde.
- **Axa Z:** Reprezentată convențional prin culoarea albastră.

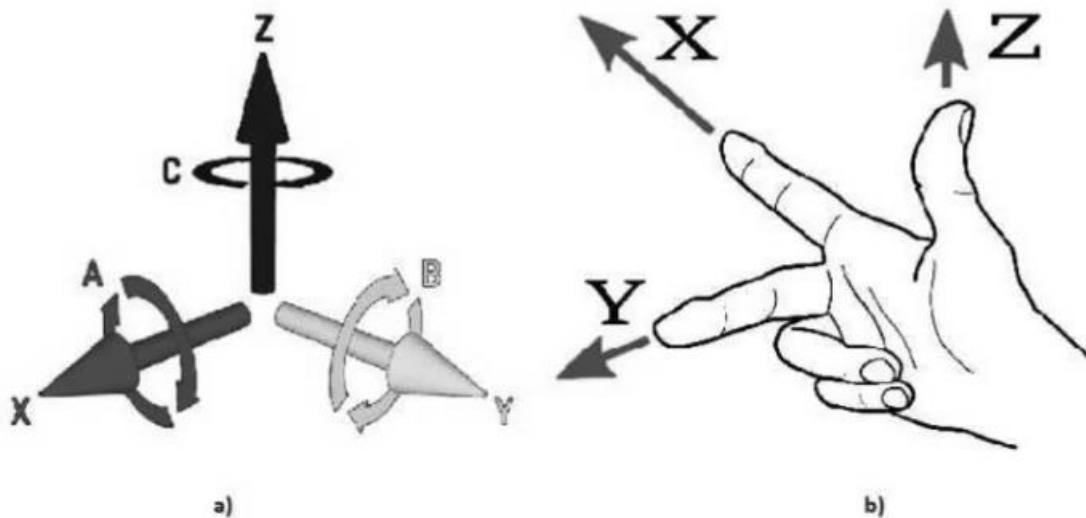


Figura 5.1. Orientarea axelor conform regulii mâinii drepte

Sursa: internet

Orientarea acestor axe respectă regula mâinii drepte, o convenție universală în matematică și fizică pentru a stabili un sistem de coordonate tridimensional.

Importanța în modelare și simulare

Fiecare element din mediul virtual al aplicației are asociat un sistem de coordonate propriu, care determină în mod unic poziția și orientarea sa în spațiu. Această asociere permite manipularea precisă a elementelor, definirea relațiilor spațiale dintre acestea și simularea mișcărilor și interacțiunilor într-un mod realist și coerent.

Rolul în Process Simulate

În Process Simulate, sistemele de coordonate sunt denumite "**frames**." Aceste frames-uri pot fi - fie subordonate altor elemente, caz în care poziția și orientarea lor se modifică odată cu elementul părinte, fie pot fi independente, reprezentând puncte de referință fixe în spațiul de lucru.

5.2.Sisteme de Coordonate în Process Simulate

În mediul Process Simulate, sistemele de coordonate tridimensionale sunt denumite "**Frames**." Acestea reprezintă elemente fundamentale în definirea și gestionarea poziției și orientării componentelor din cadrul simulării. Frames pot fi vizualizate și organizate în structura ierarhică a arborelui de obiecte ("**Object Tree**").

Tipuri de Frames

Există două categorii principale de **frames** în Process Simulate:

- **Frames subordonate:** aceste frames-uri sunt atașate altor elemente din simulare, cum ar fi componente sau resurse. Poziția și orientarea lor sunt relative la elementul părinte și se modifică odată cu acesta.
- **Frames independente:** aceste frames-uri există independent de alte elemente și sunt listate în categoria "**Frames**" din "**Object Tree**." Ele servesc drept puncte de referință fixe în spațiul de lucru al simulării.

Funcțiile Frames în Process Simulate

Frames-urile îndeplinesc o varietate de roluri în cadrul simulărilor Process Simulate:

- **Sisteme de referință:** frames-urile pot fi utilizate ca sisteme de referință pentru a defini poziția și orientarea altor elemente în raport cu acestea.
- **Definirea poziției și orientării:** fiecare element din simulare are un frame asociat care îi definește poziția și orientarea în spațiul de lucru.
- **Locații de atașare:** frames-urile pot fi utilizate pentru a specifica punctele de conectare sau atașare între diferite componente ale simulării.
- **Definirea traiectoriei robotului:** în aplicațiile robotizate, frames-urile sunt utilizate pentru a defini punctele de referință și traiectoriile pe care roboții le urmează în timpul operațiunilor.
- **Definirea elementelor de fabricație:** frames-urile pot fi utilizate pentru a specifica locațiile exacte ale elementelor de fabricație, cum ar fi punctele de sudură.

Exemple de Sisteme de Coordonate

- **Sistemul global de coordonate:** acesta este cadrul de referință principal al aplicației, la care sunt raportate toate celelalte elemente.
- **Sistemul de coordonate al bazei robotului:** fiecare robot din simulare are un frame atașat bazei sale, care definește poziția și orientarea robotului în spațiu.
- **Sistemul de coordonate al flanșei robotului:** acest frame este atașat la flanșa robotului și este utilizat pentru a defini poziția și orientarea efectorului final (tool-ului) robotului.

Introducerea Frames-urilor în Simulare

Sistemele de coordonate pot fi introduse în structura aplicației în două moduri:

- **Odată cu elementele inserate:** unele elemente, precum roboții, vin cu frames-uri predefinite atașate acestora.

- **Creare de către utilizator:** utilizatorii pot crea frames-uri personalizate în funcție de necesitățile specifice ale simulării.

5.3. Crearea de Sisteme de Coordonate în Process Simulate

Process Simulate oferă utilizatorilor posibilitatea de a crea și personaliza sisteme de coordonate, denumite "**frames**," pentru a facilita modelarea și simularea precisă a proceselor industriale. Această funcționalitate este accesibilă prin intermediul opțiunii "**Create Frame**" din meniul "**Modeling**."

Opțiuni de creare a sistemelor de coordonate (Frames)

Există patru metode principale de creare a sistemelor de coordonate în Process Simulate:

a) Crearea unui sistem de coordonate prin specificarea a șase valori

Această metodă, considerată standard în definirea frames-urilor, presupune introducerea manuală a șase valori numerice în caseta de dialog corespunzătoare. Primele trei valori reprezintă coordonatele X, Y și Z ale originii frame-ului, stabilind astfel poziția sa în spațiul tridimensional. Următoarele trei valori definesc unghiurile de rotație în jurul axelor X, Y și Z, determinând orientarea frame-ului în raport cu sistemul de coordonate de referință ales.

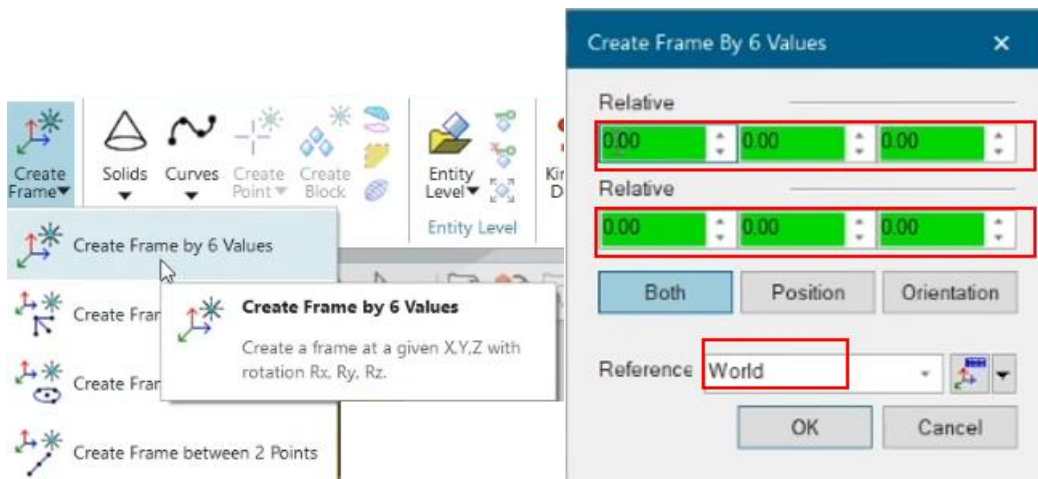


Figura 5.2. Crearea sistemelor de coordonate prin specificarea a 6 valori

Odată configurat, noul frame va fi afișat în categoria "**Frames**" din "**Object Tree**," respectând cu precizie poziția și orientarea specificate în caseta de dialog.

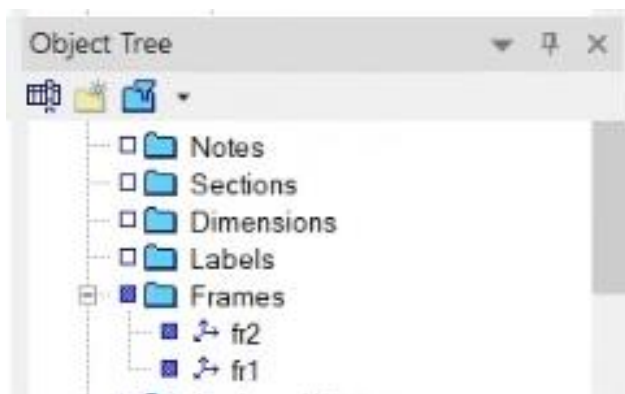


Figura 5.3. Afișarea noului sistem de coordonate în categoria **Frames**

Pictograma "Create Frame of Reference"

În anumite situații, cum ar fi selectarea unui sistem de coordonate de referință pentru un nou **frame**, utilizatorul va observa pictograma "Create Frame of Reference." Aceasta oferă opțiuni pentru a alege sistemul de coordonate de referință, care poate fi fie sistemul global de coordonate ("**World**"), fie un alt frame existent în simulare. Frame-ul nou creat va fi automat poziționat în raport cu sistemul de referință selectat și va servi drept bază pentru crearea și poziționarea altor elemente.

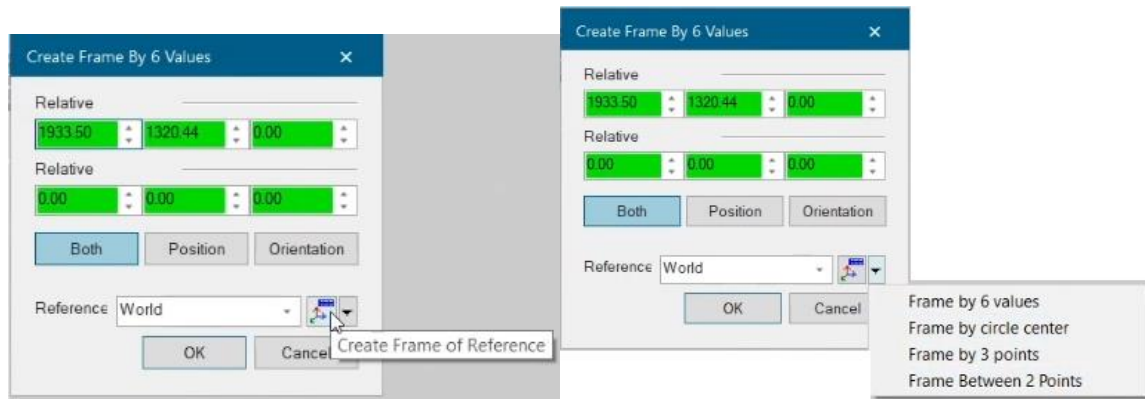


Figura 5.4. Poziționarea noului sistem de coordonate în raport cu sistemul de referință selectat

Working Frame: Sistem de Coordonate Personalizat:

"**Working Frame**" reprezintă un sistem de coordonate definit de utilizator, care servește ca referință personalizată în timpul lucrului cu o aplicație sau un studiu.

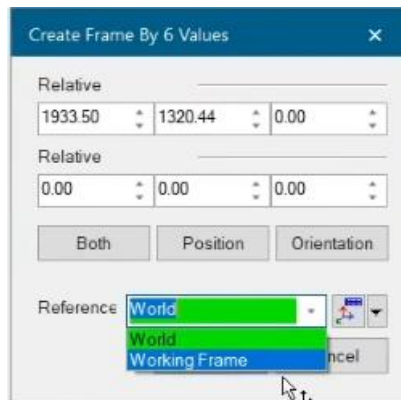


Figura 5.5. Crearea sistemului de coordonate definit de utilizator

Acesta poate fi configurat prin intermediul comenzii "Set working frame" din grupul de comenzi "Scope" din tab-ul "Modeling".

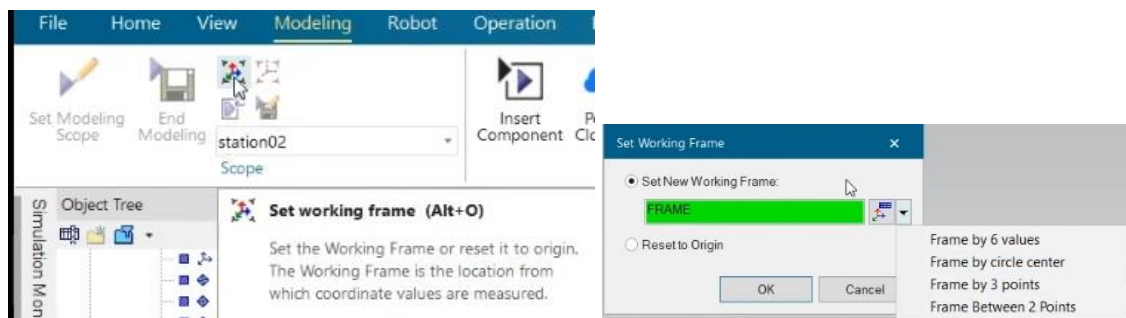


Figura 5.6. Configurarea sistemului de coordonate definit de utilizator

Deși "**Working Frame**" oferă flexibilitate în definirea unui sistem de referință adaptat nevoilor utilizatorului, este important de menționat că într-un studiu poate exista un singur "**Working Frame**" activ la un moment dat. Orice modificare sau creare a unui nou "**Working Frame**" va suprascrie cel anterior.

În mod implicit, "**Working Frame**" coincide cu sistemul de coordonate global al aplicației ("**World Frame**"). Utilizatorul poate reseta oricând "**Working Frame**" la originea sa inițială, restabilind astfel corespondența cu "**World Frame**."

b) Crearea unui sistem de coordonate prin selectarea a trei puncte (Create Frame by 3 points):

Această metodă intuitivă de creare a unui sistem de coordonate în Process Simulate permite definirea acestuia prin selectarea directă a trei puncte în spațiul de lucru 3D. Fiecare punct are un rol specific în determinarea poziției și orientării frame-ului:

- **Primul punct:** Definește originea sistemului de coordonate, reprezentând punctul de intersecție al celor trei axe (X, Y și Z).
- **Al doilea punct:** Stabilește direcția și sensul axei X. Sensul pozitiv al axei X este orientat dinspre primul punct (originea) către al doilea punct selectat.
- **Al treilea punct:** Definește planul XY al sistemului de coordonate, determinând astfel poziția axei Y.

Axa Z este determinată automat, respectând regula mâinii drepte, pentru a asigura ortogonalitatea sistemului de coordonate.

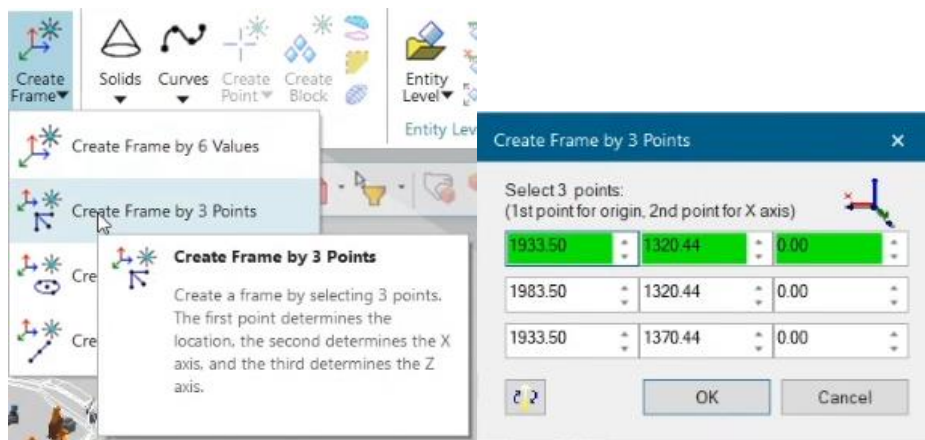


Figura 5.7. Crearea unui Frame prin selectarea a trei puncte

Funcția "Flip Frame":

După crearea unui sistem de coordonate prin selectarea a trei puncte, utilizatorul poate utiliza butonul **"Flip Frame"** pentru a roti automat frame-ul cu 180 de grade în jurul axei X. Această funcție poate fi utilă în anumite situații pentru a ajusta orientarea frame-ului în funcție de cerințele specifice ale simulării.

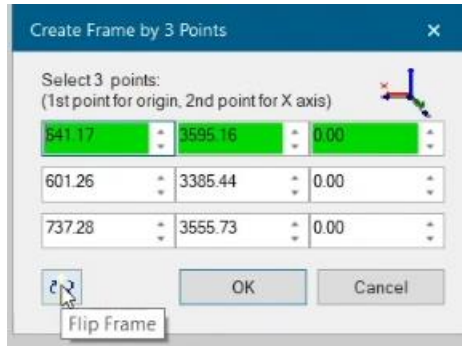


Figura 5.8. Rotirea automată a frame-ului cu 180 de grade în jurul axei X

c) Crearea unui sistem de coordonate în centrul unui cerc (Create Frame at Circle Center):

Această metodă de creare a unui sistem de coordonate în Process Simulate este utilă atunci când se dorește alinierea originii frame-ului cu centrul unui cerc existent în modelul 3D. Pentru a utiliza această funcționalitate, utilizatorul trebuie să specifice trei puncte distincte situate pe circumferința cercului. Process Simulate va calcula automat centrul cercului pe baza acestor trei puncte și va poziționa originea noului frame în acest punct. Orientarea axelor frame-ului poate fi ajustată ulterior, dacă este necesar, prin utilizarea funcțiilor de rotație și translație disponibile în software.

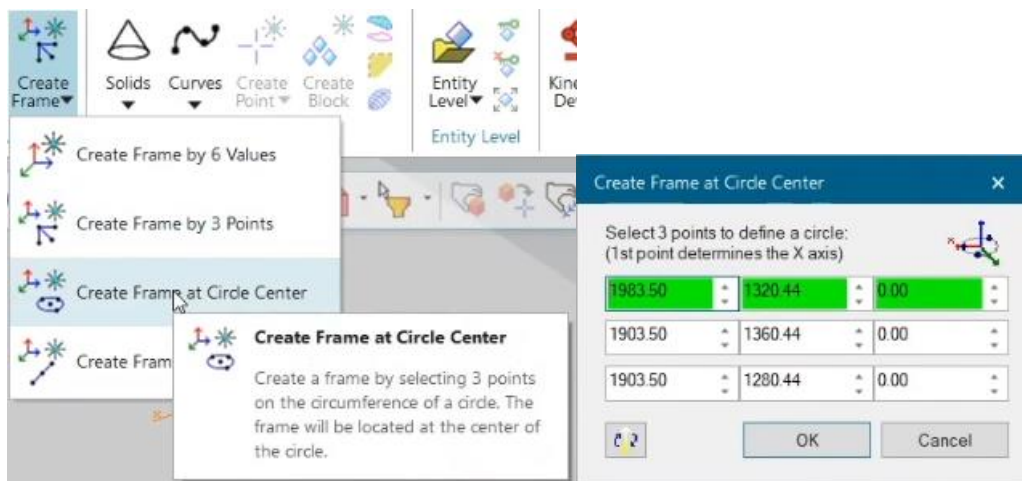


Figura 5.9. Crearea unui sistem de coordonate în centrul unui cerc

d) Crearea unui sistem de coordonate între două puncte (Create Frame between 2 Points):

Această metodă de creare a unui frame în Process Simulate este utilă atunci când se dorește alinierea axei X a frame-ului cu un segment de dreaptă definit de două puncte selectate în spațiul de lucru.

Procedura

- **Selectarea punctelor:** Utilizatorul selectează două puncte distincte în mediul 3D.
- **Definirea axa X:** Axa X a noului frame va coincide automat cu segmentul de dreaptă determinat de cele două puncte selectate, cu sensul pozitiv orientat dinspre primul punct către al doilea.
- **Poziționarea originii:** Originea frame-ului va fi plasată pe segmentul de dreaptă, la o distanță procentuală față de primul punct. În mod implicit, această distanță este setată la 50%, plasând originea la mijlocul segmentului.
- **Ajustarea procentuală:** Utilizatorul poate ajusta manual procentul pentru a modifica poziția originii de-a lungul segmentului. De exemplu, un procent de 30% va plasa originea la 30% din lungimea segmentului, măsurată dinspre primul punct.

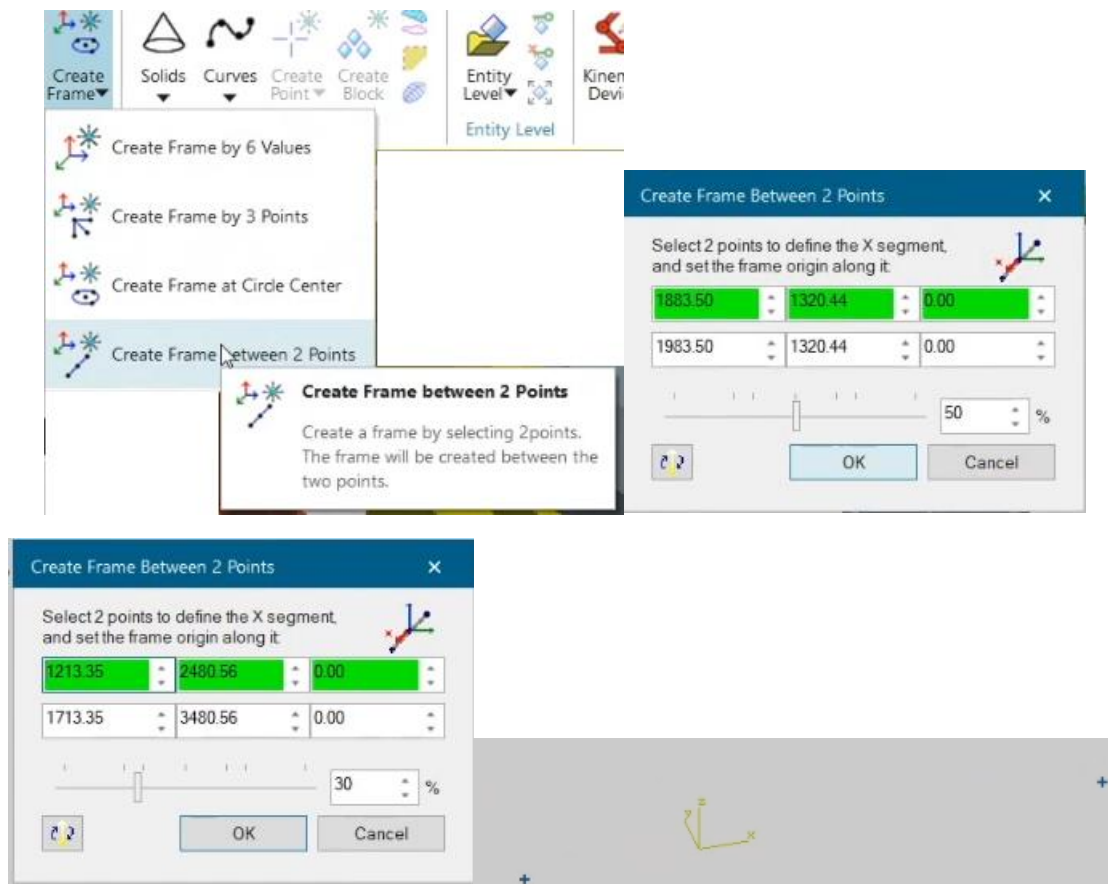


Figura 5.10. Crearea unui sistem de coordonate în centrul unui cerc

Avantaje

Această metodă oferă o modalitate rapidă și precisă de a crea un frame aliniat la un segment de dreaptă preexistent în modelul 3D. Prin ajustarea procentului, utilizatorul poate controla cu ușurință poziția originii frame-ului pe segmentul respectiv, adaptând-o la cerințele specifice ale simulării.

6. MANIPULAREA COMPONENTELOR ÎN PROCESS SIMULATE

6.1. Inserarea componentelor

Înainte de a începe inserarea componentelor, este necesară crearea unui nou studiu în Process Simulate. Acest mediu de lucru virtual permite gestionarea și simularea diverselor procese industriale, iar componentele reprezintă elementele fundamentale ale acestor simulări.

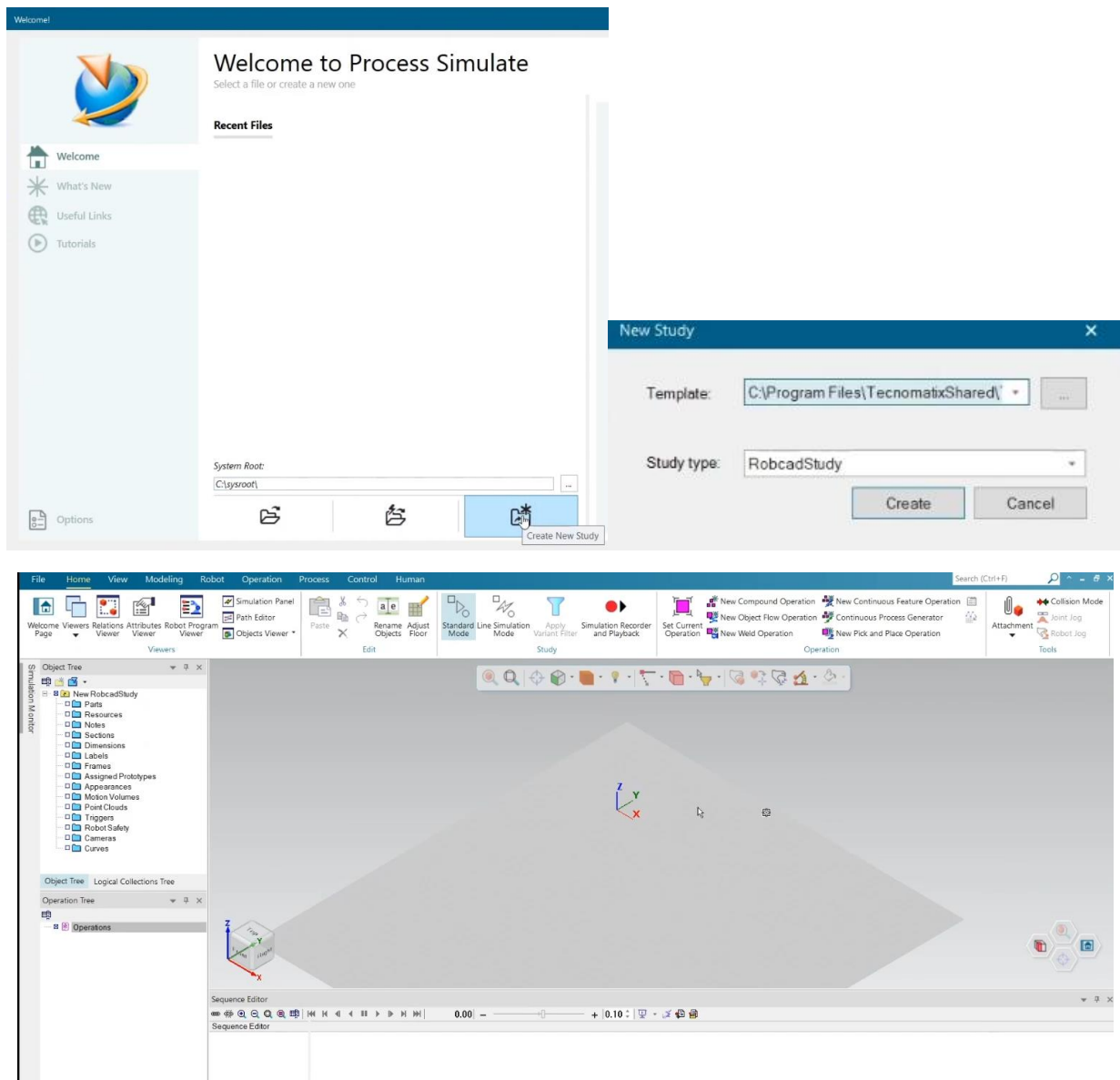


Figura 6.1. Crearea unui nou studiu

Odată ce studiul a fost creat, inserarea componentelor se realizează prin intermediul comenzii **Insert Component** din bara de instrumente **Modeling**. Fiecare componentă inserată în mediul

Process Simulate este poziționată inițial în concordanță cu sistemul de coordonate al aplicației și își păstrează propriul sistem de coordonate local.

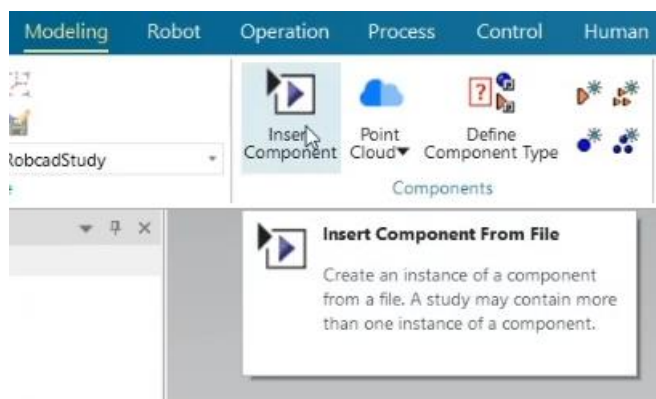


Figura 6.2. Inserarea componentelor în noul studiu creat

În cazul în care apar dificultăți la importul unei componente din cauza lipsei unui tip definit, se poate utiliza comanda **Define Component Type**. Aceasta permite selectarea folderului în care se află componenta și atribuirea unui tip specific. Definirea tipurilor de componente este importantă, deoarece acestea sunt ulterior utilizate pentru a organiza și clasifica componentele în arborele **Object Tree**.

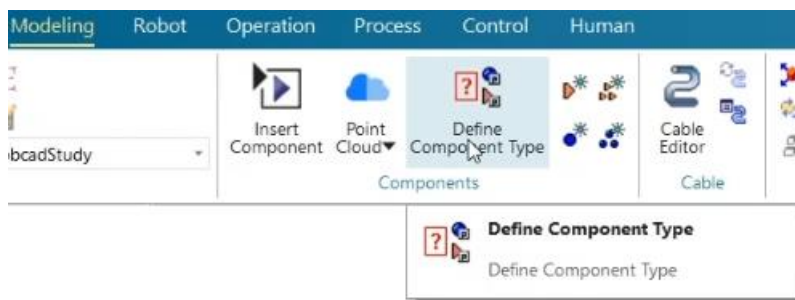


Figura 6.3. Utilizarea comenzii Define Component Type

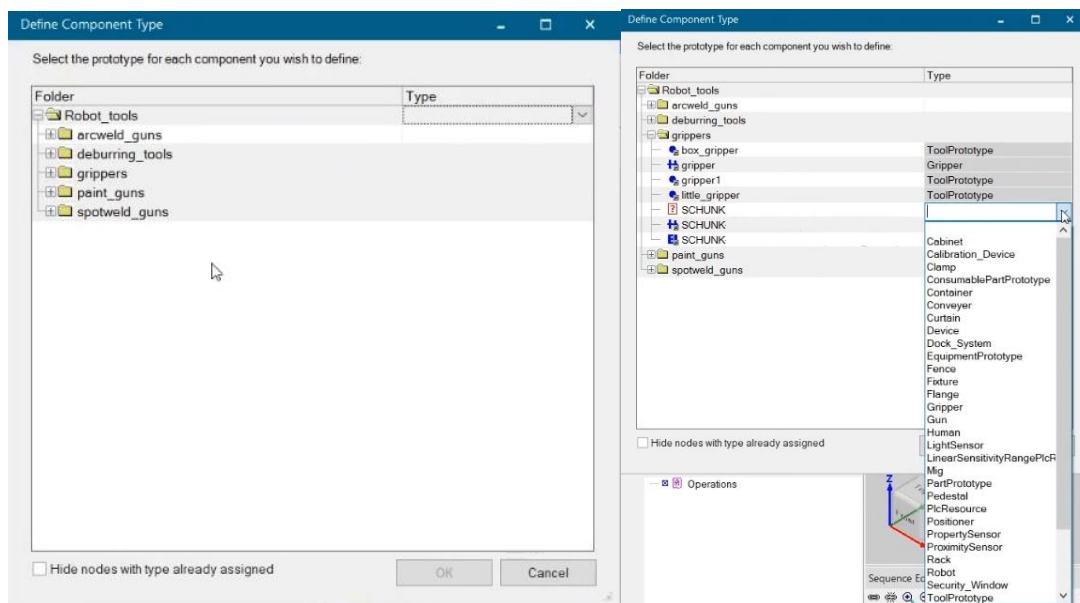


Figura 6.4. Definirea tipurilor de componente

În Process Simulate, fiecare componentă inserată este reprezentată vizual printr-o iconiță în arborele **Object Tree**. Componentele cărora li s-a atribuit un tip specific vor afișa o iconiță distinctă,

relevantă pentru categoria din care fac parte. În schimb, componentele fără un tip definit vor fi marcate cu o iconiță generică, sub forma unui semn de întrebare încadrat într-un chenar.

Pentru a atribui un tip unei componente nedefinite, se utilizează funcționalitatea **Define Component Type**. Aceasta permite selectarea folderului în care este stocată componenta și alegerea tipului corespunzător dintr-o listă predefinită. De exemplu, dacă componenta reprezintă un dispozitiv de prindere, i se poate atribui tipul "Gripper". Odată ce tipul este definit, componenta poate fi importată și inserată în aplicație, iar iconița sa se va actualiza în mod corespunzător.

Este important de menționat că definirea tipurilor de componente nu este doar o chestiune de organizare vizuală. Această etapă este esențială pentru funcționarea corectă a Process Simulate, deoarece tipurile de componente sunt utilizate pentru a clasifica și gestiona componentele în mod eficient. De exemplu, după alocarea tipurilor, Process Simulate va plasa automat componentele în categoriile corespunzătoare din arborele **Object Tree**. Un robot, de exemplu, va fi clasificat ca o resursă și va fi plasat în categoria **Resources**.

Observație: Toate modificările și operațiunile efectuate în cadrul unui studiu Process Simulate sunt localizate în system root-ul specific al studiului respectiv. Aceasta înseamnă că modificările aduse unui studiu nu vor afecta alte studii existente.

6.2. Modificarea poziției și orientării componentelor

După cum se ilustrează în figura alăturată, robotul inserat în mediul virtual de lucru Process Simulate este inițial poziționat astfel încât sistemul său de coordonate de origine coincide cu sistemul de coordonate global al aplicației. Această configurație implicită plasează originea sistemului de coordonate al robotului în centrul bazei acestuia.

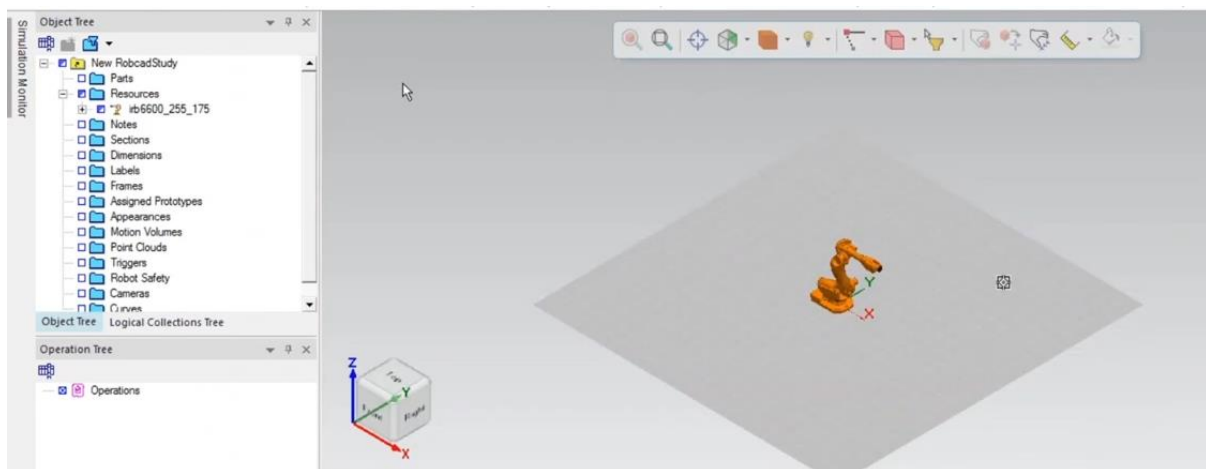


Figura 6.5. Poziționarea inițială a robotului

Cu toate acestea, în majoritatea scenariilor de simulare, este necesară ajustarea poziției și orientării robotului pentru a reflecta cu acuratețe configurația reală a celulei de lucru sau pentru a optimiza fluxul de lucru simulat. Process Simulate oferă două metode principale pentru a realiza acest lucru:

- **Placement Manipulator:** Această unealtă interactivă permite manipularea directă a robotului în spațiul de lucru, prin translații și rotații în jurul axelor sistemului său de coordonate.
- **Relocate:** Această comandă oferă o abordare mai precisă, permițând re poziționarea robotului prin specificarea coordonatelor absolute sau relative ale noului său punct de origine și a orientării dorite.

Ambele metode oferă un nivel ridicat de control asupra poziționării și orientării robotului, permițând utilizatorilor să ajusteze cu precizie configurația acestuia în cadrul simulării. Alegerea metodei potrivite depinde de preferințele utilizatorului și de complexitatea operațiunilor de re poziționare necesare.

6.2.1. Manipularea poziției și orientării componentelor cu Placement Manipulator

Comanda **Placement Manipulator** din Process Simulate oferă o modalitate interactivă și precisă de a ajusta poziția și orientarea componentelor în spațiul de lucru virtual. Această unealtă prezintă o fereastră de dialog cu multiple funcționalități, printre care se numără și opțiunile de translație și rotație relativă a componentei selectate.

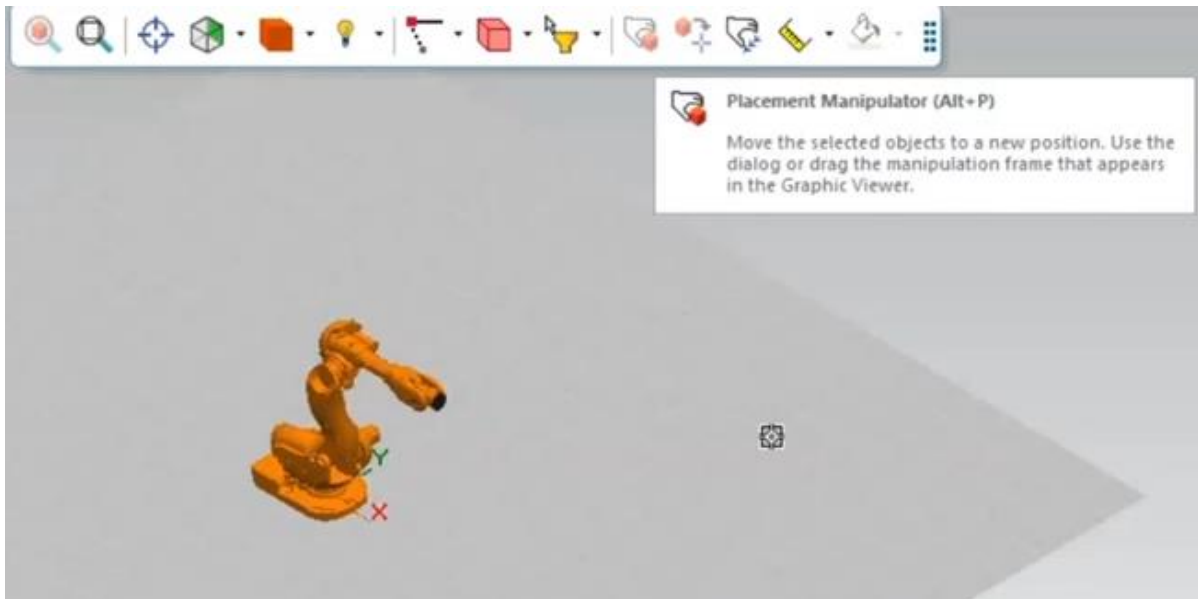


Figura 6.6. Manipularea poziției și orientării componentelor cu Placement Manipulator

Funcționalitatea de translație permite deplasarea componentei de-a lungul axelor sistemului de coordonate. În fereastra de dialog **Placement Manipulator**, se poate selecta axa dorită (X, Y sau Z) și utiliza butoanele cu săgeți pentru a deplasa componenta în sens pozitiv sau negativ pe axa respectivă. Mărimea fiecărui pas de translație este determinată de valoarea specificată în câmpul **Step Size**. De exemplu, dacă setați **Step Size** la 100 mm, fiecare apăsare a butonului săgeată va deplasa componenta cu 100 mm de-a lungul axei selectate.

Varianta restrânsă a ferestrei de dialog:

Pentru operațiuni simple de re poziționare, Process Simulate oferă o variantă restrânsă a ferestrei de dialog **Placement Manipulator**. Această variantă include doar opțiunile de translație și rotație relativă, fiind utilă pentru ajustări rapide și intuitive ale poziției și orientării componentelor.

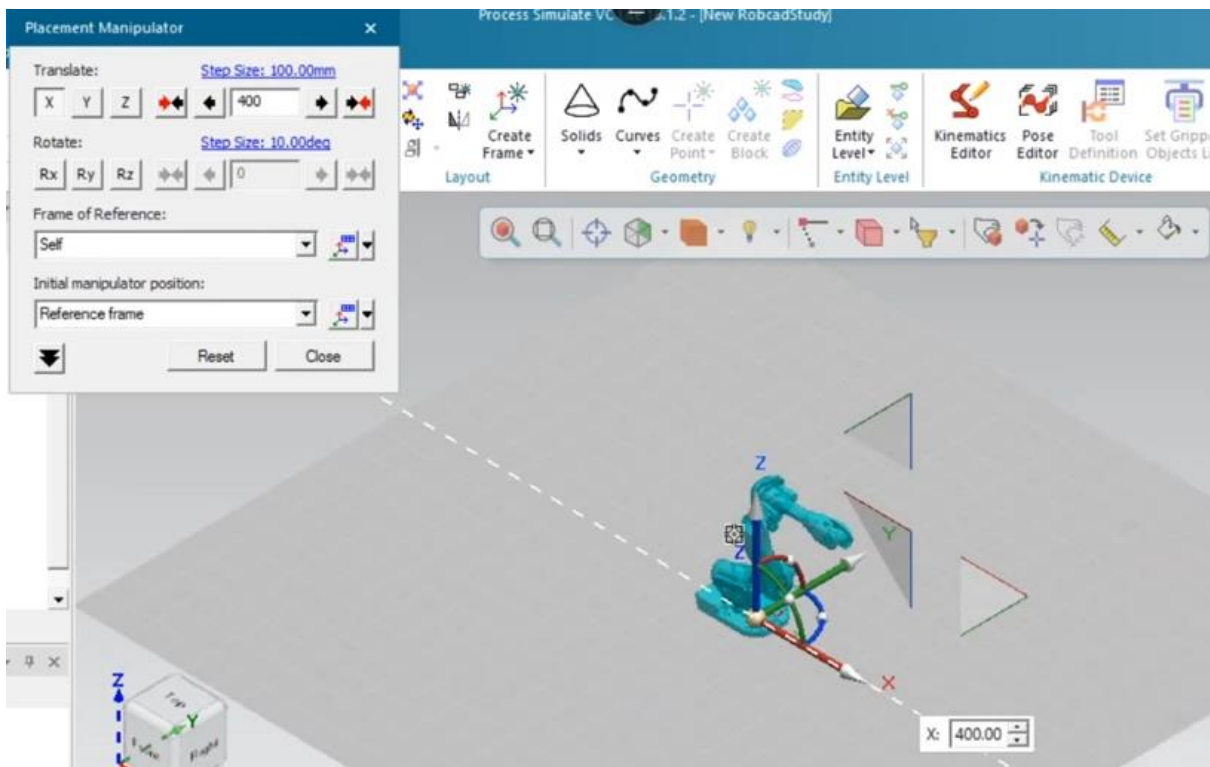
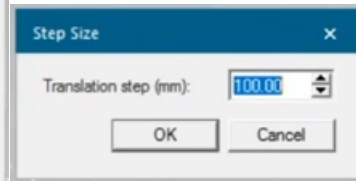
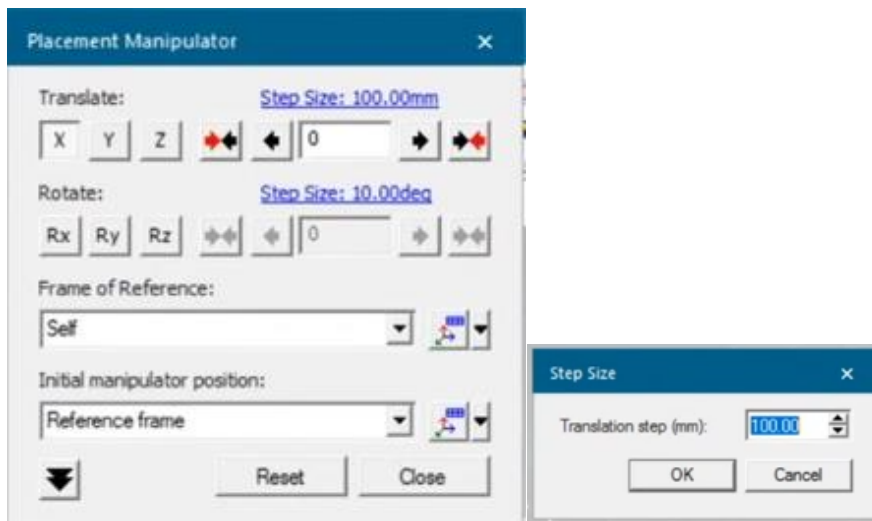


Figura 6.7. Varianta restrânsă a ferestrei de dialog Place Manipulator cu opțiunile de modificare relativă a poziției și orientării raportată la poziția inițială a obiectului

Atât în varianta extinsă, cât și în cea restrânsă a ferestrei de dialog, se poate utiliza câmpul **Frame of Reference** pentru a specifica sistemul de coordonate în raport cu care se efectuează modificările.

Rotația

Funcționalitatea de rotație din cadrul comenzii **Placement Manipulator** permite rotirea componentei selectate în jurul unei axe specifice a sistemului de coordonate. Pentru a iniția o rotație, utilizatorul selectează axa dorită (Rx, Ry sau Rz) și utilizează butoanele cu săgeți pentru a controla direcția și magnitudinea rotației. Fiecare apăsare a butonului săgeată va roti componenta cu un unghi incremental, determinat de valoarea specificată în câmpul **Step Size**. De exemplu, dacă **Step Size** este setat la 10° , trei apăsări consecutive ale butonului săgeată vor produce o rotație totală de 30° în jurul axei selectate.

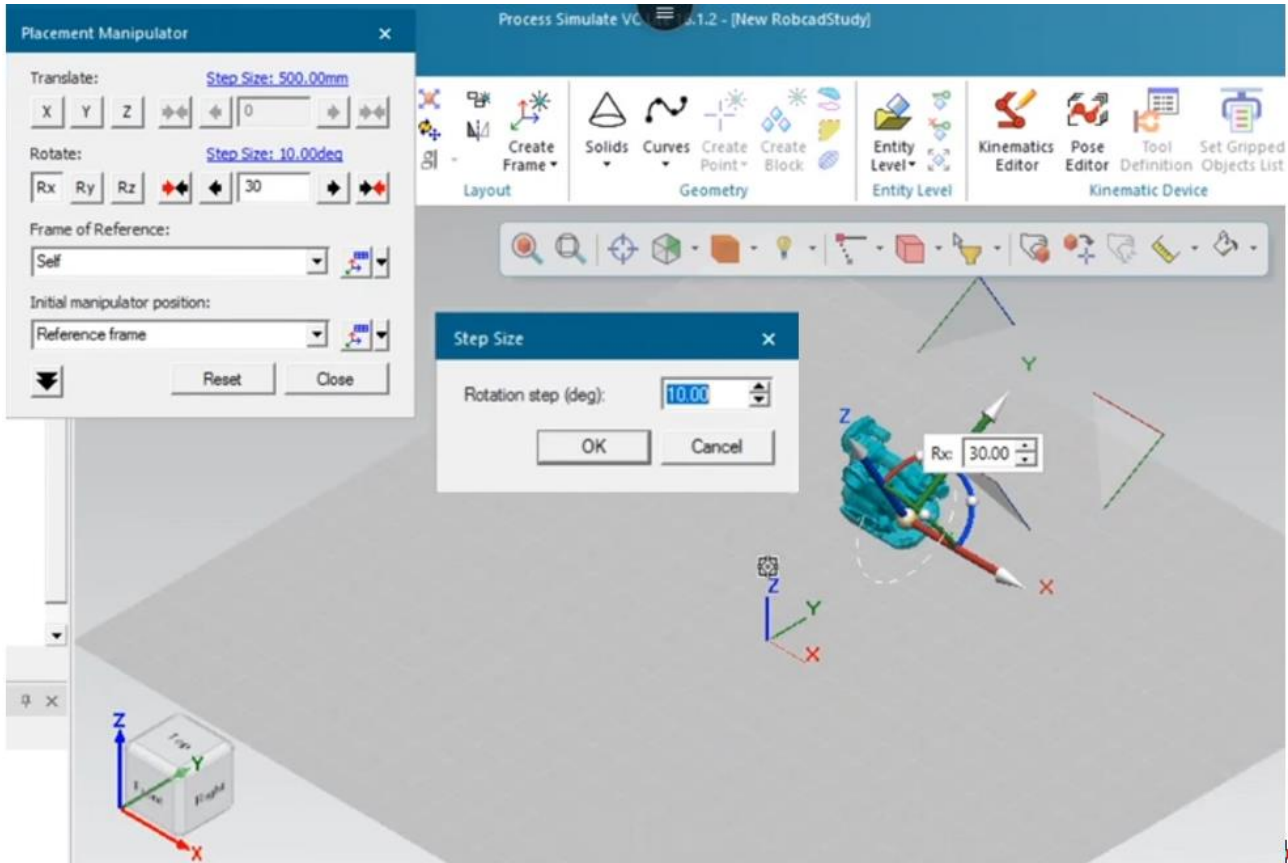


Figura 6.8. Funcționalitatea de rotație din cadrul comenzii Placement Manipulator

Butonul Reset

În cazul în care se dorește anularea modificărilor efectuate asupra poziției sau orientării componentei, se poate utiliza butonul **Reset**. Această acțiune va readuce componenta la poziția și orientarea anterioară deschiderii ferestrei de dialog **Placement Manipulator**.

Frame of Reference

Este important de menționat că toate operațiunile de translație și rotație sunt efectuate în raport cu un sistem de coordonate de referință. Acest sistem de coordonate poate fi selectat în câmpul **Frame of Reference** din fereastra de dialog. În mod implicit, sistemul de coordonate de referință este cel propriu al componentei, însă utilizatorul poate alege și alte sisteme de coordonate disponibile în cadrul simulării.



Figura 6.9. Raportarea operațiunilor la sistemul de coordonate de referință

Initial Manipulator Position și Triada de Manipulare:

Setarea **Initial Manipulator Position** determină poziția inițială a triadei de manipulare, un instrument vizual reprezentat sub forma unui sistem de coordonate tridimensional colorat. Această triadă poate fi utilizată pentru a ajusta poziția și orientarea componentei prin tragerea directă a axelor sau a arcelor de cerc asociate acestora.

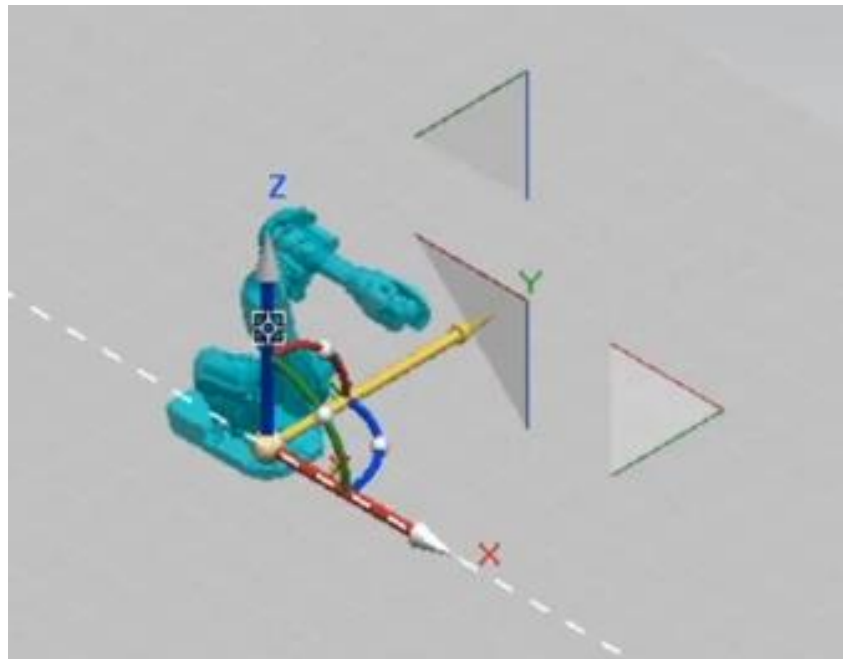


Figura 6.10. Determinarea poziției inițiale a triadei de manipulare folosind setarea Initial Manipulator Position

Introducerea valorilor numerice:

Pentru un control mai precis asupra poziționării, utilizatorul poate introduce direct valorile numerice ale coordonatelor dorite. În funcție de axa selectată (X, Y sau Z), o casetă de dialog va apărea, permițând introducerea valorii corespunzătoare de la tastatură.

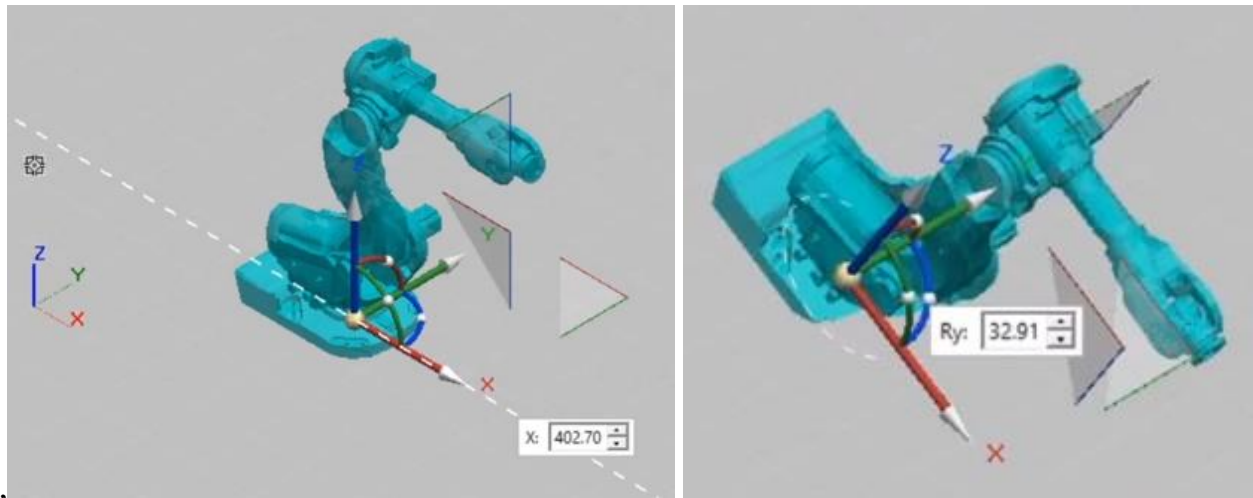


Figura 6.11. Controlul poziționării prin introducerea valorilor numerice

Manipulatorul de Plasare (Placement Manipulator):

Această comandă facilitează ajustarea precisă a poziției și orientării obiectelor selectate în raport cu poziția lor inițială. Fereastra de dialog asociată comenzii oferă două moduri de operare:

1. **Modificare Relativă:** Utilizatorul poate efectua translații și rotații ale obiectului în pași incrementali, definiți prin valoarea **Step Size**. Butoanele cu săgeți permit deplasarea pe axele X, Y sau Z, iar rotirea se realizează prin selectarea axei de rotație și utilizarea butoanelor corespunzătoare. Butonul **Reset** readuce obiectul la poziția anterioară modificării.
2. **Poziționare Absolută:** Utilizatorul poate introduce direct valorile absolute ale coordonatelor X, Y și Z, precum și unghiurile de rotație în jurul axelor X, Y și Z, pentru a poziționa obiectul în mod precis în raport cu un sistem de coordonate de referință specificat (**Original Frame**, **Reference Frame** sau **Working Frame**).

Triada de Manipulare:

O componentă vizuală importantă a ferestrei **Placement Manipulator** este triada de manipulare, un sistem de coordonate colorat care poate fi acționat direct pentru a deplasa sau roti obiectul. Tragerea de fiecare axă a triadei va deplasa obiectul de-a lungul axei respective, iar tragerea pe direcția arcului de cerc va roti obiectul în jurul axei respective.

Secțiunea marcată cu roșu din mijlocul ferestrei de dialog reprezintă zona de poziționare absolută, unde se pot introduce valorile absolute de poziție (3 valori) și de orientare (3 valori) a obiectului.

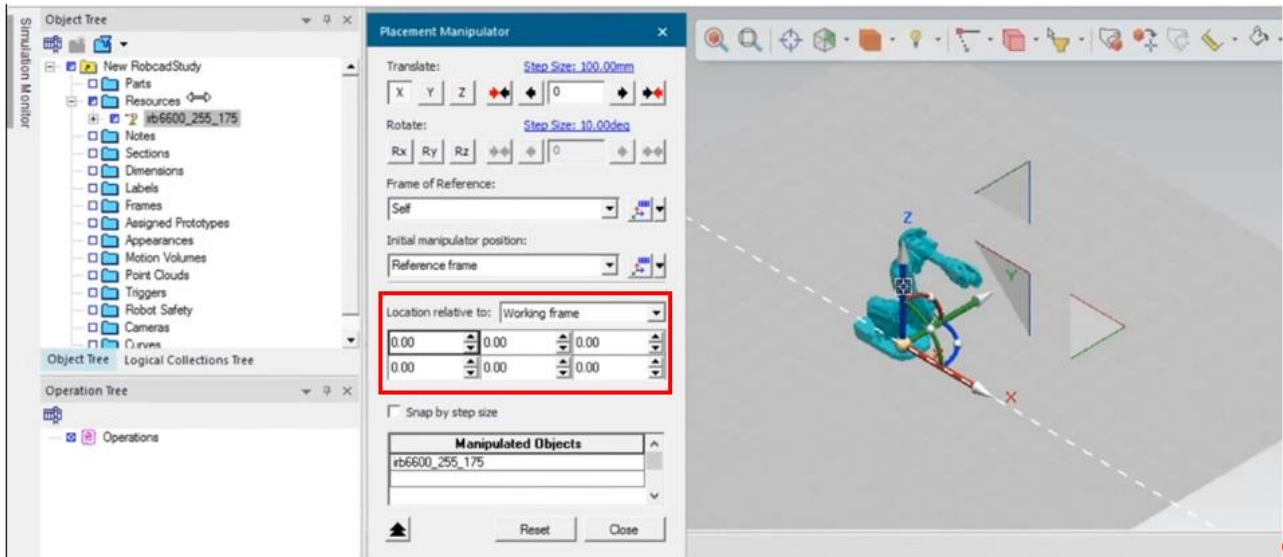


Figura 6.12. Manipulatorul de Plasare

În căsuța aferentă **Location relative to**, se specifică sistemul de coordonate de referință pentru coordonatele absolute introduse:

- **Original frame** reprezintă sistemul de coordonate original, cel în care se afla obiectul la deschiderea ferestrei **Place Manipulator**;
- **Reference frame** reprezintă sistemul de coordonate de referință;
- **Working frame** reprezintă sistemul de coordonate de lucru.

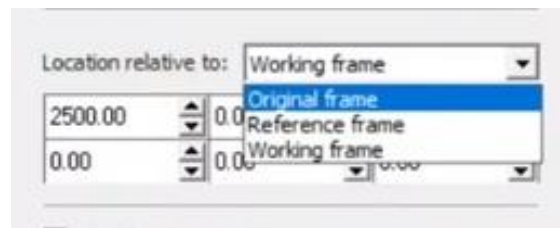


Figura 6.13. Detalierea opțiunii Location relative to

Opțiuni Suplimentare:

Step by Snap Size: Dacă această opțiune este activată, deplasarea și rotirea obiectului se vor realiza în pași incrementali, conform valorilor specificate. Dezactivarea acestei opțiuni permite o mișcare continuă a obiectului.

Lista Obiectelor Manipulate: În partea inferioară a ferestrei **Placement Manipulator** se afișează o listă a obiectelor selectate pentru manipulare.

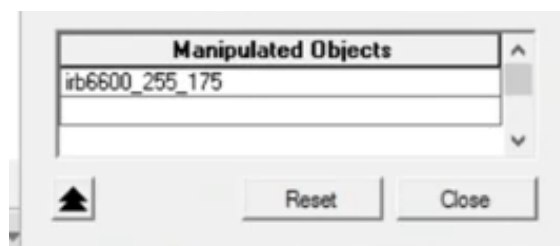


Figura 6.14. Lista Obiectelor Manipulate

6.2.2. Manipularea poziției și orientării componentelor cu Relocate

O alternativă la **Placement Manipulator** este comanda **Relocate**, accesibilă atât din bara de comenzi rapide, cât și din meniul contextual al obiectelor (accesat cu click dreapta pe obiect – fie în scena grafică, fie în **object tree**).

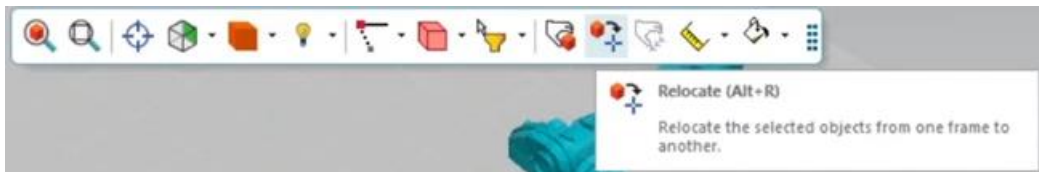


Figura 6.15. Accesarea comenzii Relocate din bara de comenzi rapide

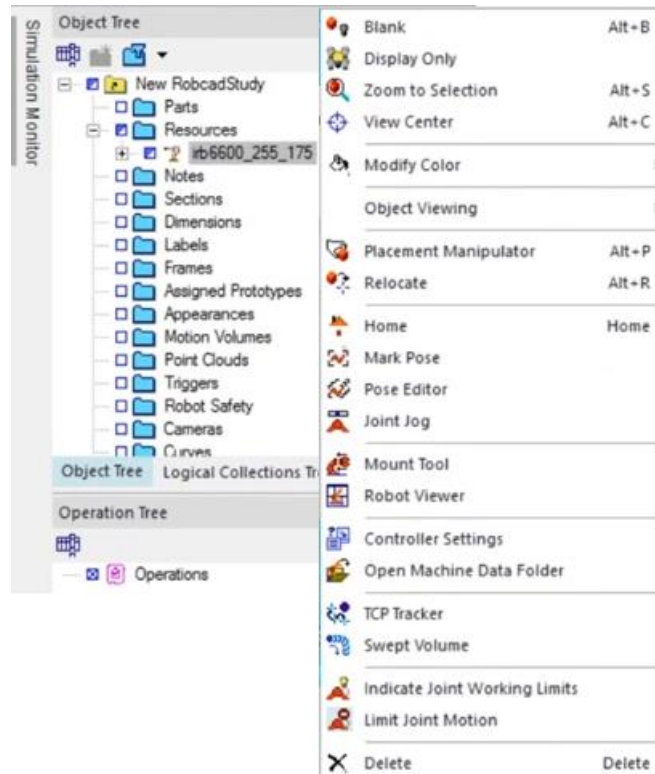


Figura 6.16. Accesarea comenzii Relocate din meniul contextual al fiecărui obiect

Accesând comanda **Relocate**, se va deschide fereastra de dialog care conține lista obiectelor care vor fi repositionate. Această comandă permite repositionarea obiectelor prin specificarea unui sistem de coordonate de origine **From Frame** și a unui sistem de coordonate de destinație **To Frame**. În zona marcată cu culoare roșie se specifică modificarea de poziție și orientare a obiectului.

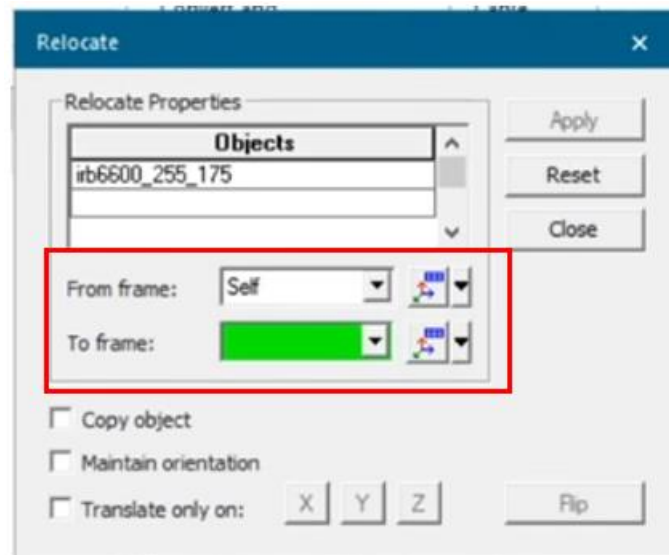


Figura 6.17. Repoziționarea obiectelor prin specificarea sistemelor de coordonate

Funcționalități ale Comenzii Relocate:

- **Previzualizare:** O linie galbenă indică în mod vizual deplasarea preconizată a obiectului.
- **Copiere Obiect:** Opțiunea **Copy object** permite crearea unei copii a obiectului la noua locație, în loc de a-l muta pe cel original.
- **Menținere Orientare:** Opțiunea **Maintain orientation** permite păstrarea orientării inițiale a obiectului în timpul relocării, efectuând doar o translație.
- **Translație pe Axe Specifice:** Opțiunea **Translate only on** permite restricționarea translației la anumite axe.
- **Flip:** Opțiunea **Flip** rotește obiectul cu 180 de grade în jurul axei X.

Ca și exemplu în figurile de mai jos este prezentată repoziționarea robotului marcată cu o linie galbenă într-o previzualizare, care unește poziția actuală – originea sistemului de coordonate cu poziția viitoare – originea sistemului de coordonate de destinație.

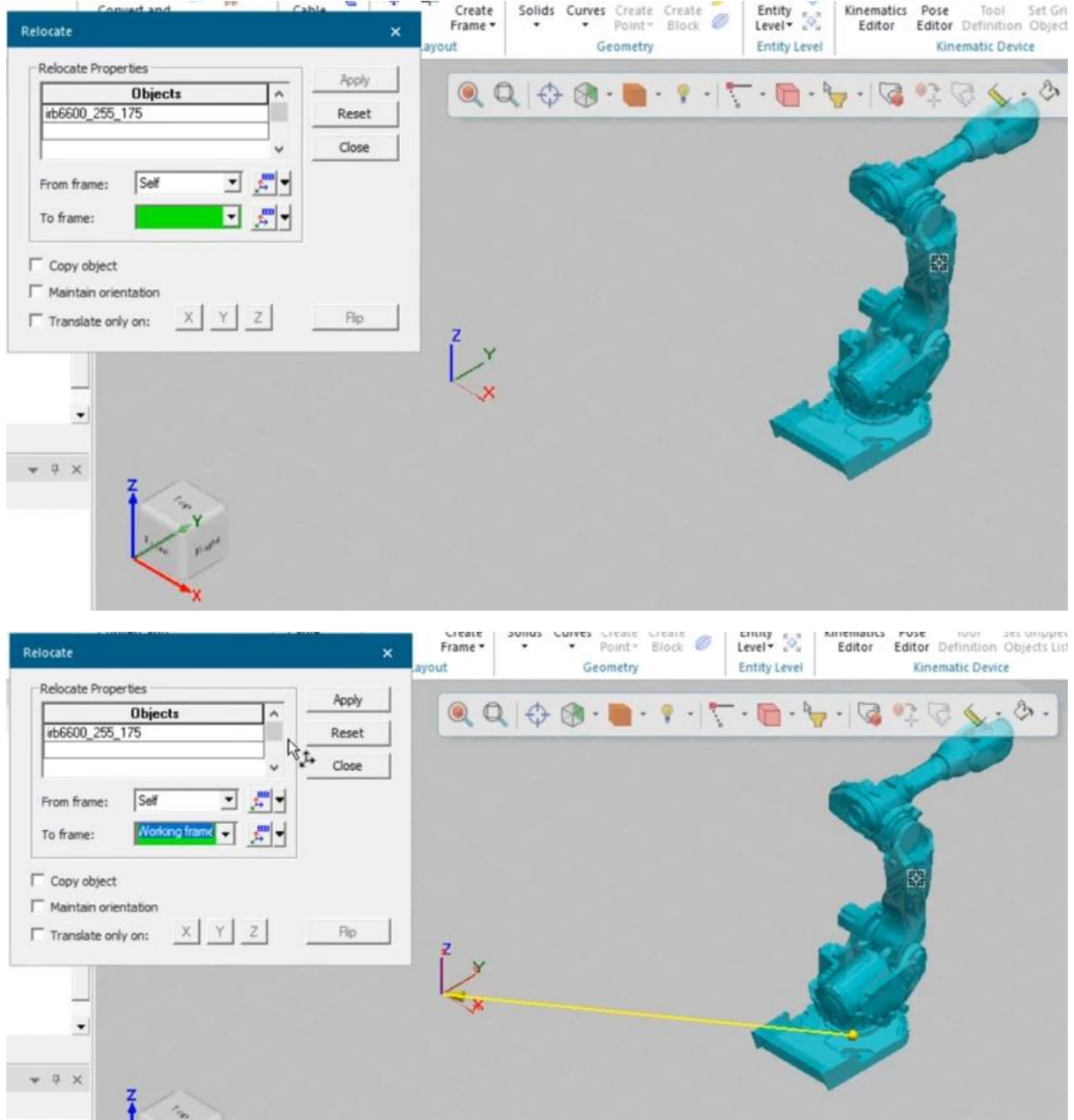


Figura 6.18. Repoziționarea robotului

După activarea butonului **Apply**, robotul va pleca din poziția inițială împreună cu propriul sistem de coordonate de origine (**Self**), în coincidență cu **Working Frame** – care coincide cu sistemul de coordonate al aplicației. Cu **Reset** se revine la starea inițială în care se afla obiectul înainte de deschiderea ferestrei de dialog **Relocate**.

Crearea unui Nou Sistem de Coordonate:

Dacă se dorește mutarea unui obiect într-o locație unde nu există un sistem de coordonate adecvat, se poate crea unul nou direct din fereastra **Relocate**, utilizând opțiunea **Create Frame**.

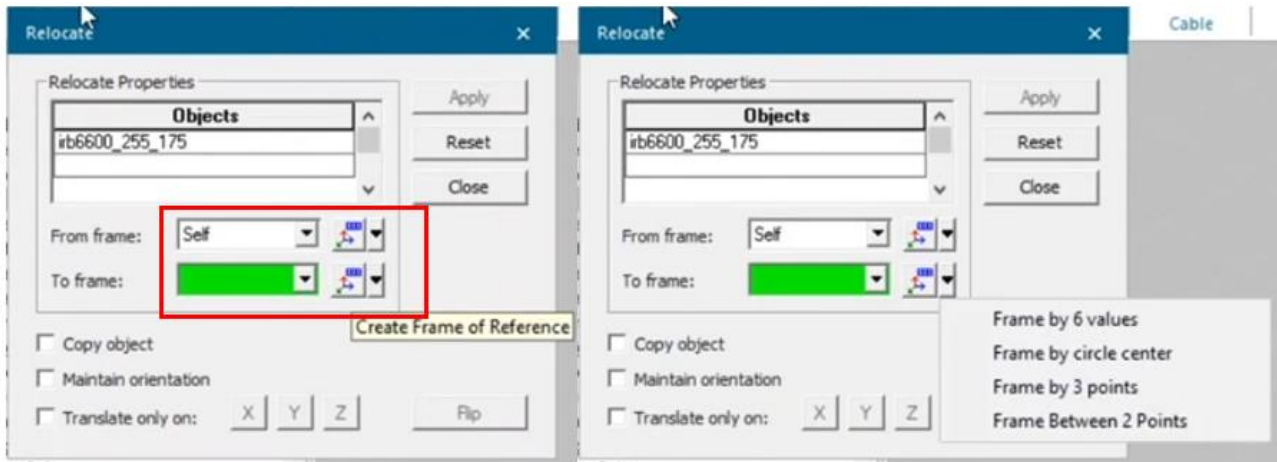


Figura 6.19. Opțiuni pentru mutarea unui obiect într-o locație unde nu există un sistem de coordonate adecvat

Importanța Preciziei în Plasarea Obiectelor:

Poziționarea precisă a obiectelor în Process Simulate este esențială pentru a obține o simulare realistă și relevantă a procesului de fabricație. Utilizarea corectă a sistemelor de coordonate și a comenzilor de plasare asigură că fiecare componentă este amplasată și orientată corect în spațiul de lucru virtual, contribuind astfel la acuratețea și validitatea rezultatelor simulării.

Spre exemplu, dacă se dorește crearea unui sistem de coordonate prin specificarea a 3 puncte:

- primul punct reprezintă originea sistemului de coordonate;
- al doilea punct specifică direcția axei **X**;
- al treilea punct determina sensul axei **Y**.

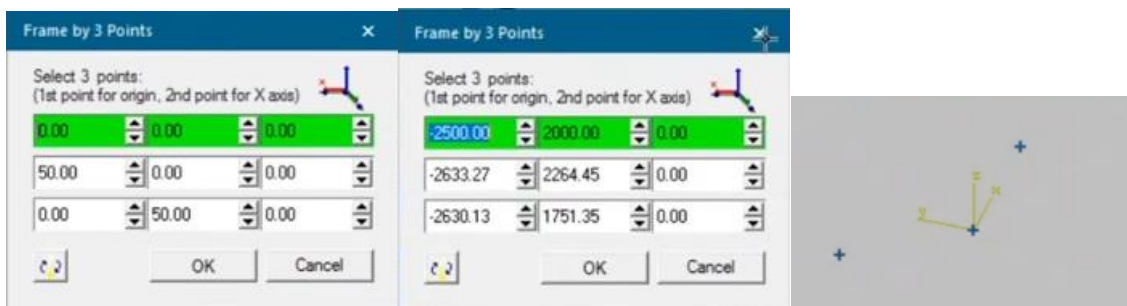


Figura 6.20. Poziționarea robotului în noul sistem de coordonate definit

Prin activarea opțiunii **Copy object**, în loc să fie mutat obiectul selectat, se va crea o copie a acestuia la noua locație. Astfel obiectul poate fi multiplicat.

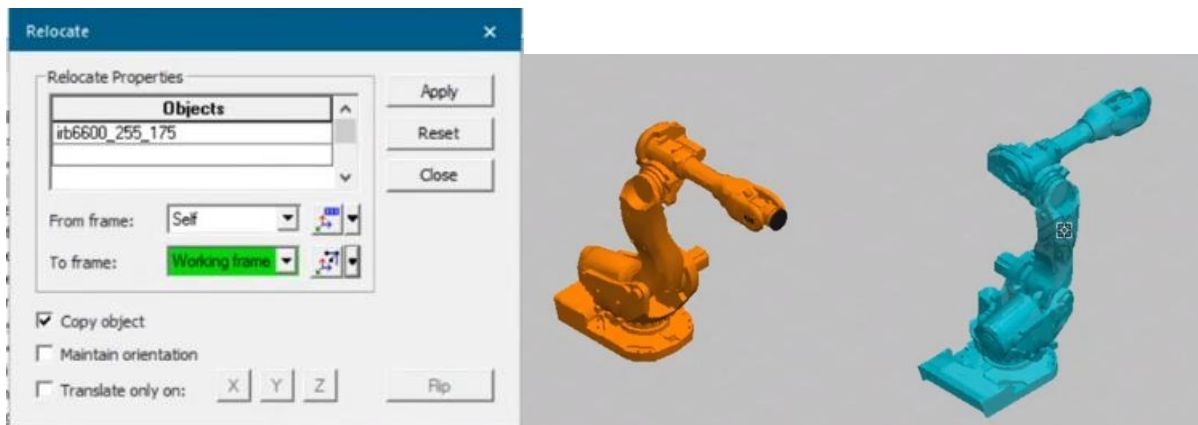


Figura 6.21. Poziționarea robotului prin copiere

Prin bifarea opțiunii **Maintain orientation**, nu se va executa decât translația necesară pentru relocarea obiectului. Transformările de reorientare nu vor fi aplicate.

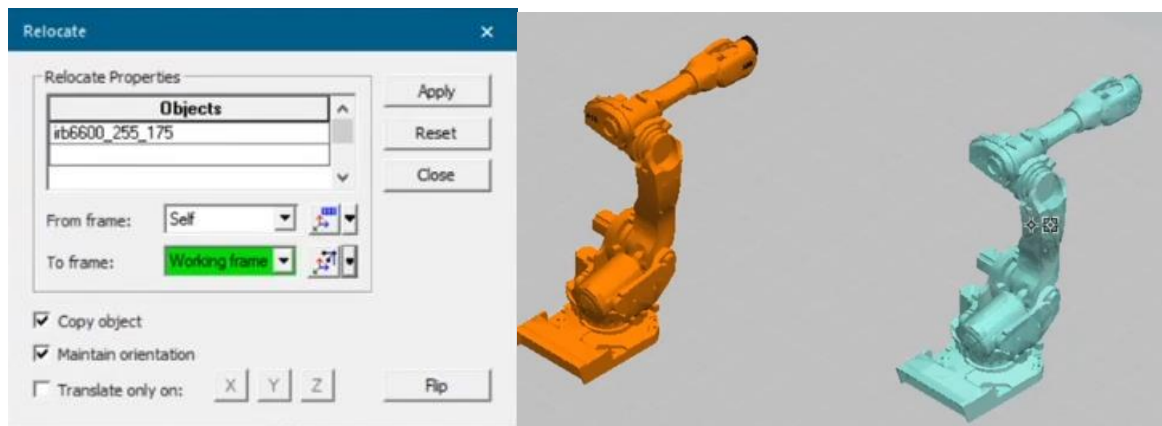


Figura 6.22. Poziționarea robotului prin păstrarea orientării

Prin bifarea opțiunii **Translate only on** se realizează translația numai pe anumite axe.

Spre exemplu, pentru a muta robotul din poziția inițială în origine cu sistemul global de coordonate, acesta va trebui să execute translații pe axa **X** și pe axa **Y**.

Dacă specificăm că dorim translația numai pe axa **X**, acționând butonul aferent axei **X**, se va executa numai translația pe axa **X**.

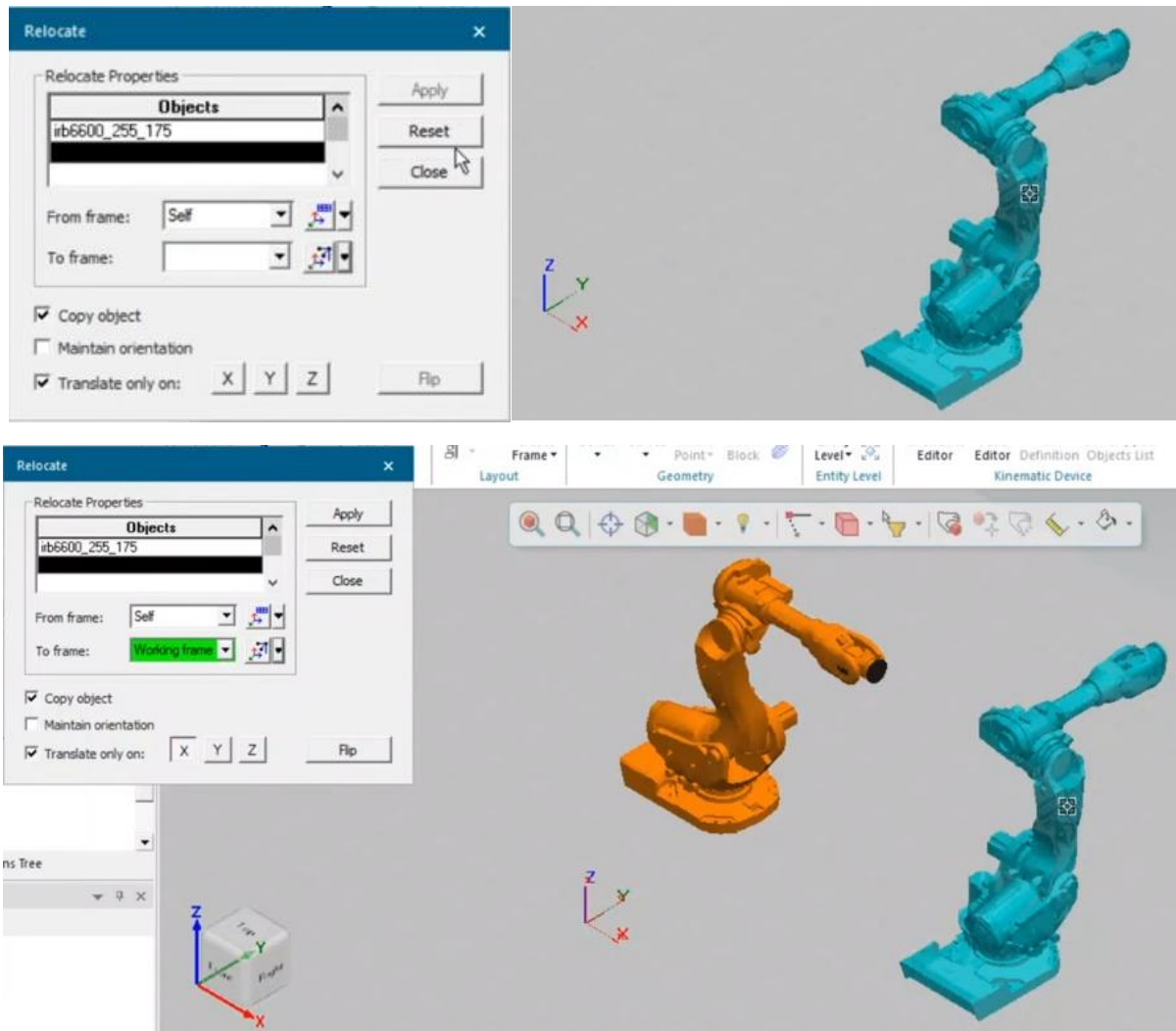


Figura 6.23. Poziționarea robotului cu translația numai pe anumite axe

Opțiunea **Flip** rotește robotul întotdeauna în jurul axei **X** cu 180°, fără să depindă de axa selectată.

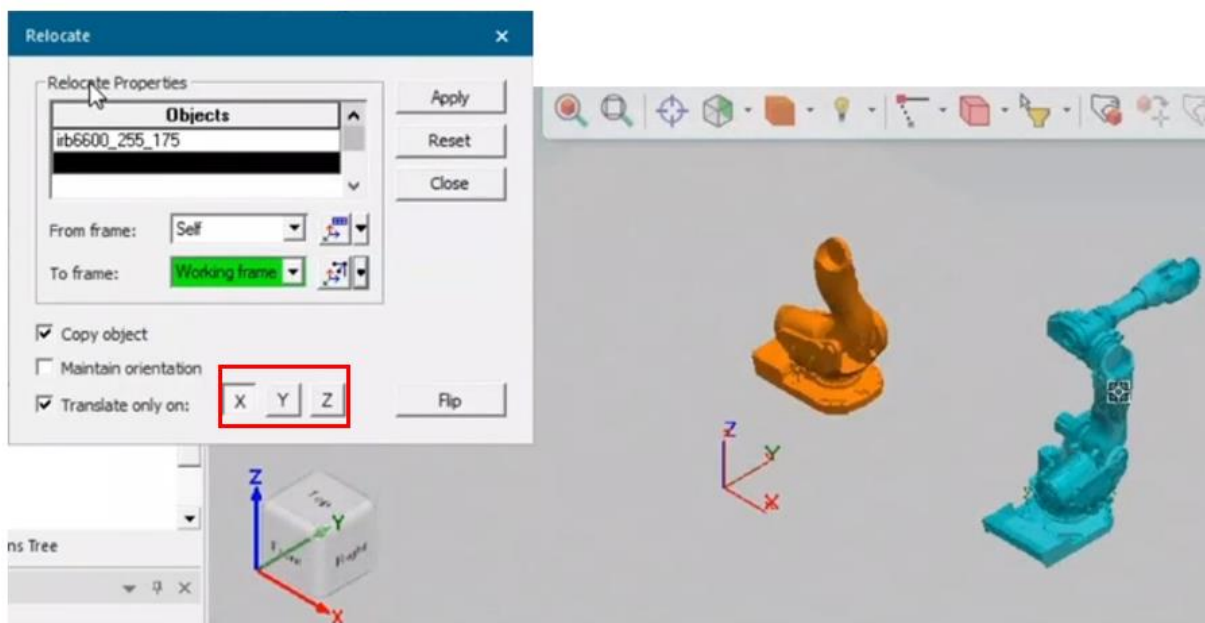


Figura 6.24. Poziționarea robotului activând opțiunea Flip

6.3. Multiplicarea obiectelor în Process Simulate

În cadrul simulărilor Process Simulate, este adesea necesară multiplicarea obiectelor pentru a reprezenta cu acuratețe configurația unei linii de producție sau a unui mediu de lucru. Există mai multe metode prin care se pot crea copii ale obiectelor:

Inserarea unei noi reprezentări a obiectului:

Fiecare obiect din Process Simulate are un prototip asociat, reprezentat de un fișier **.cojt** care conține modelul 3D în format **.jt**. Prin utilizarea comenzii **Insert Component From File**, se poate insera o nouă instanță a acestui prototip în simulare, ori de câte ori este necesar.

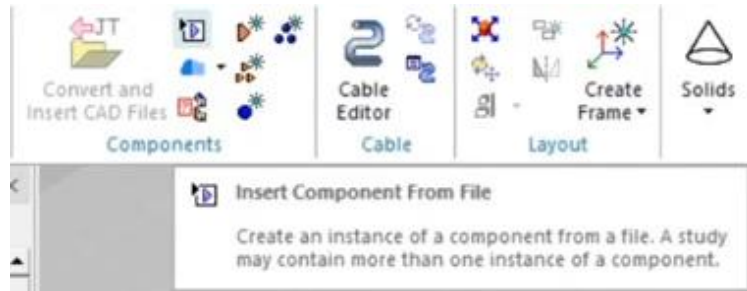


Figura 6.25. Inserarea unei noi reprezentări a obiectului

Copiere și Lipire:

O metodă simplă și rapidă de multiplicare a obiectelor este copierea și lipirea acestora în cadrul arborelui de obiecte **Object Tree**. Această acțiune creează o nouă instanță a obiectului selectat, care poate fi ulterior poziționată și configurată independent.

Utilizarea comenzii Relocate cu opțiunea Copy Object activată:

Comanda **Relocate**, descrisă anterior, poate fi utilizată și pentru a crea copii ale obiectelor. Prin bifarea opțiunii **Copy object** în fereastra de dialog **Relocate**, obiectul selectat va fi copiat în noua locație specificată, în loc să fie mutat.

Comanda Duplicate Objects:

Această comandă, disponibilă în bara de instrumente **Modeling** (categoria **Layout**), permite duplicarea rapidă a obiectelor selectate. Utilizatorul poate specifica numărul de copii dorite și distanța dintre acestea.



Figura 6.26. Accesarea comenzii Duplicate Objects

Comanda Mirror Objects:

Această comandă, disponibilă și în bara de instrumente **Modeling**, permite crearea de copii în oglindă ale obiectelor selectate. Utilizatorul poate alege planul de oglindire și poate opta pentru crearea de copii multiple.

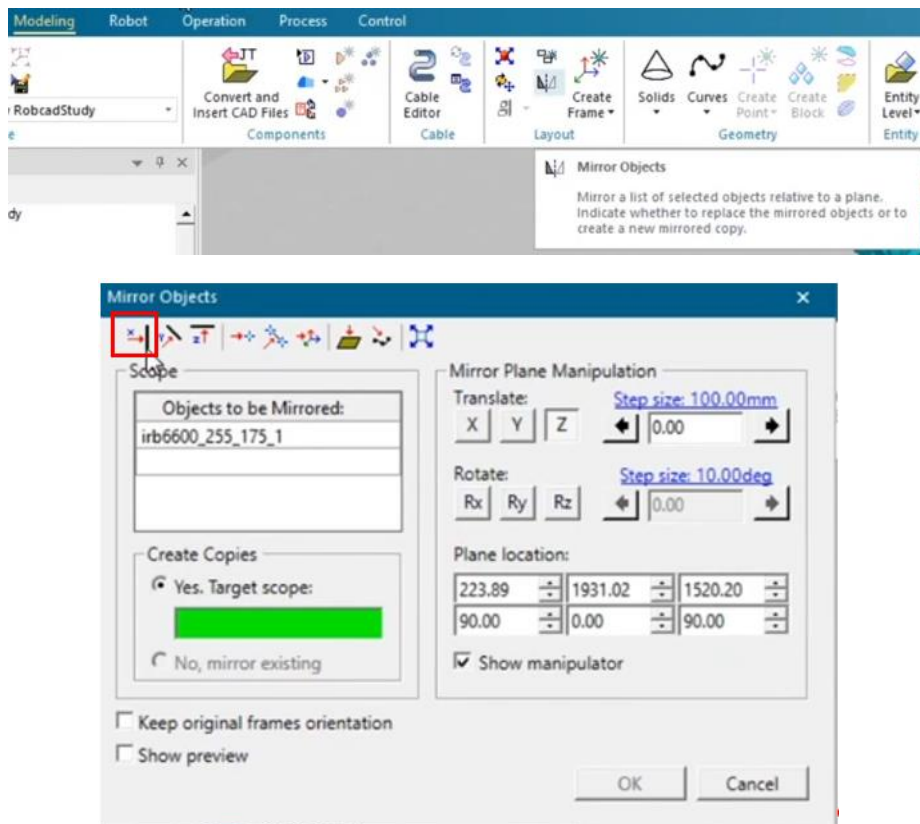


Figura 6.27. Accesarea comenzii Mirror Objects

Importul Ansamblurilor:

Pentru a importa ansambluri complexe create în alte programe CAD, cum ar fi SolidWorks sau CATIA, este necesară convertirea acestora în format **.jt** (Jupiter Tessellation), un format standard pentru stocarea și transmiterea datelor 3D. După conversie, ansamblul poate fi importat în Process Simulate prin intermediul opțiunii **Convert and Insert CAD Files** din meniul **File -> Import / Export**.

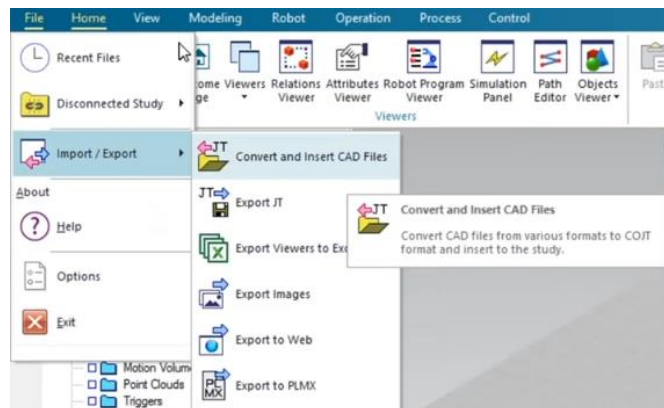


Figura 6.28. Importul Ansamblurilor

7. MANIPULAREA CINEMATICALĂ A MECANISMELOR

Pentru a exemplifica manipularea cinematică, se va utiliza un robot din biblioteca Process Simulate, având mecanismul preconfigurat. Manipularea cinematicii unui obiect se realizează prin accesarea opțiunii **Joint Jog** din meniul contextual al obiectului, disponibil atât în mediul grafic, cât și în **Object Tree**.

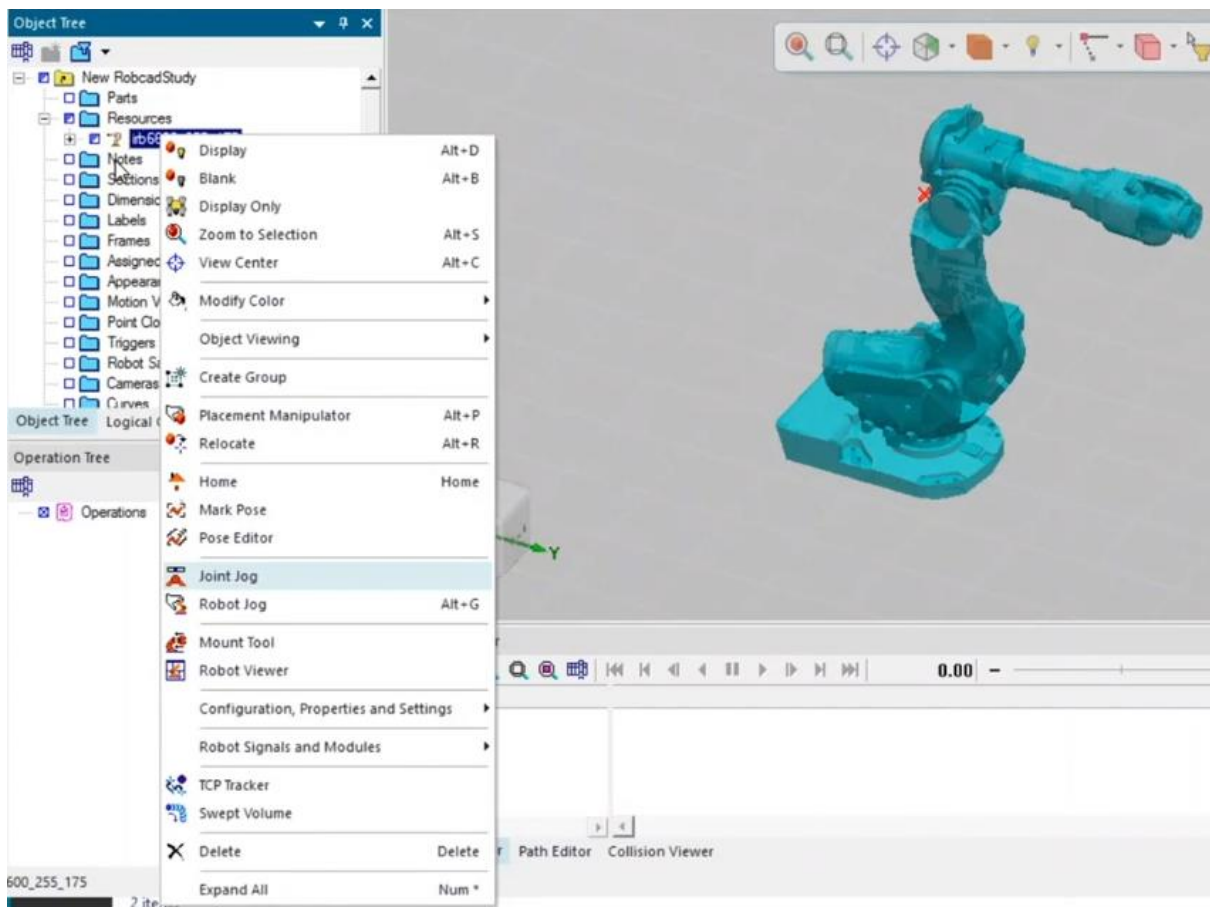


Figura 7.1. Accesarea funcției Joint Jog din meniul contextual al obiectului

Joint Jog:

Această funcție permite manipularea directă a articulațiilor robotului. Fereastra de dialog **Joint Jog** afișează cele șase axe ale mecanismului robotului, fiecare putând fi controlată individual prin introducerea valorilor dorite de la tastatură. Limitele de deplasare ale axelor pot fi configurate, iar prin intermediul butonului **Options**, utilizatorul poate personaliza afișarea coloanelor și poate defini pașii de modificare a coordonatelor axelor.

Accesând opțiunea **Joint Jog** se deschide fereastra de dialog din care se pot observa cele 6 axe ale mecanismului robotului, care pot fi manipulate individual.



Figura 7.2. Cele 6 axe ale mecanismului robotului

Valorile pentru pozițiile axelor pot fi introduse de la tastatură.

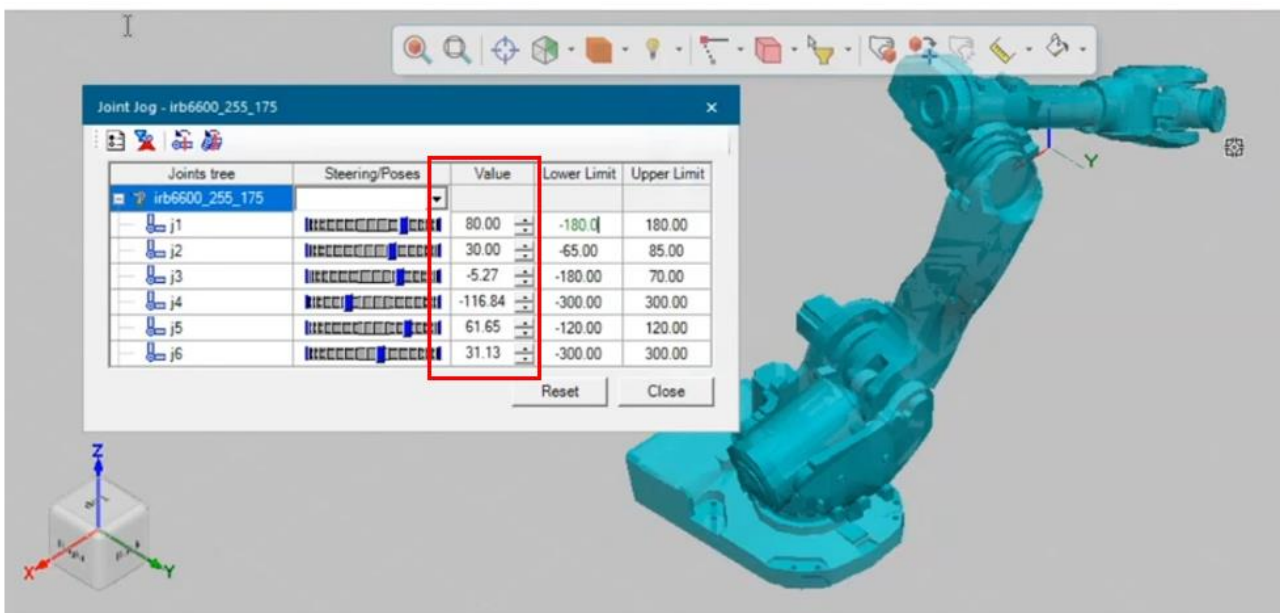


Figura 7.3. Valorile pentru pozițiile axelor

Limitele de deplasare ale axelor pentru robotul analizat pot fi configurate conform figurii de mai jos.

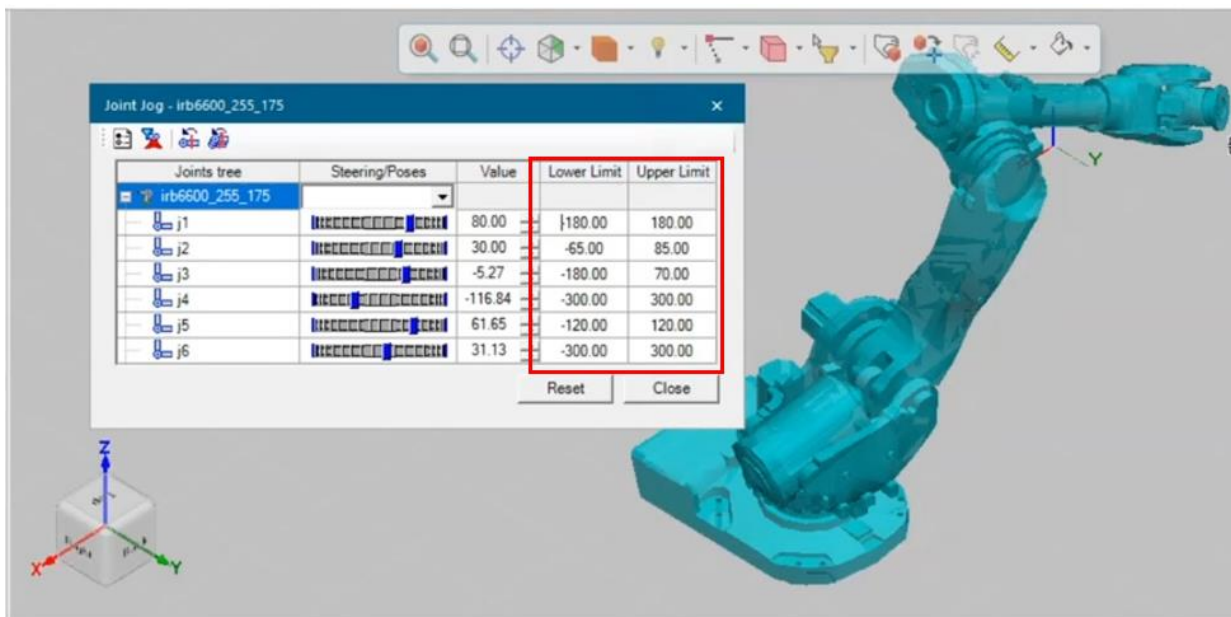


Figura 7.4. Stabilirea limitelor de deplasare ale axelor pentru robot

Prin accesarea butonului **Options**, se pot bifa coloanele care se doresc sau nu să apară în acest tabel și se pot specifica și configura pașii de modificare a coordonatelor axelor. În exemplul de mai jos acestea sunt configurate la 1 mm pentru cuplele de translație și de 1 grad pentru cuplele de rotație.

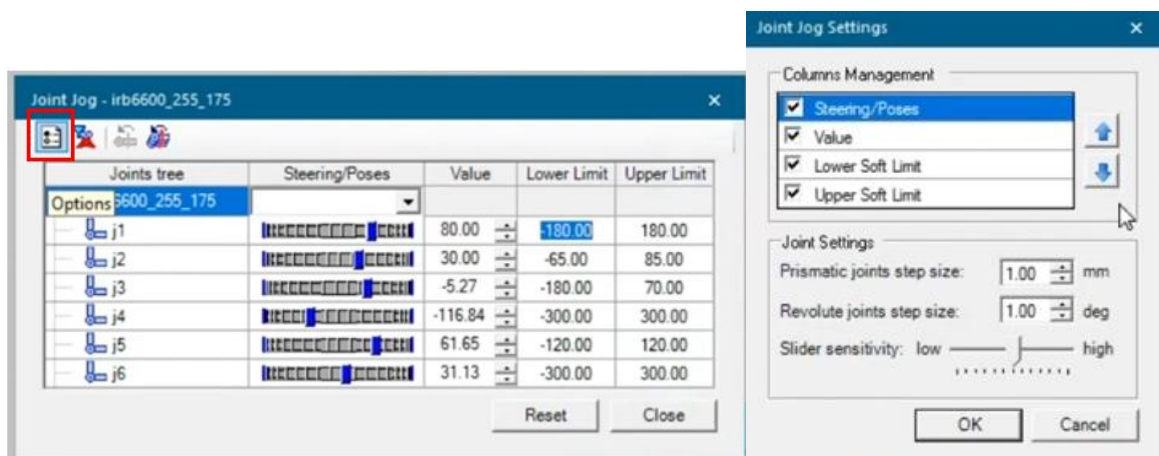


Figura 7.5. Managementul afișărilor și configurarea pașilor de modificare a coordonatelor axelor

Cinematica Directă și Inversă:

Joint Jog: Această funcție permite manipularea robotului prin cinematică directă, specificând coordonatele axelor pentru a poziționa și orienta efectorul final.

Robotic Jog: Disponibilă doar pentru roboți, această funcție permite manipularea prin cinematică inversă, specificând poziția și orientarea dorită a efectorului, iar robotul calculează automat coordonatele axelor necesare.

Prin cinematica directă scopul robotului presupune manipularea efectorului pe o anumită traiectorie și de a realiza anumite sarcini de lucru. Pentru a obține o anumită poziție, i se specifică robotului coordonatele axelor de mișcare (în exemplu, pentru fiecare din cele 6 axe), iar efectorul va fi amplasat (poziționat și orientat) într-o poziție care rezultă din valorile introduse.

Cinematica inversă presupune specificarea ca date de intrare a poziției și orientării amplasării în spațiu a efectorului și ulterior, robotul își va calcula coordonatele aferente fiecărei axe.

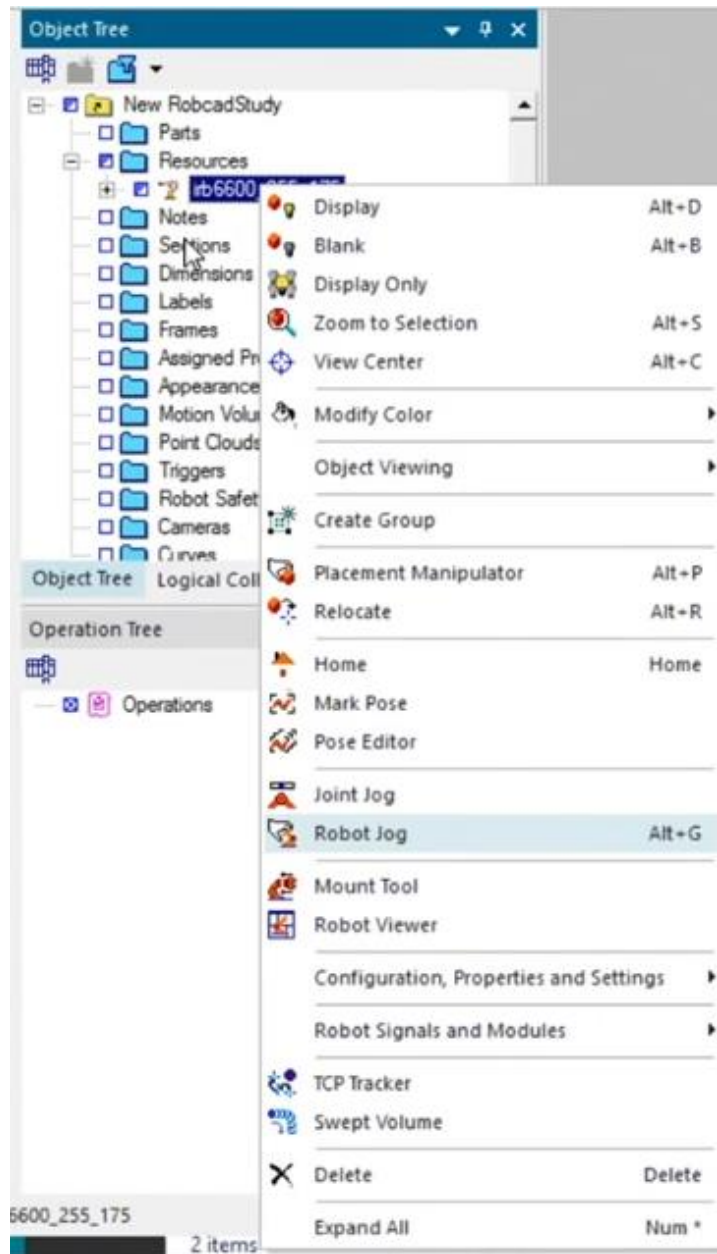


Figura 7.6. Accesarea funcției Robotic Jog

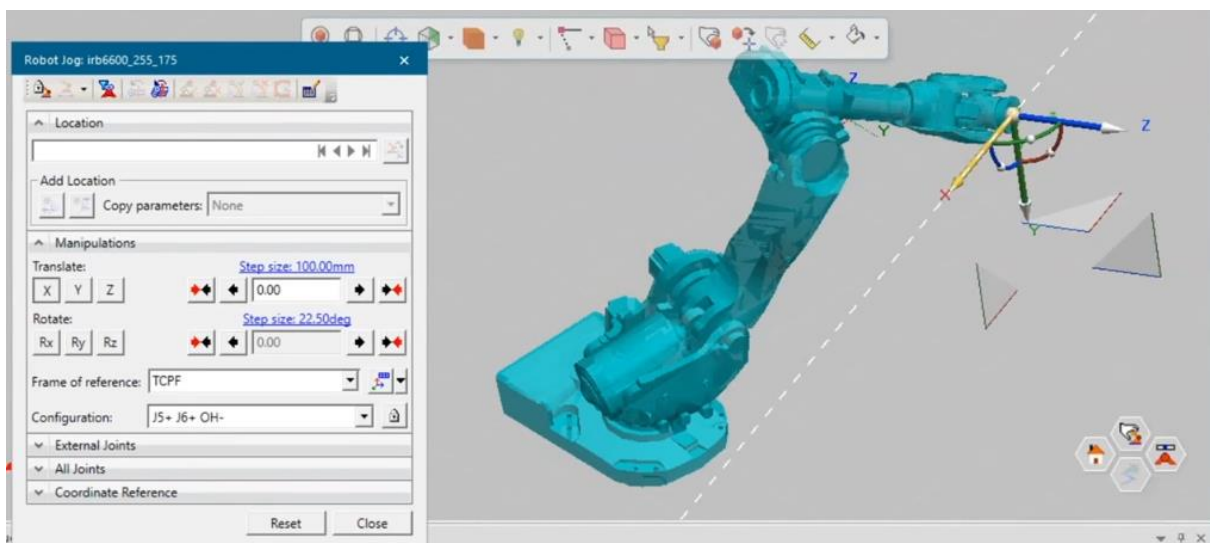


Figura 7.7. Setarea opțiunilor în fereastra Robotic Jog

Elementele Interfeței Robotic Jog:

- **Manipulations:** Conține funcții similare comenzii **Place Manipulator** (translație și rotație) și o triadă de manipulare pentru controlul poziției și orientării efectorului. În absența efectorului, acest punct este în centrul flanșei. Triada de manipulare dă poziția efectorului în spațiu.

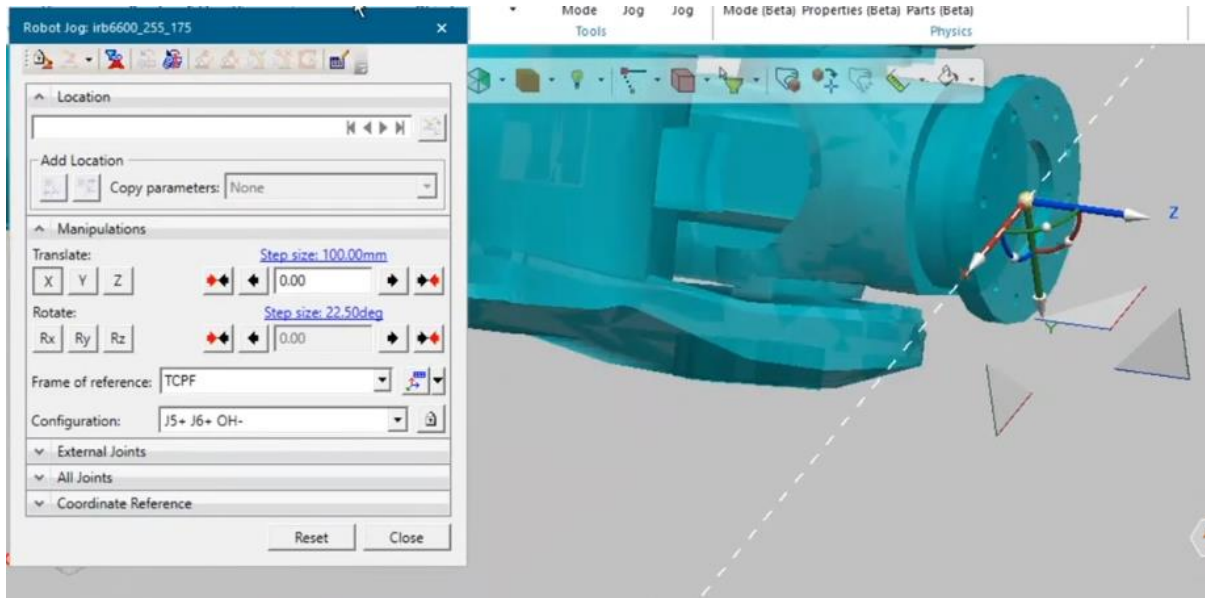


Figura 7.8. Elementele Interfeței Robotic Jog – Manipulations

Așadar prin cinematica inversă se vor specifica pozițiile robotului prin poziția și orientarea efectorului.

- **Frame of Reference:** Specifică sistemul de coordonate utilizat pentru manipularea efectorului. Acest sistem de coordonate coincide cu triada de manipulare.
- **TCPF (Tool Center Point Frame):** Reprezintă sistemul de coordonate atașat punctului caracteristic al efectorului, care urmărește traiectoria.

Orice configurație de aplicație trebuie să înceapă prin specificarea și definirea acestui punct caracteristic **TCP – tool center point** iar **TCFP** este sistemul de coordonate atașat acestui punct caracteristic.

- **Configurații:** Seturile posibile de valori ale axelor pentru a obține o anumită poziție și orientare a efectorului.
- **External Joints:** Permite configurarea poziției axelor externe ale robotului (de exemplu, dacă robotul este montat pe un modul de translație).

Axele externe ar presupune ca robotul să fie montat pe un modul de translație la sol, și ar trebui dată poziția și pentru axa de translație a aceluia modul.

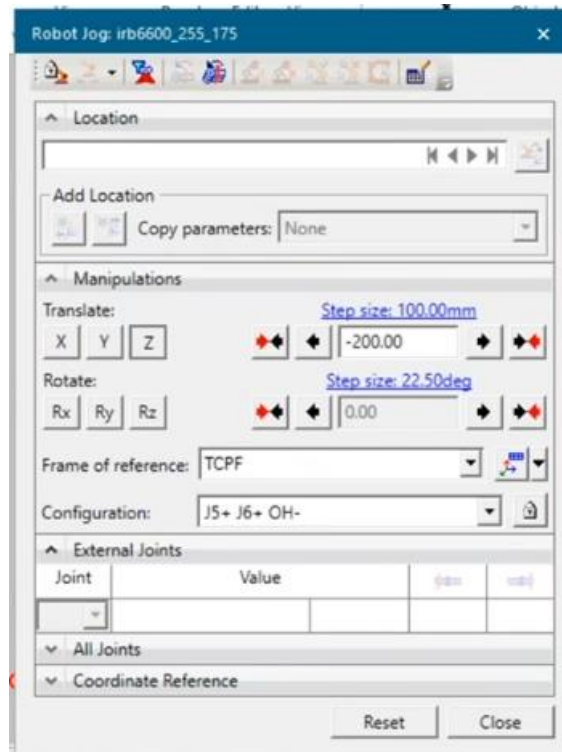


Figura 7.9. Elementele Interfeței Robotic Jog – External Joints

- **All Joints:** Permite manipularea individuală a tuturor celor șase axe ale robotului.

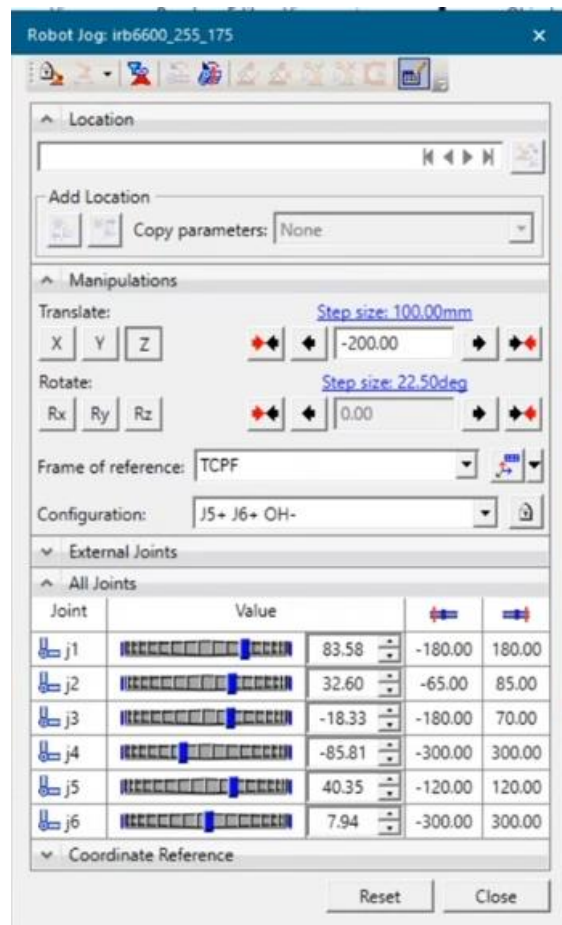


Figura 7.10. Elementele Interfeței Robotic Jog – All Joints

- **Coordinate Reference:** Permite introducerea manuală a coordonatelor dorite pentru poziția și orientarea efectorului (punctul caracteristic).

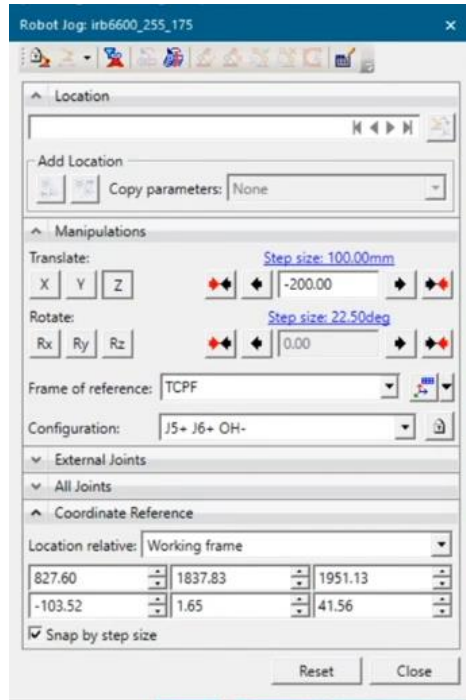


Figura 7.11. Elementele Interfeței Robotic Jog – Coordinate Reference

Funcții Suplimentare:

- **Home:** Trimite mecanismul în poziția de zero, cu toate axele la valoarea inițială.

În momentul în care se creează un mecanism, se creează automat și o poziție de **Home**, ceea ce reprezintă o poziție cu toate axele în zero.

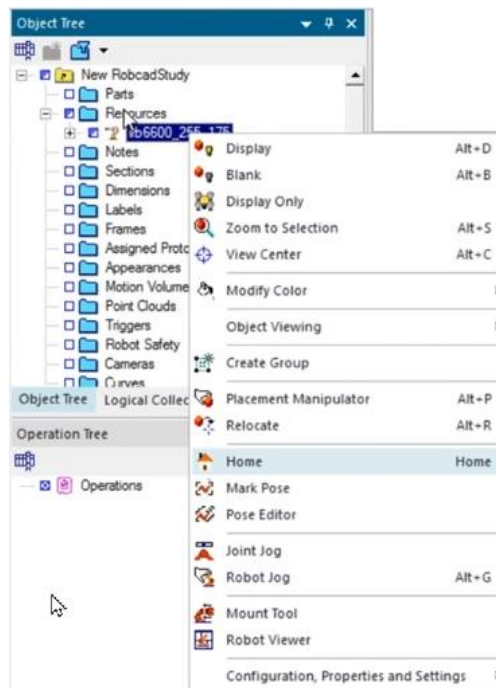


Figura 7.12. Accesarea funcției suplimentare - Home

- **Mark Pose:** Permite memorarea poziției curente a robotului.

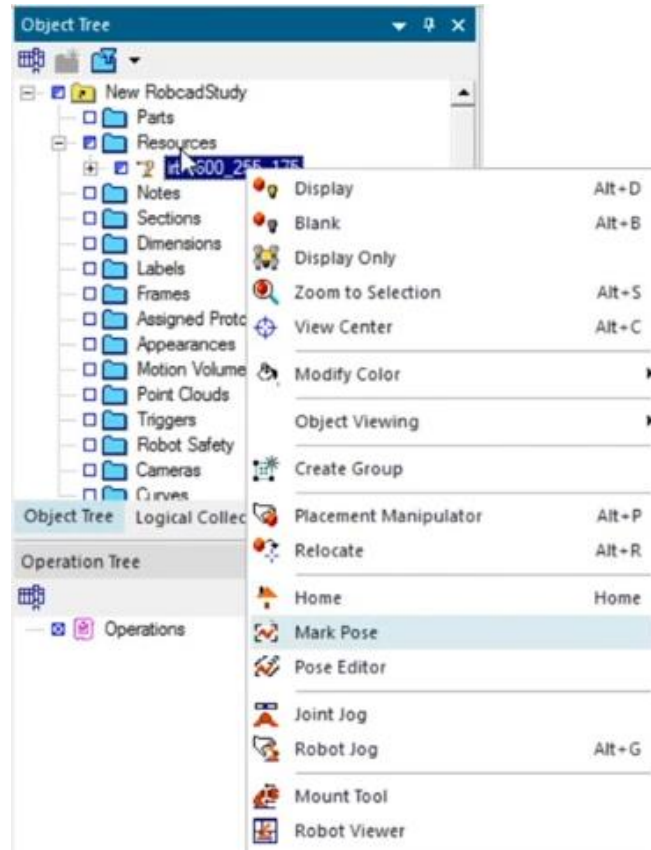


Figura 7.13. Accesarea funcției suplimentare – Mark Pose

- **Pose Editor:** Permite vizualizarea și editarea pozițiilor memorate ale robotului.

Avantajul memorării pozițiilor robotului este reprezentat de posibilitatea de a le utiliza în timpul simulării. Accesarea unei poziții memorate se face prin executarea butonului **Jump**.

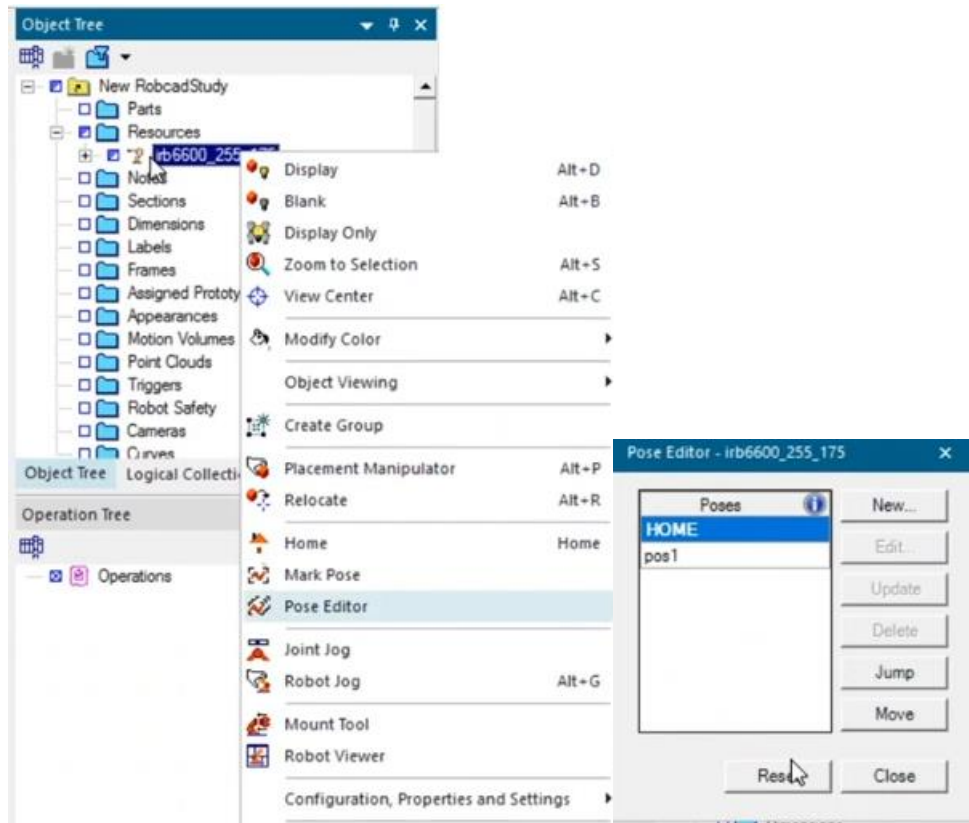


Figura 7.14. Accesarea funcției suplimentare –Pose Editor

- **Jump:** Permite accesarea rapidă a unei poziții memorate.
- **New:** Deschide fereastra de dialog **New Pose** pentru a defini o nouă poziție memorată.

Accesând butonul **New** se va deschide fereastra de dialog **New Pose** în care avem posibilitatea de a orienta robotul în poziția dorită pe baza celor 6 axe. După confirmare cu **OK**, se va memora noua poziție.

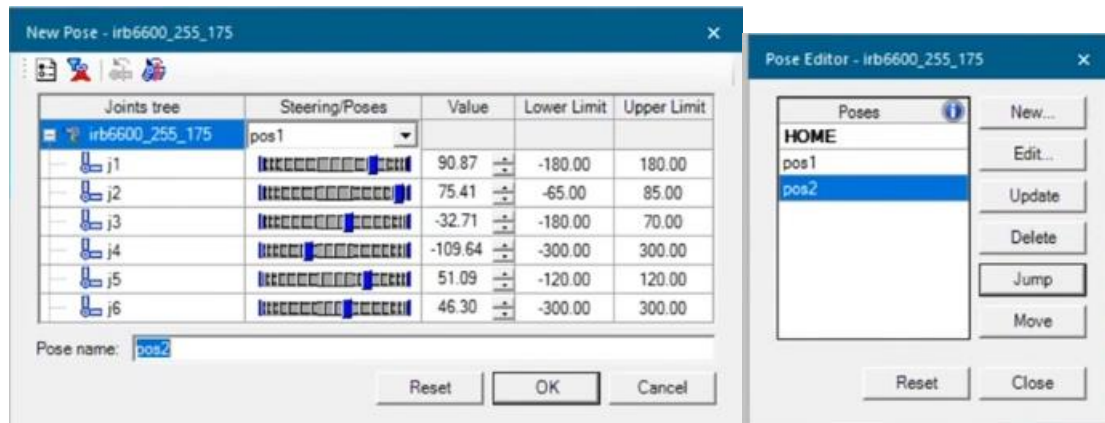


Figura 7.15. Accesarea funcției New Pose

8. ADNOTĂRI

În cadrul mediului Process Simulate, adnotările, reprezentând fie note detaliate (**Notes**), fie etichete simple (**Labels**), pot fi inserate în scena de lucru.

Notele, în mod specific, sunt utilizate pentru a încorpora date tehnice detaliate, în timp ce etichetele funcționează ca simple căsuțe text. Aceste adnotări pot fi adăugate prin intermediul barei de instrumente **Modeling**, în secțiunea **Note**. În contextul proiectelor complexe, adnotările facilitează o structurare eficientă și o organizare superioară a informațiilor.

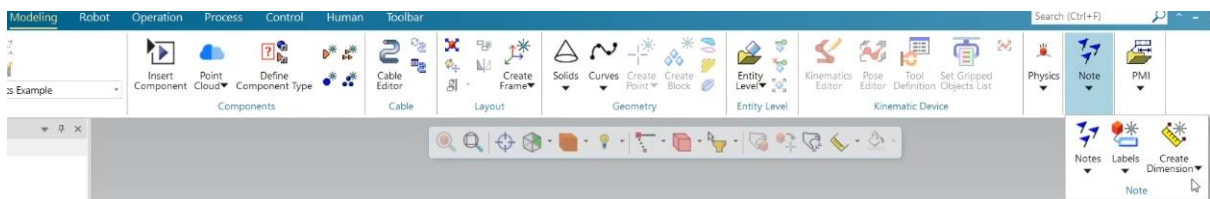


Figura 8.1. Accesarea adnotărilor

Interfața poate să difere de la un calculator la altul.

Crearea unei note se realizează prin selectarea din cadrul **Note editor** a obiectului **Object** căruia i se va atașa nota, specificarea unui nume descriptiv pentru notă și introducerea textului notei în câmpul **Text**.

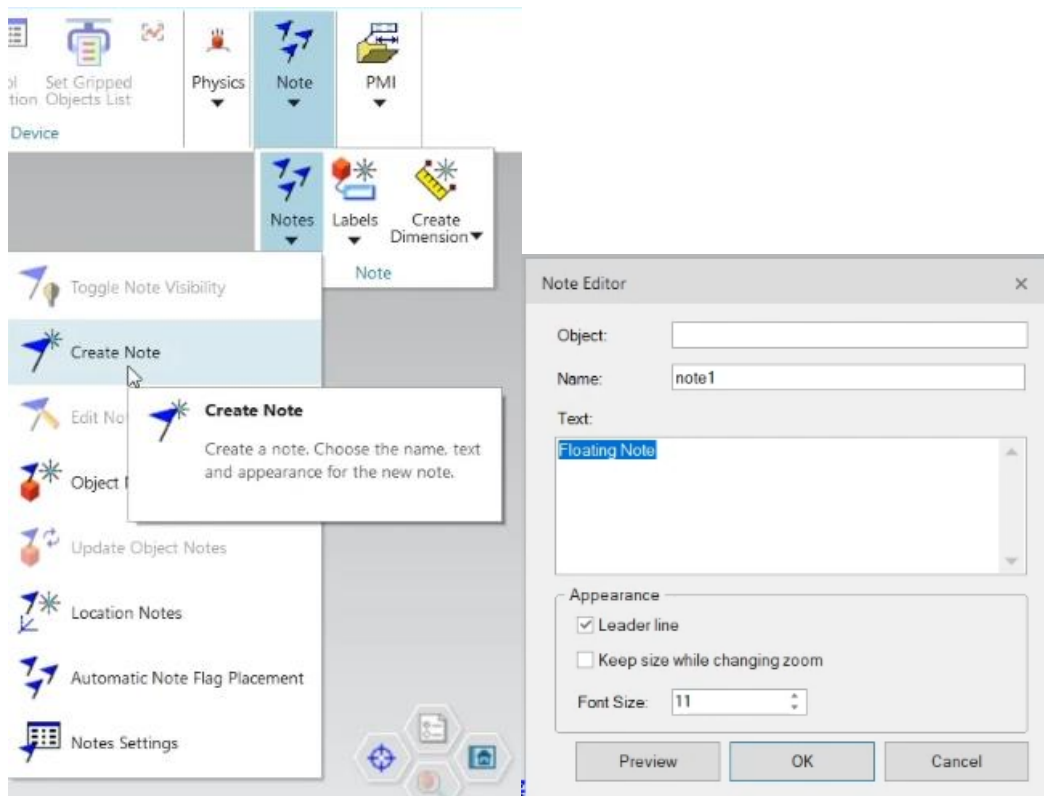


Figura 8.2. Crearea unei note

În exemplu la **Object** a fost completat automat numele obiectului pe care l-am selectat, la **Name** apare numele notei care se poate edita cât mai sugestiv iar la **Text** se specifică textul notei care este completat implicita de către program cu numele obiectului selectat – dar aici se poate completa nota proprie.

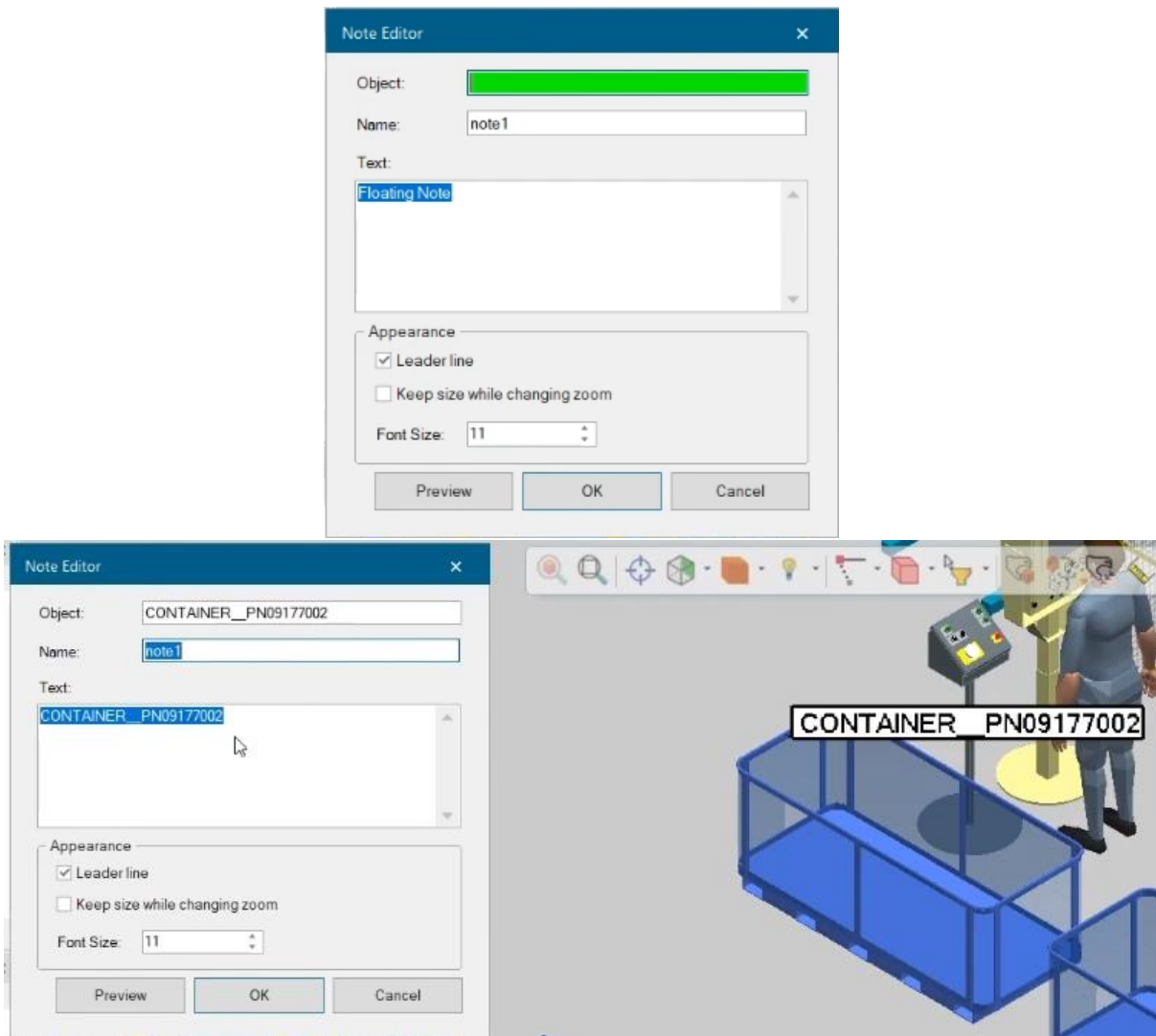


Figura 8.3. Completarea unei note

Nota poate fi poziționată liber în spațiul 3D prin deplasare cu mouse-ul și poate fi conectată la obiectul asociat prin intermediul unei linii de legătură (**Leader line**).

Opțiunea **Keep size while changing zoom** permite menținerea dimensiunii aparente a notei indiferent de nivelul de zoom. Dimensiunea caracterelor poate fi ajustată prin intermediul opțiunii **Font size**.

După crearea unei note, se activează opțiuni precum **Toggle Note Visibility** care permite comutarea între modul de vizualizare normal și modul de vizualizare sub formă de steguleț, pentru a economisi spațiu pe ecran însă nu permite vizualizarea textului notei respective.

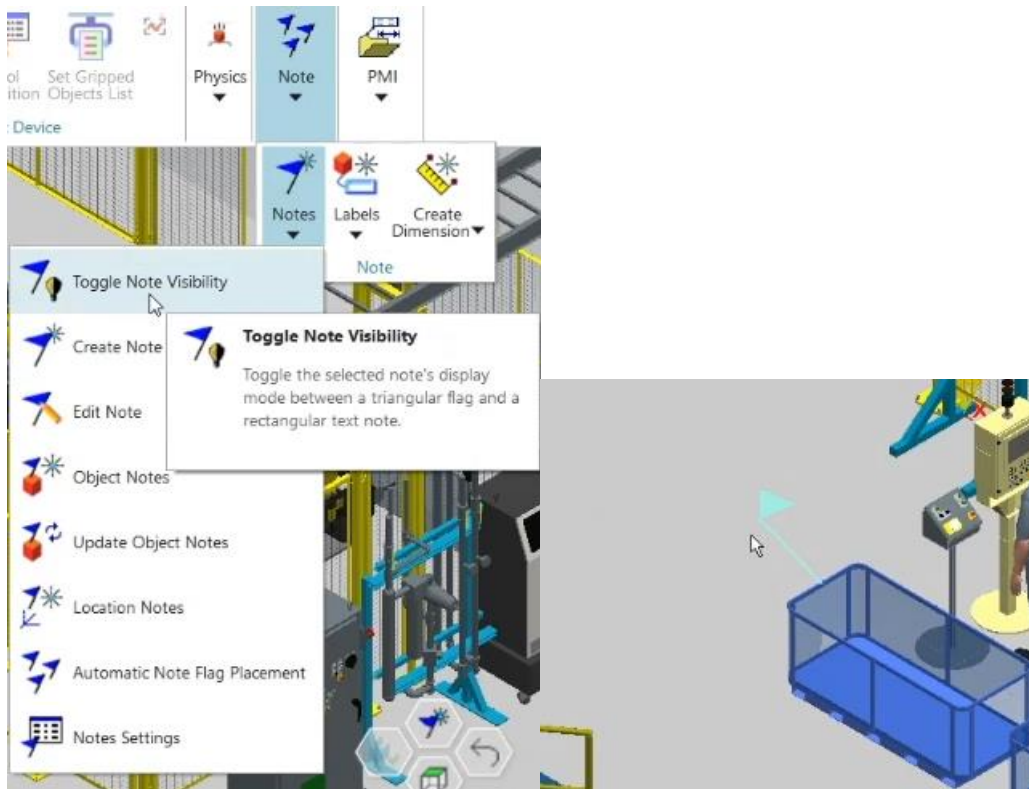


Figura 8.4. Accesarea funcției Toggle Note Visibility

Editarea unei note existente se realizează prin selectarea comenzii **Edit Note** din bara de instrumente **Modeling**, care deschide fereastra de dialog **Note Editor**. Această fereastră oferă aceleași opțiuni ca și la crearea unei note noi.

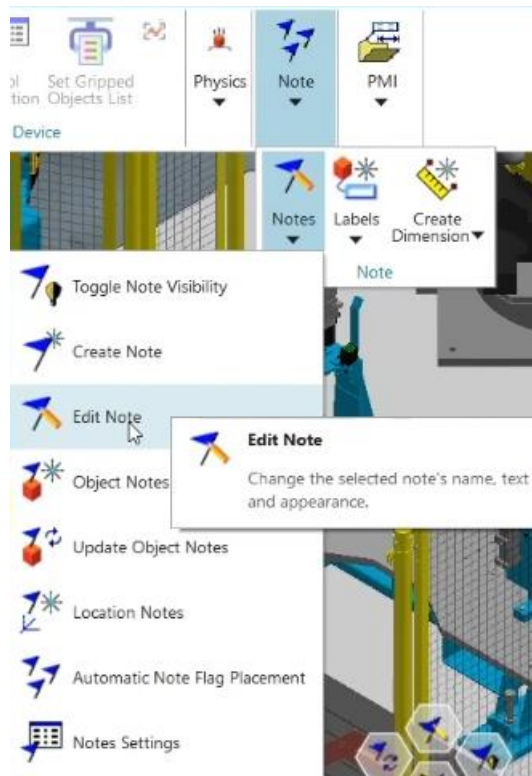


Figura 8.5. Accesarea funcției de editare a notei

Opțiunea **Object Notes** permite generarea automată de note pentru obiectele selectate, fiecare notă conținând numele obiectului corespunzător.



Figura 8.6. Accesarea opțiunii Object Note

Opțiunea **Update Object Notes** este utilizată pentru a actualiza notele existente de tip **Object Notes** în cazul în care numele obiectelor asociate au fost modificate.

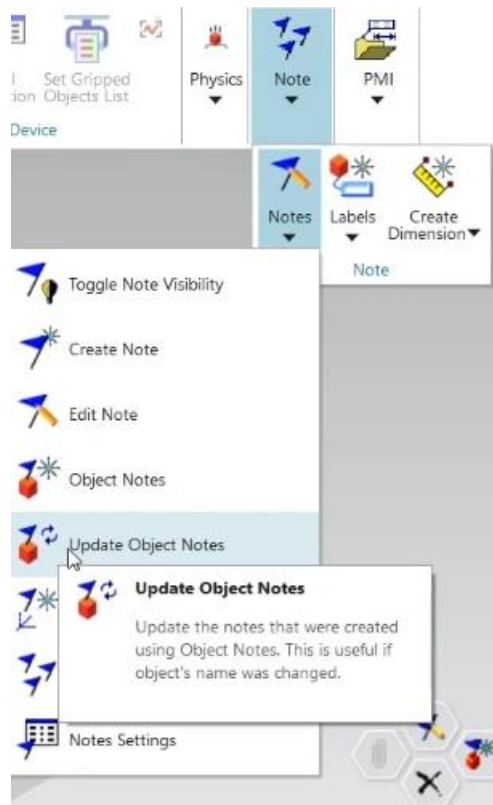


Figura 8.7. Accesarea opțiunii Update Object Note

Opțiunea **Location Notes** facilitează atașarea de note care conțin atât numele obiectului, cât și coordonatele sale de poziție și orientare.

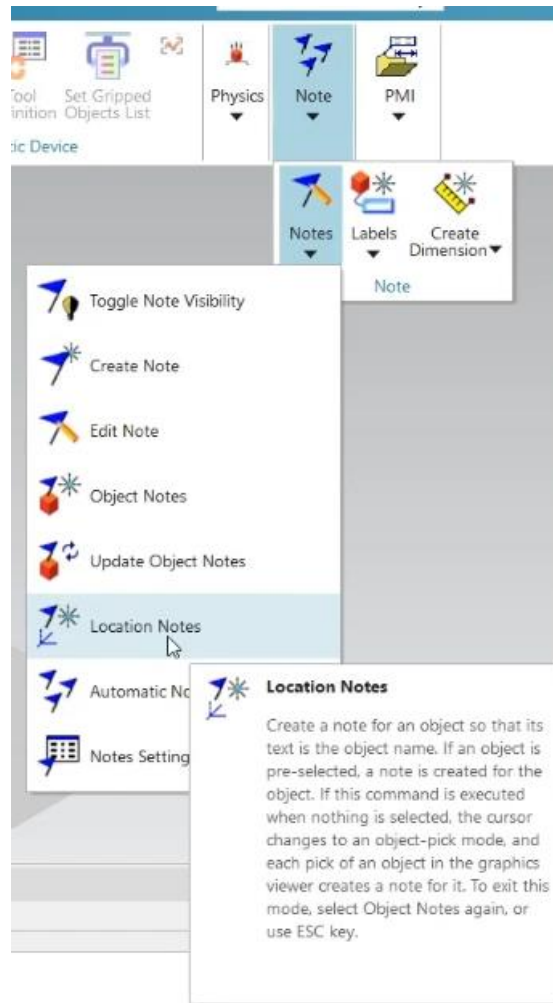


Figura 8.8. Accesarea opțiunii Location Note

În cadrul Process Simulate, locațiile reprezintă poziții memorate ale robotului, utilizate pentru a defini traiectoria acestuia. Cu toate acestea, **Location Notes** nu sunt legate de aceste locații, ci se referă la note care conțin informații despre locațiile obiectelor din cadrul studiului.

Notele sunt atașate obiectelor, dar nu sunt subordonate acestora în structura ierarhică **Object Tree**. În schimb, notele sunt grupate în categoria **Notes** din **Object Tree**.

La selectarea unui obiect, devine disponibilă opțiunea **Create Label** pentru a crea o etichetă asociată obiectului respectiv. Etichetele sunt similare notelor, permițând introducerea de text personalizat cu opțiuni de formatare a caracterelor și culorilor. Etichetele sunt organizate în categoria **Labels** din **Object Tree**.

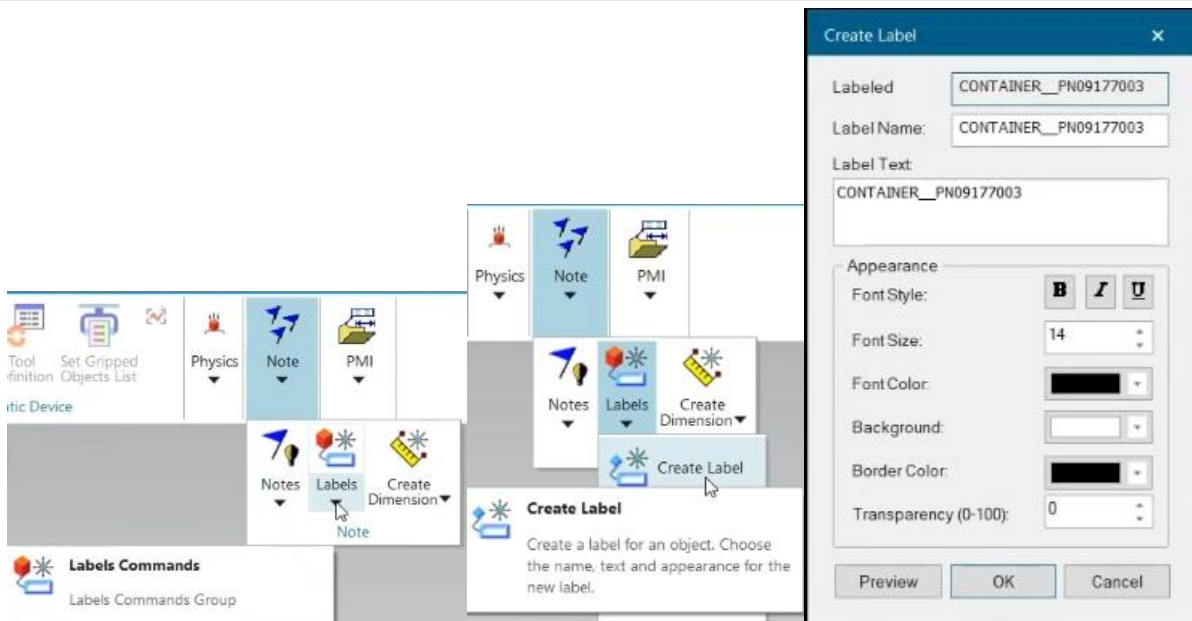


Figura 8.9. Accesarea opțiunii Labels

În timpul creării măsurătorilor (de exemplu, distanța dintre două puncte, distanța dintre două suprafețe paralele, măsurători unghiulare), se deschide o fereastră de dialog specifică opțiunii selectate. De exemplu, la măsurarea distanței minime dintre două obiecte, rezultatul măsurătorii este afișat doar atâta timp cât fereastra de dialog **Minimal distance** este deschisă.

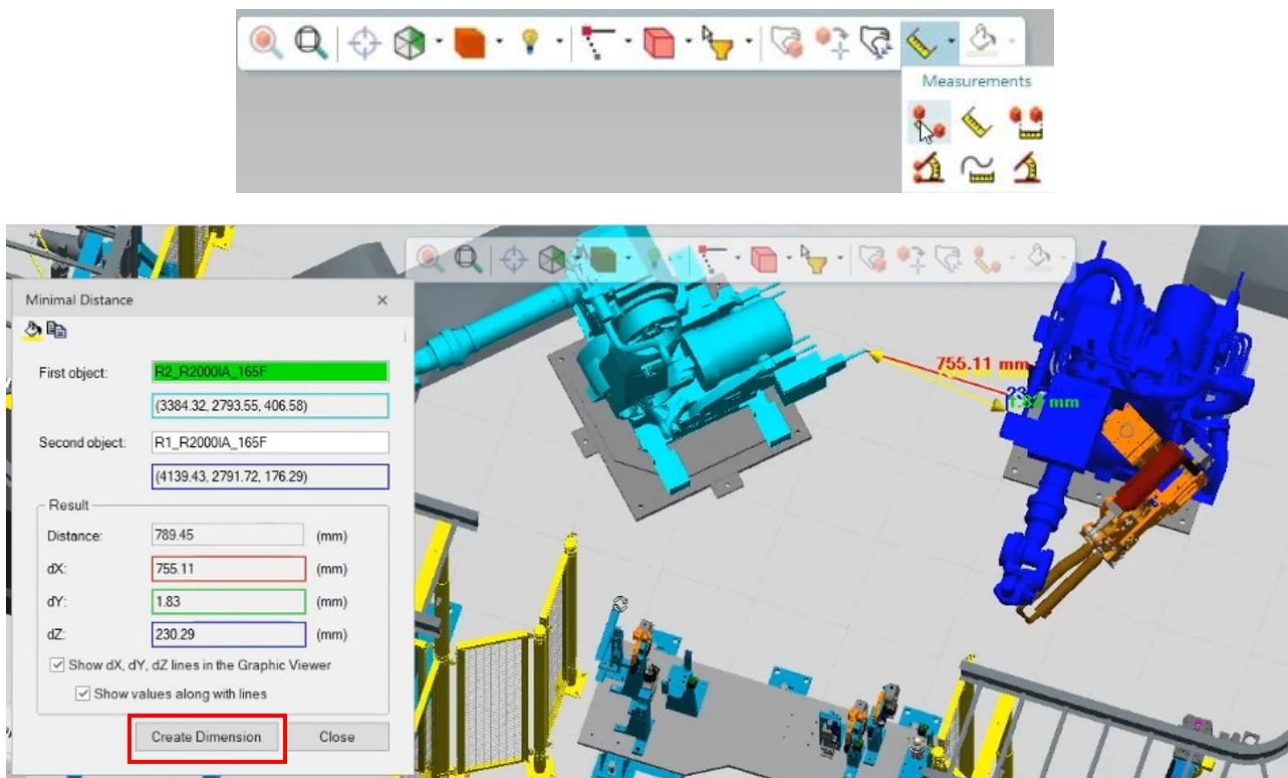


Figura 8.10. Utilizarea opțiunii Minimal Distance

Cu toate acestea, prin apăsarea butonului **Create Dimensions**, se creează o dimensiune permanentă pe baza măsurătorii efectuate. Această dimensiune nu dispăre la închiderea ferestrei de dialog și este stocată în **Object Tree** în categoria **Dimensions**.

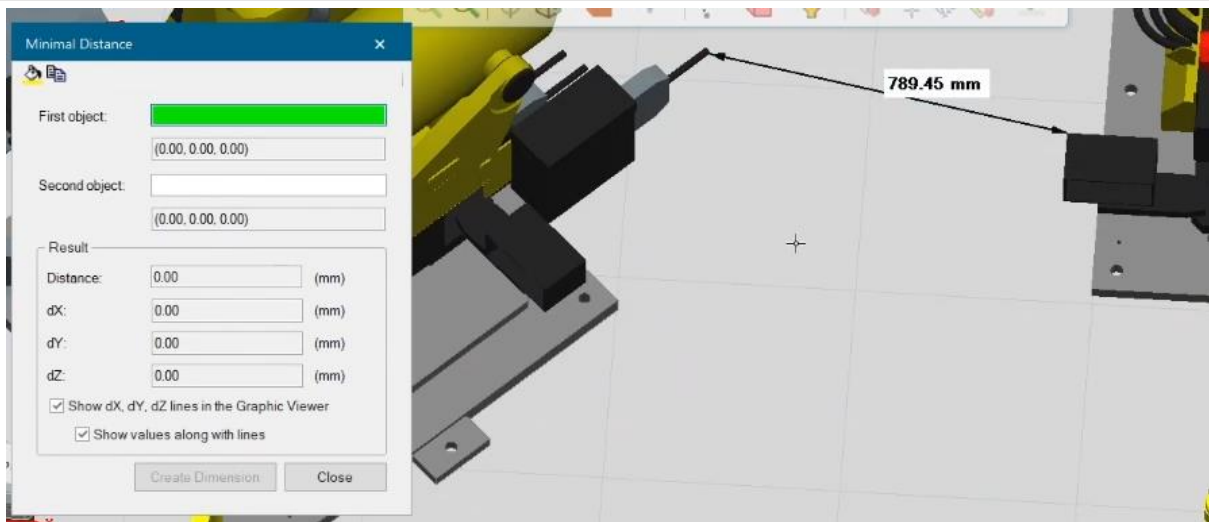


Figura 8.11. Modul de lucru folosind opțiunii Minimal Distance

Prin urmare, măsurătoarea este o informație temporară afișată doar în timpul deschiderii ferestrei de dialog, în timp ce dimensiunea este un element permanent al studiului, stocat în **Object Tree**. În mod similar, dimensiunile pot fi create și prin intermediul grupului de comenzi **Create Dimensions** din bara de instrumente **Modeling**.

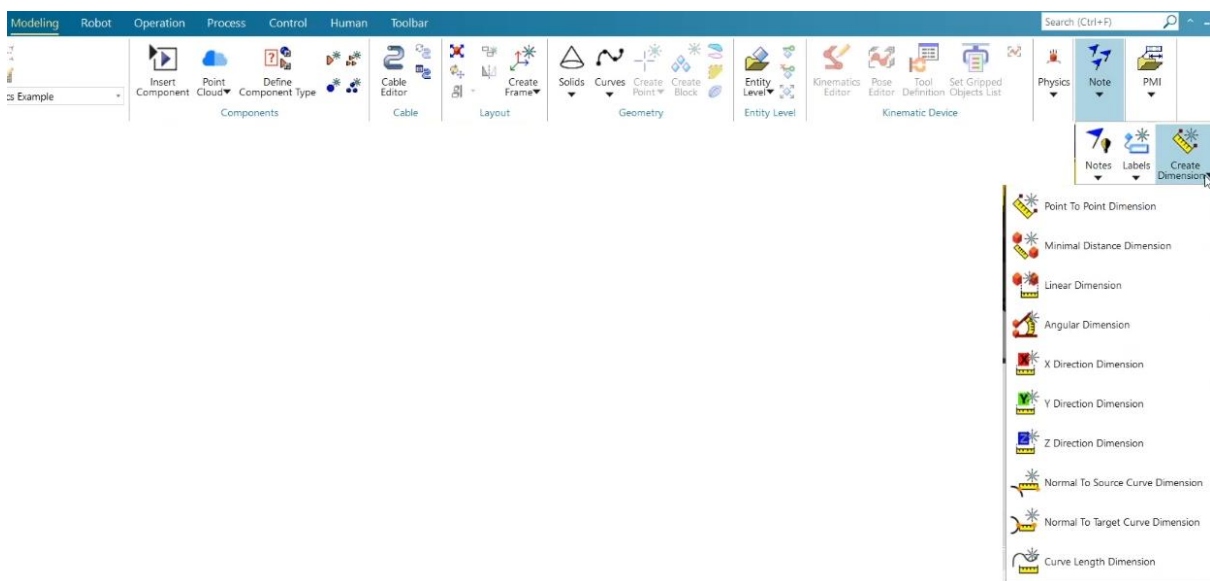


Figura 8.12. Crearea dimensiunilor cu Create Dimensions

Opțiunile disponibile în **Create Dimensions** sunt similare cu cele din **Measurements**, dar nu implică ferestre de dialog. Elementele între care se dorește crearea dimensiunii trebuie selectate, iar dimensiunile sunt generate automat.

Crearea dimensiunilor în Process Simulate se realizează similar cu efectuarea măsurătorilor, cu diferența că dimensiunile adaugă măsurători permanente în vizualizarea 3D. Acestea sunt accesibile prin intermediul barei de instrumente **Measurements** sau prin comenzile echivalente din meniul **Modeling**.

Opțiuni de Creare a Dimensiunilor:

- **Point-to-point Dimension (Dimensiune Punct-la-Punct):** Creează o dimensiune între două puncte selectate.
- **Minimal Distance Dimension (Dimensiune Distanță Minimă):** Creează o dimensiune care indică cea mai scurtă distanță între două elemente.
- **Linear Dimension (Dimensiune Liniară):** Creează o dimensiune între două elemente paralele.
- **Angular Dimension (Dimensiune Unghiulară):** Creează o dimensiune care indică unghiul dintre două elemente.
- **X/Y/Z-Axis Dimension (Dimensiune Axă X/Y/Z):** Creează o dimensiune de-a lungul axei specificate.
- **Normal to Source/Target Curve Dimension (Dimensiune Normală la Curba Sursă/Țintă):** Creează o dimensiune perpendiculară pe o curbă sursă sau țintă.
- **Curve Length Dimension (Dimensiune Lungime Curbă):** Creează o dimensiune care indică lungimea unei curbe.

Opțiunea **Point to Point Dimension** permite crearea unei dimensiuni prin selectarea a două puncte.

Opțiunea **Minimal Distance Dimension** calculează dimensiunea minimă dintre două obiecte.

Opțiunea **Linear Dimension** determină dimensiunea distanței dintre două suprafețe paralele.

Opțiunile **X Direction Dimension**, **Y Direction Dimension** și **Z Direction Dimension** calculează dimensiunile de-a lungul axelor respective.

De exemplu, opțiunea **X Direction Dimension** calculează distanța dintre două elemente strict pe direcția axei X. Opțiunile **Normal to Source Curve Dimension**, **Normal to Target Curve Dimension** și **Curve Length Dimension** sunt utilizate pentru a determina lungimea unei curbe.

9. CREAREA SECȚIUNILOR

În mediul Process Simulate, în cazul proiectelor complexe, pentru a facilita vizualizarea anumitor zone sau elemente ale aplicației, se pot crea secțiuni. Aceste secțiuni permit o analiză detaliată a unor părți specifice ale modelului 3D, fiind utile în special în cazul simulărilor complexe sau al modelelor cu geometrie complexă.

Secțiunile sunt instrumente esențiale în analiza și înțelegerea structurii complexe a unui model 3D. Ele pot fi create prin intermediul barei de instrumente **View**, din categoria **Section**.



Figura 9.1. Bara de instrumente View – categoria Section

Utilizatorul are la dispoziție două opțiuni principale pentru crearea unei secțiuni: **New Section Plane** și **New Section Volume**.

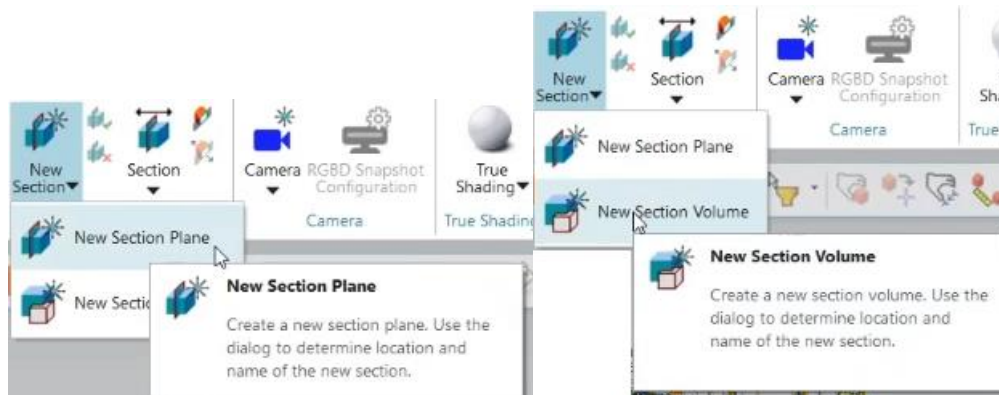


Figura 9.2. Opțiuni de creare a secțiunilor

New Section Plane

New Section Plane permite inserarea în cadrul modelului 3D a unui plan de secțiune, reprezentat vizual prin culoarea verde. Acest plan poate fi manipulat și poziționat în funcție de necesitățile utilizatorului, utilizând funcții similare celor disponibile pentru instrumentul **Place Manipulator**.

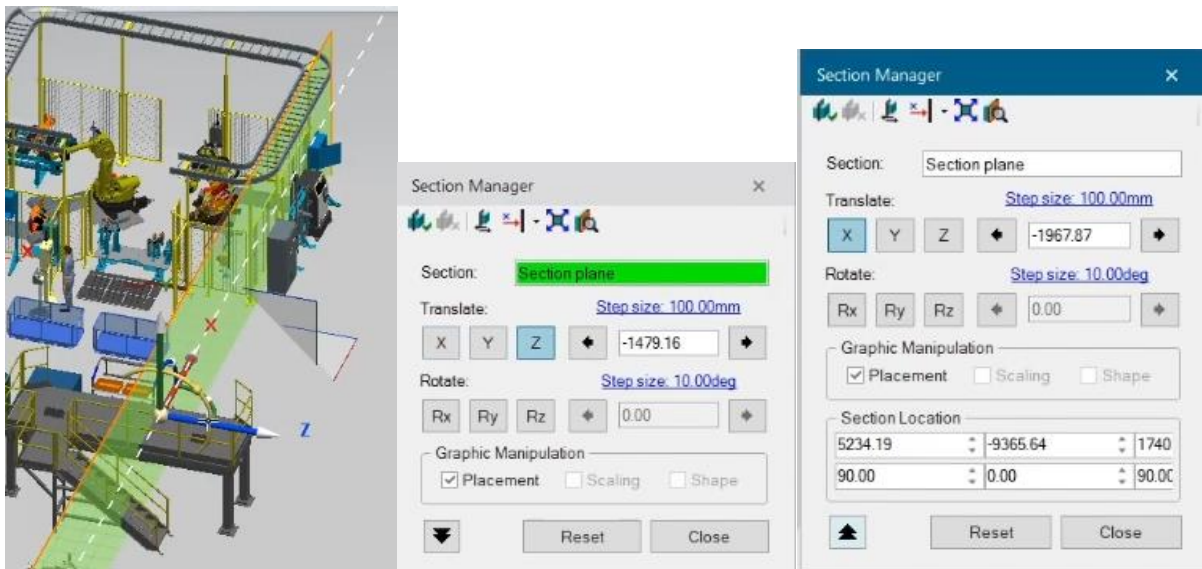


Figura 9.3. Opțiunea New Section Plane

Odată poziționat, planul de secțiune va fi afișat în **Object Tree**, în categoria **Sections**, sub denumirea **Section Plane**. Activarea secțiunii se realizează printr-un simplu click dreapta pe **Section Plane** din **Object Tree**, permițând astfel vizualizarea modelului 3D secționat conform planului definit.



Figura 9.4. Vizualizarea modelului 3D secționat conform planului definit

Pentru a facilita analiza detaliată a modelului, utilizatorul are posibilitatea de a inversa direcția de vizualizare a secțiunii prin intermediul opțiunii **Flip Section Plane Direction**. Această funcție permite vizualizarea modelului 3D din perspectiva opusă a planului de secționare, oferind astfel o imagine completă și detaliată asupra elementelor secționate.

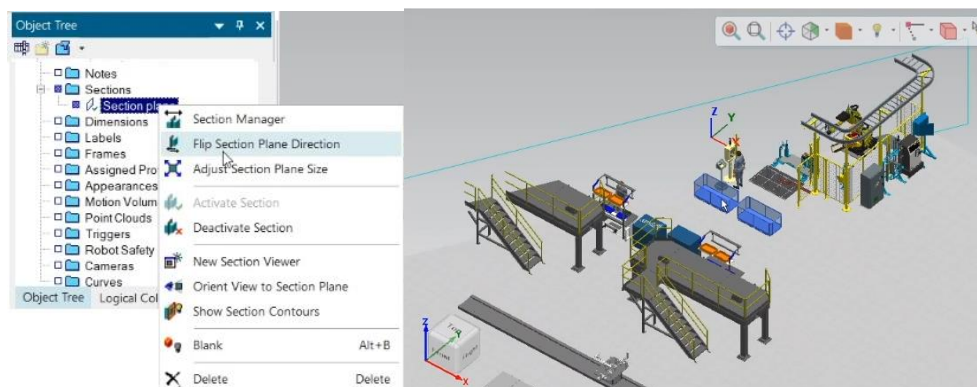


Figura 9.5. Vizualizarea secțiunii prin intermediul opțiunii Flip Section Plane Direction

New Section Volume

New Section Volume este o opțiune care permite crearea unei secțiuni tridimensionale, sub forma unui volum delimitat de un paralelipiped. Această funcție oferă posibilitatea de a analiza și vizualiza o porțiune specifică a modelului 3D, izolând-o de restul structurii. Utilizatorul poate defini dimensiunile și poziția volumului de secționare, iar apoi poate activa secțiunea pentru a vizualiza doar elementele incluse în interiorul volumului definit.

Prin utilizarea eficientă a funcțiilor de creare a secțiunilor, utilizatorul poate naviga cu ușurință prin structura complexă a modelului 3D, poate izola și analiza anumite zone de interes, și poate obține o înțelegere aprofundată a proiectului dezvoltat în Process Simulate.

10. CREAREA UNOR NOI COMPONENTE ÎN PROCESS SIMULATE

În cadrul programului Process Simulate, crearea de noi componente tridimensionale se realizează prin intermediul unui nou studiu, accesibil prin parcurgerea următorului traseu în cadrul meniului: **File (Fișier) -> New Study (Studiu nou) -> RobcadStudy**.

Pentru a popula acest studiu, se pot insera modele 3D preexistente, provenite din diverse surse, cum ar fi modele create în alte aplicații CAD și salvate în format **.jt**, modele convertite cu ajutorul Process Simulate, modele provenite din bibliotecii specifice clientului sau chiar descărcate de pe internet.

Pe lângă facilitarea importului de modele externe, Process Simulate oferă și un set de instrumente de bază pentru modelarea directă a componentelor în cadrul său.

Primul pas în acest proces îl constituie crearea unei resurse care va găzdui elementul component ce urmează a fi modelat. Un aspect important de reținut este că elementele componente 3D pot fi asociate doar cu repere (**Parts**) sau resurse (**Resources**).

Pentru a exemplifica, crearea unui nou reper se poate realiza prin accesarea barei de instrumente **Modelling (Modelare)** și selectarea comenzii **Create New Part (Creare reper nou)**.

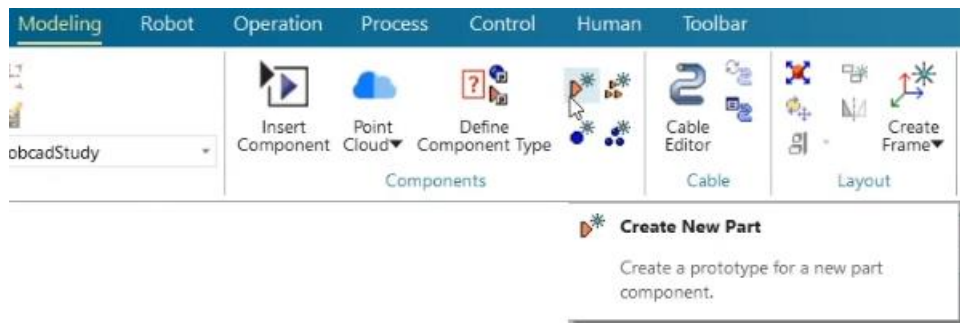


Figura 10.1. Crearea unui reper

În cazul în care se dorește integrarea acestui reper într-un ansamblu mai complex, este necesară crearea prealabilă a ansamblului respectiv. Aceasta se poate realiza utilizând comanda **Create a Compound Part (Creare ansamblu de repere)**, iar ulterior, în cadrul acestui ansamblu, se va crea reperul dorit.



Figura 10.2. Crearea unui ansamblu de repere

Astfel, după selectarea comenzii **Create New Part**, se va deschide o casetă de dialog denumită **New Part**. În cadrul acesteia, se va alege opțiunea **PartPrototype** (Prototip reper), iar acțiunea va fi confirmată prin apăsarea butonului **OK**.

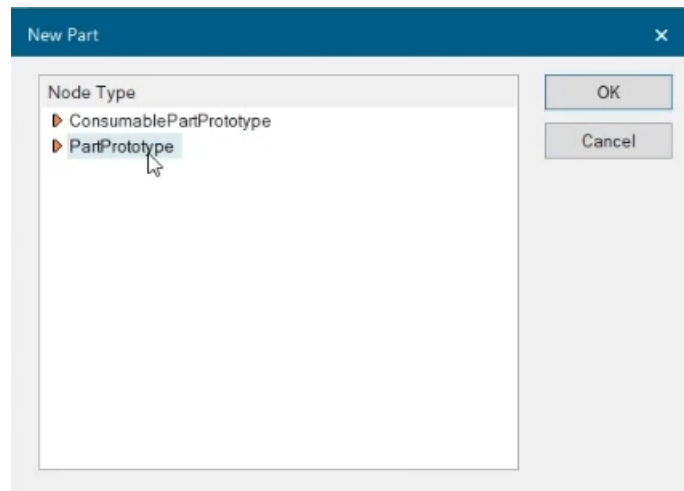


Figura 10.3. Alegerea opțiunii PartPrototype

Ca urmare a acestor acțiuni, Process Simulate va plasa noul reper în categoria **Parts** din **Object Tree** (Arborele de obiecte).

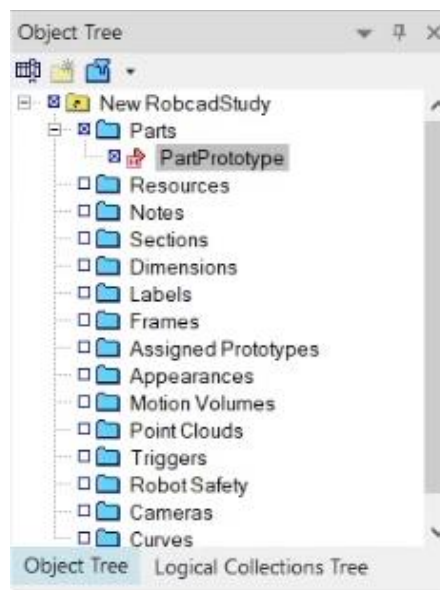


Figura 10.4. Plasarea noului reper în categoria Parts din Object Tree

Acest nou reper va fi marcat cu o etichetă de culoare roșie, având în interior litera **M**, indicând faptul că elementul respectiv este deschis pentru editare și modelare.

Este important de menționat că orice element nou creat, fie el reper sau resursă, va fi implicit editabil la momentul creării sale, fiind marcat cu litera **m** pentru a semnala această stare.

Odată cu crearea noului reper, devin disponibile opțiunile pentru modelarea CAD. Aceste opțiuni sunt accesibile în bara de instrumente **Modelling**, subcategoria **Geometry** (Geometrie).



Figura 10.5. Disponibilitatea opțiunilor pentru modelarea CAD

Aici, utilizatorul are la dispoziție o gamă variată de instrumente pentru crearea și manipularea elementelor geometrice, inclusiv:

- **Solide:** Permite crearea de solide și efectuarea diverselor operații asupra acestora.
- **Curbe:** Facilitează trasarea de curbe plane sau spațiale.
- **Puncte:** Oferă multiple metode pentru crearea de puncte în spațiul de lucru.

Este important de reținut că aceste funcții (comenzi) vor fi active doar atunci când există un reper sau o resursă deschisă pentru editare.

În cadrul grupului de comenzi **Create Point (Creare punct)**, există trei metode distincte pentru a crea un punct.

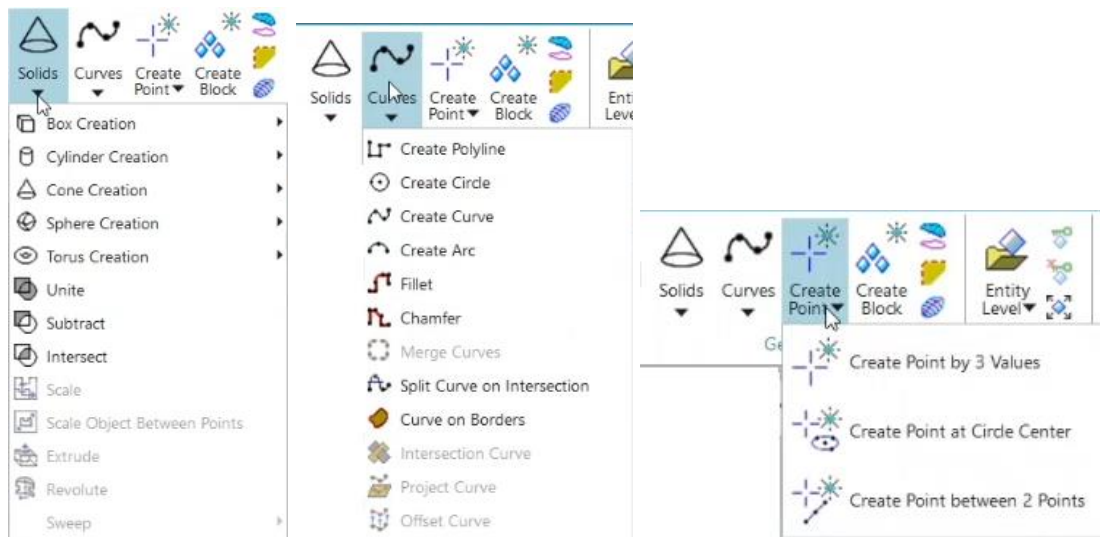


Figura 10.6. Metode de a crea un punct

Create Point by 3 Values

Prima metodă constă în crearea unui punct prin specificarea a trei valori numerice, reprezentând coordonatele sale în spațiu. Această acțiune se realizează prin intermediul comenzii **Create Point by 3 Values**.

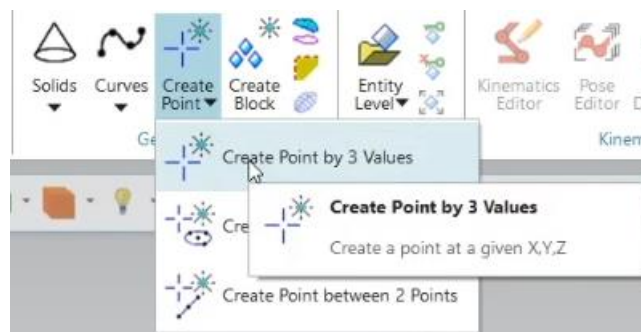


Figura 10.7. Crearea unui punct prin specificarea a trei valori numerice

Utilizatorul trebuie să selecteze sistemul de coordonate de referință în care vor fi interpretate cele trei valori. Implicit, acest sistem este sistemul de coordonate global al aplicației, denumit **World**. Alternativ, se poate opta pentru **Working frame**, reprezentând sistemul de coordonate personalizat al utilizatorului.

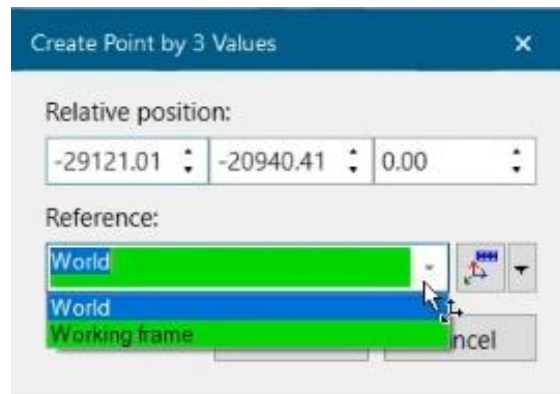


Figura 10.8. Sistemul de coordonate de referință în care vor fi interpretate cele trei valori numerice

În funcție de sistemul de coordonate ales, utilizatorul va introduce coordonatele punctului dorit. După confirmarea cu "OK", punctul va fi creat în locația specificată în cadrul sistemului de coordonate global al aplicației.

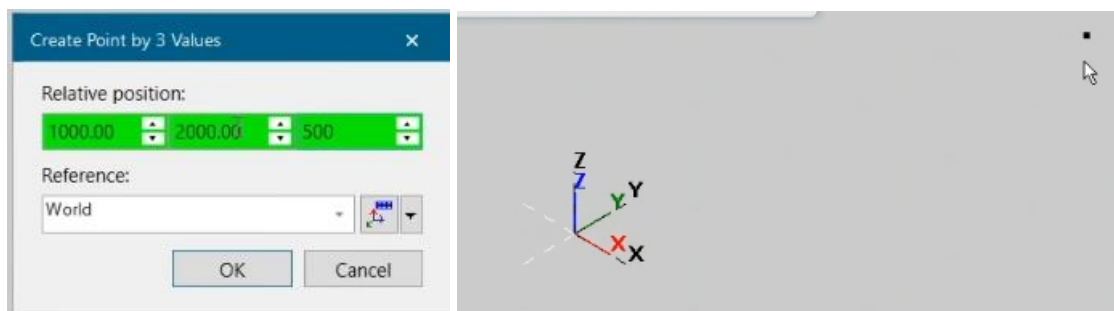


Figura 10.9. Introducerea coordonatelor punctului dorit

Orice element geometric creat va fi poziționat în interiorul reperului (**Parts**) sau resursei (**Resource**) care este deschisă pentru editare. Prin urmare, punctul nou creat va fi amplasat în **Object Tree**, subordonat elementului **PartPrototype** care este deschis pentru modelare.

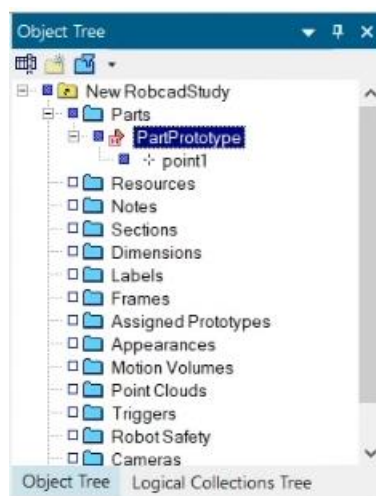


Figura 10.10. Amplasarea punctului nou creat în Object Tree

Create Point at Circle Center

A doua opțiune disponibilă este **Create Point at Circle Center**. Aceasta permite selectarea a trei puncte care definesc un cerc, iar punctul nou creat va fi poziționat exact în centrul acestui cerc. Cele trei puncte utilizate pentru definirea cercului vor dispărea după închiderea casetei de dialog.

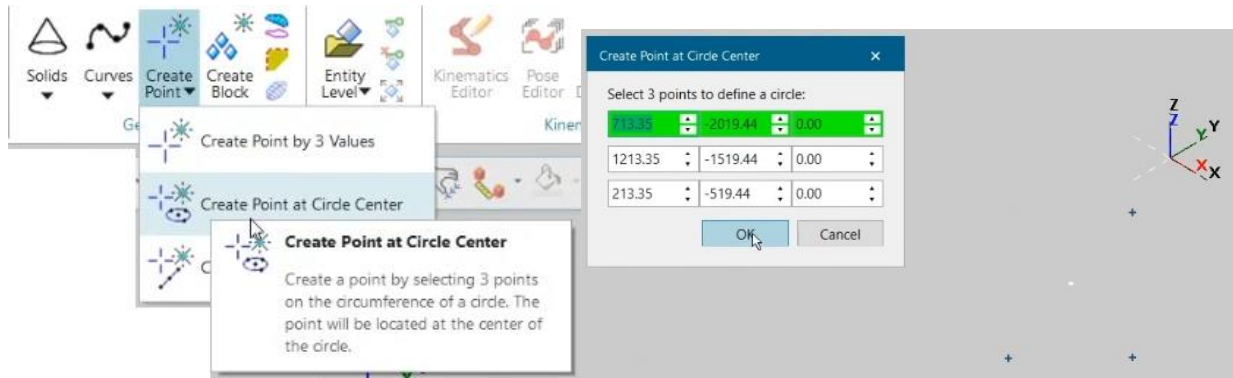


Figura 10.11. Crearea unui punct prin specificarea centrului unui cerc

Create Point between 2 Points

A treia opțiune, **Create Point between 2 Points**, funcționează într-un mod similar cu crearea unui sistem de coordonate între două puncte.

Utilizatorul va selecta două puncte, iar punctul nou creat va fi plasat pe segmentul de dreaptă care unește aceste două puncte. Poziția exactă a punctului pe segment depinde de valoarea procentuală specificată. Această valoare determină distanța dintre primul punct selectat și punctul nou creat, exprimată ca procent din lungimea totală a segmentului.

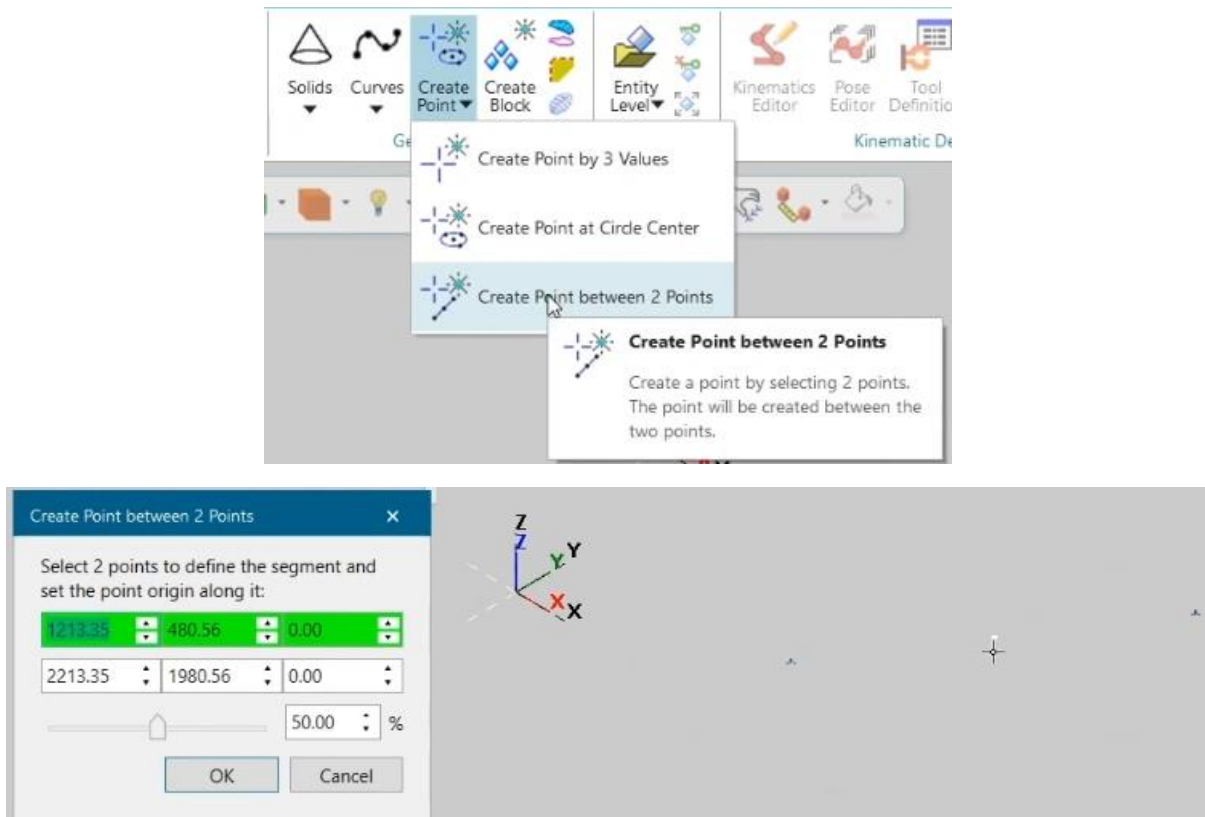


Figura 10.12. Crearea unui punct între două puncte

După închiderea ferestrei de dialog prin confirmarea cu "OK", cele două puncte care au definit capetele segmentului vor dispărea, rămânând doar punctul nou creat.

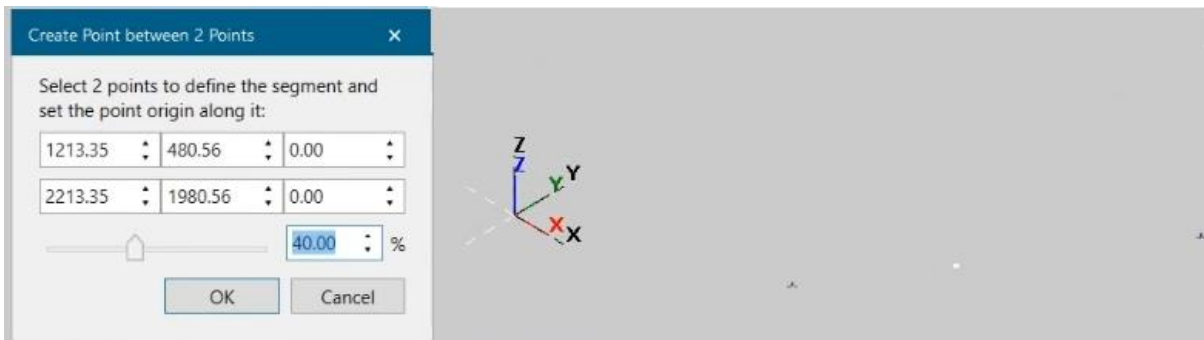


Figura 10.13. Confirmarea creării unui punct între două puncte

Pentru crearea de elemente geometrice bidimensionale (2D), programul pune la dispoziție grupul de comenzi **Curves**, care permite generarea de curbe plane sau spațiale.

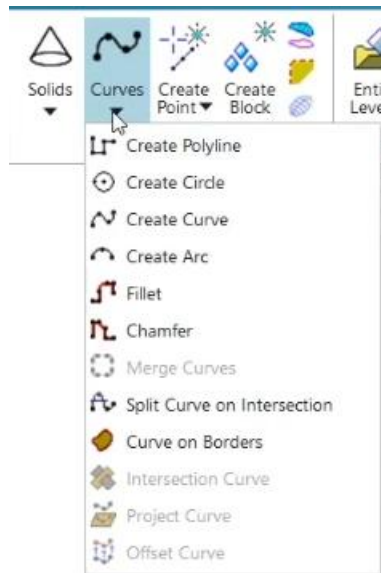


Figura 10.14. Crearea de elemente geometrice bidimensionale

Create Polyline

Prima opțiune din acest grup este **Create Polyline**, care oferă posibilitatea de a crea polilinii. O polilinie este o linie frântă, alcătuită dintr-o succesiune de segmente de dreaptă. Crearea unei polilinii se realizează prin selectarea unei serii de puncte, iar programul va trasa automat segmente de dreaptă între aceste puncte. Punctele selectate, împreună cu coordonatele lor, vor fi afișate într-o listă în cadrul casetei de dialog asociate comenzii.

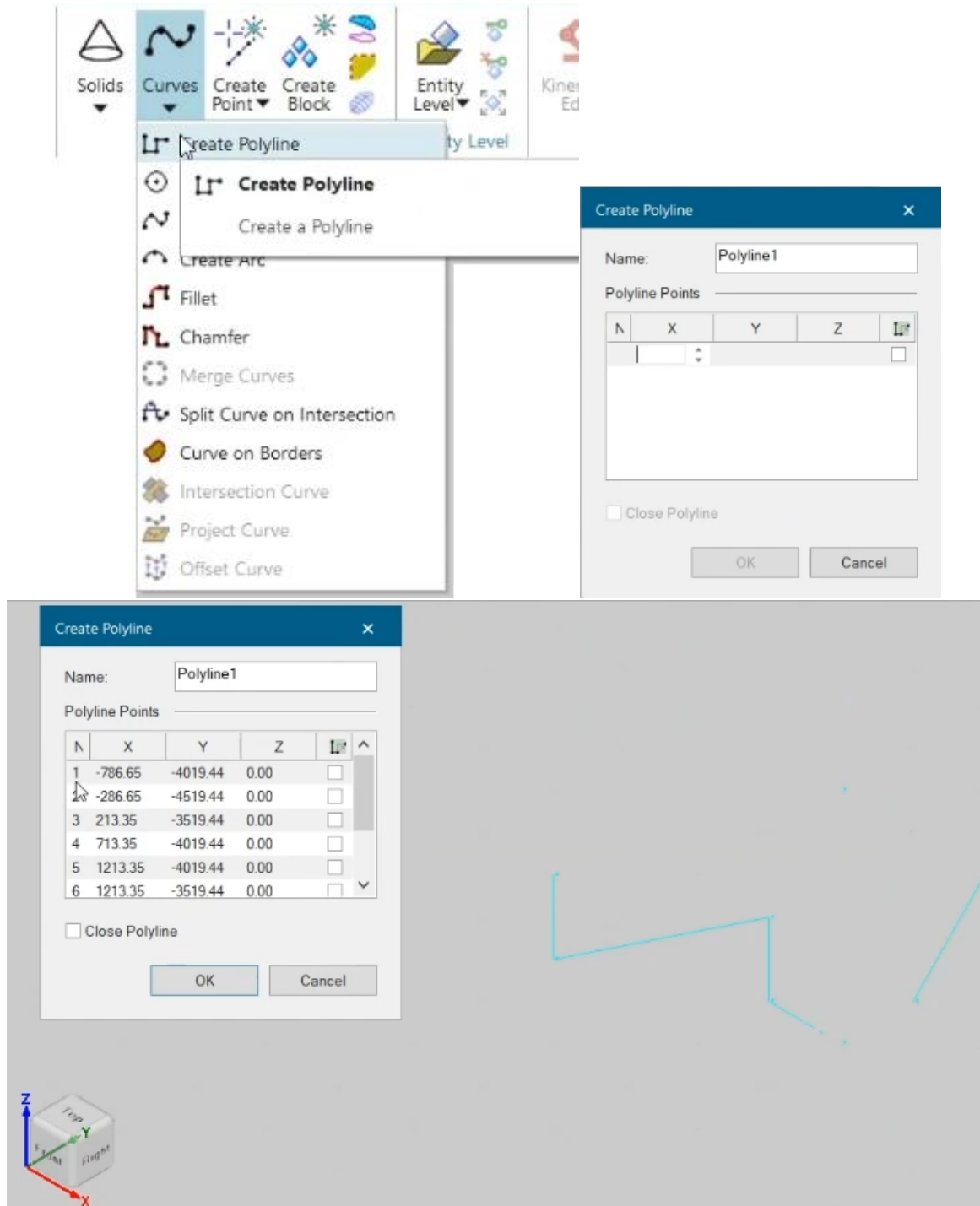


Figura 10.15. Crearea unei polilinii

Close Polyline

Prin activarea opțiunii **Close Polyline**, punctele vor fi unite într-un contur închis, prin adăugarea automată a unui ultim segment de dreaptă între ultimul și primul punct selectat.

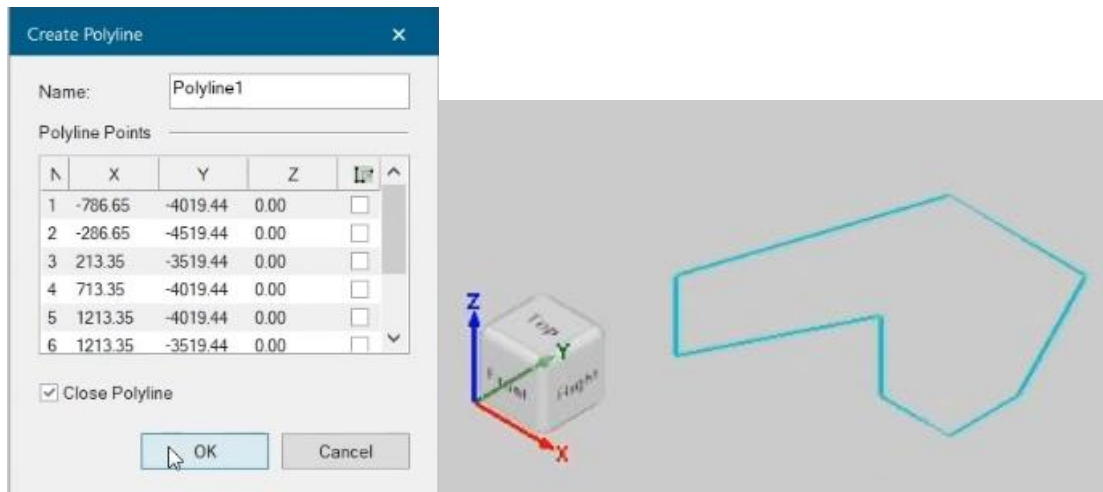


Figura 10.16. Crearea unei polilinii cu contur închis

Create Circle

Opțiunea **Create Circle** permite crearea unui cerc. În fereastra de dialog corespunzătoare, utilizatorul va specifica numele cercului (care va fi afișat în **Object Tree**), coordonatele centrului cercului și raza acestuia.

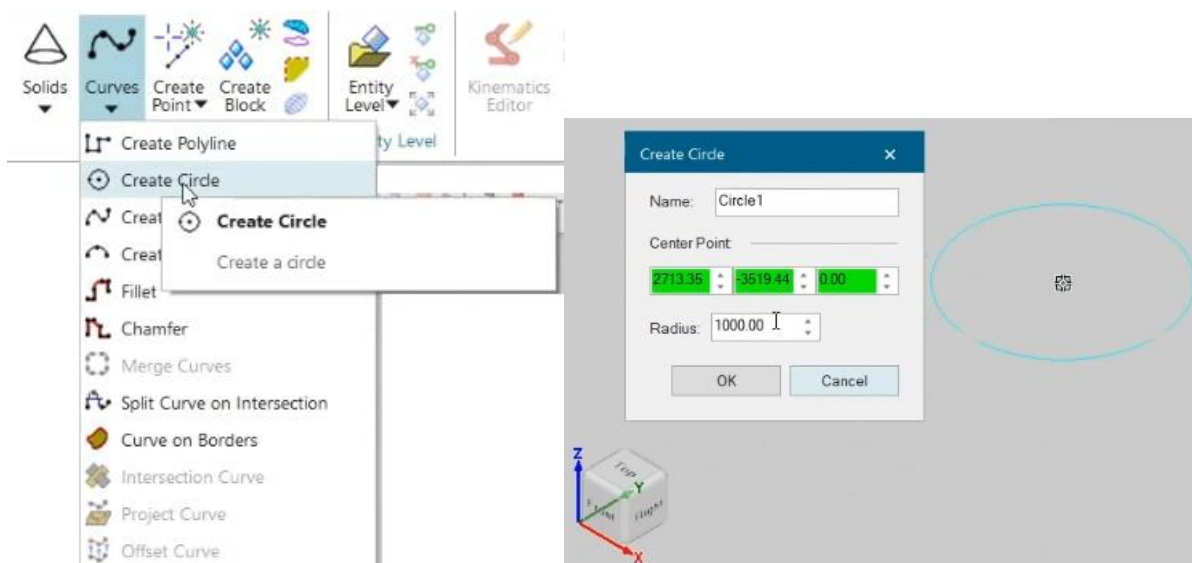


Figura 10.17. Crearea unui cerc

Create Curve

Opțiunea **Create Curve** oferă posibilitatea de a crea o curbă arbitrară. În fereastra de dialog, se va specifica numele curbei (care va apărea în **Object Tree**) și punctele care vor defini forma curbei.

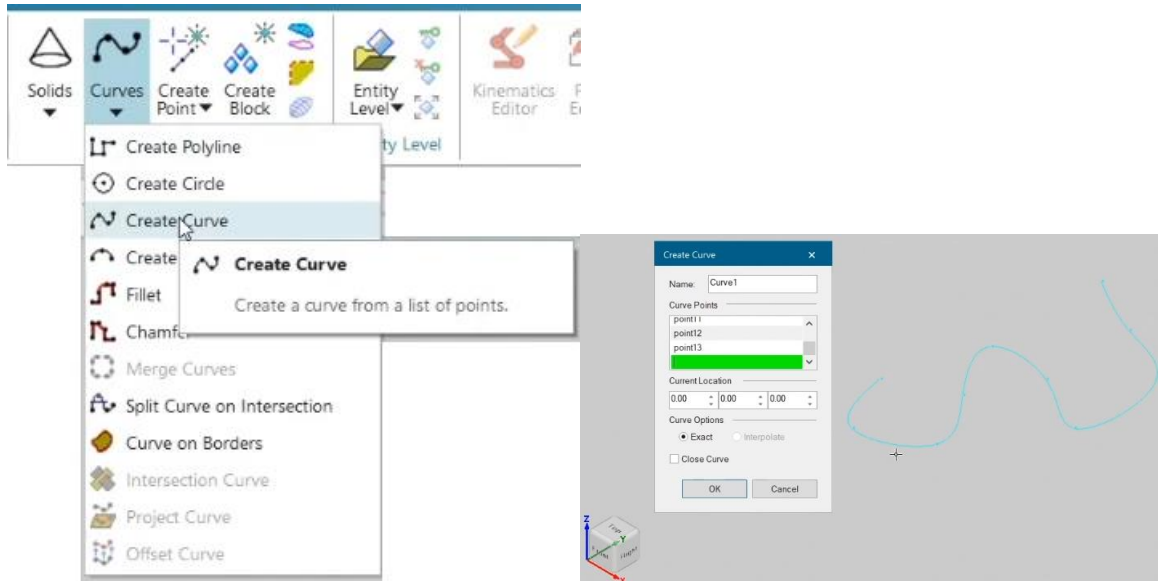


Figura 10.18. Crearea unei curbe

Opțiunile **Exact** și **Interpolate** din cadrul **Curve Options** controlează modul în care curba este generată:

- **Exact:** Curba va trece exact prin toate punctele specificate.
- **Interpolate:** Curba va aproxima punctele specificate, fără a trece neapărat prin fiecare dintre ele.

Opțiunea **Close Curve** va închide conturul curbei prin unirea capetelor acesteia.

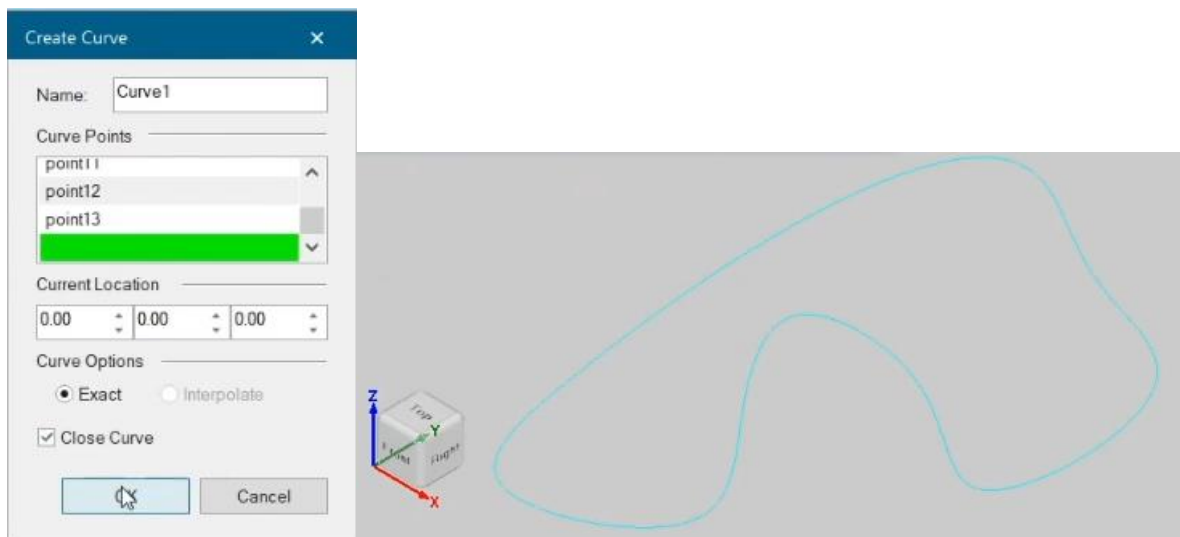


Figura 10.19. Crearea unei curbe cu contur închis

Pentru a crea un arc de cerc, se utilizează opțiunea **Create Arc**. Din punct de vedere matematic, un arc de cerc poate fi definit prin specificarea centrului cercului din care face parte, a punctului de început și a punctului final al arcului.

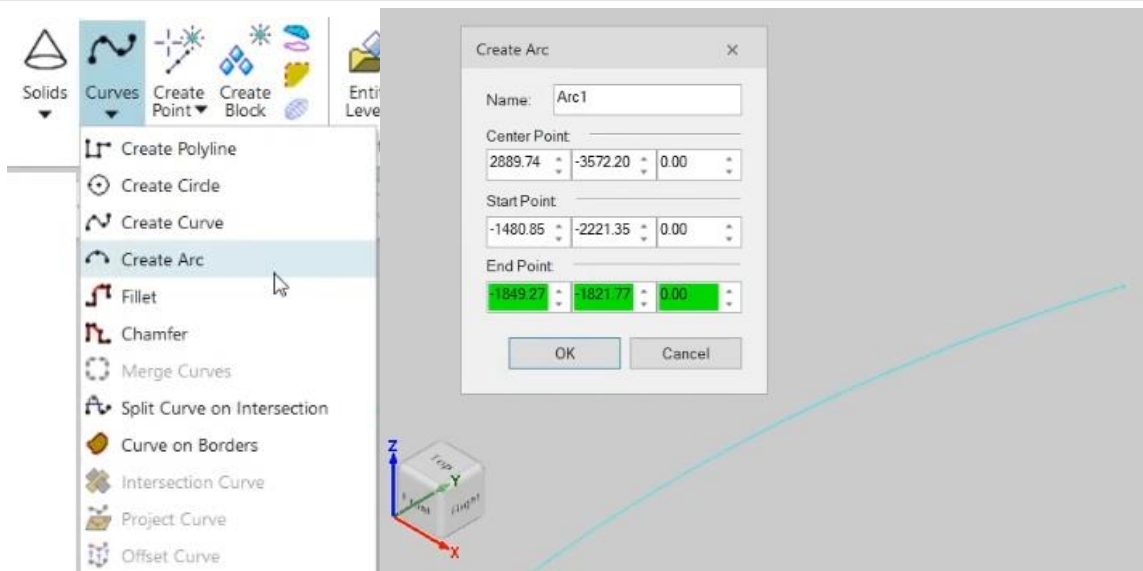


Figura 10.20. Crearea unui arc

Opțiunea **Fillet (Racordare)** permite crearea de raze de racordare între două curbe sau polilinii care se intersectează. Utilizatorul va specifica raza dorită pentru racordare.

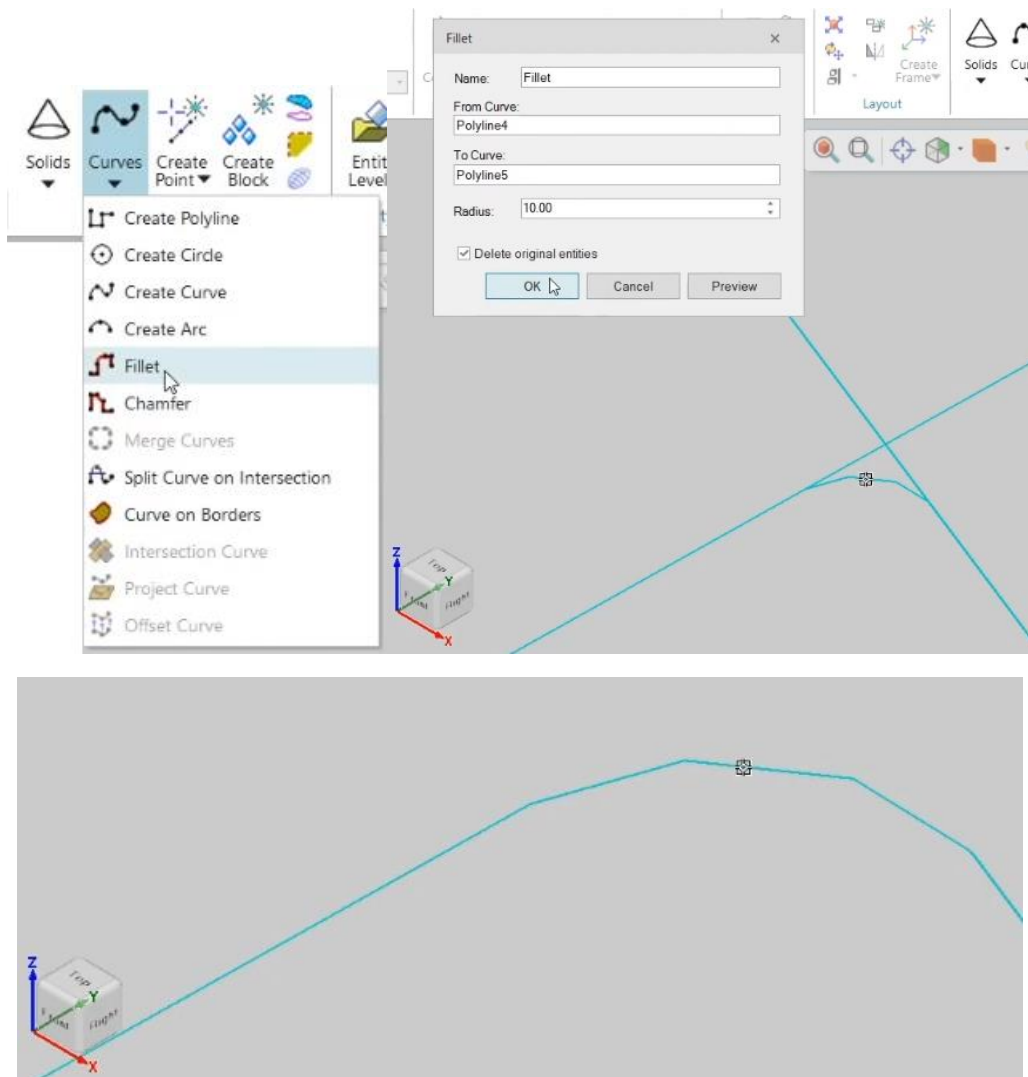


Figura 10.21. Crearea unei raze de racordare între două curbe sau polilinii

Opțiunea **Chamfer** (Teșitură) permite crearea unei teșituri între două polilinii, prin specificarea a două distanțe care definesc dimensiunile teșiturii.

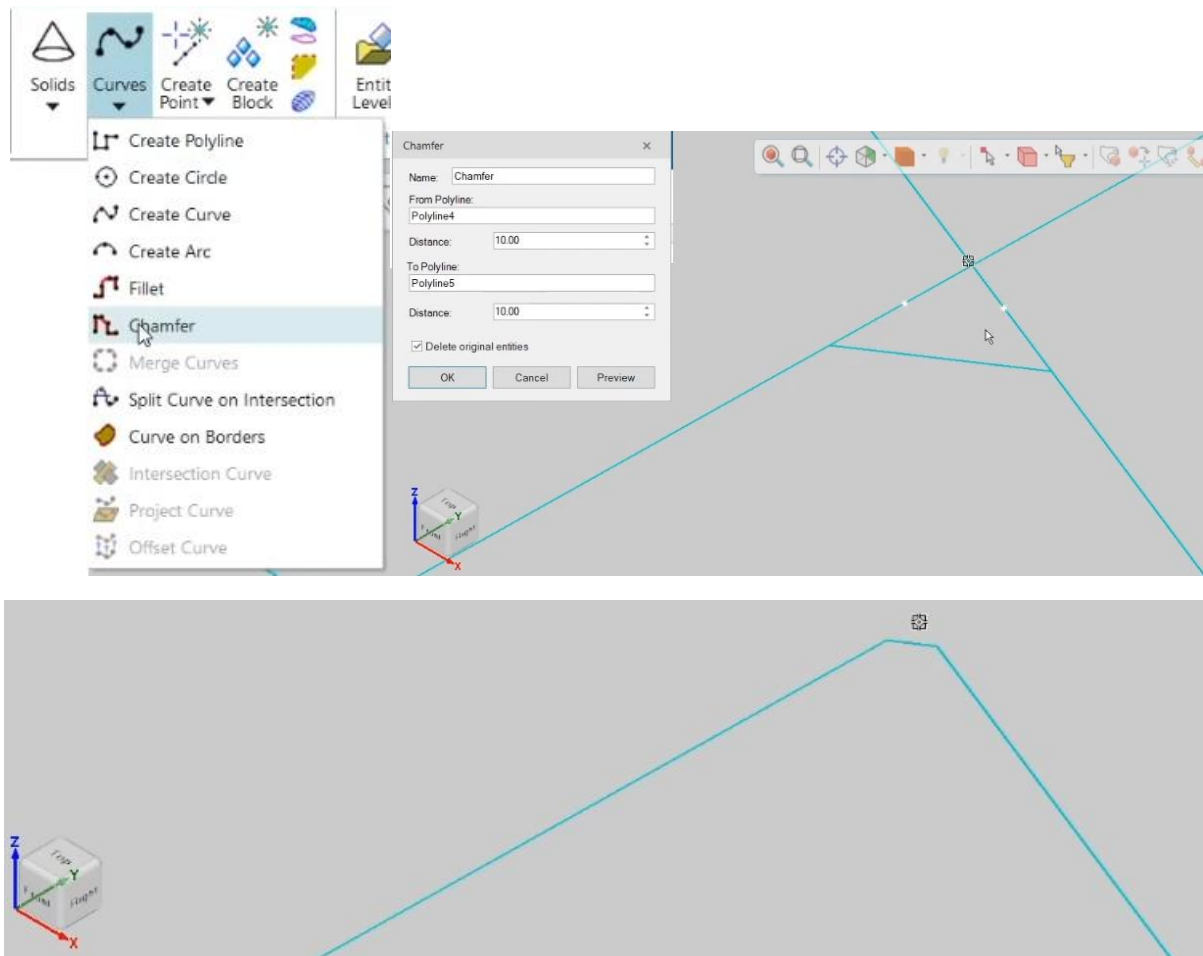


Figura 10.22. Crearea unei teșituri între două polilinii

11.MODELAREA SOLIDELOR

11.1.Crearea solidelor în Process Simulate

În mediul Process Simulate, generarea corpurilor solide tridimensionale se realizează prin intermediul setului de comenzi grupate sub categoria **Solid**.

11.1.1. Crearea paralelipipedelor

Pentru a crea paralelipede, se utilizează comanda **Box Creation**. Prima opțiune disponibilă, **Create a box**, permite definirea unui paralelipiped prin specificarea numelui și a dimensiunilor acestuia într-o casetă de dialog dedicată. În mod implicit, paralelipipedul este poziționat în scena de lucru astfel încât originea sistemului său de coordonate să coincidă cu originea sistemului global de coordonate al aplicației. Cu toate acestea, există flexibilitatea de a plasa originea paralelipipedului în orice punct dorit din scena de lucru. Pentru a realiza acest lucru, se selectează punctul dorit și apoi se execută comanda **Solid / Box Creation / Create a Box**.

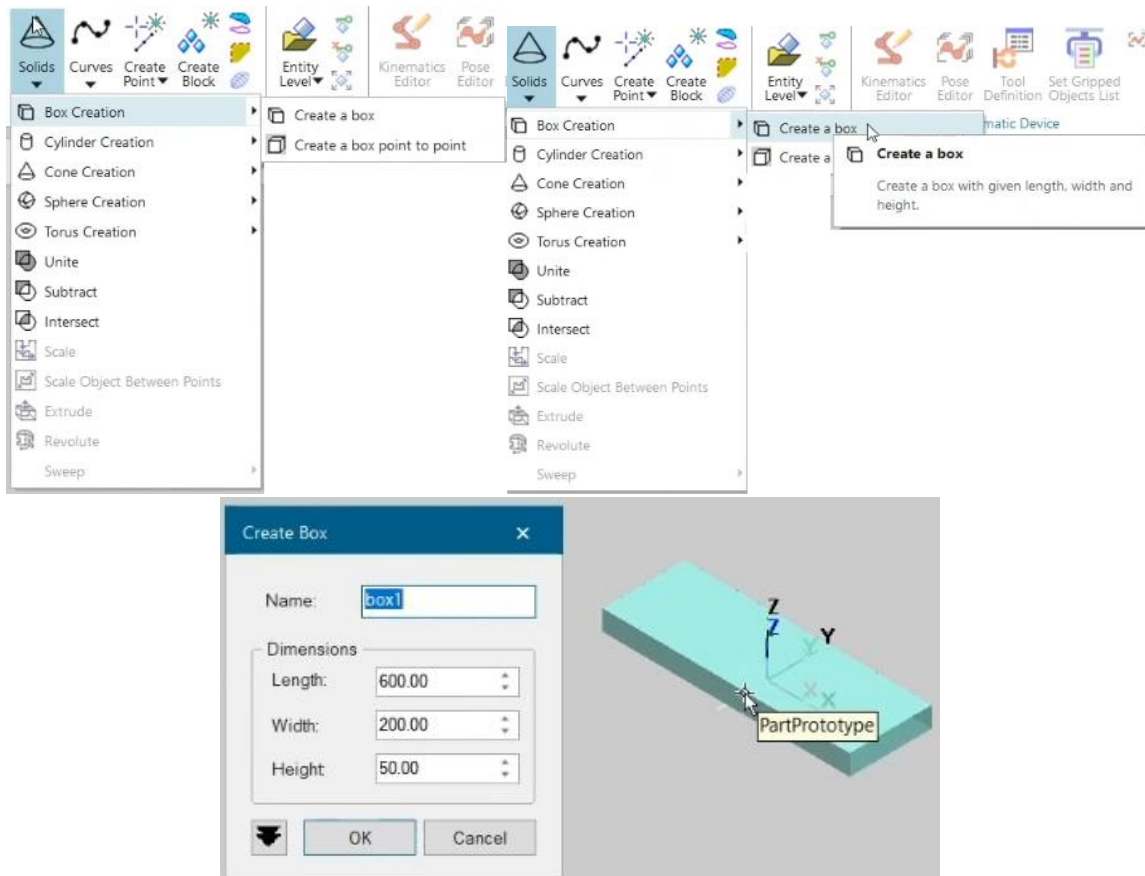


Figura 11.1. Crearea unui paralelipiped

Este important de menționat că paralelipipedul creat astfel nu este parametrizat, ceea ce înseamnă că dimensiunile sale nu pot fi modificate ulterior.

Pentru a ajusta sistemul de coordonate de origine al unui obiect, se poate utiliza comanda **Set Self Frame** din bara de instrumente **Modelling**.

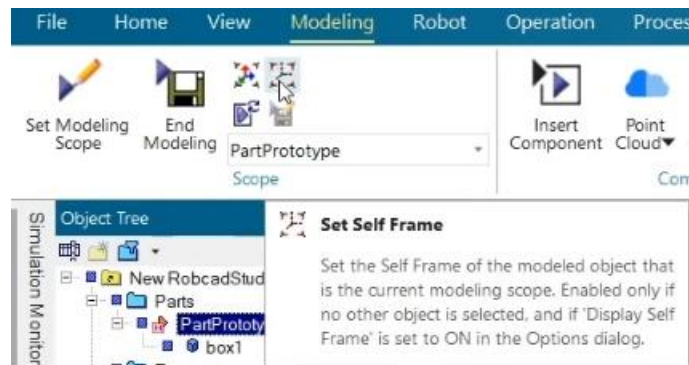


Figura 11.2. Ajustarea sistemului de coordonate de origine al unui obiect

11.1.2. Crearea cilindrilor, conurilor și trunchiurilor de con

Crearea unui cilindru se realizează prin intermediul comenzii **Create a Cylinder**, disponibilă în secțiunea **Solid/Cylinder Creation**. În caseta de dialog corespunzătoare, se specifică raza și înălțimea cilindrului dorit.

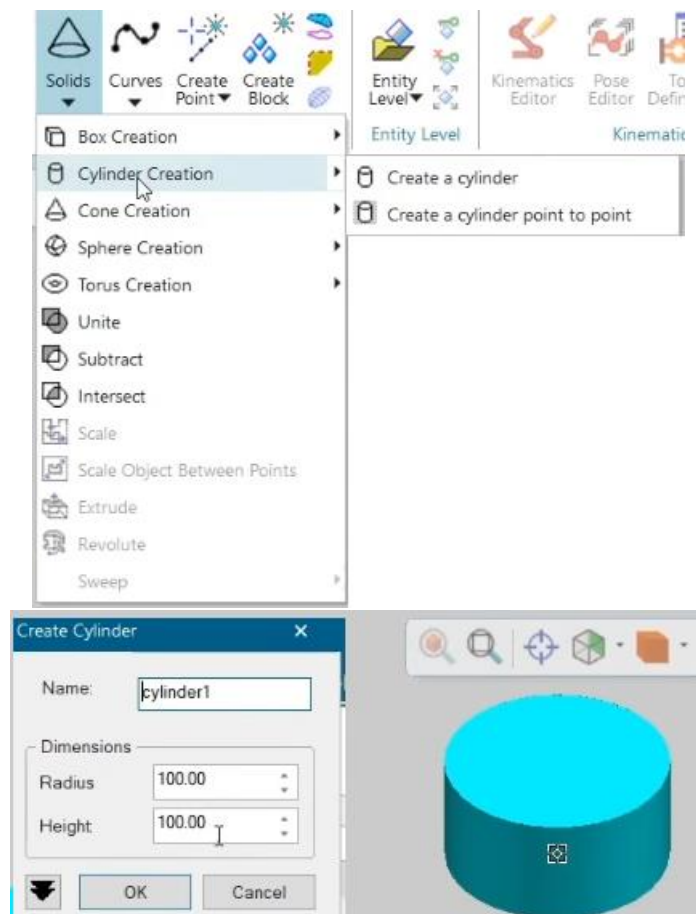


Figura 11.3. Crearea unui cilindru

Pentru a crea un con sau un trunchi de con, se folosește comanda **Create a con**. În acest caz, caseta de dialog solicită introducerea razei bazei mari, a razei bazei mici și a înălțimii conului. Originea conului sau a trunchiului de con va fi situată în centrul bazei inferioare. Dacă se dorește crearea unui trunchi de con, se setează raza bazei mici la zero.

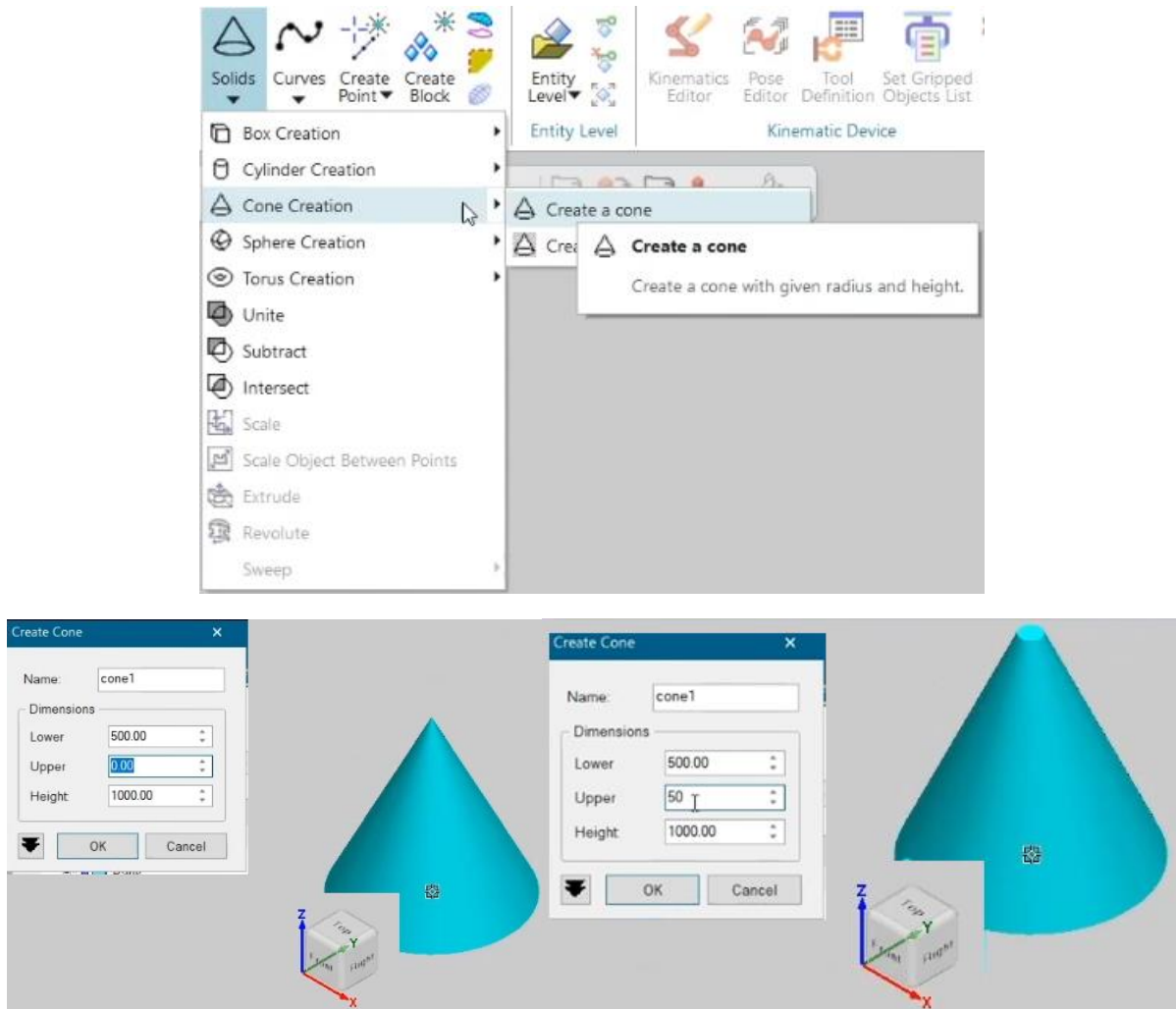


Figura 11.4. Crearea unui con

11.1.3. Crearea sferelor și torurilor

Pentru a genera o sferă, se accesează comanda **Sphere Creation**, urmată de **Create a Sphere**, și se specifică raza dorită. Originea sferei va fi implicit poziționată în centrul acesteia.

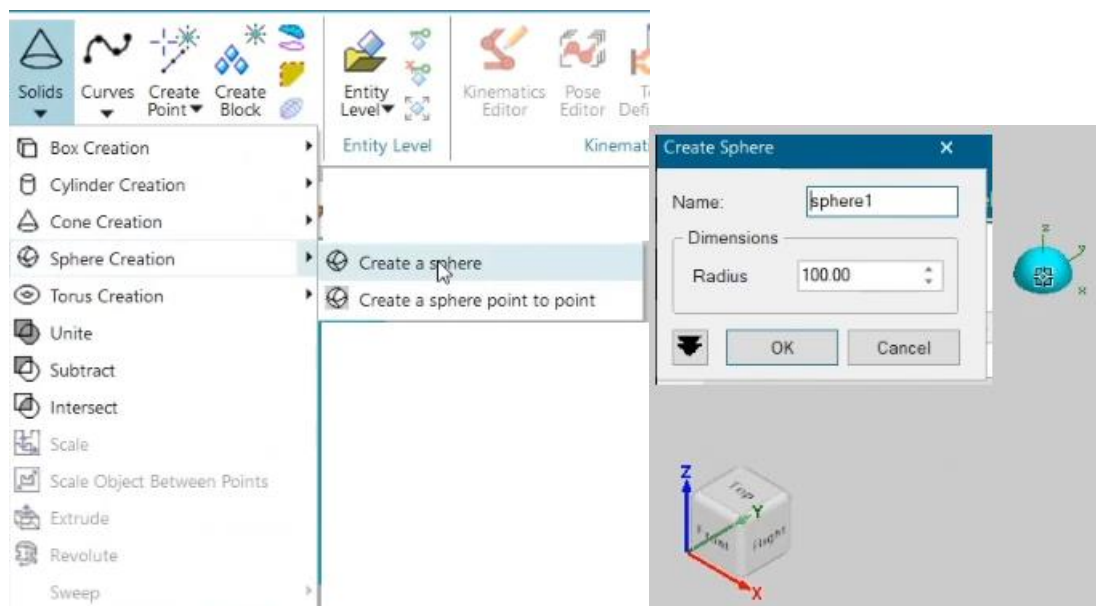


Figura 11.5. Crearea unei sfere

Crearea unui tor se realizează prin intermediul comenzii **Torus Creation**, urmată de **Create a torus**. În fereastra de dialog asociată, se specifică originea torului (care va fi în centrul acestuia), raza interioară și raza exterioară.

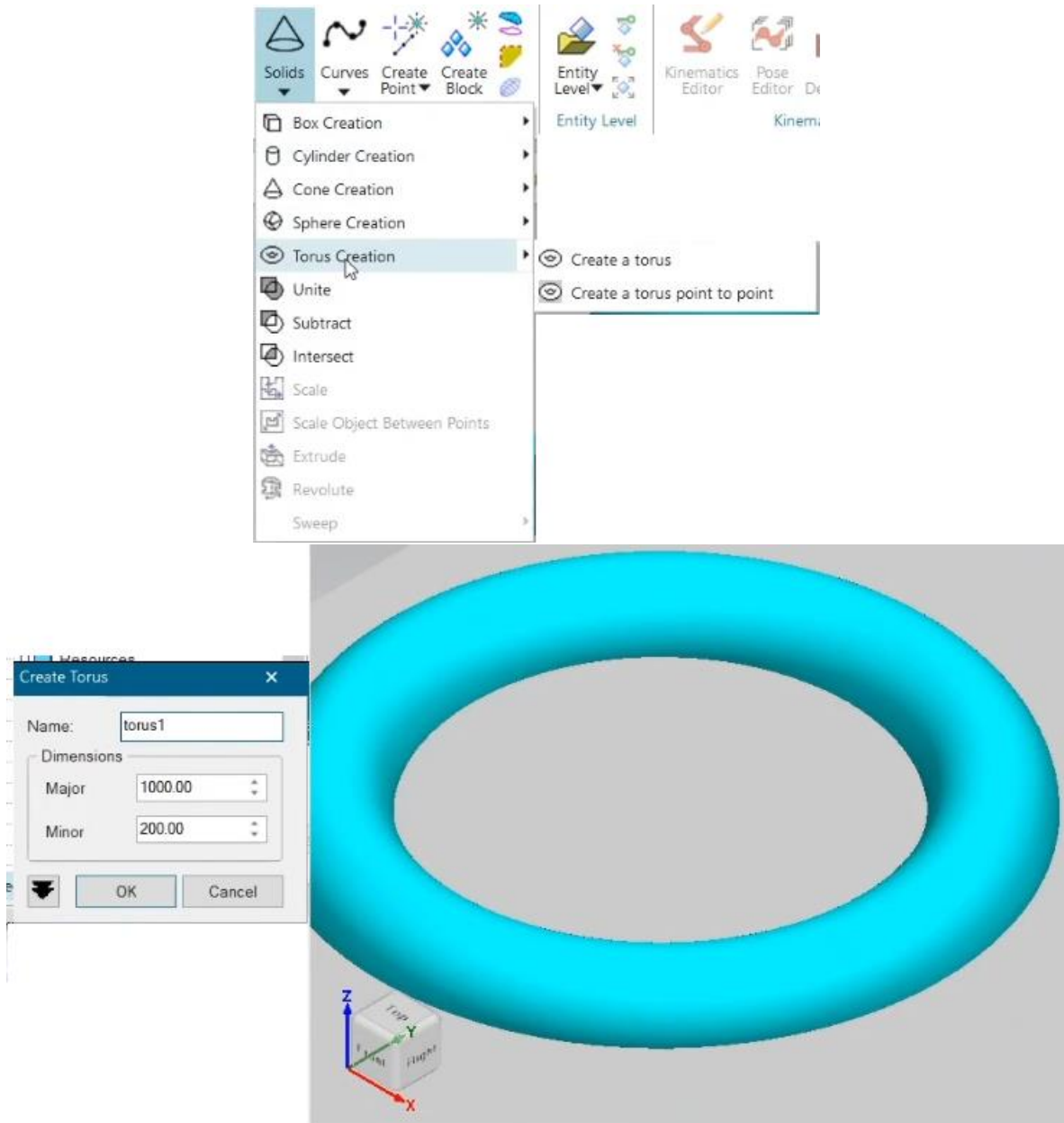


Figura 11.6. Crearea unui tor

11.2. Operații de uniune cu solide 3D

Toate solidele 3D create pot fi supuse unor operații de uniune. Un exemplu de creare a unui corp solid prin uniunea unui paralelipiped și a unui cilindru este prezentat în continuare.

11.2.1. Exemplu

Inițial, se construiește un paralelipiped.

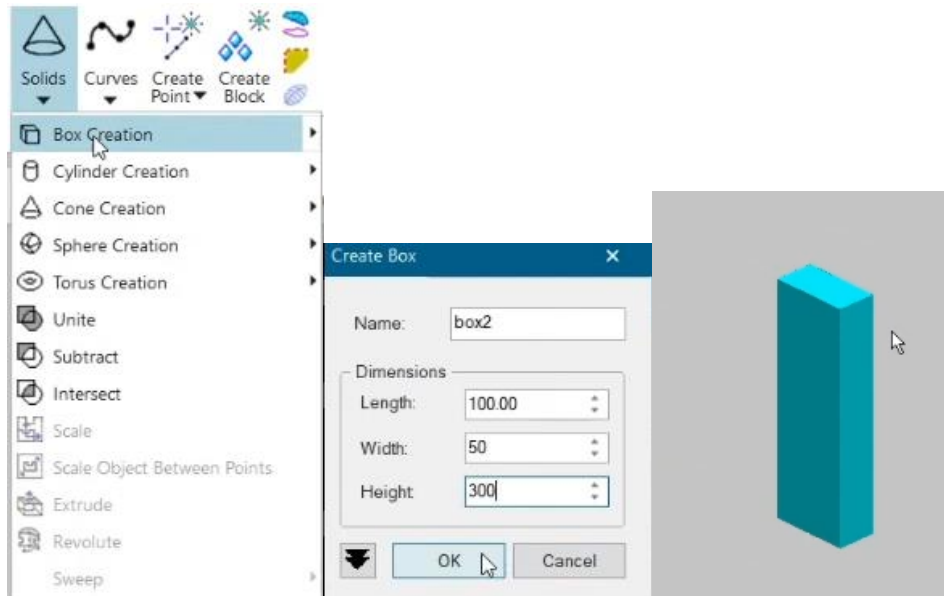


Figura 11.7. Construirea unui paralelipiped

Apoi, se plasează un cilindru deasupra bazei superioare a paralelipipedului. Pentru a realiza acest lucru, se selectează un punct pe centrul muchiei suprafeței bazei de sus a paralelipipedului și se lansează comanda **Solid, Cylinder Creation**. Cilindrul va fi creat astfel încât centrul bazei sale să coincidă cu punctul selectat pe muchia paralelipipedului. În fereastra de dialog, se introduc raza și înălțimea cilindrului.

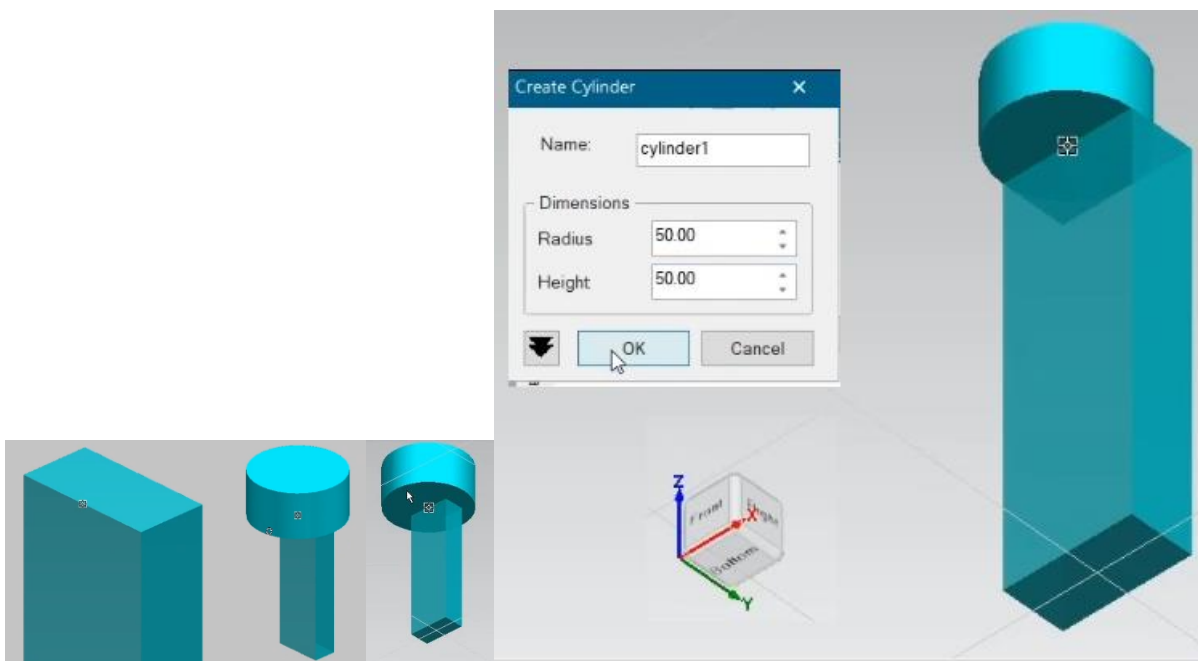


Figura 11.8. Construirea unui cilindru

După selectarea cilindrului din **Object Tree**, se utilizează comanda **Placement Manipulator** pentru a-l deplasa în poziție verticală, centrat pe paralelipiped.

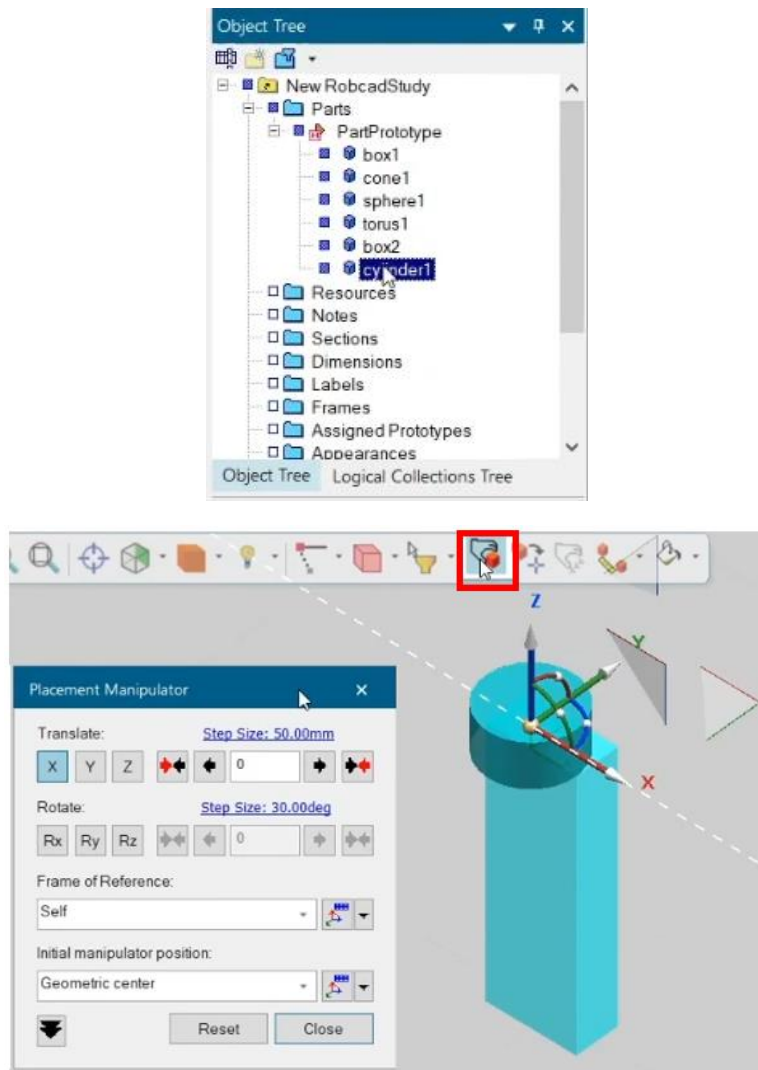


Figura 11.9. Deplasarea cilindrului în poziție verticală, centrat pe paralelipiped

Această deplasare se realizează pe direcția Y cu 25mm, iar la **Frame of Reference** se selectează **Geometric Center**, cu scopul de a efectua o rotație în jurul centrului cilindrului. Ulterior, se execută o rotire în jurul axei X cu 90 de grade.

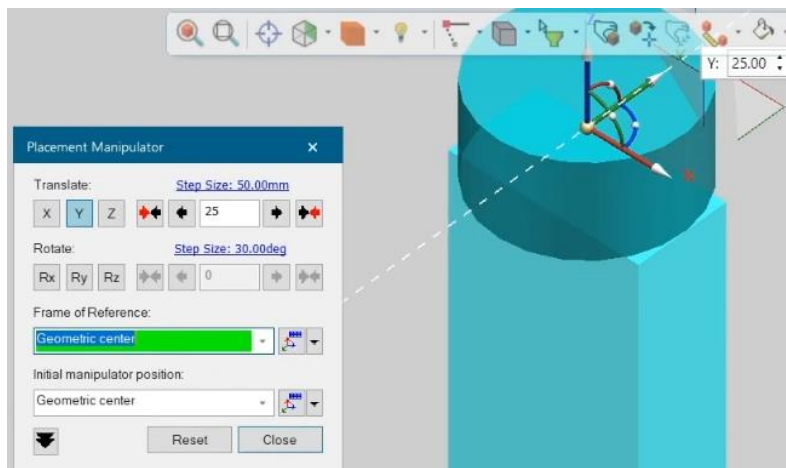


Figura 11.10. Efectuarea deplasărilor

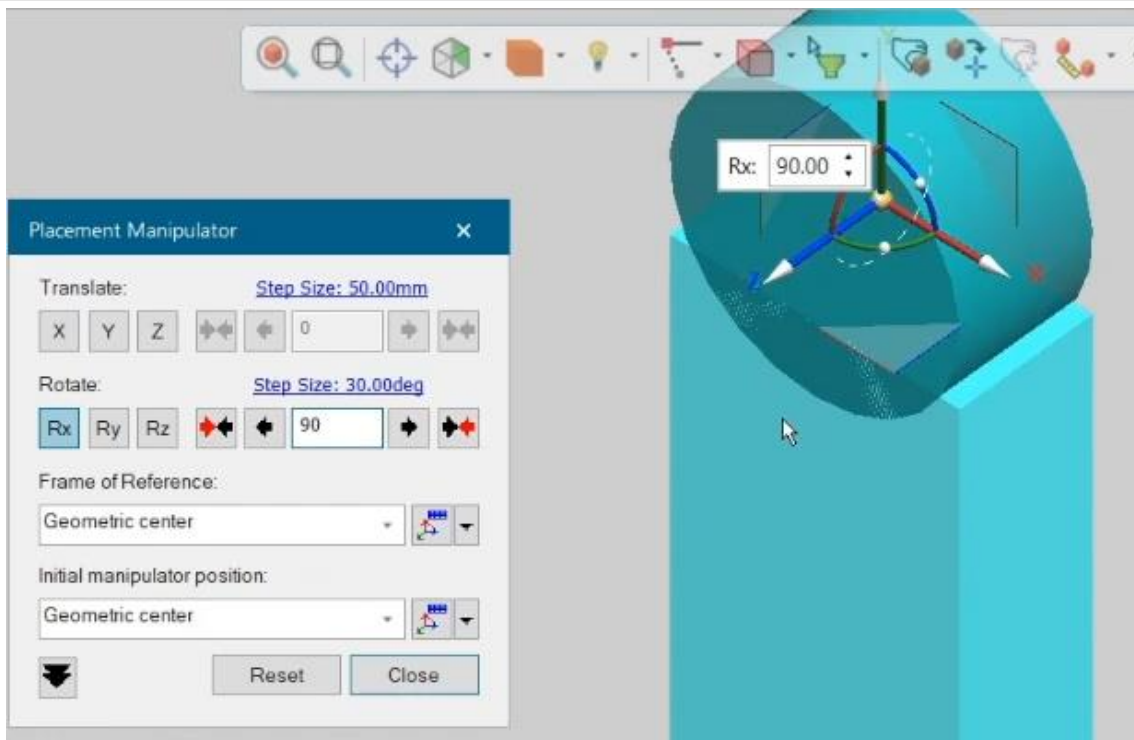


Figura 11.11. Efectuarea rotațiilor

Noua poziție a celor două corpuri este prezentată în figura următoare.

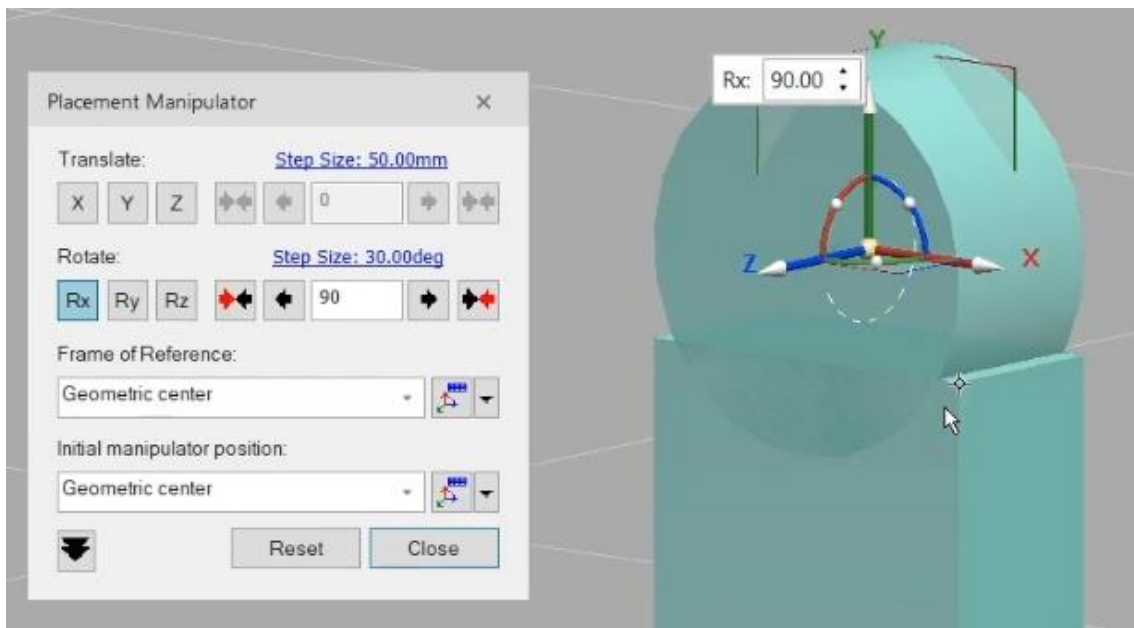


Figura 11.12. Noua poziție a celor două corpuri

În continuare, se selectează noul sistem de coordonate de referință - **Self** - din **Frame of Reference** și cilindrul este coborât cu -25mm de-a lungul axei Y.

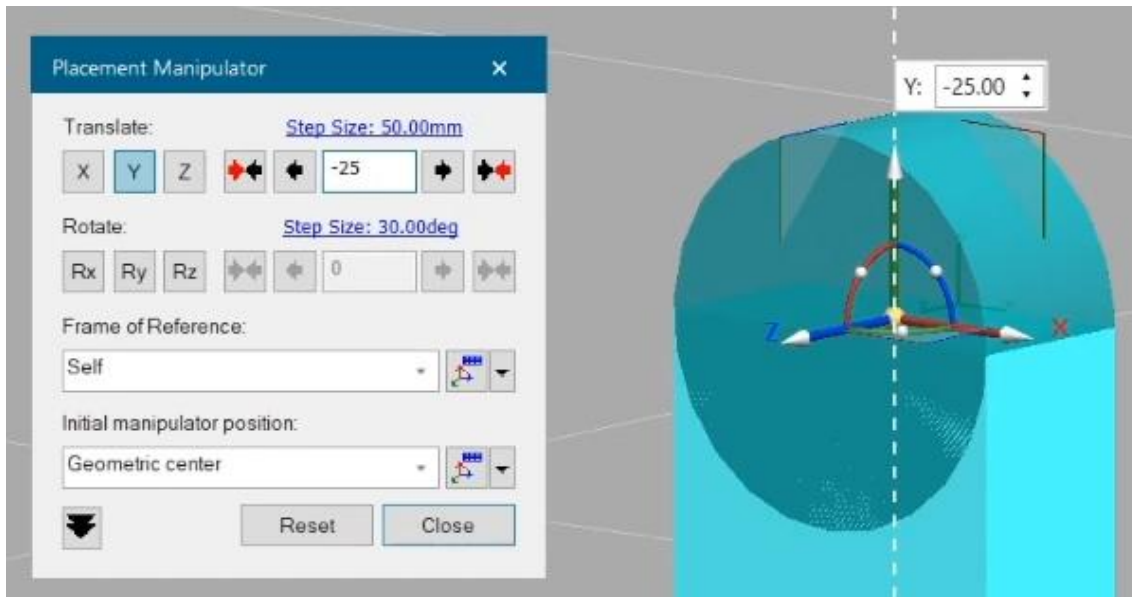


Figura 11.13. Noul sistem de coordonate de referință - Self

După confirmarea cu **Close**, se obține noua poziție a cilindrului, care, împreună cu paralelipedul, formează un corp cu partea de sus rotunjită.

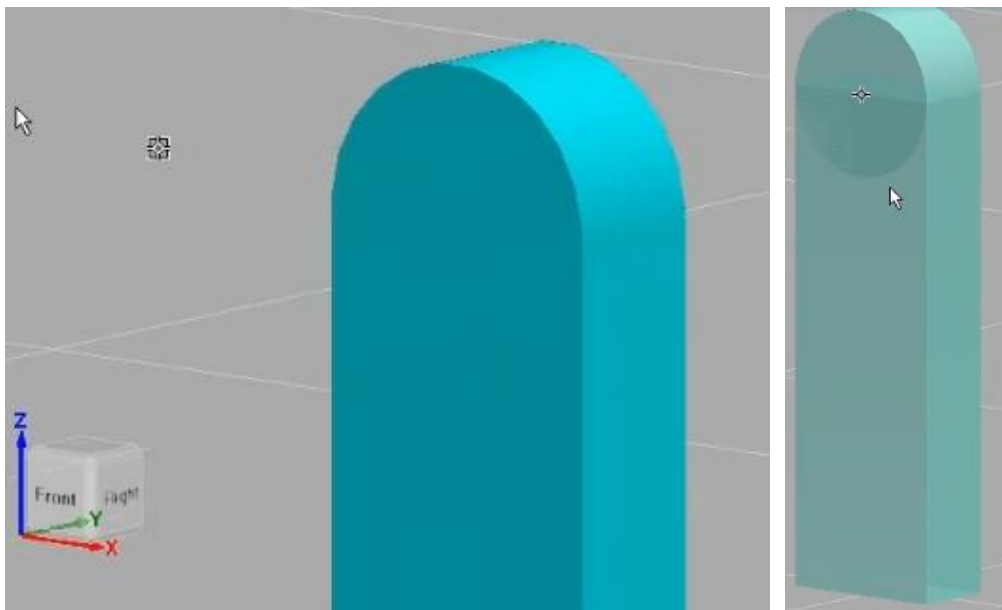


Figura 11.14. Noua poziție a cilindrului

În acest moment, există două corpuri solide 3D distincte și separate: un paralelipiped și un cilindru. Pentru a obține un singur corp mai ușor de manevrat, se parcurg următorii pași:

1. Se accesează comanda **Solids, Unite**.
2. În fereastra de dialog deschisă, se selectează paralelipipedul (box2) și cilindrul.
3. Prin bifarea căsuței **Delete original entities**, vor fi șterse solidele anterioare, iar corpul rezultat prin uniune va fi păstrat.
4. Prin confirmarea cu **OK**, se obține un singur solid 3D, aspect observabil în **Object Tree**.

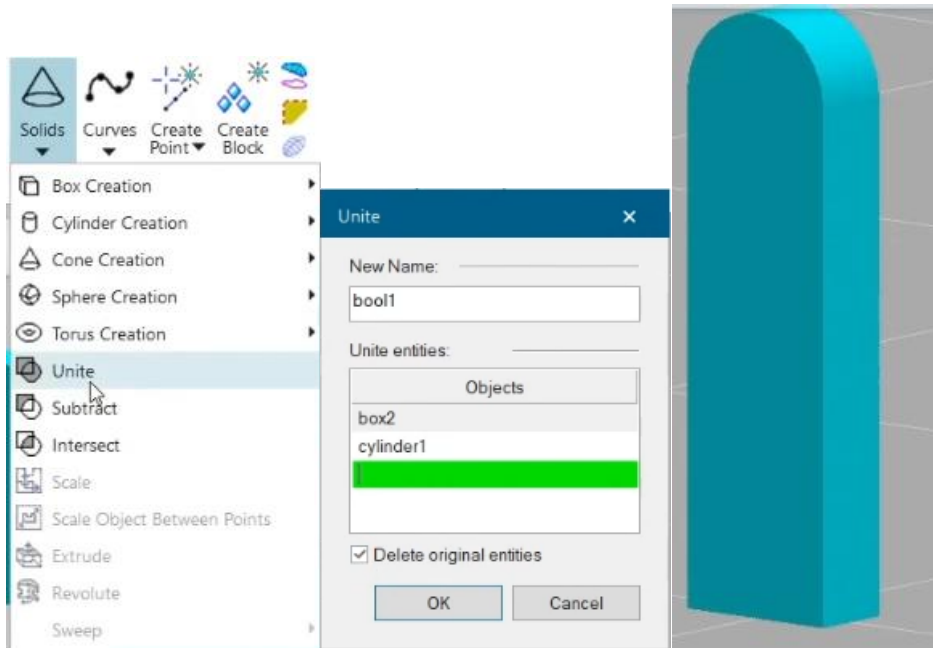


Figura 11.15. Corpul rezultat prin uniune

Crearea unei găuri în solidul 3D

Pentru a executa o gaură în noul solid 3D, se parcurg următorii pași:

1. Se accesează grupul de comenzi **Solid**, opțiunea **Cylinder Creation**, și se creează un nou cilindru cu raza și înălțimea specificate în fereastra de dialog.

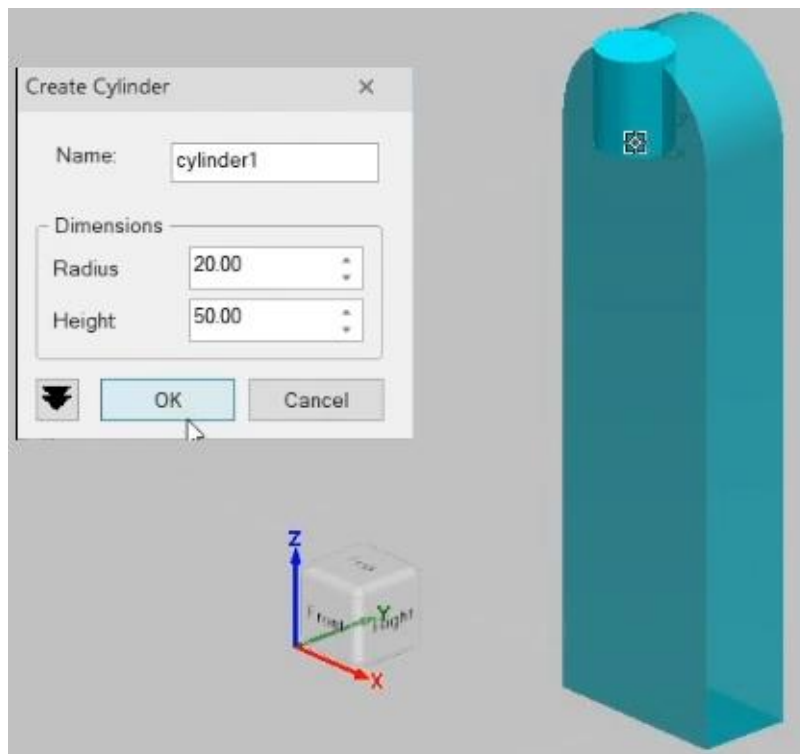


Figura 11.16. Crearea unui nou cilindru destinat facilitării execuției găurii

2. Se selectează noul cilindru în **Object Tree** și se accesează **Placement Manipulator**. În fereastra de dialog, se selectează butonul aferent rotirii după axa X cu 90 de grade, pentru a obține o orientare corectă a noului cilindru înainte de a executa gaura.

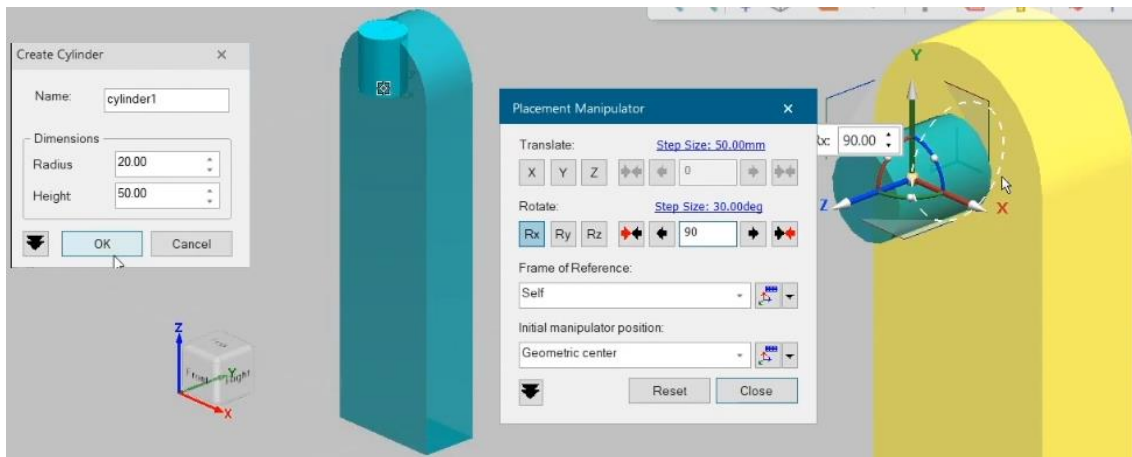


Figura 11.17. Stabilirea orientării corecte a noului cilindru înainte de a executa gaura

3. Ulterior, cilindrul este mutat de-a lungul axei Z cu -50 mm, astfel încât să fie amplasat în interiorul corpului care va fi găurit.

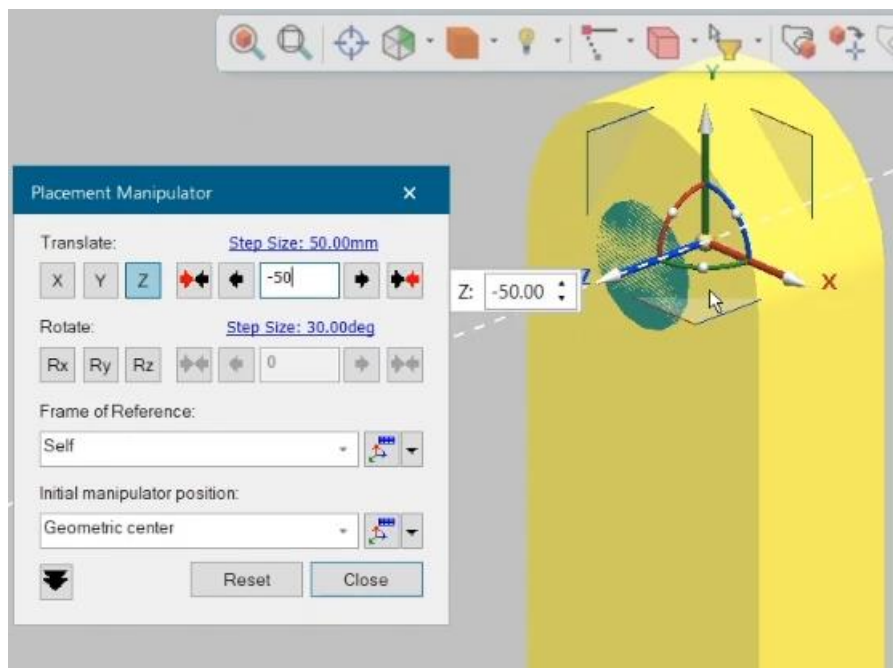


Figura 11.18. Repoziționarea orientării noului cilindru cu scopul de a executa gaura

4. Cu **Close**, se confirmă selecțiile.
5. În continuare, se accesează grupul de comenzi **Solids** și se alege opțiunea **Subtract**. În fereastra de dialog deschisă, se selectează extragerea cilindrului din corpul solid creat.

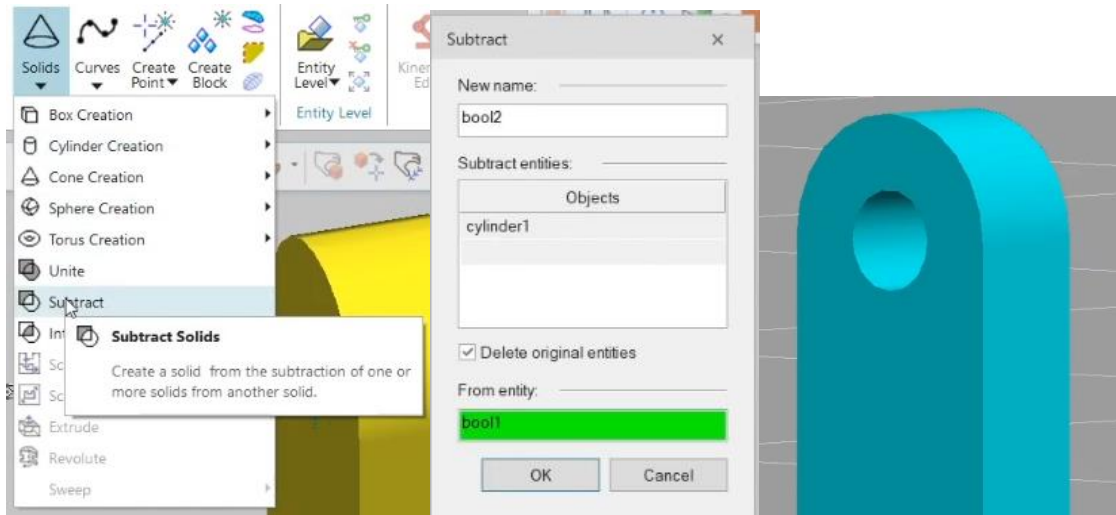


Figura 11.19. Accesarea grupului de comenzi Solids - opțiunea Subtract

6. După confirmarea cu **OK**, se obține gaura.

Închiderea sesiunii de modelare

După finalizarea modelării elementelor dorite în **PartPrototype**, se accesează **End Modelling** pentru a închide modul de modelare. Astfel, în **Object Tree**, **PartPrototype** nu va mai avea în față eticheta cu litera "M".

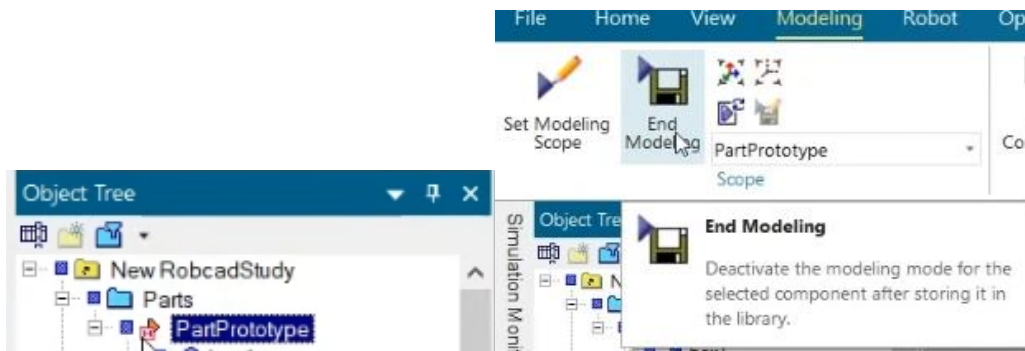


Figura 11.20. Închiderea modului de modelare

După accesarea **End Modelling**, se va deschide o fereastră de dialog **Save Component As**, în care se poate salva part-ul creat.

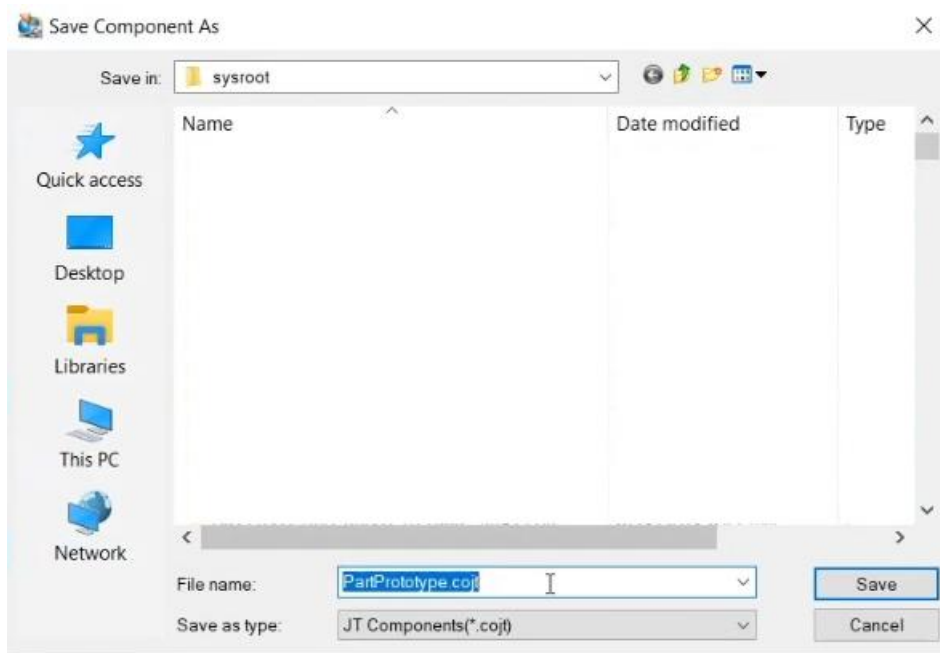


Figura 11.21. Salvarea part-ului creat

După salvarea part-ului, sesiunea de modelare se închide. Part-ul nu va mai fi în modul de modelare și nu se vor mai putea efectua modificări asupra acestuia. Eticheta din fața **PartPrototype** nu va mai apărea cu "M".

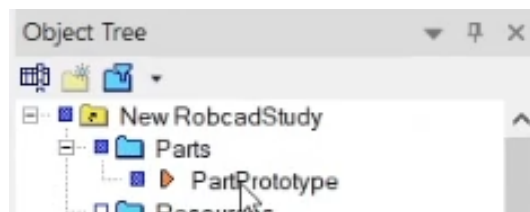


Figura 11.22. Eticheta din fața PartPrototype

Dacă se dorește modificarea ulterioară a part-ului, este necesară selectarea lui în **Object Tree** și accesarea comenzii **Set Modelling Scope** din bara de instrumente **Modelling**. Astfel, pentru **PartPrototype** va apărea din nou eticheta aferentă modelării.

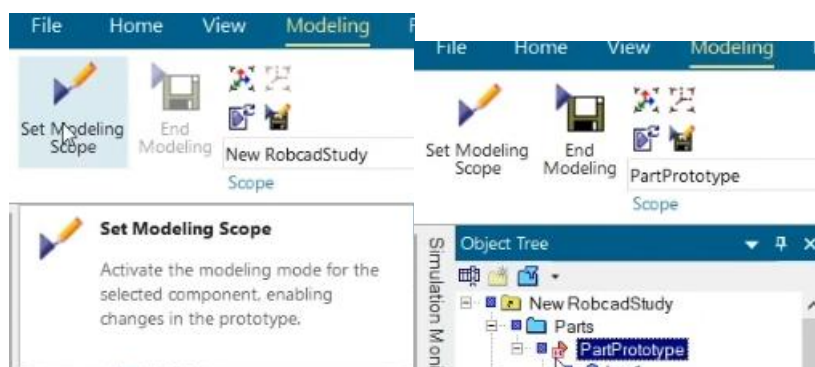


Figura 11.23. Modificarea ulterioară a part-ului

Este important de menționat că, într-un studiu, pot exista mai multe elemente aflate în modul de modelare.

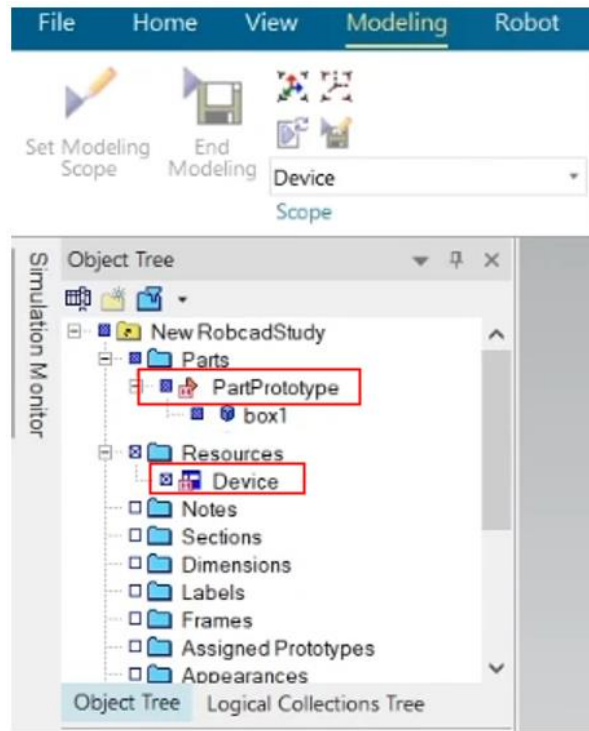


Figura 11.24. Indicarea elementelor de modelare active

Elementul de modelare activ va apărea selectat în lista cu elementele deschise spre modelare.

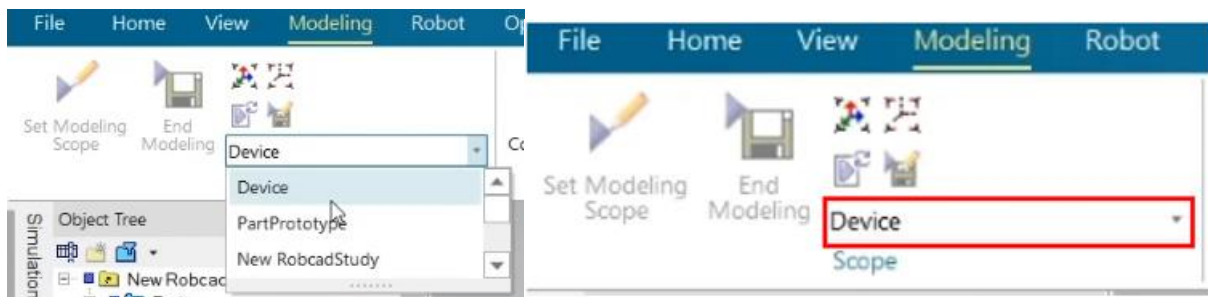


Figura 11.25. Indicarea elementului de modelare activ selectat în lista cu elemente deschise spre modelare

12.MODELAREA CINEMATII ÎN PROCESS SIMULATE

12.1.Introducere în modelarea cinematicii în Process Simulate

Process Simulate, un software pentru simularea proceselor industriale, oferă o gamă largă de instrumente pentru a modela și analiza sisteme complexe. Un aspect esențial al simulării este modelarea cinematică, care permite reprezentarea precisă a mișcărilor și interacțiunilor componentelor mecanice. Acest capitol prezintă procesul de modelare cinematică în Process Simulate, utilizând exemplul unui gripper, un dispozitiv robotic utilizat pentru prinderea și manipularea obiectelor.

12.2.Modelarea cinematicii unui gripper în Process Simulate

Procesul de modelare cinematică începe prin crearea unui nou studiu accesând **File, New Study** și importarea modelului CAD al gripperului în mediul Process Simulate - se va accesa **Modelling, Insert Component From File..**

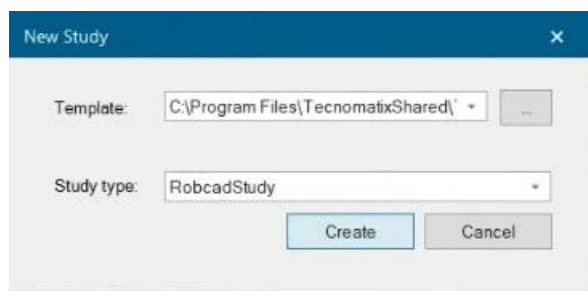


Figura 12.1. Crearea unui nou studiu

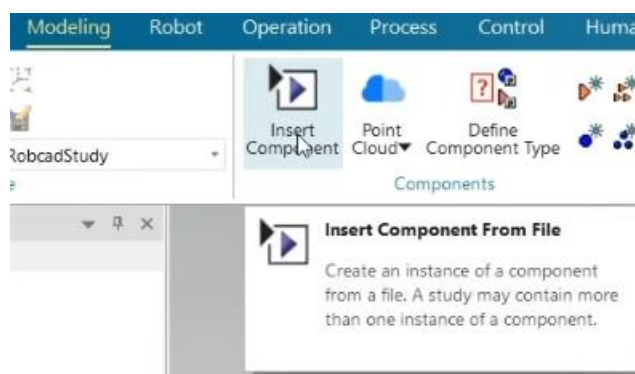


Figura 12.2. Importarea modelului CAD al gripperului

Modelul CAD furnizează geometria și structura gripperului, care sunt esențiale pentru definirea cinematicii. Se va selecta un gripper căruia i se poate modifica cinematica, accesând **Libraries / model_kinematics_grippers / box_gripper_user1.cajt**.

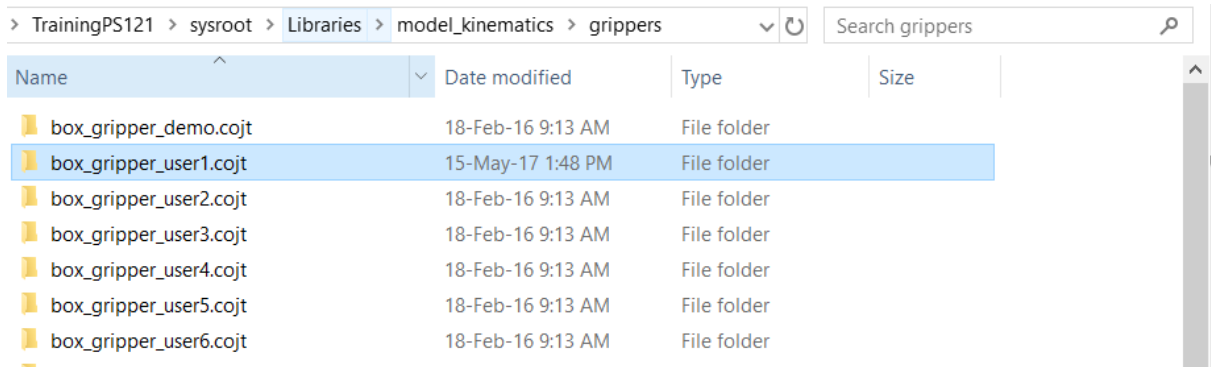


Figura 12.3. Selectarea gripperului

12.3. Inițializarea modelului cinematic

Inițial, modelul importat nu are o cinematică definită, ceea ce înseamnă că mișcările componentelor sale nu sunt încă definite. Pentru a configura cinematica, gripperul trebuie mai întâi selectat în arborele de obiecte (**Object Tree**) și deschis pentru editare prin comanda **Set Modelling Scope**. Această acțiune activează funcțiile de editare cinematică din fereastra **Kinematics Editor**.

În continuare, vom ilustra procesul de creare a cinematicii unui mecanism, utilizând ca punct de plecare un model 3D. Acest model poate reprezenta diverse elemente mecanice, cum ar fi un gripper sau o masă rotativă, care necesită definirea mișcărilor componentelor sale.

În exemplul nostru, modelul 3D importat nu are o cinematică predefinită. Această situație este confirmată de absența funcțiilor specifice cinematische (**Joint Jog**, **Mark Pose** etc.) în meniul contextual al elementului selectat în **Object Tree**.

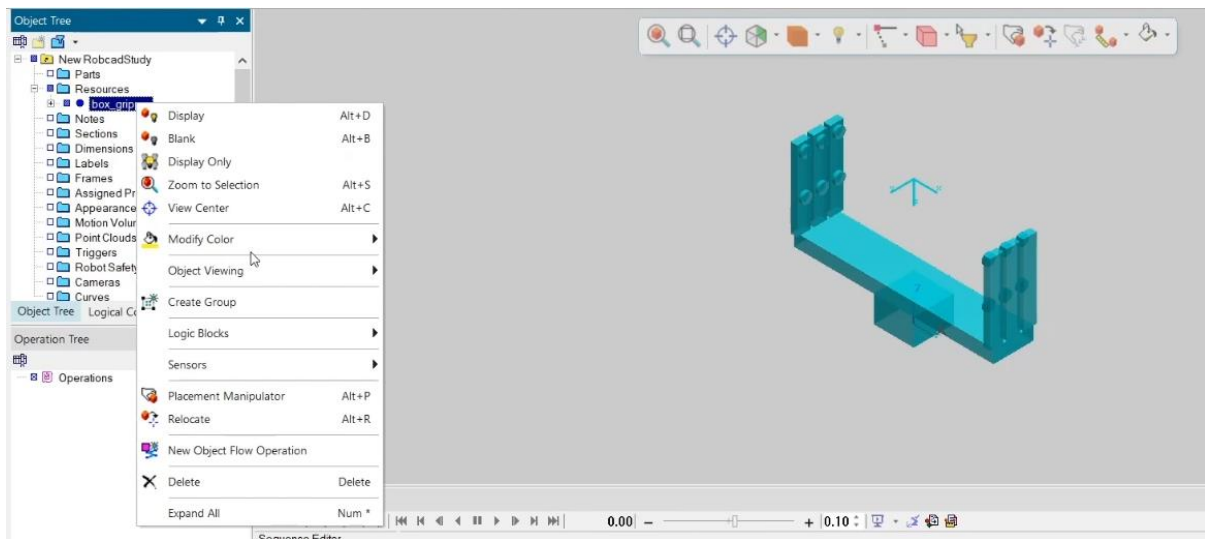


Figura 12.4. Modelul 3D fără o cinematică predefinită

Pentru a iniția procesul de definire a cinematicii, parcurgem următorii pași:

1. **Selectarea elementului:** Identificăm și selectăm elementul în **Object Tree**.
2. **Accesarea Kinematics Editor:** Navigăm către bara de instrumente **Modelling** și selectăm comanda **Kinematics Editor**. Inițial, fereastra de dialog care se deschide conține funcții inactive, deoarece elementul nu este încă deschis pentru modelare.

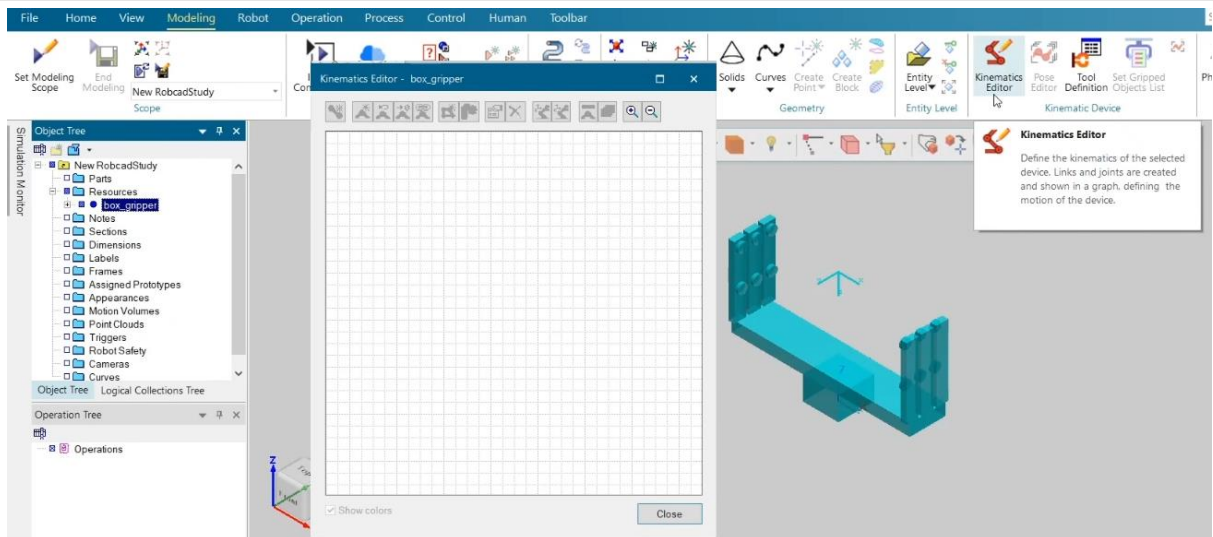


Figura 12.5. Accesarea Kinematics Editor

3. **Activarea modului de editare:** Pentru a activa funcțiile de editare cinematică, selectăm comanda **Set Modelling Scope** din bara de instrumente **Modelling**.

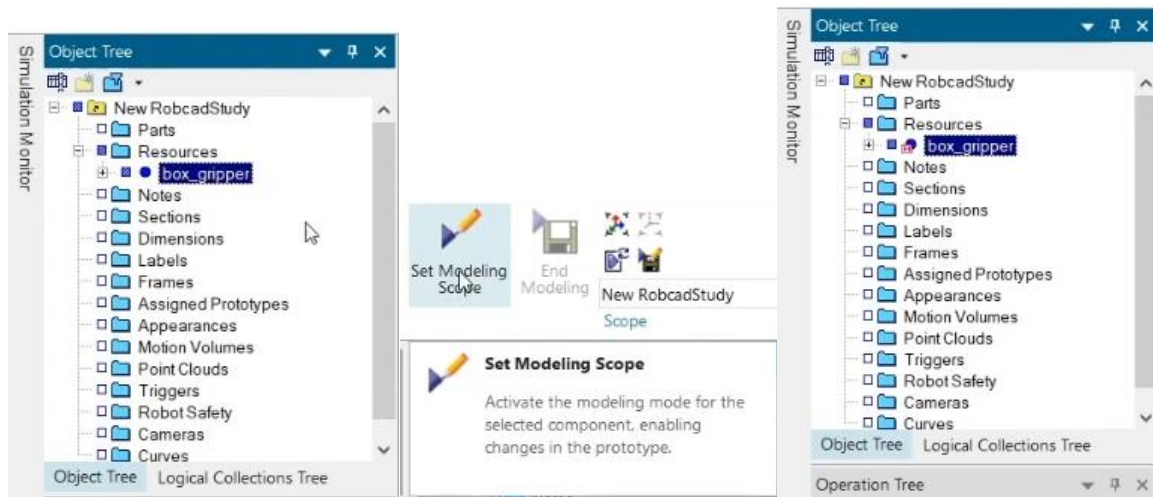


Figura 12.6. Activarea modului de editare

4. **Reaccesarea Kinematics Editor:** Reluăm accesarea comenzii **Kinematics Editor**. Acum, fereastra de dialog va afișa funcțiile necesare modelării cinematicii, iar unele dintre acestea vor fi active, permițând configurarea cinematicii elementului.

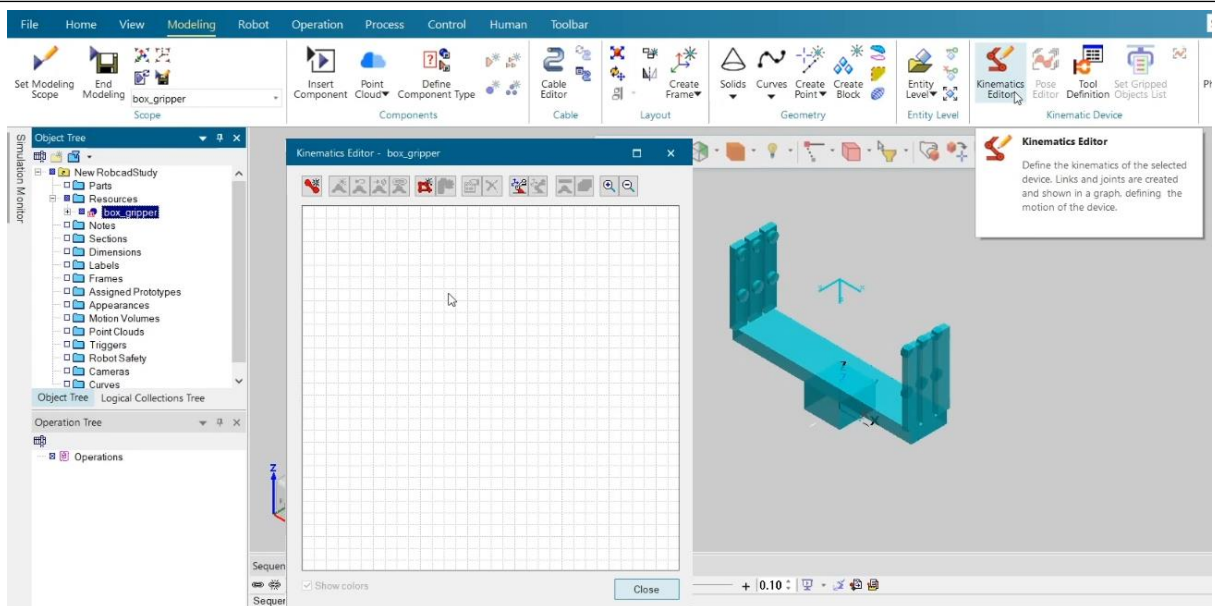


Figura 12.7. Reacesarea Kinematics Editor

12.4. Definirea segmentelor mecanismului

Un pas fundamental în modelarea cinematică este definirea segmentelor mecanismului, care reprezintă componente rigide sau grupuri de componente ce se mișcă unitar. În cazul gripperului, acestea includ baza fixă, bacurile mobile și tampoanele de prindere.

Segmentele se creează prin selectarea elementelor corespunzătoare din modelul CAD și utilizarea funcției **Create link** din fereastra **Kinematics Editor**, stabilind astfel structura cinematică a mecanismului și relațiile dintre componentele sale.

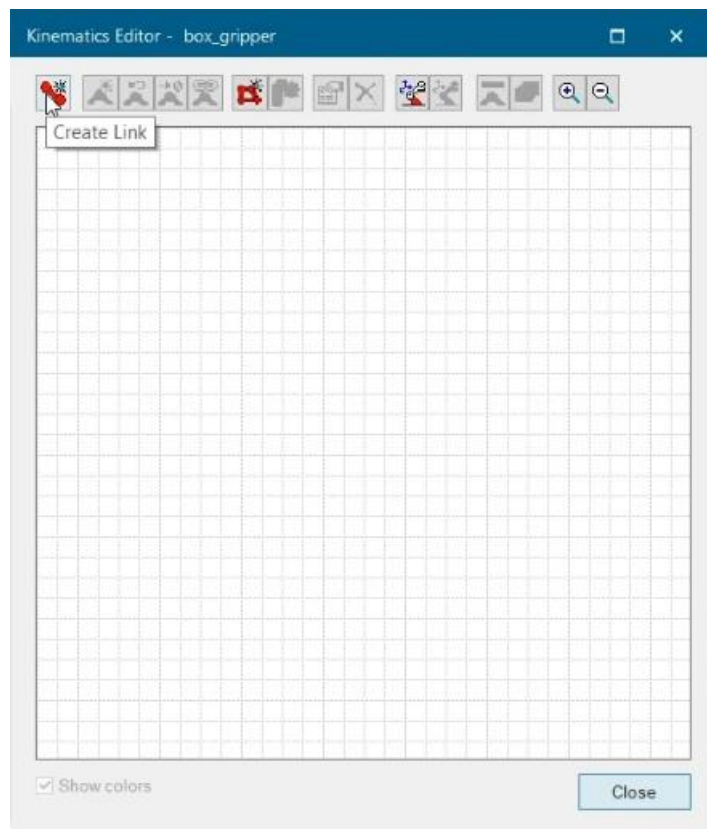


Figura 12.8. Inițierea definirii segmentelor mecanismului

Primul segment, **link 1**, cuprinde flanșa de montare (**box1**) și suportul pe care se deplasează bacurile (**box2**).

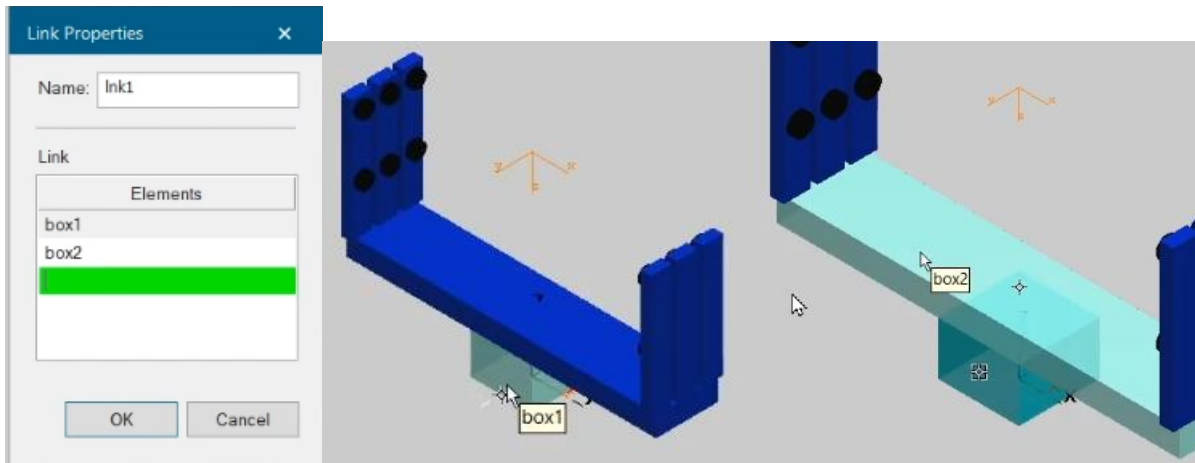


Figura 12.9. Definirea primului segment

După confirmarea cu **OK**, se va forma segmentul **link1**.

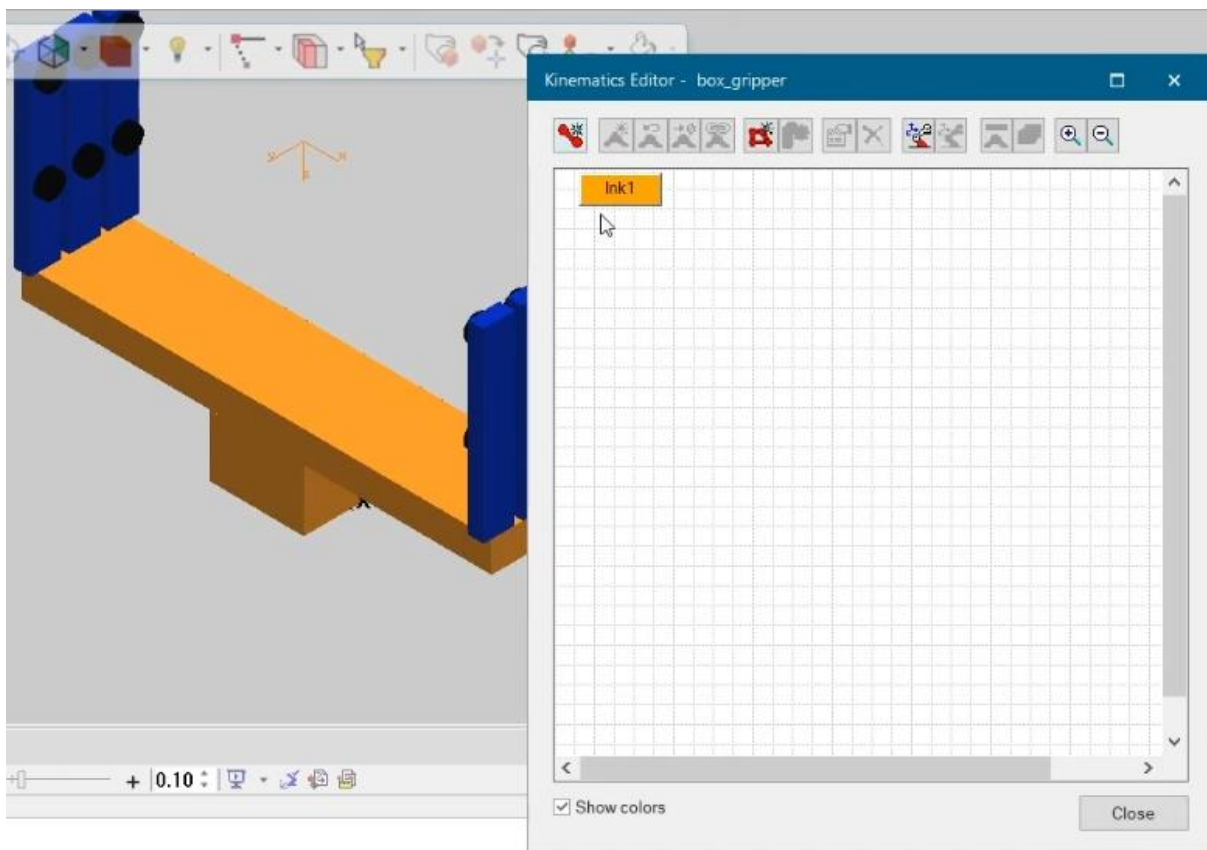


Figura 12.10. Formarea primului segment

Următoarele două segmente, **link 2** și **link 3**, reprezintă fiecare câte un bac al gripperului. Fiecare segment include elementele componente ale bacului respectiv (elementele albastre și tamponele negre).



Figura 12.11. Definirea celui de-al doilea segment

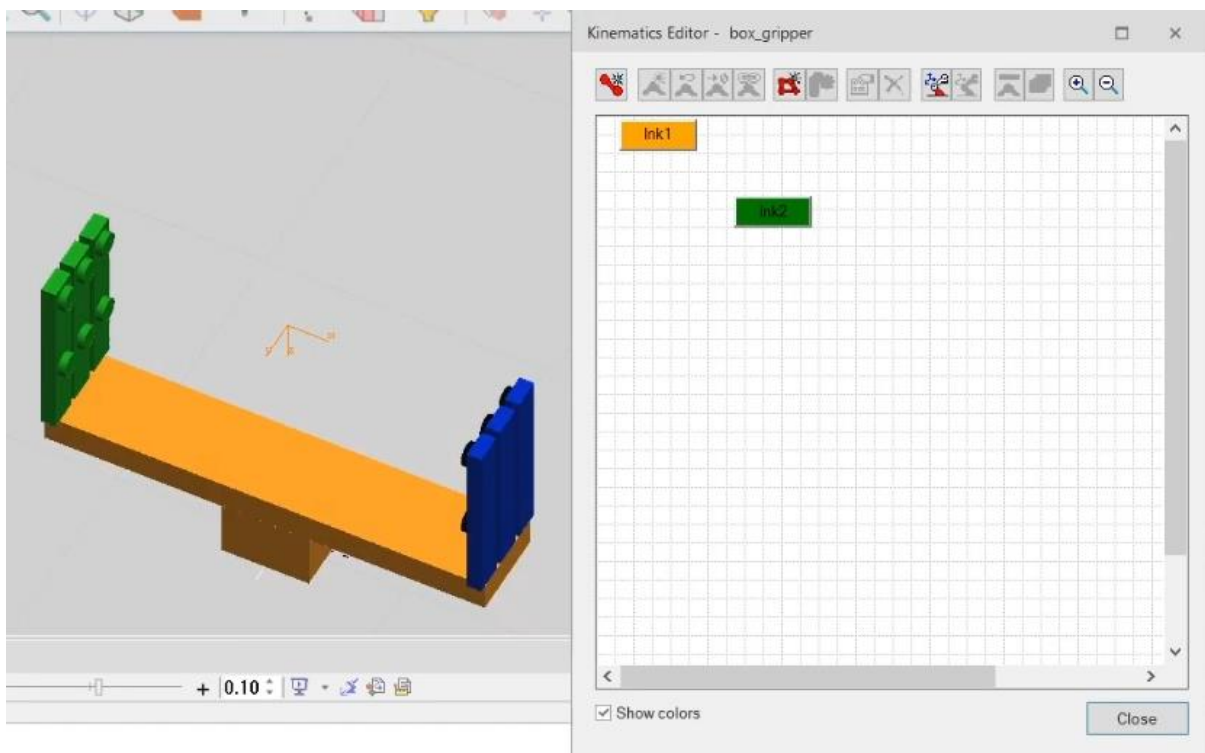


Figura 12.12. Formarea celui de-al doilea segment

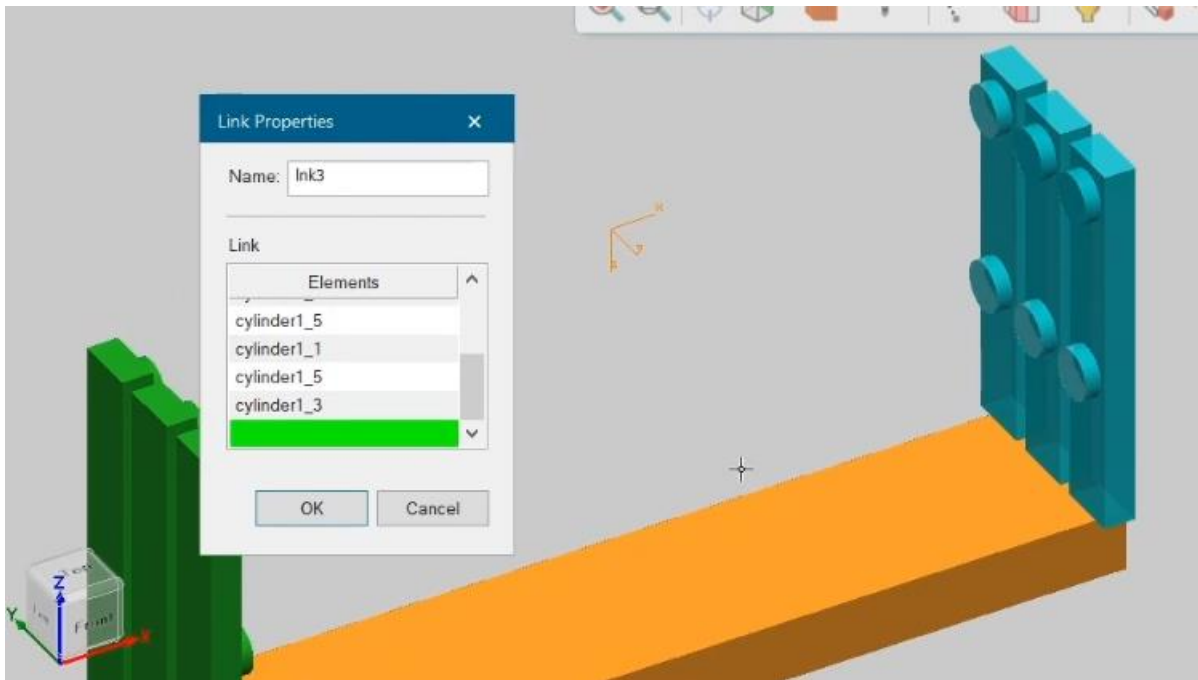


Figura 12.13. Definirea celui de-al treilea segment

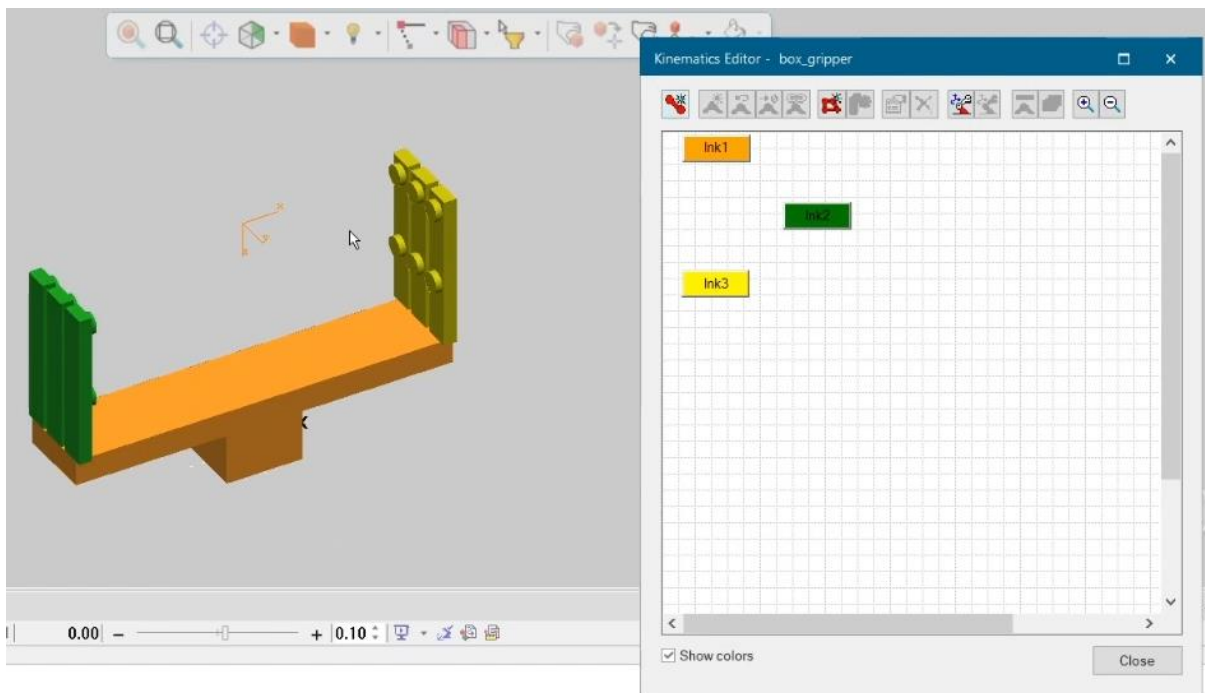


Figura 12.14. Formarea celui de-al treilea segment

Prin această procedură, am definit cele trei segmente ale mecanismului: baza gripperului (segment fix) și cele două bacuri (segmente mobile), care vor efectua mișcarea de translație pentru acționarea gripperului.

12.5. Crearea cuplelor cinematice

Odată ce segmentele sunt definite, următorul pas este crearea cuplelor cinematice, care definesc modul în care segmentele se conectează și se mișcă unul față de celălalt.

În fereastra **Kinematics Editor**, crearea unei cuple cinematice se realizează prin trasarea unei săgeți de la segmentul fix (părinte) către segmentul mobil (subordonat). Această acțiune deschide fereastra de dialog **Joint Properties**, unde se configurează proprietățile cuplei.

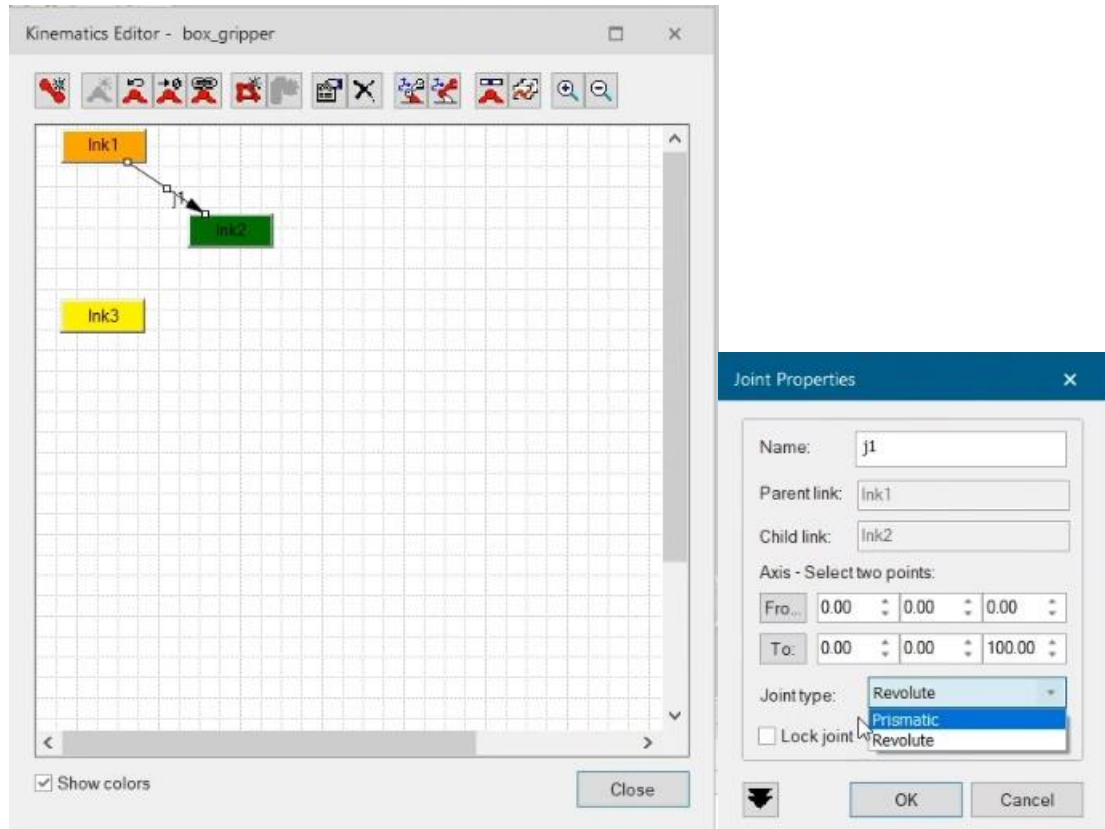


Figura 12.15. Crearea unei cuple cinematice

În fereastra **Joint Properties**, se specifică numele cuplei și tipul de mișcare permisă. Opțiunea **Revolut** definește o cuplă de rotație, în timp ce opțiunea **Prismatic** definește o cuplă de translație. În cazul gripperului analizat, pentru a realiza mișcarea de închidere și deschidere, se vor selecta cuple de tip **Prismatic**.

12.6. Definierea axelor de mișcare și a limitelor

Pentru fiecare cuplă cinematică, este necesar să se definească axa de mișcare, care reprezintă axa în jurul căreia se rotește sau de-a lungul căreia se translatează segmentul. Axa cuplei, determinată de două puncte, reprezintă axa de rotație în cazul cuplelor de rotație sau o dreaptă paralelă cu direcția de translație în cazul cuplelor de translație.

În exemplul nostru, pentru a defini translația bacului verde, se selectează opțiunea **From** din fereastra **Joint Properties** pentru a stabili primul punct al axei.

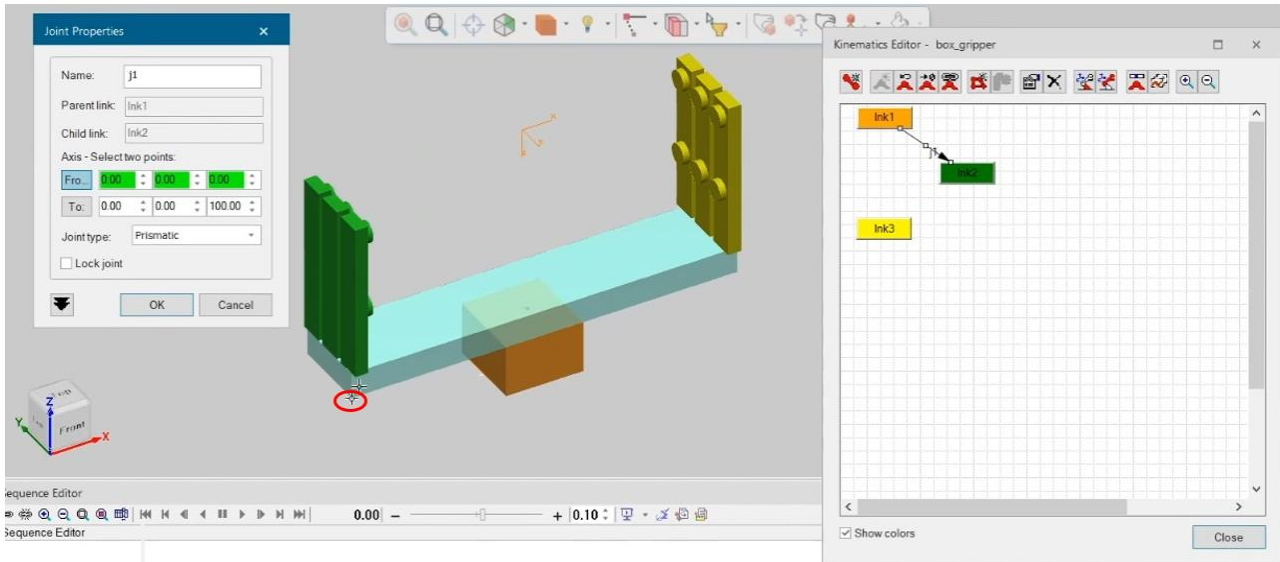


Figura 12.16. Definierea translației bacului verde

Ulterior, programul comută automat la opțiunea **To** pentru a defini al doilea punct, finalizând astfel definiția axei de translație. În exemplul curent selecția celui de-al doilea punct va fi efectuată conform figurii următoare.

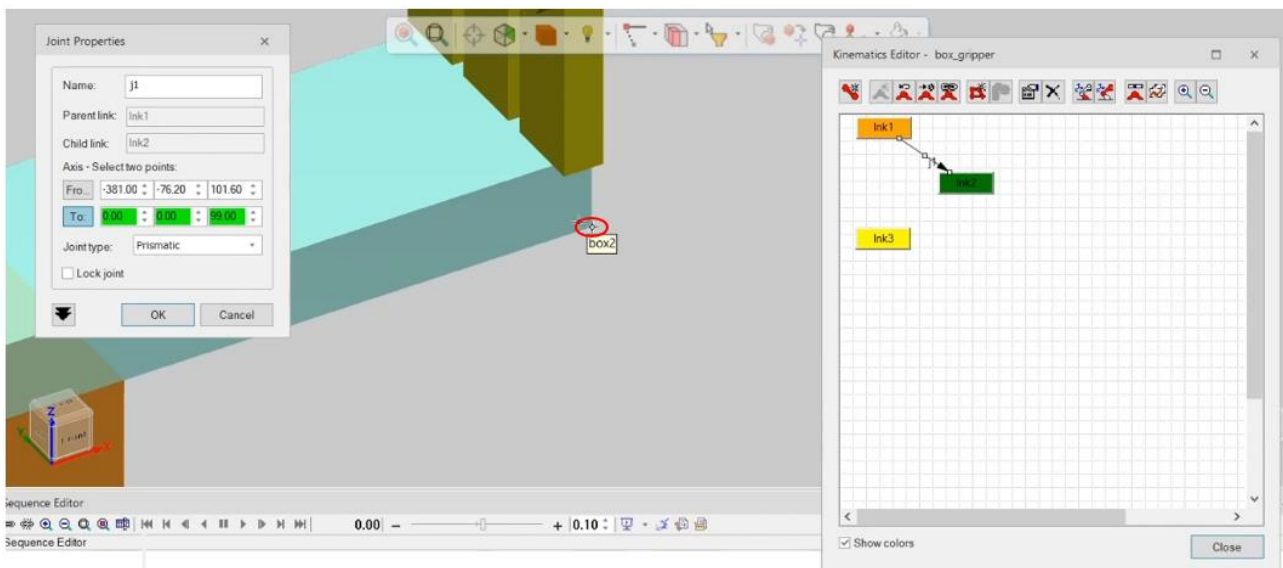


Figura 12.17. Definierea axei de translație

Axa de translație este reprezentată vizual printr-o săgeată galbenă paralelă cu direcția de translație.

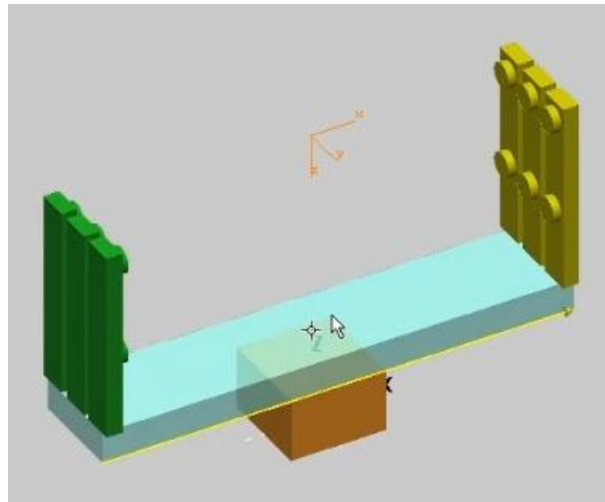


Figura 12.18. Ilustrarea axei de translație

Prin extinderea ferestrei **Joint Properties** și accesarea opțiunii **Limits**, se pot configura limitele de mișcare.

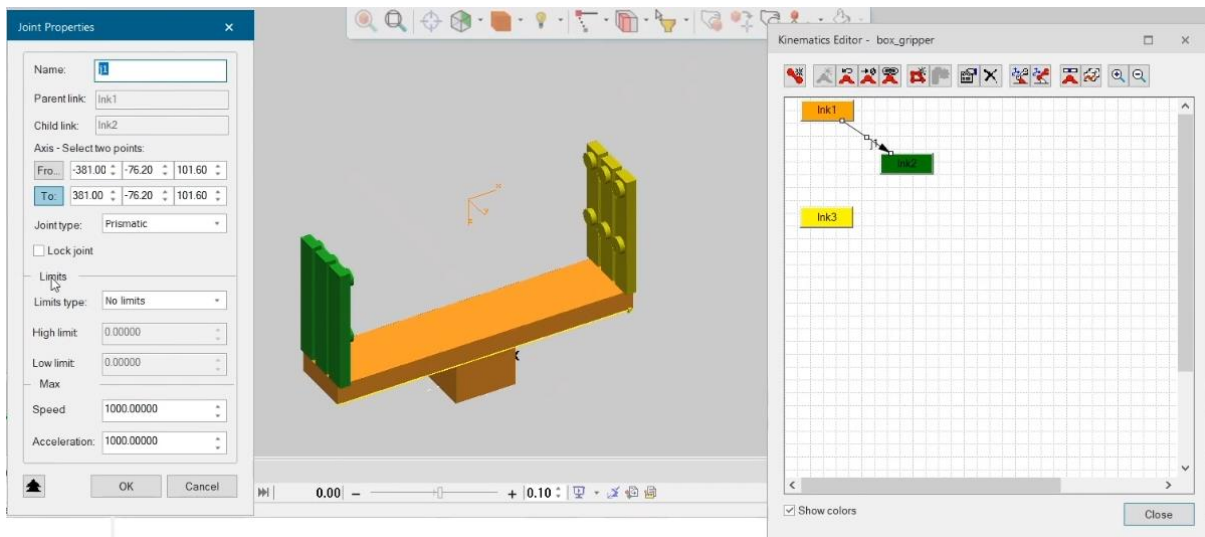


Figura 12.19. Configurarea limitelor de mișcare

În cazul nostru, se selectează opțiunea **Constant** și se setează limitele superioară și inferioară la 200 mm, respectiv 0 mm, ulterior prin confirmarea cu butonul **OK** se va crea cupla.

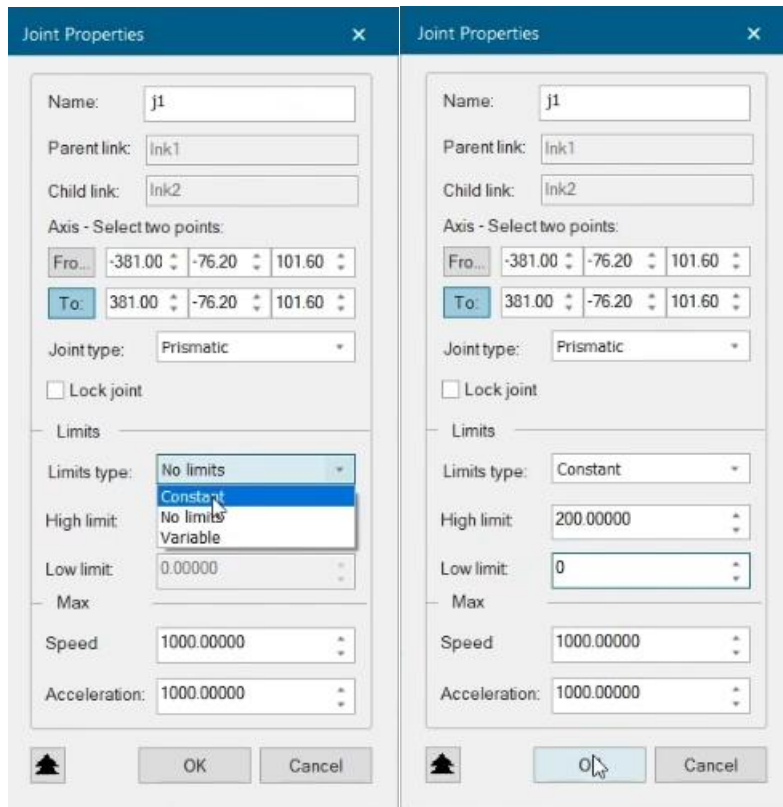


Figura 12.20. Crearea cuplei de mișcare

După crearea cuplei, comanda **Open Joint Jog** din fereastra **Kinematics Editor** devine activă, permițând manipularea cuplelor mecanismului și vizualizarea mișcării acestuia.

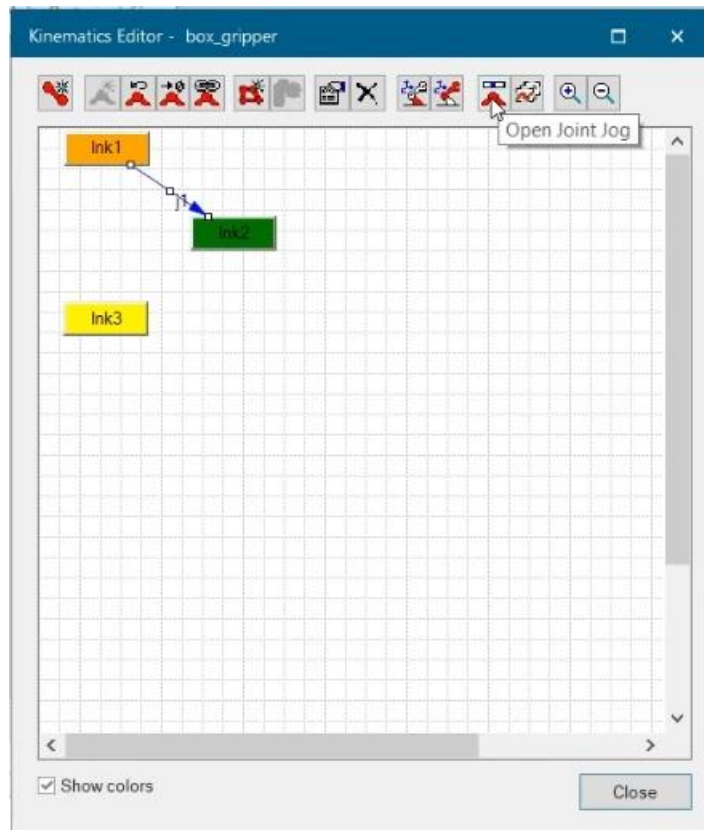


Figura 12.21. Manipularea cuplelor mecanismului și vizualizarea mișcării acestuia

În acest stadiu, se verifică dacă deplasarea bacului este corectă și dacă limitele de mișcare sunt adecvate. Prin acționarea butonului de la **Steering/Poses** se poate urmări mișcarea și comportarea mecanismului.

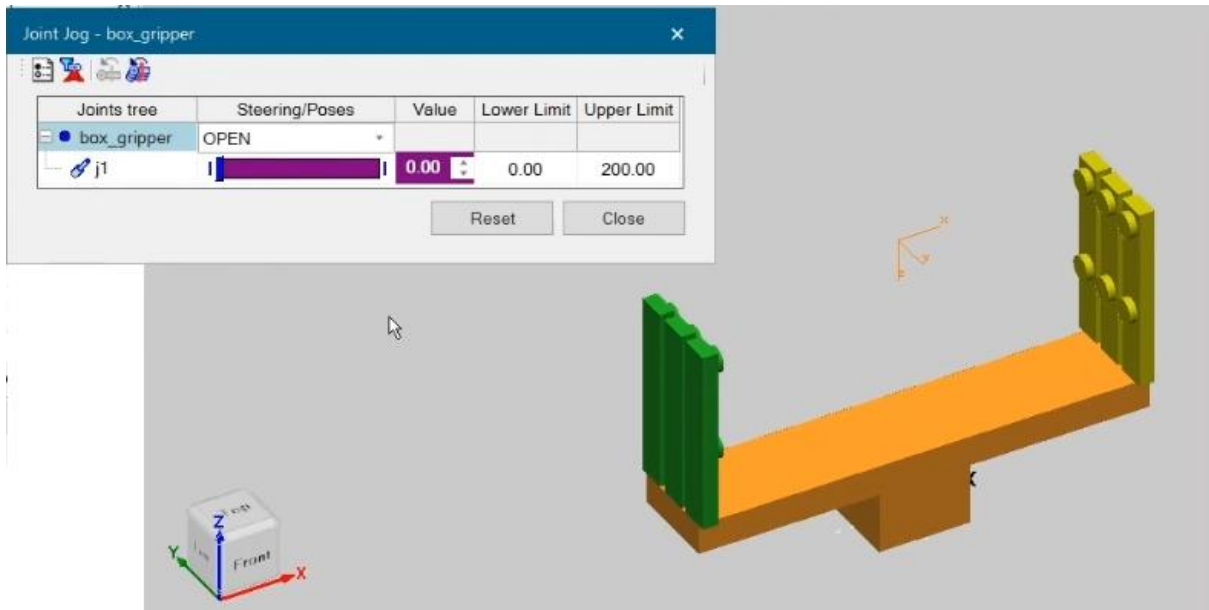


Figura 12.22. Acționarea butonului Steering/Poses

În exemplul prezentat se vor urmări dacă deplasarea bacului este în direcția dorită și limitele de mișcare. La **Upper Limit** va trebui setată o valoare astfel încât cele două bacuri la închidere să fie în contact.

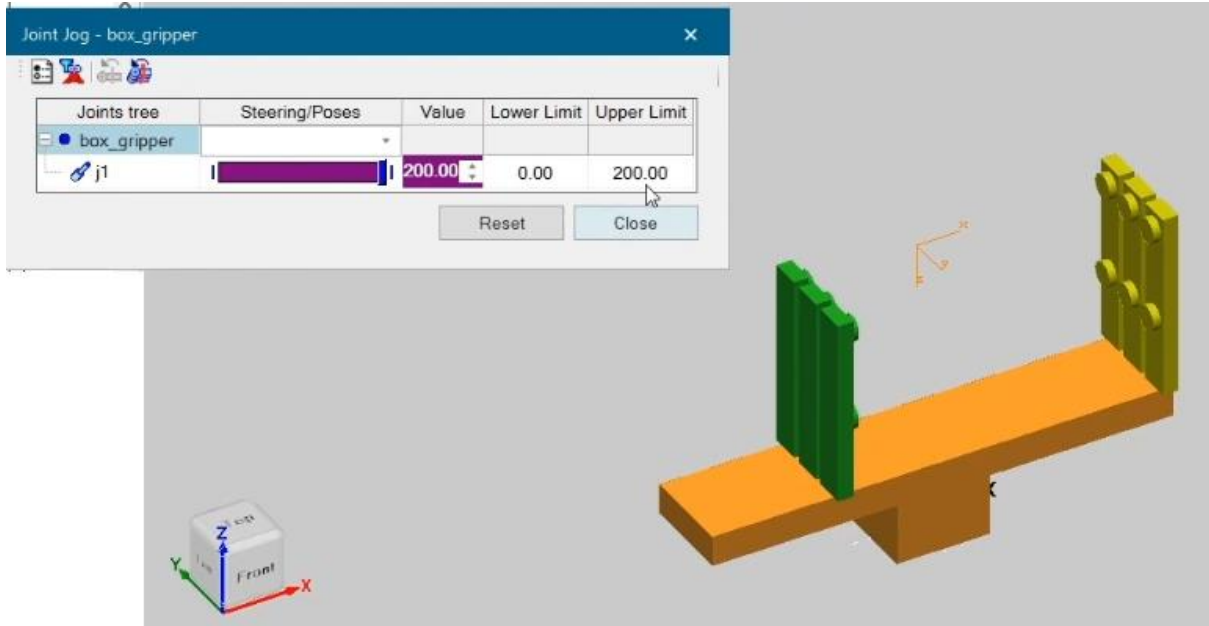


Figura 12.23. Setarea limitelor

Pentru a crea cupla cinematică aferentă celui de-al doilea bac, se repetă pașii anteriori, având în vedere că și acest bac se deplasează față de bază. Direcția săgeții pentru această cuplă va fi de la segmentul portocaliu (bază) la cel galben (bac).

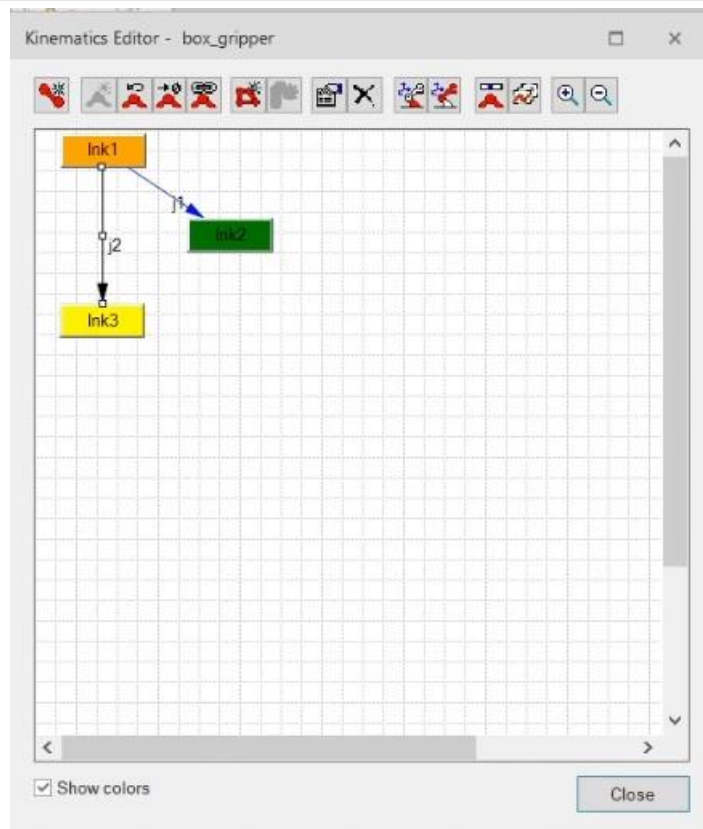


Figura 12.24. Crearea cuplei cinematice pentru cel de-al doilea bac

Tipul cuplei va fi **Prismatic**, iar axa de translație va avea sensul invers față de prima cuplă.

Primul punct în definirea axei de translație va fi cel selectat în figura următoare (fiind cel de-al doilea punct din cazul precedent).

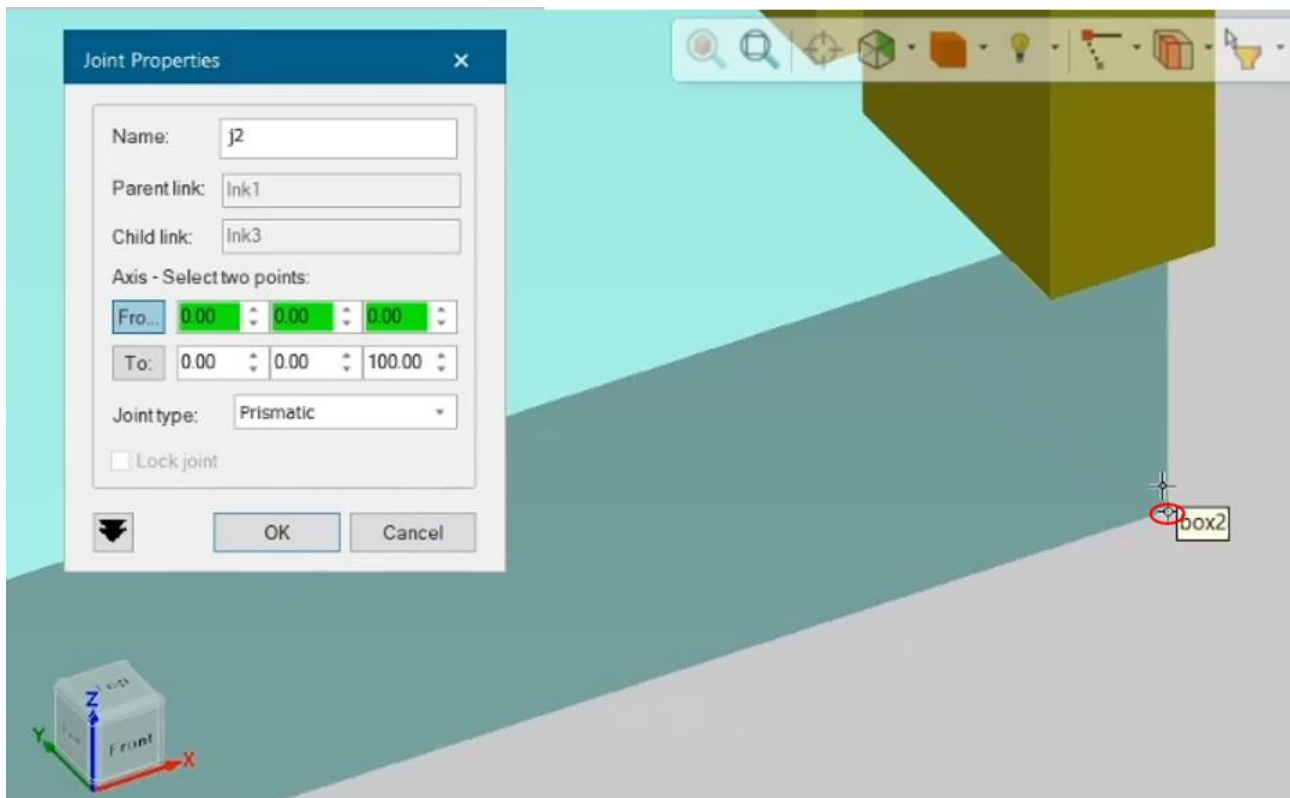


Figura 12.25. Primul punct în definirea axei de translație

Cel de-al doilea punct va fi cel prezentat în continuare.

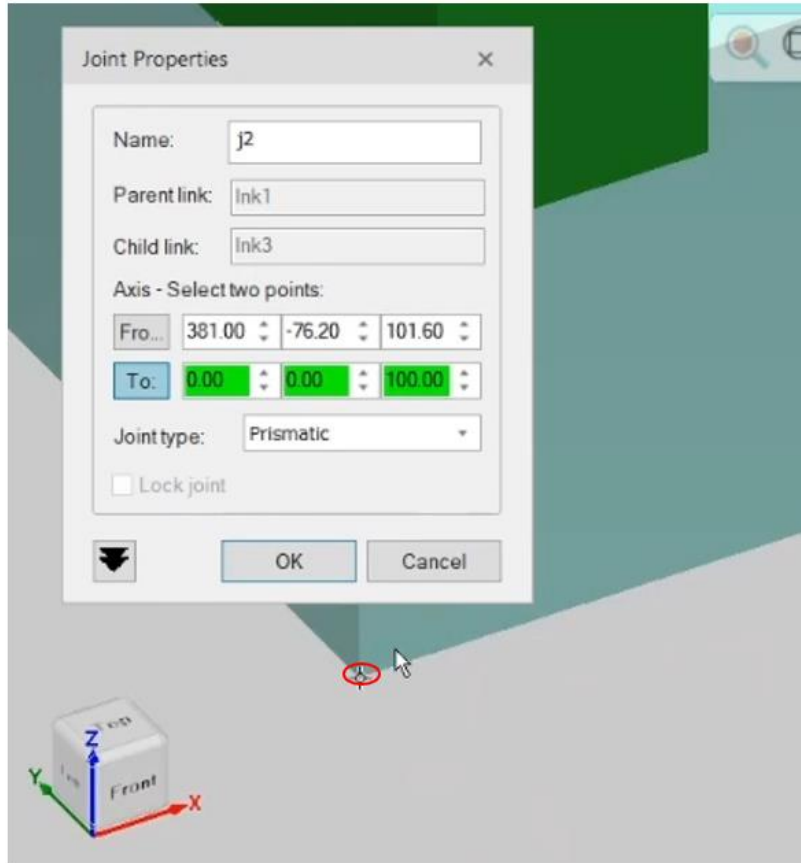


Figura 12.26. Cel de-al doilea punct în definirea axei de translație

Limitele de deplasare pentru această cuplă vor fi specificate pentru început ca și în cazul precedent.

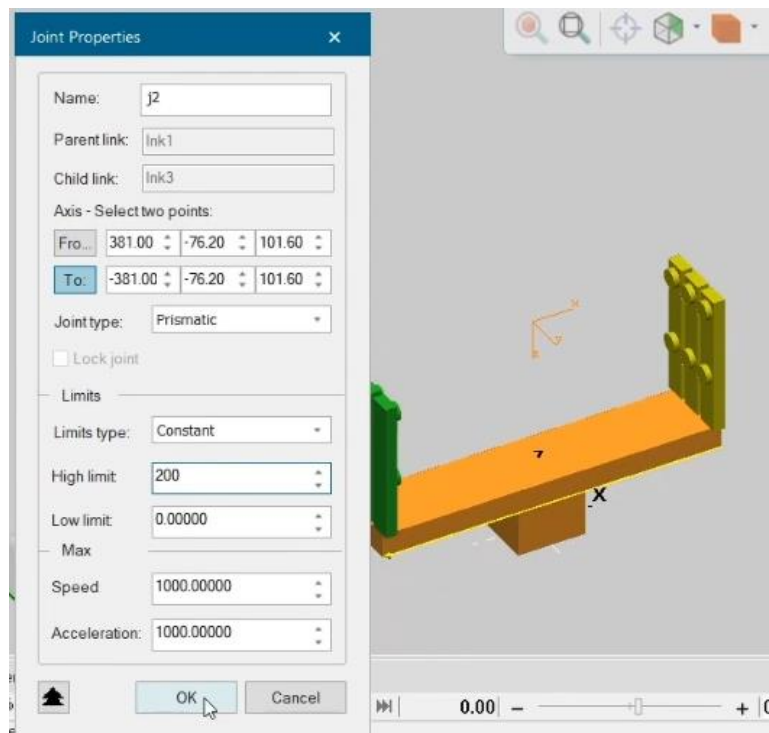


Figura 12.27. Limitele de deplasare pentru ce-a de-a doua cuplă

După configurarea ambelor cuple, se utilizează din nou comanda **Open Joint Jog** pentru a verifica mișcarea ambelor bacuri și a ajusta limitele de mișcare astfel încât acestea să intre în contact la capătul cursei (câte 200 mm).

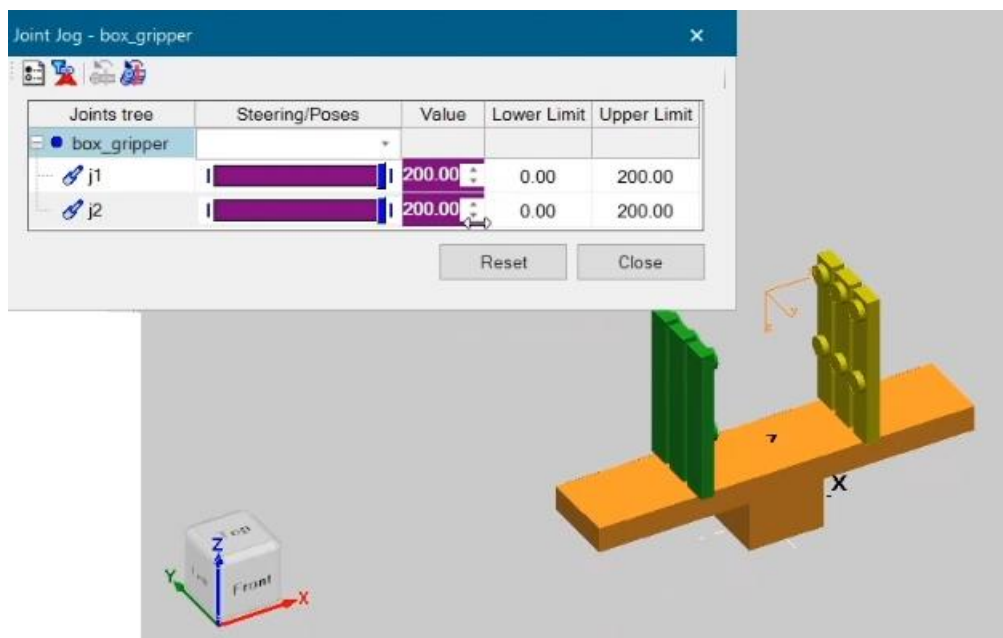
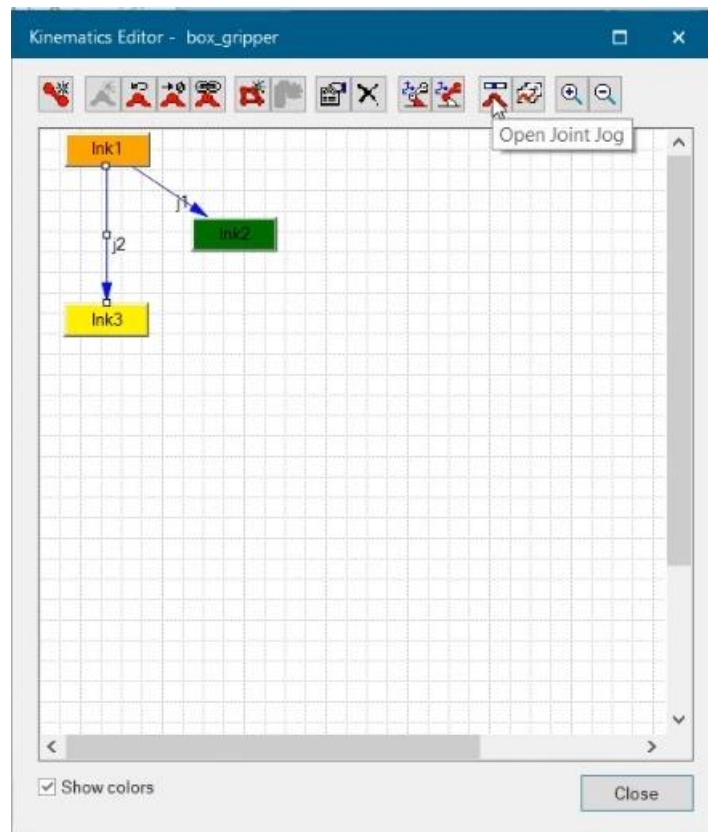


Figura 12.28. Verificarea mișcării ambelor bacuri și ajustarea limitelor de mișcare

Având în vedere că se urmărește ca cele două capete de cursă să fie egale și la capăt de cursă, cele două bacuri să intre în contact, pentru realizarea acestui obiectiv, este necesară măsurarea distanței rămase dintre cele două bacuri.

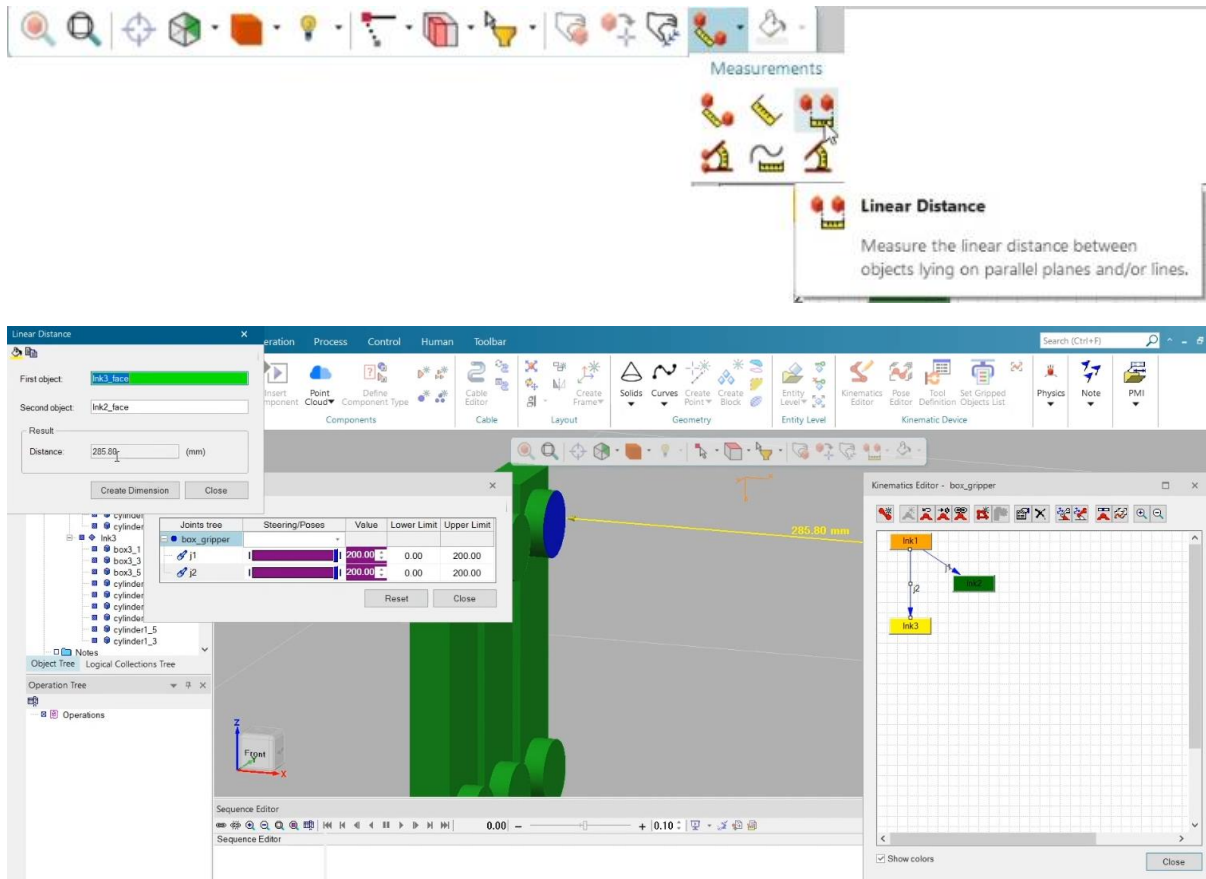


Figura 12.29. Măsurarea distanței dintre bacuri

Distanța măsurată va trebui împărțită la 2, astfel încât jumătate de mișcare să fie realizată de unul dintre bacuri iar cealaltă jumătate de mișcare să fie realizată de celălalt bac.

Așadar, valoarea înjumătățită va fi adăugată la fiecare limită de mișcare **Upper Limit** din fereastra **Joint Jog**.

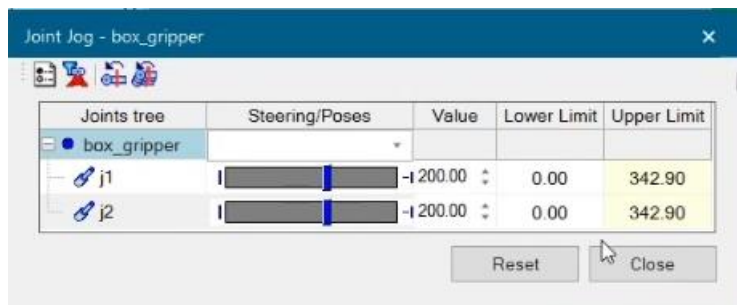


Figura 12.30. Noile limite recalulate

Se poate constata că cele două bacuri acum intră în contact.

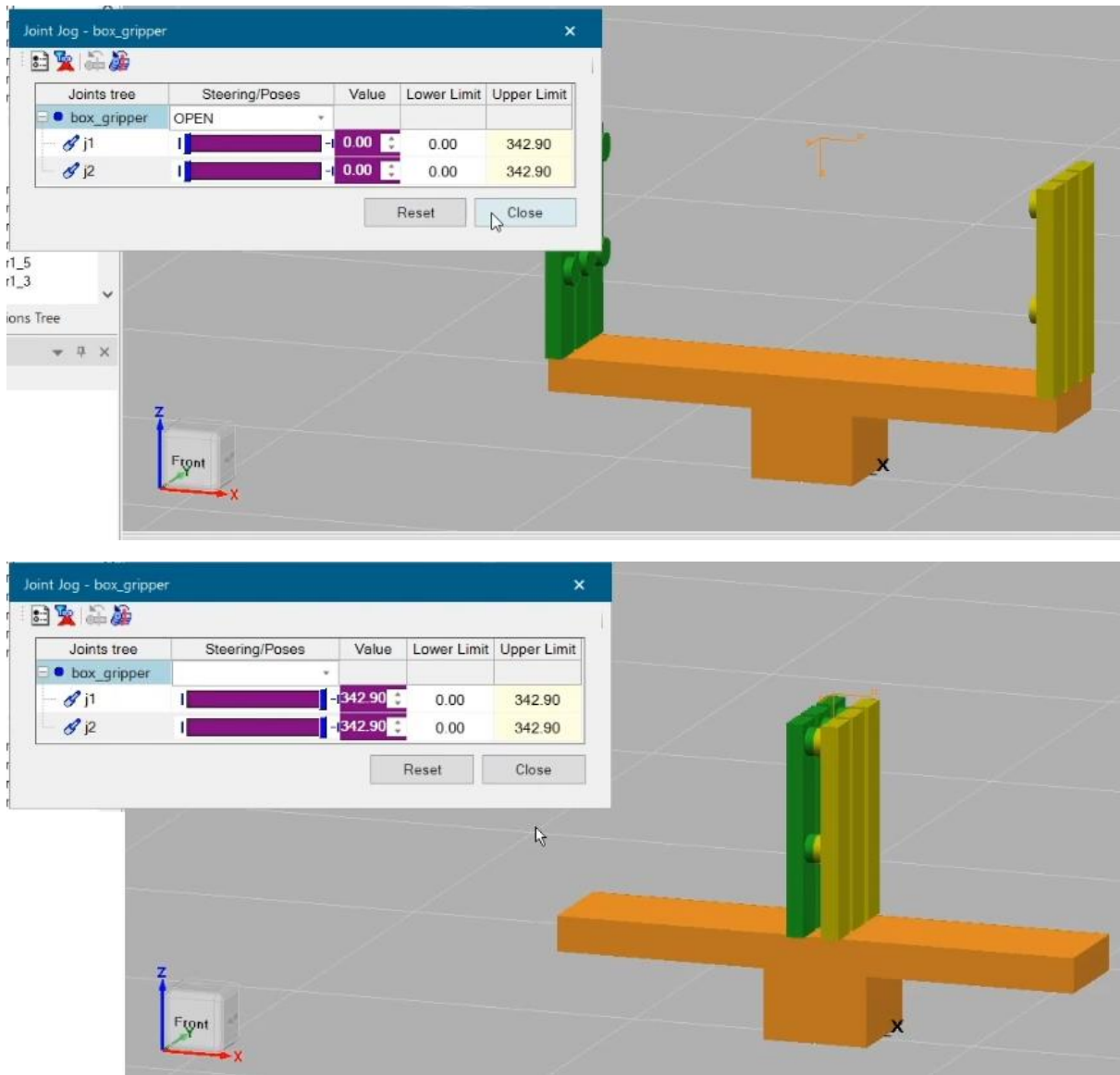


Figura 12.31. Poziția în contact dintre cele două bacuri

12.7. Verificarea și ajustarea cinematicii

După ce au fost definite segmentele, cuplele cinematice și limitele de mișcare, este important să se verifice și să se ajusteze cinematica pentru a se asigura că gripperul se comportă așa cum era de așteptat. Acest lucru se poate realiza utilizând funcția **Joint Jog**, care permite manipularea interactivă a cuplelor pentru a vizualiza mișcarea gripperului.

Concret, se recomandă ajustarea limitelor de mișcare direct din proprietățile cuplei, prin dublu click pe săgețile de mișcare dintre segmente, pentru a accesa ferestrele **Joint Properties** aferente fiecărei cuple.

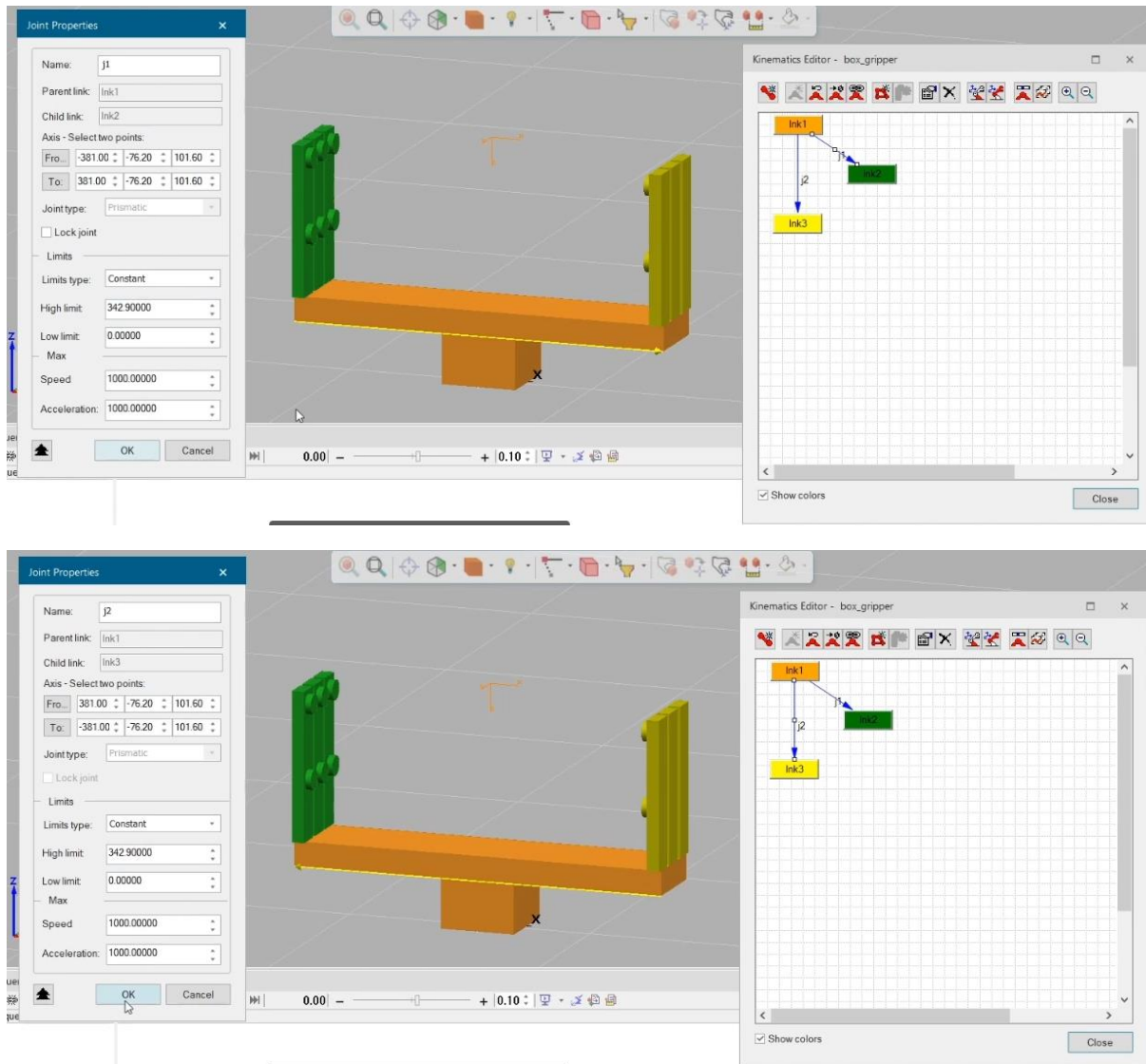


Figura 12.32. Ajustarea limitelor de mișcare direct din proprietățile cuplei

În cazul unui gripper real, bacurile trebuie să se deplaseze simultan, nu individual. Astfel, la comanda de închidere sau deschidere, ambele bacuri se vor deplasa cu aceeași viteză și pe aceeași distanță, asigurând o funcționare sincronizată și eficientă a mecanismului.

12.8. Dependența și sincronizarea mișcărilor

În cazul unui gripper, este adesea necesar să se asigure că bacurile se mișcă sincron, adică se deschid și se închid în același timp. Acest lucru se poate realiza prin stabilirea unei dependențe între cuplele cinematice, astfel încât mișcarea unei cuple să determine automat mișcarea celeilalte.

Concret, pentru a simula mișcarea simultană a bacurilor, se utilizează funcția **Joint Dependency**. Aceasta oferă diverse metode de a stabili dependența unei cuple față de mișcarea altei cuple.

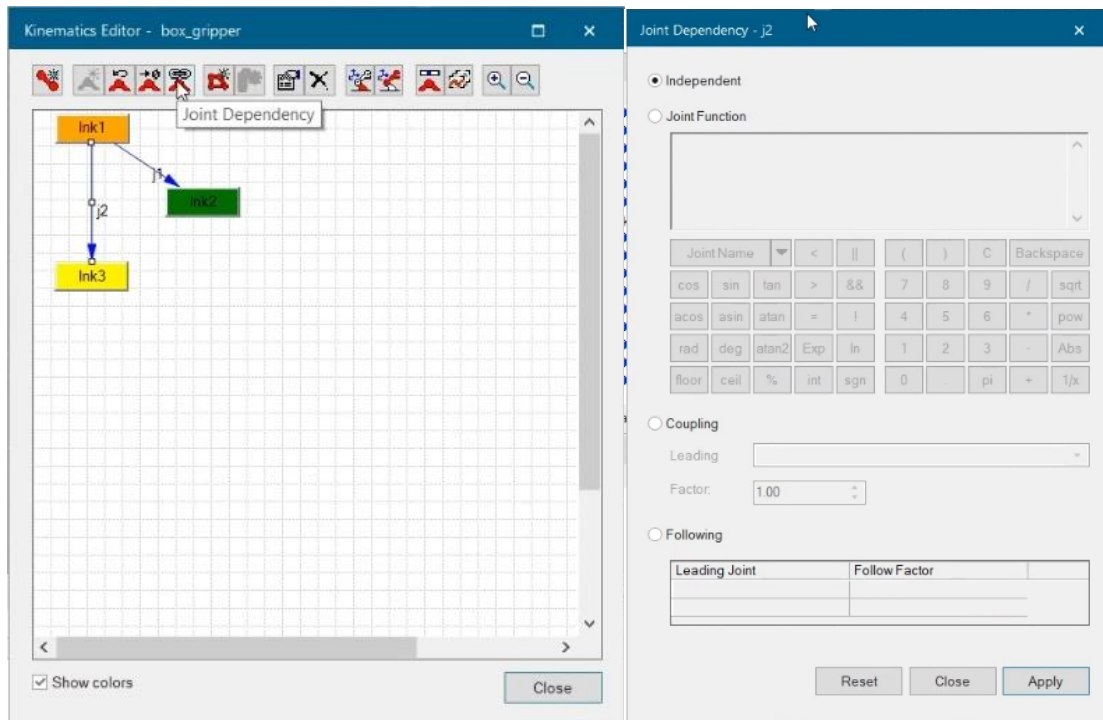


Figura 12.33. Simularea mișcării simultane a bacurilor

Inițial, cuplele sunt independente, fiind bifată opțiunea **Independent**. Pentru a sincroniza mișcarea bacurilor, se configurează cupla **J2** să urmeze mișcarea cuplei **J1**. Aceasta se realizează prin bifarea opțiunii **Following** și selectarea cuplei **J1** ca **Leading Joint**, cu un factor de **1**.

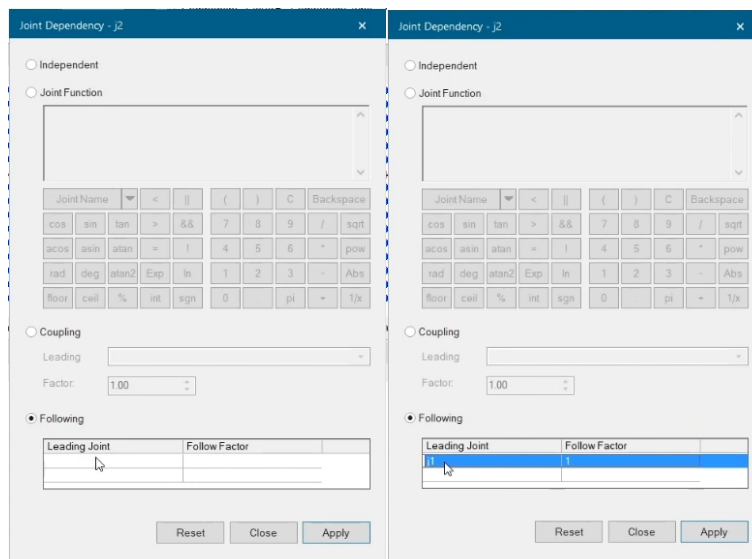


Figura 12.34. Acționarea unei singure cuple

După confirmarea cu **Apply** și **Close**, săgeata corespunzătoare cuplei **J2** devine punctată, indicând că mișcarea sa este dependentă de cupla **J1**.

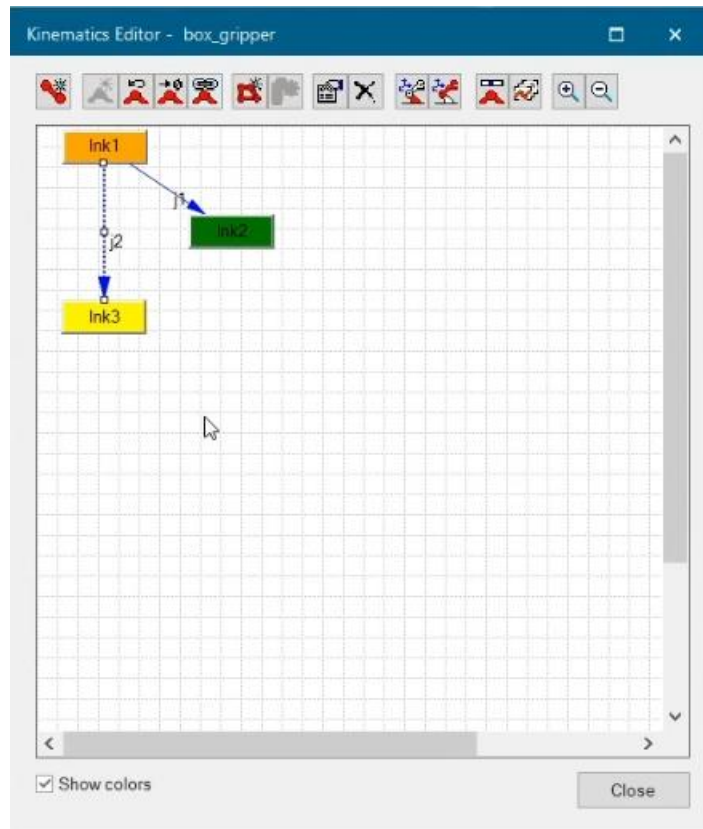


Figura 12.35. Mișcarea cuplei J2 în dependență de clupa J1

În fereastra **Joint Jog**, cupla **J1** este marcată ca **cupla conducătoare** sau **Leading Joint (L)**, iar **J2** ca și **cupla condusă** sau **Following (F)**.

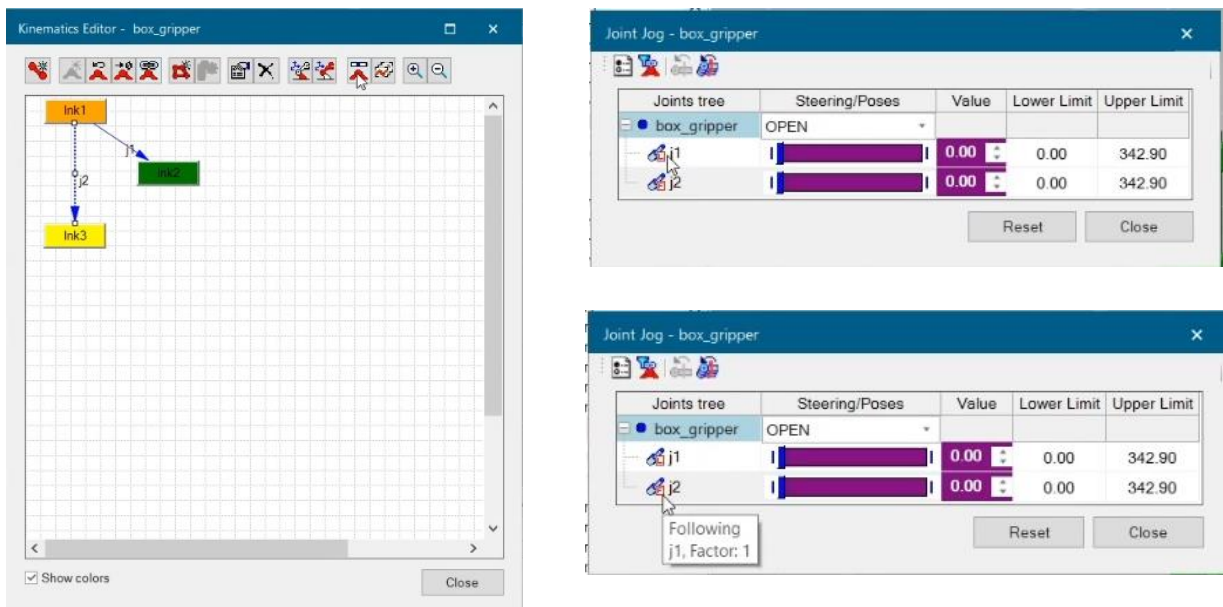


Figura 12.36. Cupla conducătoare J1 și cupla condusă J2

Acționarea cuplei **J1** va determina mișcarea simultană a cuplei **J2**, cu un factor de deplasare de **1:1**.

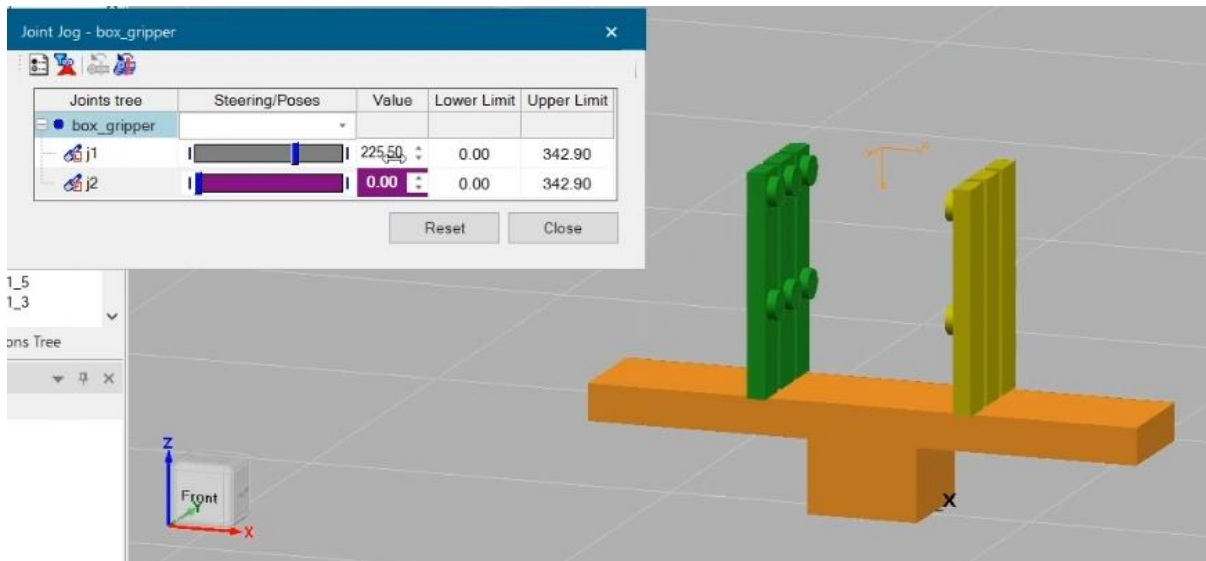


Figura 12.37. Acționarea cuplei J1 și mișcarea simultană a cuplei J2

Alternativ, se poate utiliza opțiunea **Joint Function** pentru a defini o funcție matematică care stabilește relația dintre mișcarea celor două cuple.

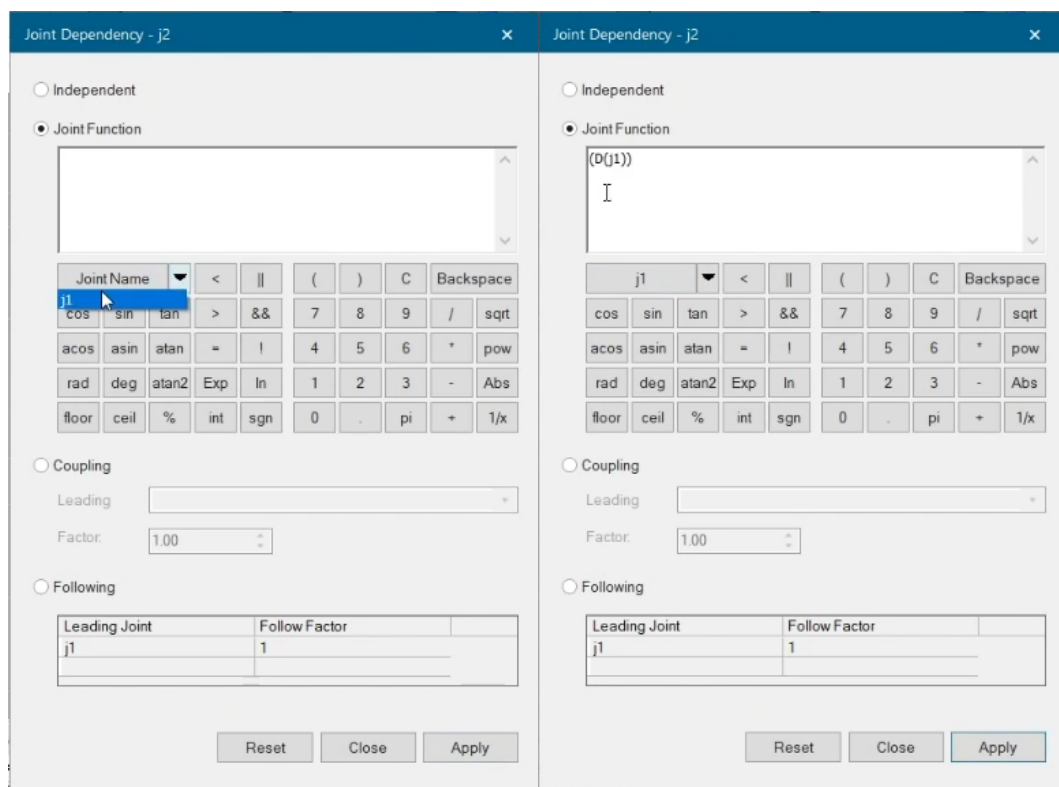


Figura 12.38. Definirea funcției matematice care stabilește relația dintre mișcarea celor două cuple

În acest caz, se bifează opțiunea **Joint Function**, se selectează cupla **J1** și se confirmă cu **Apply** și **Close**. Rezultatul este similar metodei anterioare, însă în fereastra **Joint Jog** va apărea doar cupla **J1**, iar cupla **J2** o va urma conform funcției definite (**D(J1)**).

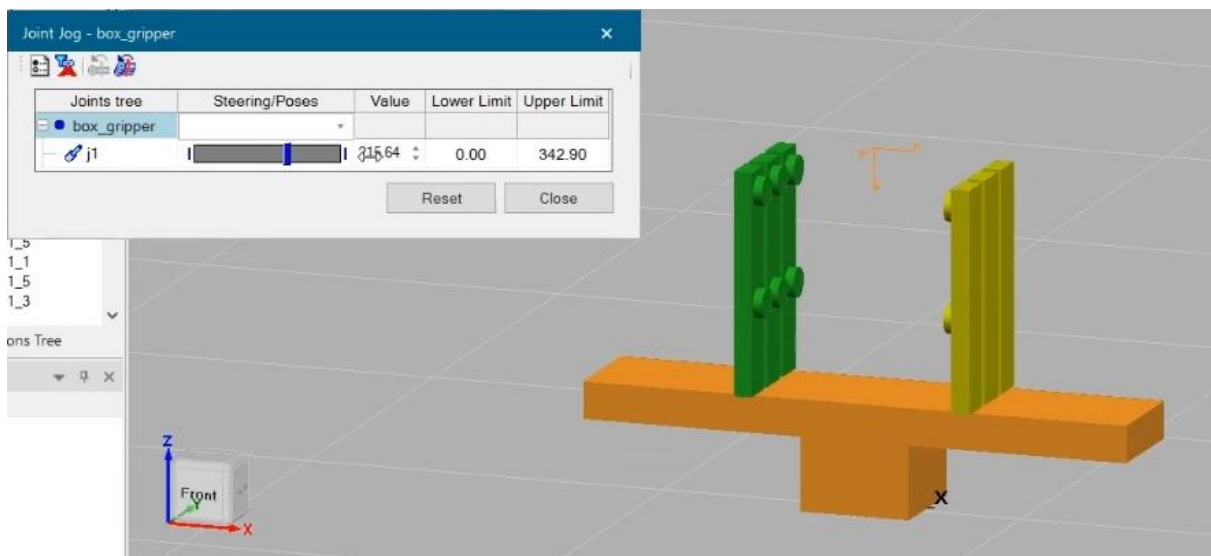
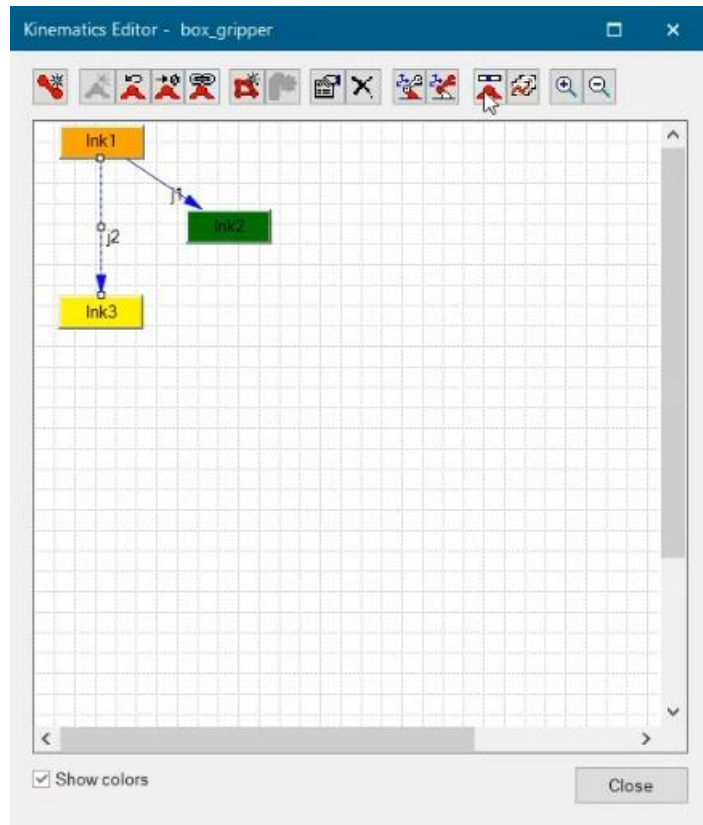


Figura 12.39. Dependența și sincronizarea mișcărilor

12.9. Definierea poziției de zero

În fereastra **Kinematics Editor**, se poate stabili o nouă poziție de zero pentru mecanism, diferită de cea curentă, prin selectarea opțiunii **Define as Zero Position**. Această acțiune va genera o notificare care precizează că valorile curente ale cuplelor vor fi considerate noua poziție de zero. Confirmarea cu "OK" va actualiza poziția de zero a mecanismului.

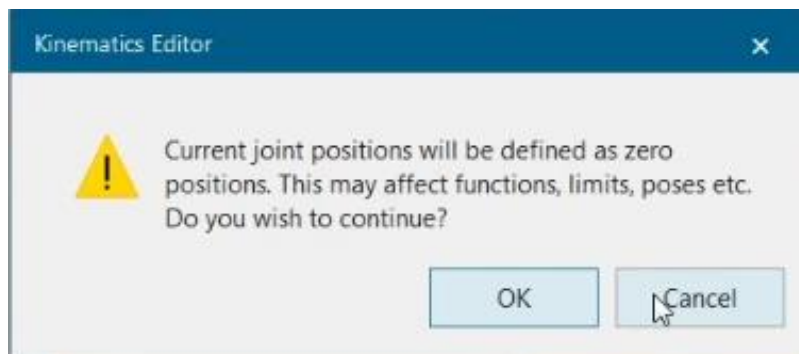
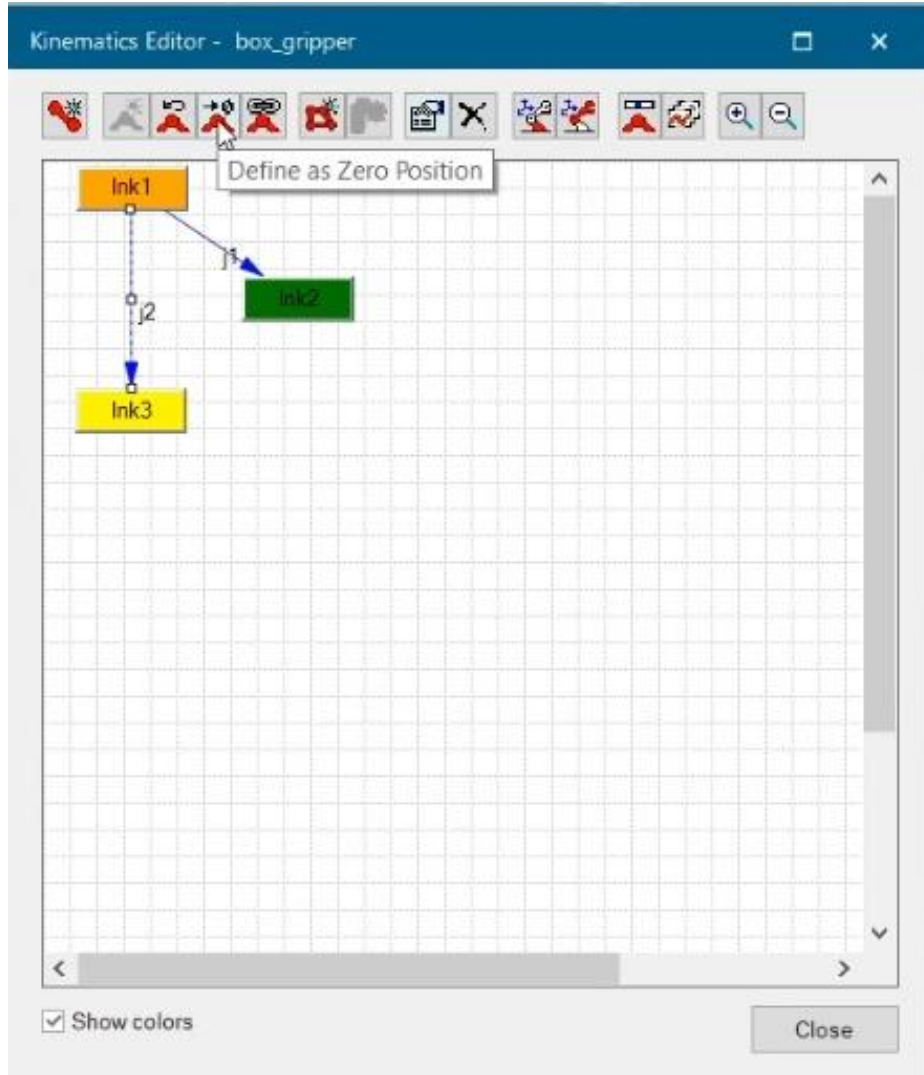


Figura 12.40. Definierea poziției de zero

12.10. Inversarea direcției de mișcare

Direcția pozitivă de mișcare a unei cuple poate fi inversată utilizând funcția **Reverse Joint**. Această funcție poate fi utilă pentru a ajusta comportamentul gripperului în funcție de cerințele specifice ale aplicației. Se va selecta cupla (adică săgeata corespunzătoare din graficul din **Kinematics Editor**) și butonul **Reverse Joint**.

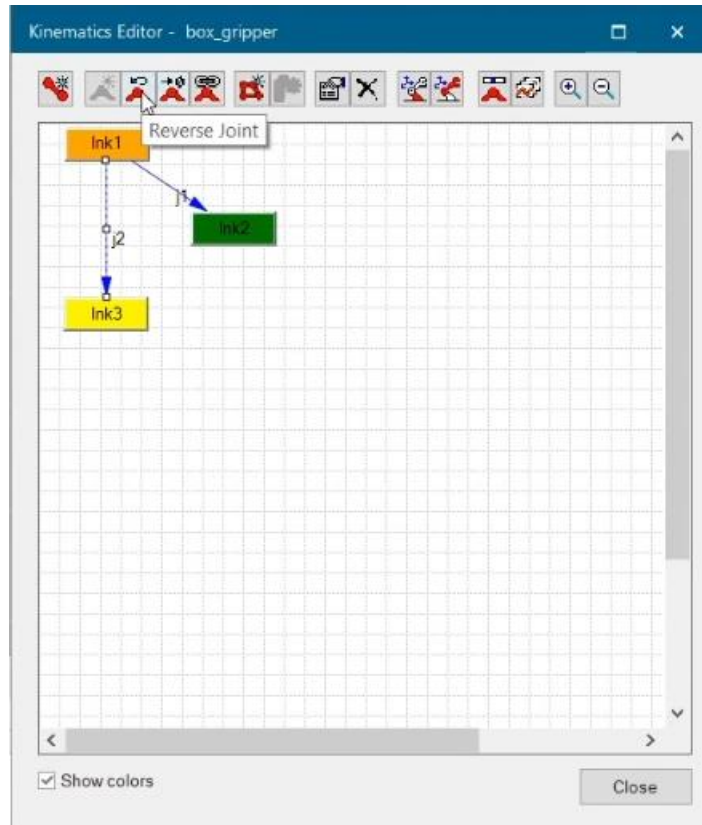


Figura 12.41. Inversarea direcției de mișcare

În concluzie, modelarea cinematică în Process Simulate este un proces esențial pentru simularea precisă a mișcărilor și interacțiunilor componentelor mecanice. Prin definirea segmentelor, cuplelor cinematice, axelor de mișcare, limitelor de mișcare și a altor proprietăți, inginerii pot crea modele realiste ale sistemelor mecanice, cum ar fi gripperule, și pot analiza comportamentul acestora în diferite scenarii. Acest lucru permite optimizarea proiectării și funcționării sistemelor mecanice înainte de a fi construite fizic, economisind timp și resurse.

13.BIBLIOGRAFIE

1. **Alobaid, F., Wieck, J., & Epple, B.** (2024). Dynamic process simulation of a 780 MW combined cycle power plant during shutdown procedure. *Applied Thermal Engineering*, 236, 121852.
2. **Annanth, V. K., Abinash, M., & Rao, L. B.** (2021, July). Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: A case study of siemens industry. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1969, No. 1, p. 012019). IOP Publishing.
3. **Cimino, A., Gnoni, M. G., Longo, F., Barone, G., Fedele, M., & Le Piane, D.** (2023). Modeling & Simulation as Industry 4.0 enabling technology to support manufacturing process design: A real industrial application. *Procedia Computer Science*, 217, 1877-1886.
4. **CoolThings.** (n.d.). *Opendsk Open-Source Furniture Designs*. <https://www.coolthings.com/opendsk-open-source-furniture-designs/>
5. **de Paula Ferreira, W., Armellini, F., & De Santa-Eulalia, L. A.** (2020). Simulation in industry 4.0: A state-of-the-art review. *Computers & Industrial Engineering*, 149, 106868.
6. **Designboom.** (2019, 23 ianuarie). *Iris van Herpen Spring 2019 Paris Couture*. <https://www.designboom.com/design/iris-van-herpen-spring-2019-paris-couture-01-23-2019/>
7. **Foo, D. C., & Elyas, R.** (2023). Introduction to process simulation. In *Chemical Engineering Process Simulation* (pp. 3-28). Elsevier.
8. **Frontiers.** (2020). *The Impact of 3D Printing Technology on Education: A Review of the Literature*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2020.00087/full>
9. **Gonnermann, C., Kurscheid, S., Schmucker, B., & Daub, R.** (2024). Simulation-based validation of process monitoring tasks in assembly. *Production Engineering*, 1-11.
10. **Grznár, P., Gregor, M., Krajčovič, M., Mozol, Š., Schickerle, M., Vavřík, V., ... & Bielik, T.** (2020). Modeling and Simulation of Processes in a Factory of the Future. *Applied sciences*, 10(13), 4503.
11. **Kadenze Academy.** (n.d.). *DIGIFAB: Introduction to Digital Fabrication*. <https://www.kadenze.com/programs/digifab-introduction-to-digital-fabrication>
12. **Macheta Arhitectura.** (2015, 1 ianuarie). [Imagine a unui centru cultural]. <https://machetearhitectura.ro/wp-content/uploads/2015/01/Diploma-Centru-Cultural-7.jpg>
13. **Pistikopoulos, E. N., Barbosa-Povoa, A., Lee, J. H., Misener, R., Mitsos, A., Reklaitis, G. V., ... & Gani, R.** (2021). Process systems engineering—the generation next?. *Computers & Chemical Engineering*, 147, 107252.
14. **PLM Automation.** (n.d.). *Teamcenter® Product Cost Management*. Siemens. https://www.plm.automation.siemens.com/en_gb/Images/7457_tcm642-80351.pdf
15. **Pourhedayat, S., Hu, E., & Chen, L.** (2022). Simulation of innovative hybridizing M-cycle cooler and absorption-refrigeration for pre-cooling of gas turbine intake air: Including a case study for Siemens SGT-750 gas turbine. *Energy*, 247, 123356.

16. **Siemens.** (n.d.). *Process Simulate software.* Siemens Software. <https://plm.sw.siemens.com/en-US/tecnomatix/products/process-simulate-software/>
17. **SimulateLive.** (n.d.). *Complete List of Process Simulators - Part 1 & 2.* <http://www.simulatelive.com/product-reviews/simulation/complete-list-of-process-simulators-part-1-2>
18. **Wang, H., Yang, Z., Zhang, Q., Sun, Q., & Lim, E.** (2024). A Digital Twin Platform Integrating Process Parameter Simulation Solution for Intelligent Manufacturing. *Electronics*, 13(4), 802.
19. **Wankat, P. C.** (2022). *Separation process engineering: includes mass transfer analysis.* Pearson.
20. **Wikipedia.** (n.d.). *Process simulation.* https://en.wikipedia.org/wiki/Process_simulation