

# PROTOTIPUL VIRTUAL SI SIMULAREA UNEI CELULE DE REPARARE PALETI INTEGRAND UN ROBOT INDUSTRIAL.

Eugen Mihai ZOSIM

Conducător științific: Prof. dr. ing. **Adrian NICOLESCU**, Ș.l. dr. ing. **Mario IVAN**

**REZUMAT:** In această lucrare am realizat o celula de reparare a paleților din lemn, care integrează in componenta ei doi roboti industriali de tip braț articulată. In primul rând am sa prezint un prototip virtual al celulei, după care o sa prezint o simulare offline a aplicației, o analiza cinematica, statica si in regim tranzitoriu si o simulare de fabricație a unui arbore din componenta robotului.

Prototipul virtual al acestei aplicații a fost realizat in programul Siemens NX 10, iar programarea offline a fost realizata in programul Tecnomatix Process Simulate.

**CUVINTE CHEIE:** NX10, Process Simulate, reparare paleți de lemn, programare offline.

## 1 INTRODUCERE

Celula realizata face parte dintr-o aplicație de reparare a paletilor, scopul celulei fiind tăierea elementelor deteriorate din componenta unui palet de lemn.

Deoarece paleții de lemn sunt ușor de deteriorat s-a decis, din motive economice si ecologice, ca cea mai viabila soluție este repararea acestora sau dezmembrarea si refolosirea elementelor paletului in fabricarea altor paleți.

## 2 STADIUL ACTUAL

Repararea se realizează preponderent doar manual, fiind utilizate unelte speciale si operatori umani.

Recent firme precum CHEP, Motoman, Jointec, PRS, Ekatech au început sa dezvolte celule automatizate pentru repararea paletilor, iar tot aceste firme au implementat soluții robotizate. Avantajul acestor soluții este productivitatea sporita, dar a condus si la un mediu de lucru mai sigur pentru operatorii umani.

Robotii folosiți in acest tip de aplicații au doar rol de manipulare al paletului, toata operația de dezmembrare realizându-se folosind mașini speciale.

## 3 DESCRIEREA APLICATIEI

Aceasta aplicație se deosebește de celelalte prin gradul ridicat de automatizare, si prin faptul ca se folosește o singura mașină de tăiat care poate tăia orice element al paletului.

## 3.1 Avantaje ale aplicației

Principalul avantaj al acestei aplicații este productivitatea ridicata: 1000 de paleți reparați in 8 ore de lucru cu un singur operator uman. In comparație o aplicație clasica care folosește operatori umani pentru a repara paleții are o productivitate de 25 de paleți pe ora, pe operator uman.

Un alt avantaj este mediul de lucru mai sănătos pentru operatorii umani, aceștia fiind la o distanta semnificativa fata de praful si resturile produse de dezmembrare, dar si de zgomotul produs.

Un alt avantaj este faptul ca celula nu necesita un spațiu de lucru mare

## 3.2 Dezavantaje ale aplicației

Principalul dezavantaj este costul inițial al aplicației, robotul si mașina de tăiat fiind mai scumpe decât soluțiile clasice. Modul de funcționare al celulei

## 4 MODUL DE FUNCTIONARE

### 4.1 Sortarea paletilor

Pentru a tăia elementele deteriorate ale paletilor, aceștia trebuie sa fie sortați de un operator uman care selectează elementele paletului ce urmează a fi tăiat. Selectarea elementelor deteriorate ale paletului se face folosind un soft special care permite operatorului uman selectarea fiecare element.

---

<sup>1</sup>Specializarea Robotica, Facultatea IMST;

E-mail: zosim.mihai857@gmail.com;



Fig. 1. Sortarea paletilor

## 4.2 Tăierea paletilor

După ce a fost sortat, paletul este transportat pe un conveior longitudinal cu role și pe un conveior transversal cu lanț până la mașina de tăiat, unde este preluat cu ajutorul unui efector special (Fig. 2) de un robot (Motoman ES165D-100) care introduce paletul în mașina de tăiat (Fig. 3).

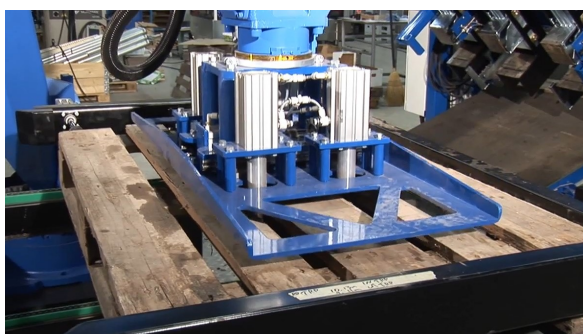


Fig. 2. Efector

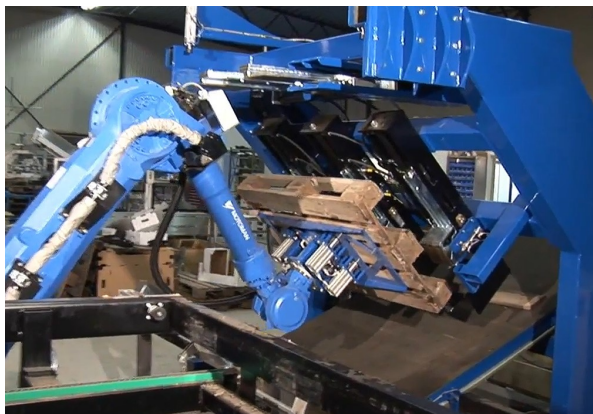


Fig. 3. Mașina de tăiat

Această mașină are în componență cuțite acționate hidraulic care au rolul de a dezmembra elementele deteriorate ale paletului.

Odată tăiat paletul este depus pe un alt conveior, ajungând la celula de reparat.

## 5 PROTOTIPUL VIRTUAL

În cadrul figurii de mai jos este prezentată celula de tăiere a paletilor, realizată într-un mediu de proiectare 3D, programul folosit fiind Siemens NX 10.

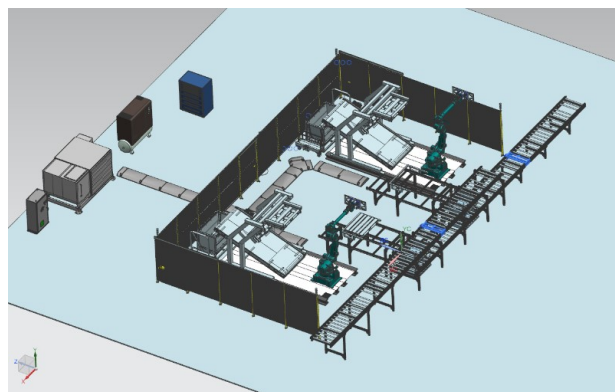


Fig. 4. Prototipul virtual

## 5.1 Elementele componente ale celulei:

### 5.1.1 Robot Motoman ES165D-100:

Rolul robotului este de a prelua paletul de pe un conveior și de a-l transfera către mașina de tăiat. Tot robotul are rolul de manipulare și prindere a paletului în timpul operațiilor realizate de către mașina de tăiat.



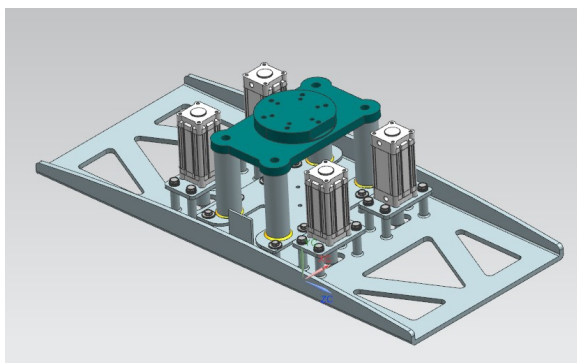
Fig. 5. Robot

### 5.1.2 Efector de manipulare paleți:

Rolul efectorului este de a prinde paletul în vederea transferului către alte elemente din cadrul celulei:

Efectorul folosit pentru manipularea obiectului manipulat este unul dedicat, având în componență următoarele:

- 4 motoare care acționează bacurile de prindere ale paletului;
- o suprafață de contact cu paletul care ajută la prinderea acestuia;
- corpul principal;

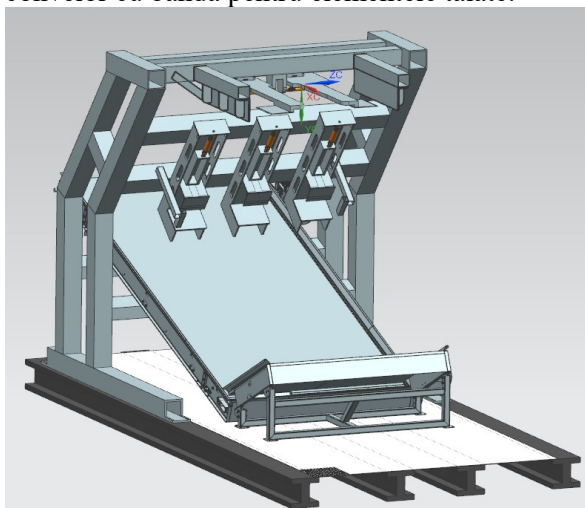


**Fig. 6. Efector**

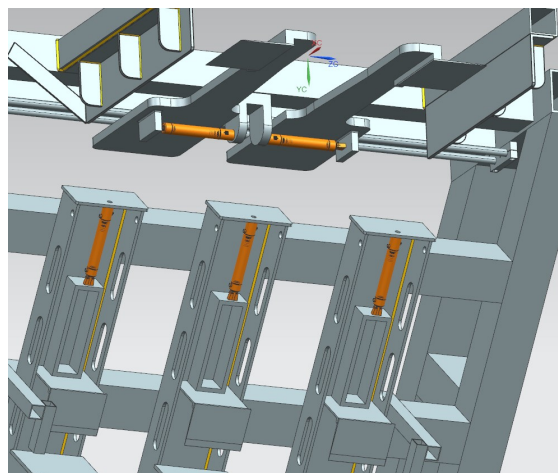
### 5.1.3 Mașina de tăiat paleți:

Această mașină este acționată cu comanda numerică, ea având rolul de a tăia elemente deteriorate ale unui palet EUR 1 (1200mm x 800mm).

Mașina are în componența următoarele elemente: ansamblu de tăiere cu acționare hidraulică care are rolul de a dezmembra elementele deteriorate ale paletului, care cuprinde 2 cuțițe superioare și 3 cuțițe inferioare și un conveyer cu bandă pentru elementele tăiate.



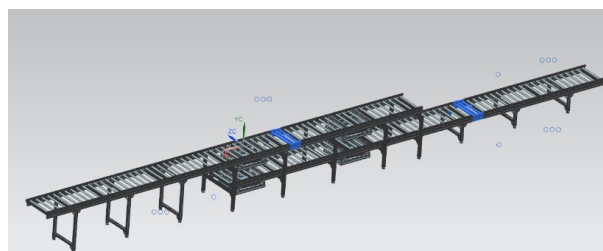
**Fig. 7. Mașina de tăiat paleți**



**Fig. 8. Ansamblu de tăiere**

### 5.1.4 Conveior cu role pentru transport longitudinal:

Conveiorul folosit este un conveior cu role din gama TS5 cu o lățime de 845mm, acesta fiind preluat de la firma Bosch, și mai apoi asamblat în NX. Acesta cuprinde secțiuni longitudinale cu role, motor cu acționare electrică, picioare și sistem de liftare a paletilor pentru a face transferul către conveiorul transversal cu lanț. Picioarele folosite sunt speciale deoarece acestea permit suprapunerea a două conveioare.



**Fig. 9. Conveior cu role**

### 5.1.5 Conveior cu lanț pentru transport transversal:

Conveiorul folosit este un conveior cu lanț din gama TS4 cu o lățime de 1043mm, acesta fiind preluat de la firma Bosch, și mai apoi asamblat în NX. Acesta cuprinde secțiuni transversale cu lanț, motor cu acționare electrică, picioare și sistem de centrare al paletilor. La fel ca și conveiorul longitudinal, aceste conveioare sunt suprapuse.

Atât pentru conveiorul longitudinal cât și cel transversal sunt suprapuse deoarece pe conveioarele superioare paleții sunt aduși către postul de lucru, iar pe cele inferioare sunt transportate de la postul de lucru la celula de repara



**Fig. 10. Conveior cu lanț**





Fig. 11. Ansamblu conveior

#### 5.1.6 Sistem hidraulic:

Acest sistem hidraulic are rolul de a acționa hidraulica mașina de tăiat. Este un sistem complet care cuprinde:

- pompa hidraulică;
- rezervor de ulei;
- sistem de răcire a uleiului;
- filtru ulei;
- aparatura de distribuție;
- aparatura de reglare a debitului;

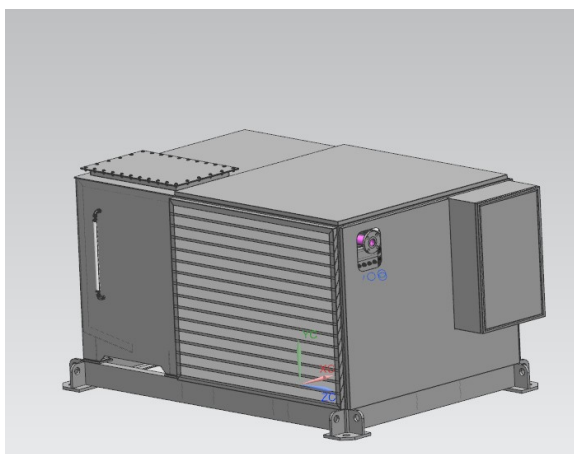


Fig. 12. Sistem hidraulic

#### 5.1.7 Gard de protecție:

Gardul de protecție a fost preluat de la firma Troax și mai apoi asamblat, el având rolul de a proteja atât operatorii umani care să aflu în preajma celulei cât și a aparaturii din interior.

Gardul cuprinde 3 intrări :

- o intrare pentru operatorii umani, folosind o poartă normală;
- două intrări pentru cărucior, folosind două porți glisante.

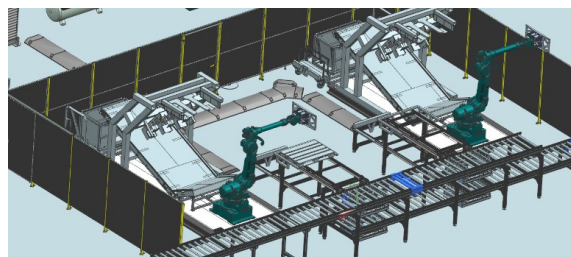


Fig. 13. Ansamblu celula in NX10

## 5.2 Simularea offline a aplicației:

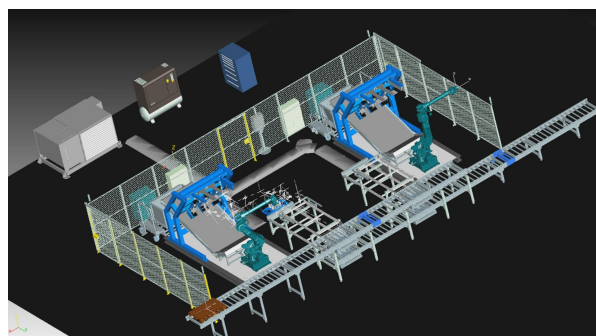


Fig. 14. Ansamblu celula in Process Simulate

Paletul ajunge în dreptul robotului cu ajutorul a două conveioare: unul longitudinal cu role, iar celălalt conveior fiind unul transversal cu lanț. Odată ajuns în fața robotului, paletul este preluat de către acesta și introdus în mașina de tăiat (Fig. 15).

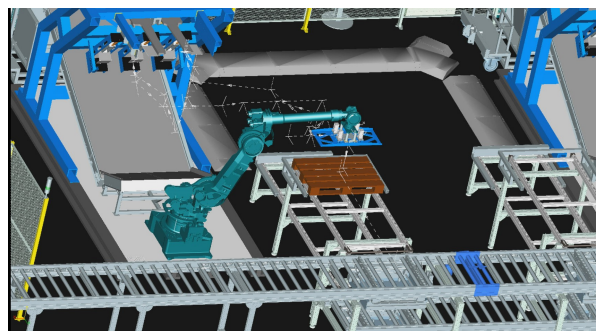


Fig. 15. Preluarea paletului de către robot

După ce este plasat în locul de tăiere, paletul este menținut fix de către robot, până când se termină operația. Paletul este tăiat de două ori, odată pe partea superioară a mașinii (Fig.16) și odată pe partea inferioară (Fig.17).

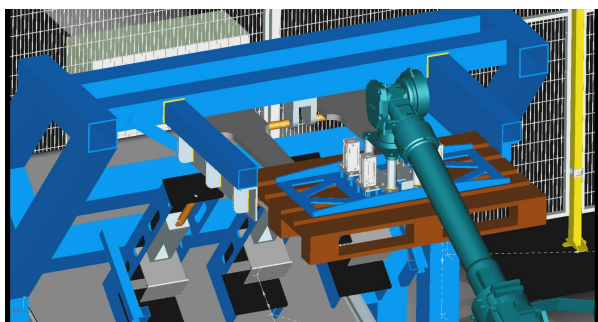


Fig. 16. Taiere superioara

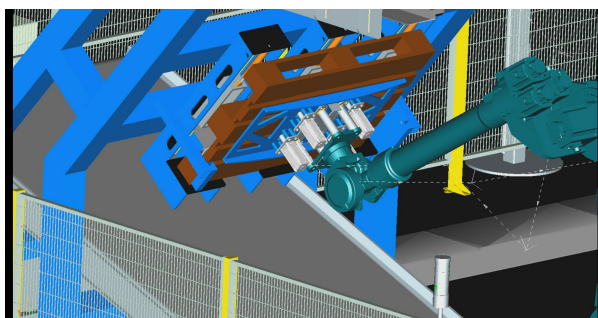


Fig. 17. Taiere inferioara

După efectuarea tuturor prelucrărilor asupra paletului, acesta este amplasat pe un conveyor și transportat către celula de reparat.

### 5.3 Analiza cinematica:

Etapile necesare realizării acestei analize sunt prezentate în figura 18.

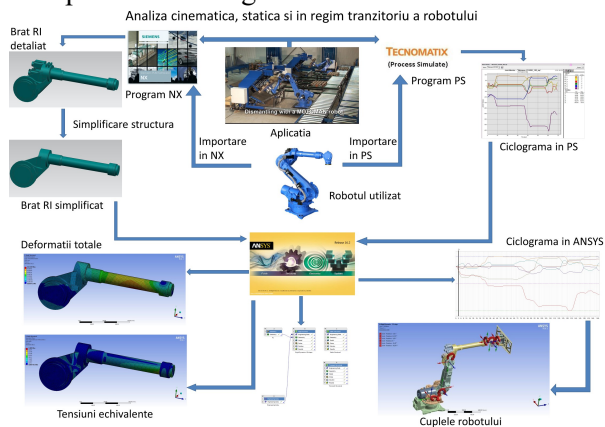


Fig. 18. Etape

### 5.4 Analiza in regim tranzitoriu:

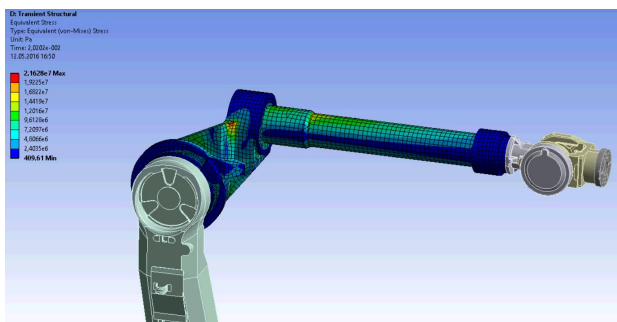


Fig. 19. Începutul mișcării

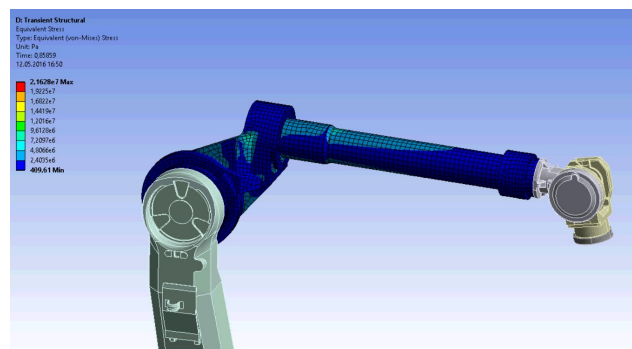


Fig. 20. Sfârșitul mișcării

În această analiză sunt prezentate sarcinile care apar pe brațul robotului în timp ce acesta execută o mișcare de preluare a paletului de lemn.

În figura 19 se poate observa sarcinile care apar la începutul mișcării, iar în figura 20 se pot observa sarcinile care apar la sfârșitul mișcării.

### 5.5 Simularea tehnologiei de fabricație:

Pentru a realiza această simulare am folosit programul NX10. În următoarele figuri vor fi prezentate câteva tipuri de operații care se pot realiza în acest program.

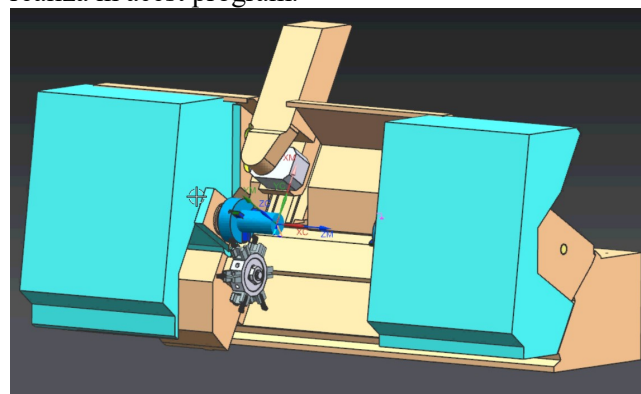


Fig. 21. Strungul CNC pe care a fost realizată simularea

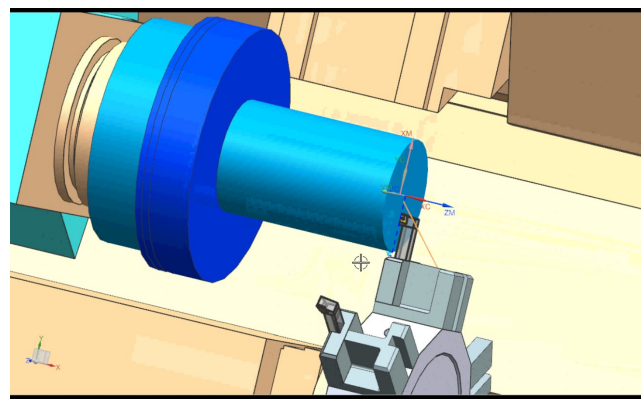
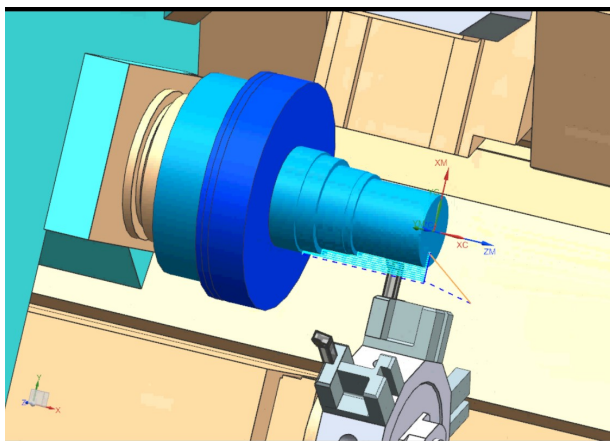
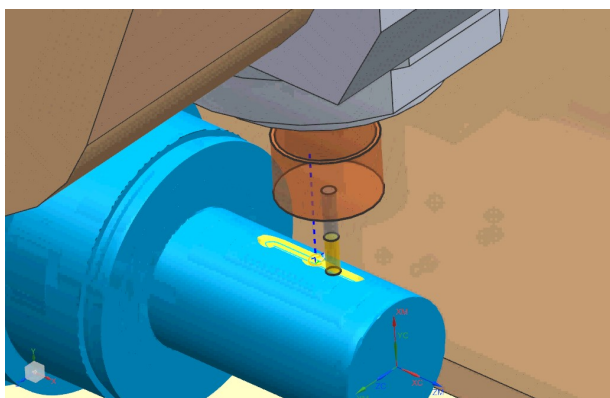


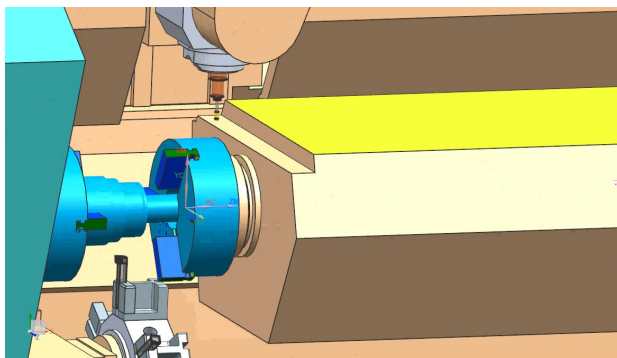
Fig. 22. Strunjire frontala



**Fig. 23. Strunjire longitudinală**



**Fig. 24. Frezare canal de pana**



**Fig. 25. Preluarea piesei de arborele secundar**

## 6 CONCLUZII

Pentru a realiza acest prototip, a trebuit sa proiectez efectorul si mașina de tăiat paleți, dar si întregul layout al celulei. Simulare a fost conceputa de mine si include toate elementele prototipului virtual.

## 7 BIBLIOGRAFIE

- [1]. Nicolescu, A. – Implementarea Roboților Industriali in Sistemele de Producție, note de curs si metodologii de proiectare, UPB, 2016.
- [2]. Pupăză C. – Inginerie Asistata de Calculator 1,2, note de curs, UPB, 2015.
- [3]. Tonoiu S. – Tehnologia Fabricării Componentelor Roboților Industriali, note de curs, UPB, 2016.
- [4]. Patent Yaskawa US2013255077A1, 2013.
- [5]. Patent CHEP US20140131414, 2014.
- [6]. Patent CHEP US7765668, 2010.
- [7]. Patent Jointec EP2639008A1, 2013.
- [8]. Motoman – film de prezentare al aplicației: <https://www.youtube.com/watch?v=ap1hRdUFanE>