

## OPTIMIZAREA ȘI VALIDAREA TEHNOLOGICĂ A OPERAȚIILOR DE STRUNJIRE DIN PROCES PRIN SIMULARE CAM CU MODULUL MANUFACTURE AL AUTODESK FUSION 360

### OPTIMIZATION AND TECHNOLOGICAL VALIDATION OF PROCESS TURNING BY CAM SIMULATION WITH THE MANUFACTURE MODULE OF THE AUTODESK FUSION 360

POPONETE Ștefan-Mădălin

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Inginerie Economică Industrială,  
Anul de studii: IV, e-mail: stefan.m.poponete@gmail.com

Conducător științific: **Conf. dr. ing Mădălin-Gabriel CATANA**

*ABSTRACT: This paper studies the possibility of optimizing the productivity of four complex turning operations performed on a CNC lathe, by simulating the execution of the processing phases using the Manufacture module of Autodesk Fusion. Several embodiments of the phases have been studied, which differ in the processing schemes used by the tools. The optimal phases of the phases have been established, which ensure a maximum productivity of the operation by reducing the basic and auxiliary times.*

*KEY WORDS: turning, CAM simulation, productivity, processing schemes, optimal variants.*

## 1. Introducere

Software-ul folosit pentru studiul de față se numește Autodesk Fusion 360 2020 cu modulul Manufacture. Programul poate simula o întreagă gamă de operații de tip strunjire-frezare și alte tipuri de prelucrări cu comandă numerică. În biblioteca de scule a programului se regăsesc o multitudine de scule pentru orice tip de prelucrare atât metric cât și imperial, iar în cazul în care nu se găsesc, acestea pot fi introduse ca și valori, caracteristici ale sculelor [1].

Obiectivul acestei lucrări este creșterea productivității operațiilor de strunjire prin micșorarea timpilor de bază și auxiliari. Modalitatea aleasă pentru atingerea obiectivului este optimizarea traseului sculei prin compararea diferitelor strategii de îndepărtare a adaosului prin așchiera următoarelor operații: 20. Strunjire 2 din procesul tehnologic 1; 30. Strunjire 3 din procesul tehnologic 1; 20. Strunjire 2 din procesul tehnologic 2; 30. Strunjire 3 din procesul tehnologic 2 [4].

## 2. Stadiul actual

Fusion 360 permite exportarea operațiilor simulate într-o mare varietate de limbaje de programare CNC datorită numeroaselor tipuri de prelucrări ce pot fi realizate cu ajutorul acestuia, permițând astfel realizarea programului pe PC și trecerea acestuia pe mașina CNC în scurt timp. Acest nivel de automatizare le permite programatorilor să se concentreze pe întregul proces de prelucrare rapid.

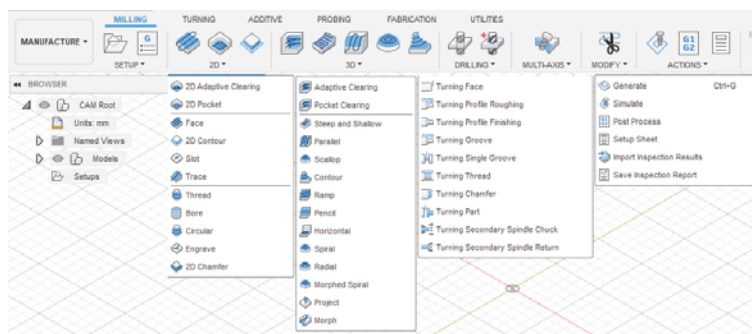


Fig. 1. Tipuri de prelucrări

Modulul poate fi integrat în mai multe programe de proiectare CAD 3D, ca Fusion 360, Inventor sau SolidWorks, ceea ce permite realizarea modelului 3D și simularea CAM în același program. [5].

### 3. Pregătirea Fusion 360 Manufacture pentru simularea operațiilor de strunjire

Se prezintă modul de desfășurare a activităților de pregătire a simulării CAM a operațiilor:  
20. Strunjire 2 din Procesul tehnologic 1; 30. Strunjire 3 din Procesul tehnologic 1; 20. Strunjire 2 din Procesul tehnologic 2; 30. Strunjire 3 din Procesul tehnologic 2. Acestea vor fi denumite în continuare: 20.Pt.1, 30.Pt.1 și 20.Pt.2, 30.Pt.2.

#### 3.1 Definirea mașinii unelte

Pentru ca simularea să fie cât mai apropiată de modul real de prelucrare se definesc în program strungul cu comandă numerică GENOS L250 și vârful de centrare SMA-MK2 (vezi figura 2).

Definirea în program a acestor elemente reduce riscul coliziunilor sculelor cu diferite componente de prindere sau ale mașinii. Softul va ține cont de acele obiecte definite în simulare.

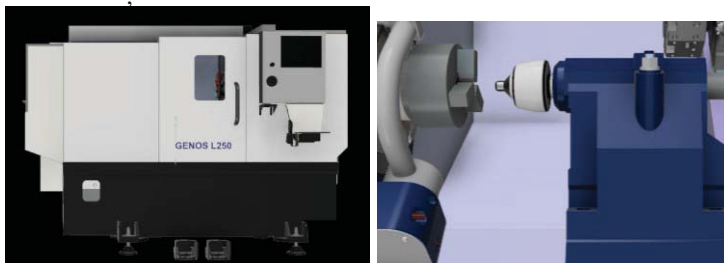


Fig. 2. Strung CNC GENOS L250 și vârful de centrare SMA-MK2

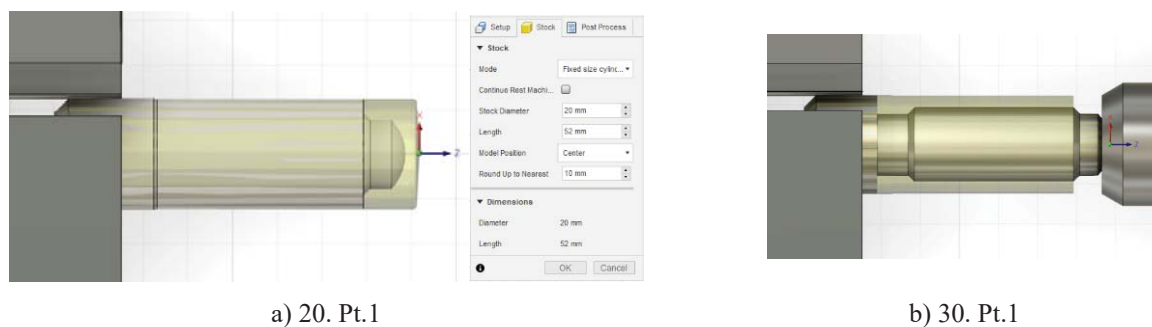
#### 3.2 Definirea semifabricatului

Se vor defini semifabricatele pentru stadiile de dinainte și după prelucrare în soft sub forma de *Bodies* ale modulului de *Design* vor fi constrânse în universalul strungului CNC respectiv între universalul strungului CNC și vârf [3].

Înainte de a selecta metoda de strunjire se va realiza *Setup-ul*, unde se vor introduce datele necesare, cele mai importante fiind alegerea axei z, alegerea produsului după prelucrare prin selectarea de *Model* și definirea semifabricatelor prin *Stock*.

Pentru semifabricatele din 20.Pt.1, 30.Pt.1 se va utiliza *From Solid* deoarece prin acest mod se poate introduce forma complexă a semifabricatului înainte de prelucrare. Forma semifabricatului laminat înainte de prelucrare fiind simplă pentru 20.Pt.2, 30.Pt.2 se utilizează *Fixed size cylinder*, programul definind forma unui cilindru.

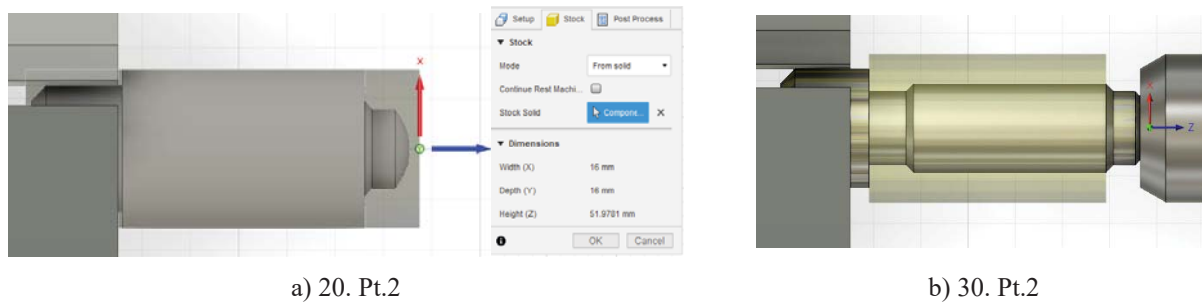
Forma semifabricatului după prelucrare este expusă mai departe ca un solid iar forma semifabricatului înainte de prelucrare va fi expusă printr-o transparență (vezi figurile 3 și 4), [2].



a) 20. Pt.1

b) 30. Pt.1

Fig. 3. Semifabricate pentru operațiile procesului Pt.1



a) 20. Pt.2

b) 30. Pt.2

Fig. 4. Semifabricate pentru operațiile procesului Pt.32

### 3.3 Definirea fazelor de prelucrare

Pentru operațiile de strunjire 20.Pt.1, 30.Pt.1, 20.Pt.2, 30.Pt.2 se prezintă fazele procesului de prelucrare [1] (vezi figurile 5,6 și 7).

20.1 Prindere semifabricat

20.2 Strunjire de degroșare contur  $\Phi 10/3,5$ ;  $R7/ \Phi 10$  și  $1 \times 45^\circ$

20.3 Strunjire de finisare suprafață sferică  $\Phi 10/3$  și  $R7$

20.4 Desprindere și depunere piesă

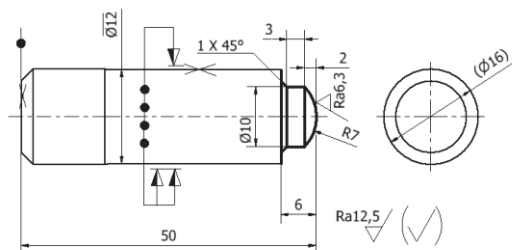


Fig. 5. Schița operației 20. Pt1

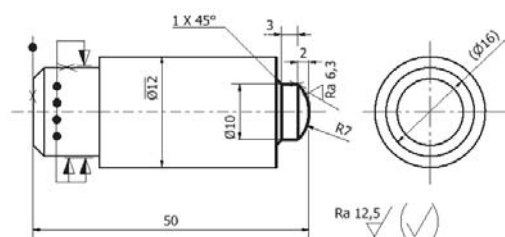


Fig. 6. Schița operației 20. Pt.2

30.1 Prindere semifabricat

30.2 Strunjire contur  $\Phi 12/26$ ;  $\Phi 10/5$ ;  $1 \times 45^\circ$  și  $\Phi 16/ \Phi 10$

30.3 Desprindere și depunere piesă

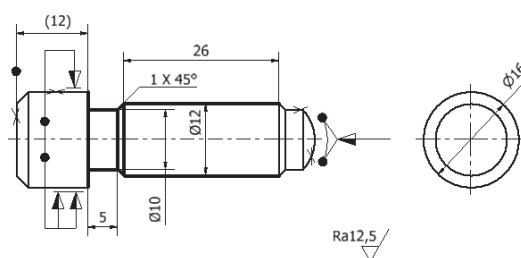


Fig.7. Schița operației 30. Pt.1 și Pt.2

### 3.4 Definirea sculelor necesare prelucrărilor

După implementarea datelor referitoare la definirea de semifabricate în meniul de setări urmează selectarea tipului de strunjire ce va conduce la obținerea suprafețelor după prelucrare astfel se va selecta din listă acea modalitate (vezi figura 8).

În funcție de tipul strunjirii se vor alege cuțite ce pot prelucra atât forma, cu precizia impusă cât și atingerea rugozităților prescrise în desenul de execuție al piesei. Datele introduse în soft pentru a obține caracteristicile necesare se referă la: forma plăcuței, raza la vârf, dimensiunea laturii, grosimea plăcuță, unghiul plăcuței de pe muchia tăietoare, dimensiuni ale cozii etc [4].

Faza 20.2 și faza 20.3 atât din Pt.1 cât și din Pt.2 se realizează utilizând o sculă ce prelucrează după contur fiind utilizat și în faza 20.3, fază ce reprezintă finisare. Definirea sculelor se realizează în mod similar cu datele introduse inițial.

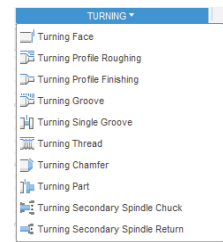


Fig. 8. Lista tipurilor de strunjire

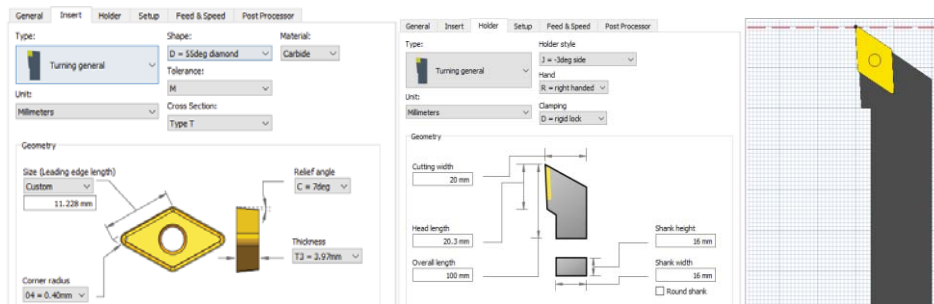


Fig. 9. Alegerea caracteristicilor cuțitului de strunjire la faza 20.3

### 3.5 Parametrii regimurilor de așchiere

Regimurile de așchiere sunt introduse ca valori în soft, aceste valori fiind proiectate anterior [4].

Regimurile de așchiere pentru fazele operațiilor sunt prezentate sub formă tabelară pentru Pt.1 și Pt.2 fiind aceleași regimuri de așchiere (Tabel. 1).

Tabelul .1 Regimuri de așchiere [4]

Faza	T [min]	F [mm/rotatie]	V [m/min]
20.2	15	0,15	257
20.3	15	0,15	226
30.2	15	0,15	257

## 4. Optimizarea în modulul Manufacture al Fusion 360 prin simularea operațiilor

Analiza se va face pe scheme de prelucrare diferite care utilizează scule diferite pentru 20.Pt.1, 30.Pt.1, 20.Pt.2, 30.Pt.2.

### 4.1. Optimizarea schemelor de prelucrare pentru fazele 20.Pt.1

#### 4.1.1. Scheme de prelucrare pentru faza 20.2

Prima faza, 20.2 Pt1 se realizează prin degroșarea longitudinală (vezi figura 10). Acesta constă în îndepărtarea adaosului la degroșare prin mai multe treceri cu adâncimea maximă de 1 mm. Schema următoare va îndepărta materialul prin mai multe treceri pe contur cu aceeași adâncime de așchiere maximă (vezi figura 11).

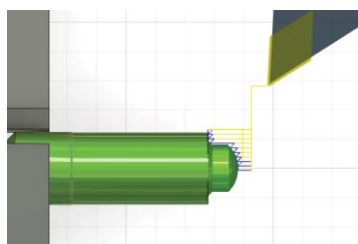


Fig. 10. Descrierea schemei de prelucrare 1

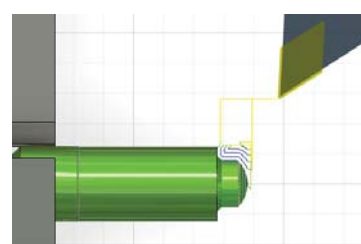


Fig. 11. Descrierea schemei de prelucrare 2

După simulările realizate cu ajutorul softului Fusion 360 se obțin datele cu privire la duratele operațiilor din Pt.1 faza 20.2 unde schema 1 se poate realiza în 19 secunde iar schema 2 în 17 secunde, se optează pentru varianta a doua, cu timp mai redus.

#### 4.1.2. Scheme de prelucrare pentru fazele 20.3 Pt.1 și 20.3 pt.2

Pentru aceste faze există o singură variantă de prelucrare, deoarece adaosul de prelucrare este foarte mic se îndepărtează prin conturare pe o singură trecere, adâncimea de așchiere fiind 0,5 mm (vezi figura 12).

În urma simulării, aceste faze se pot obține în 15 secunde.

Timpul total optimizat pentru operației 20.PT.1 este de: 32 secunde.

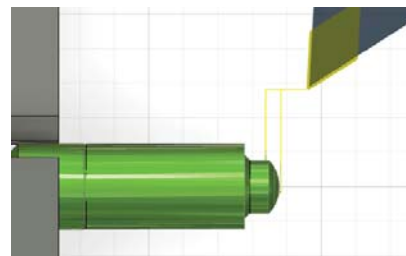


Fig. 12. Descrierea schemei de prelucrare 3 pentru 20.3 Pt.1 și 20.3 Pt.2

### 4.2. Optimizarea schemelor de prelucrare pentru fazele optimizarea 30.PT.1

#### 4.2.1. Scheme de prelucrare pentru faza 30.2

Ca și în cazul anterior, degroșarea se face prin îndepărtarea adaosului longitudinal. Acesta constă în îndepărtarea adaosului de degroșare prin o serie de treceri succesive, iar pentru următoarea schemă de prelucrare se realizează prin conturarea în mai multe treceri pe o adâncimea de așchiere maximă de 1 mm.

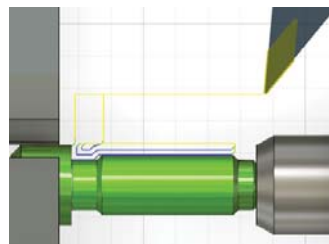
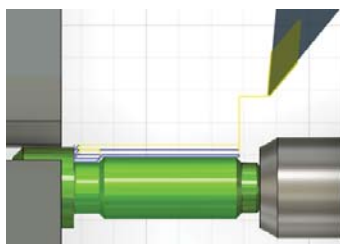


Fig. 13. Descrierea schemei de prelucrare 4 Fig. 14. Descrierea schemei de prelucrare 5

După simulările realizate cu ajutorul softului Fusion 360 se obțin datele cu privire la duratele operațiilor din Pt.1 faza 30.2 unde schema 1 se poate realiza în 23 secunde iar schema 2 în 21 secunde, se optează pentru varianta a doua, cu timp mai redus.

### 4.3. Optimizarea schemelor de prelucrare pentru fazele 20.PT.2

#### 4.3.1. Scheme de prelucrare pentru faza 20.2

Prima faza de degroșarea din operația 20.2 PT2 se realizează prin așchiera longitudinală (vezi figura 15). Acesta constă în îndepărtarea adaosului la degroșare prin mai multe treceri cu adâncimea de așchiere maximă de 1 mm. iar pentru următoarea schemă de prelucrare se realizează prin conturarea în mai multe treceri pe o adâncimea de așchiere maximă de 1 mm (vezi figura 16).

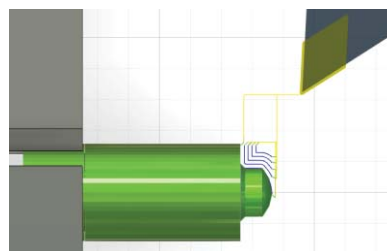
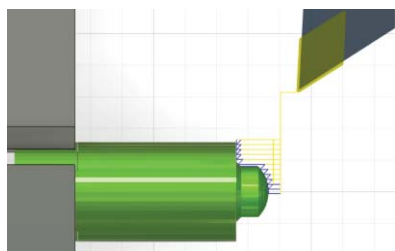


Fig. 15. Descrierea schemei de prelucrare 6 Fig. 16. Descrierea schemei de prelucrare 7

După simulările realizate cu ajutorul softului Fusion 360 se obțin datele cu privire la duratele operațiilor din Pt.2 faza 20.2 unde schema 1 se poate realiza în 21 secunde iar schema 2 în 18 secunde, se optează pentru varianta a doua, cu timp mai redus.

Timpul total optimizat pentru operației 20.PT.2 este de: 33 secunde

#### 4.4. Optimizarea schemelor de prelucrare pentru fazele 30.PT.2

##### 4.4.1. Scheme de prelucrare pentru faza 30.2

Ca și în cazul anterior, degroșarea se face prin îndepărtarea adaosului longitudinal. Acesta constă în îndepărtarea adaosului la degroșare prin o serie de treceri succesive cu adâncimea de prelucrare maximă de 1 mm (vezi figura 16). Schema următoare va îndepărta materialul prin mai multe treceri pe contur cu aceeași adâncime de așchiere maximă (vezi figura 17).

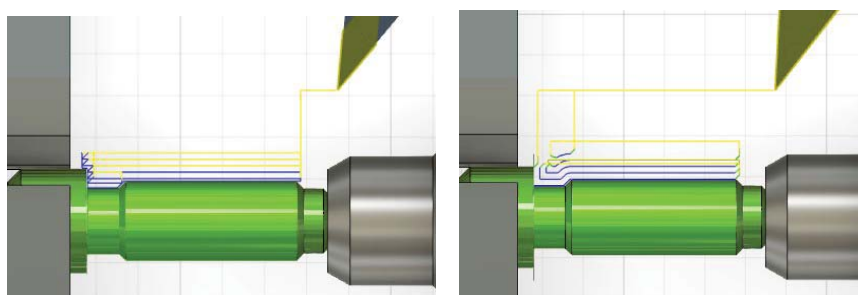


Fig. 16. Descrierea schemei de prelucrare 8      Fig. 17. Descrierea schemei de prelucrare 9

După simulările realizate cu ajutorul softului Fusion 360 se obțin datele cu privire la duratele operațiilor din Pt.2 faza 30.2 unde schema 1 se poate realiza în 31 secunde iar schema 2 în 32 secunde, se optează pentru varianta a doua, cu timp mai redus.

#### 5. Concluzii

Simularea și modul de lucru au permis alegerea schemelor fazelor de prelucrare cu duratele cele mai mici pentru optimizare astfel încât să se obțină productivitatea maximă a operațiilor. De asemenea schemele de prelucrare nu s-au intersectat cu elementele de prindere ale strungului cu comandă numerică.

Timpii de prelucrare fiind asemănători celor din proiectarea anterioară unde s-au utilizat relații de calcul specifice astfel se obține validarea tehnologică.

#### 6. Bibliografie

- [1]. <https://www.autodesk.com/> Accesat la data 01/02/2020;
- [2]. CHRISTENSEN Lars, “ Setup of Lathe Turning & Mill/Turn — Fusion 360”, Accesat la data 10/02/2020;  
<https://www.youtube.com/watch?v=xGy2FL2ft2w&t=672s>
- [3]. DIJIMĂRESCU M. (2017), note de curs : Proiectare Asistată de Calculator ;
- [4]. POPONETE S., Proiect Produse Procese si Sisteme 2, Universitatea Politehnica București, Facultatea de Inginerie Industrială si Robotică, Specializarea Inginerie Economica Industrială 2019;
- [5]. SMID Peter, (2003), CNC Progaming handbook. Editura Industrial Press, Inc 10016-4078, New York, SUA;