

FABRICAȚIE ASISTATĂ INTEGRATĂ

ANANIA Dorel Florea¹, BĂLAN Emilia¹, MOHORA Cristina¹
¹University Politehnica of Bucharest, Romania

Abstract: *In this paper are presented some new techniques for computer integrated manufacturing which include computer aided manufacturing and computer aided quality check. A study case is made for a complete process of manufacturing a gear wheel – design-machining-dimensional control using capabilities of a CIM system. The design and manufacturing program are obtained by using CATIA V5 and the dimensional control was made by using VISI optical control system.*

Keywords: *Computer aided manufacturing, metrology, metal cutting.*

1. INTRODUCERE

Fabricarea asistată de calculator (în limba engleză, “Computer-aided manufacturing” – CAM), se definește ca utilizarea unui sistem de calcul în activitatea de planificare, conducere și control a operațiilor unei fabrici, prin orice interfață directă sau indirectă dintre calculator și resursele de producție. [1]

Așa cum rezultă din definiție, aplicațiile CAM se împart în două categorii principale:

- monitorizare și control; acestea sunt aplicații în care calculatorul este conectat direct la procesul de fabricare în scopul monitorizării și controlului acestuia;
- susținerea fabricației; acestea sunt aplicații indirecte în care calculatorul este utilizat în sprijinirea operațiilor de producție, fără existența unei legături directe între calculator și procesul de fabricare.

Monitorizarea implică prezența unei interfețe directe între calculator și procesul de fabricație asistată, în scopul urmăririi operațiilor și echipamentelor și a colectării de date. În acest caz, calculatorul nu este utilizat direct în controlul operațiilor, activitate ce rămâne în sarcina operatorului uman care poate fi ghidat de informațiile furnizate de calculator. Controlul asistat de calculator merge un pas mai departe decât monitorizarea, realizând nu numai observarea procesului, ci și controlul acestuia, pe baza informațiilor obținute. În cadrul activității de monitorizare, fluxul de date dintre proces și calculator este unidirecțional. În cazul controlului are loc un schimb bidirecțional. Semnalele sunt transmise de la proces la calculator, la fel ca în cazul monitorizării. În plus, calculatorul emite semnale de comandă către procesul de fabricare, conform algoritmului de control. [3]

Noul model de producție este unul supra simbolic și diferă în mod dramatic de cel materialist, de masă. Așa cum timpul este unul dintre cele mai importante resurse economice, chiar dacă nu se arată nicăieri în inventarele vreunei companii, el rămâne, efectiv, o resursă ascunsă. Noile cunoștințe grăbesc lucrurile, ne conduc spre o economie de timp-real, instantanee și substituie consumul de timp. [3]

La ora actuală, pe plan mondial, concurența impune realizarea de produse noi în timp foarte scurt, micșorând timpul dintre cererea produsului și livrarea lui pe piață.

Fabricația asistată cu calculatorul este o versiune automatizată a procesului general de fabricație, în care fiecare funcție este înlocuită printr-un set de tehnologii automatizate. [5]

Fabricația asistată cu calculatorul este un termen care nu are o consistență clară. Unii folosesc termenul pentru a defini prelucrarea asistată de calculator, alții includ în CAM funcțiile de control a producției. Cel mai adesea, CAM desemnează asistarea cu calculatorul a procesului de fabricație. În esența sa, aceasta presupune elaborarea programelor NC, a tehnologiilor de prelucrare și de montaj.

2. FABRICAȚIA ASISTATĂ ÎN CATIA

CATIA este un produs CAD-CAM-CAE realizat de Dassult System și este dedicat proiectării și fabricației reperelor pentru industrii precum cea auto, industria aerospațială, dar și industriei dezvoltării tehnologiilor mecanice și mecatronice necesare domeniului ingineriei industriale.

Programul este structurat pe module, fiecare modul având integrate submodule specifice domeniului de proiectare, de fabricație și, nu în ultimul rând, module de analiză și optimizare a proiectării pe criterii de funcționare, asamblare/dezasamblare etc. [2]

2.1. Proiectarea asistată a unui reper de tip roată dințată

S-a realizat un studiu de caz pentru proiectarea și fabricația unui reper de tip roată dințată cu dinți drepecți. Un astfel de reper implică prelucrarea atât a unor suprafețe simple, cât și a unor suprafețe complexe (generate pe baza profilului danturii – evolventa).

Parametrii pentru proiectarea roții sunt: diametrul de cap: $d_a = 80.99$ mm; diametrul de picior: $d_f = 55.54$ mm; numărul de dinți: $z = 12$ dinți.

Elementele cremalierii de referință sunt: unghiul profilului de referință: $\alpha_0 = 20^\circ$; coeficientul înălțimii capului: $h_{oa}^* = 1$; coeficientul înălțimii piciorului: $h_{of}^* = 1.25$; jocul de referință la picior: $co^* = 0.25$.

Determinarea modulului danturii se realizează pe baza următoarelor ecuații:

$$d_a = d_1 + 2 \cdot m \cdot (h_{oa}^* + x_1) \quad (1)$$

$$d_f = d_1 - 2 \cdot m \cdot (h_{of}^* - x_1) \quad (2)$$

$$m = \frac{d_a - d_f}{2 \cdot (h_{oa}^* + h_{of}^*)} \quad (3)$$

unde: d_1 – diametrul de divizare; x_1 – coeficientul deplasării specifice a danturii roții.

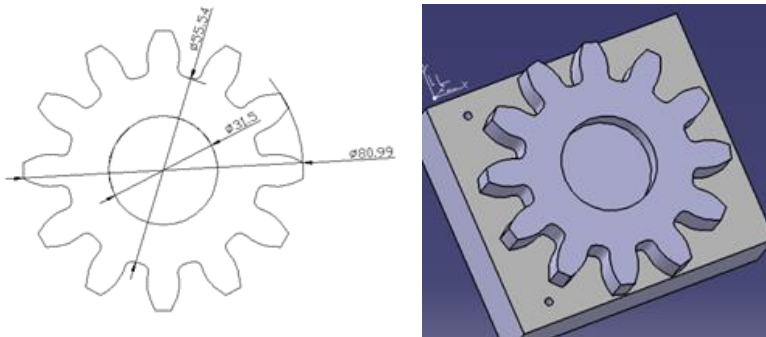


Figura 1: Proiectare roată dințată

Restul parametrilor danturii sunt calculați în mod similar pe baza ecuațiilor specifice cunoscute în literatura de specialitate.

În CATIA se generează profilul danturii în planul XY pe baza ecuațiilor evolventei.

2.2. Fabricația asistată a unui reper de tip roată dințată

Aplicația Prismatic Machining definește cu ușurință programe NC dedicate prelucrării pieselor prismatice, folosind operații de prelucrare în 2.5 axe.

Suclele pot fi create și integrate în cataloage cu ușurință. Trajectoriile descrise de scule pot fi definite cu ajutorul casetelor de dialog ale interfeței grafice, fiind posibilă generarea, simularea și analiza lor. Pornind de la acestea, în final se obține programul NC dedicat mașinii de prelucrat, cu ajutorul unui postprocesor integrat, precum și documentația tehnologică pentru operator, în format html.

Pentru prelucrarea danturii s-au generat două faze: una de degroșare și una de finisare. Materialul prelucrat este o rășină utilizată pentru prototipuri. Aceasta se caracterizează printr-o prelucrabilitate ușoară și o calitate superioară a suprafețelor obținute prin așchiere.

Pentru faza de degroșare, aplicația afișează o fereastră care va permite impunerea tuturor parametrilor prelucrării. La afișarea ferestrei, tabul care trebuie selectat pentru a impune elementele geometrice este automat activat (Figura 2). Pentru faza de degroșare trebuie selectate piesa și semifabricatul. În tabul strategy se alege tipul de traiectorie (sunt posibile traiectorii în zig-zag, spirală etc.). Operația va fi creată executând click pe butonul OK al acestei ferestre.

Scula folosită este o freză cilindro-frontală de diametru $\varnothing 6$ mm și cu 4 dinți.

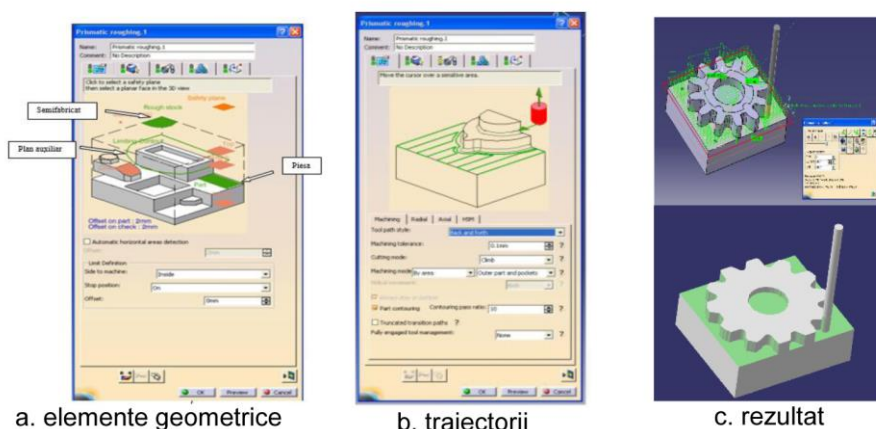


Figura 2: Definire parametrii degroșare

Pentru a simula traiectoria sculei pentru această operație se utilizează comanda *Replay Tool Path*. În fereastra de dialog asociată comenzii se alege modul de simulare continuu, se poziționează scula în punctul de start și se pornește simularea. Scula se va deplasa de-a lungul traiectoriei calculate. În aceeași fereastră sunt afișate valorile avansului, timpului de bază și timpului total al prelucrării.

Următoarea etapă este cea de finisare. Această operație se realizează cu comanda *Pocketing*. Setările comenzii sunt similare celei de degroșare. Sunt selectate suprafețele de finisat, scula așchietoare, tipul de traiectorie, precum și parametrii regimului de prelucrat.

Sesiunea de lucru se finalizează prin generarea unui fișier-sursă în format *APT*, ce urmează a fi postprocesat în scopul obținerii programului dedicat echipamentului *NC*.

Programul salvat va fi transferat către centrul de prelucrare.

3. PRELUCRAREA PRIN AȘCHIERE A REPERULUI DE TIP ROATĂ

Deși procedeele de prelucrare prin așchiere sunt unele dintre cele mai scumpe, datorită avantajelor acestora materializate printr-o precizie ridicată și o calitate superioară, 90% din piesele realizate în construcția de mașini se execută prin așchiere.

La prelucrarea prin așchiere generarea suprafețelor se face prin îndepărtarea surplusului de material sub formă de așchii. [4]

Generarea suprafețelor prin așchiere se realizează pe o mașină-unealtă, cu ajutorul unui scule așchietoare, în urma unei mișcări relative între scula așchietoare și semifabricat, numită mișcare rezultantă de așchiere.

Prelucrarea se realizează pe o mașină-unealtă cu comandă numerică *EMCO PC MILL 100*. Comanda numerică este *Sinumerik 810D*.

Programul NC a fost generat din CATIA utilizând un postprocesor specific SI-NUMERIK.

Caracteristicile tehnice ale mașinii-unelte sunt: dimensiunile de gabarit L×l×J - 1730×875×1892 mm; mărimea curselor de lucru: axa X - 185 mm, axa Y - 100 mm, axa Z - 100 mm; numărul de scule din capul revolver - 10; puterea motorului electric principal - 700 W; domeniul de reglare a turației arborelui principal - 60...2000 rot/min; domeniul de reglare a vitezelor de avans pe axele X, Y, Z - 0...2000 mm/min; viteza maximă de deplasare rapidă pe axele X, Y, Z - 3000 mm/min; momentul de răsucire maxim la arborele de frezare - 7 Nm; diametrul maxim al frezei - 25 mm; diametrul maxim de găurire în aluminiu - 16 mm; diametrul maxim al filetului realizat în aluminiu - M8.

Degroșarea s-a executat pe un semifabricat cu dimensiunile 90×80×40 mm. Regimul de prelucrare calculat este: viteza de avans = 1500 mm/min; adaosul de prelucrare pentru finisare = 0,5 mm. Timpul total al prelucrării a fost de 3 minute și 9 secunde, din care timpul efectiv în care scula a prelucrat a fost de 1 minut și 59 de secunde.

Parametrii regimului de prelucrare pentru faza de finisare sunt: viteza de avans = 1500 mm/min; turația $n = 3500$ rot/min. Timpul total de prelucrare a fost de 9 minute și 14 secunde, din care timpul efectiv în care scula a prelucrat a fost de 6 minute și 22 de secunde (Figura 3).



Figura 3: Prelucrări faza de degroșare și finisare

4. CONTROL OPTIC DIMENSIONAL

Sistemele de control optic industriale sunt tehnologii relativ noi, care au un rol esențial în asigurarea calității unui produs, dar și în creșterea siguranței și a eficienței proceselor de fabricație.

VisiControl este un sistem optic industrial destinat controlului calității din punct de vedere al preciziei dimensionale și al preciziei de poziționare.

Programul implementat pe un calculator permite operatorului uman să definească un control complex format din mai multe secvențe de măsurare, fiecare secvență având la rândul său mai multe măsurători. Astfel se pot defini măsurători dimensionale, de poziție, de arie, de perimetru. Precizia cu care se face interpretarea diferitelor măsurători este prestabilită de operatorul uman: în momentul realizării programului acesta poate specifica o marjă de eroare (toleranță) în funcție de claritatea imaginii și de obiectul analizat.

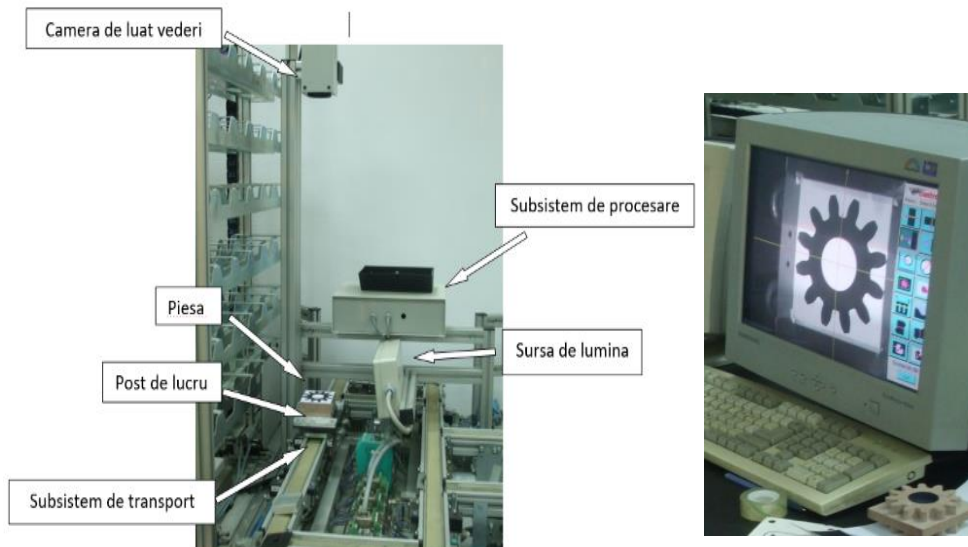


Figura 4: Sistem de măsurare optic

Rezultatele măsurătorilor sunt prezentate în tabelul 1. Au fost efectuate un număr de 6 măsurători de diametru pe raze în diverse puncte de pe roată. Totodată, în sistemul CAD-CAM, s-a realizat un set de măsurători pe rezultatul obținut în urma simulării cu îndepărtare de material.

Tabelul 1: Rezultate ale măsurărilor

Măsurători	Analiza simulării	Control optic
M1	82.15	82.3
M2		82
M3		83
M4		82.1
M5		82
M6		82.5

5. CONCLUZII

Fabricația asistată accelerează activitățile de dezvoltare a produsului de la stadiul de concept până la proiectarea detaliată. Permite realizarea aceleiași piese prin mai multe posibilități. Programatorul poate analiza strategiile de lucru și poate să aleagă structura optimă pentru degroșare, finisare.

În sistemele de fabricație asistată prin simulare se pot identifica eventualele erori de programare, coliziuni între piesa semifabricat și sculă, portsculă și/sau elemente ale mașinii, limitele curselor mașinii-unele CNC etc. Se diminuează astfel timpul necesar verificărilor direct la mașina-unealtă CNC, inginerul programator putând face corecțiile necesare încă din faza de programare NC.

Precizia de prelucrare este influențată atât de perfecționarea sistemului CAD-CAM utilizat și de comenzile acestuia, cât și de precizia de prelucrare a mașinii-unele.

Diferențele între valorile măsurate și cele nominale sunt datorate modului de măsurare a aparatului. Datorită sursei de lumină muchiile nu sunt perfect definite și sistemul caută diferențe între alb și negru pentru a realiza o măsurătoare (trei puncte consecutive de aceeași culoare – negru sau alb).

6. BIBLIOGRAFIE

- [1] Anania F.D. Fabricație Asistată, Ed. Politehnica PRESS, 2016, Cod CNCSIS 19, 177 pag., ISBN 978-606-515-711-8.
- [2] Zapciu M., Anania F.D., Bisu C.F. Concepție și Fabricație Integrată -Aplicatii, Editura Bren, recunoscuta CNCSIS cu codul 96, București, 2005, pg. 256, ISBN 973-648-481-5.
- [3] C. Ispas, M. Zapciu , C. Mohora, D. Anania - Product development using CAD-CAM-CAE software and internet facilities, Scientific Buletin serie C, Volum XX, ISSN:1224-3264, The International Conference of the Carpathian Euro-Specialists in Industrial System, Edition 6 - Baia Mare (2006), pp. 63-168.
- [4] Anania F.D., Pena A.E., Zapciu M. Surface quality and machining time optimization based on feedrate correction function of tool trajectories types, TEHNICKI VJESNIK-TECHNICAL GAZETTE, Vol. 24, Issue 4, pp. 987-992, ISSN: 1330-3651, eISSN: 1848-6339, DOI: 10.17559/TV-20150921113741, Published: AUG 2017, Document Type: Article, Accession Number: WOS:000407081300003, factor impact pe 2016 = 0.723, factor impact pe 5 ani = 0.65.
- [5] Anania F.D., Pena A.E., Mohora C. Method for optimum calculus of machining parameters according to tool trajectories type based on milling process simulation. TEHNICKI VJESNIK-TECHNICAL GAZETTE, Vol. 24, Issue 2, pp. 385-389, DOI: 10.17559/TV-20150828143457, Published: APR 2017, Document Type: Article, Accession Number: WOS:000399563100008, factor impact pe 2016 = 0.723, factor impact pe 5 ani = 0.65.