

STUDIU PRIVIND PROIECTAREA ASISTATĂ A PRODUSELOR COMPLEXE

STUDY ON AIDED DESIGN OF COMPLEX PRODUCTS

BARBU Georgiana-Cristina, RĂDUCANU Florian

Facultatea: FIIR, Specializarea: IEI, Anul de studii: IV, e-mail: barbu.georgiana.cristina02@gmail.com

Conducători științifici: Șef lucr. dr. ing. **Daniel-Silviu MANOLACHE**,
Prof. dr. ing. **Marian GHEORGHE**

REZUMAT: În această lucrare se prezintă elemente privind utilizarea tehnologiilor de tip CAD/ CAE la proiectarea produselor complexe. Se analizează ceea ce constituie un produs complex și cum pot fi utilizate aceste software-uri pentru optimizarea caracteristicilor produsului. Se iau în considerare două cazuri de produse complexe.

ABSTRACT: This article presents elements on the use of CAD/ CAE technologies in the design of complex products. It expounds on what constitutes a complex product and how these software can be used for optimization of product characteristics. Two case studies of a complex product have been analyzed.

CUVINTE CHEIE: produs complex, proiectare, CAD, simulare.

1. Introducere

Obiectivul lucrării de față este de a analiza influența programelor de proiectare asistată (CAD) în proiectarea și producția produselor complexe.

Utilizarea programelor CAD a câștigat popularitate datorită eficientizării stadiului de conceptualizare a produsului, a reducerii timpului și costurilor aferente modificării produsului înainte de etapa de fabricație.

Astfel, s-au cercetat următoarele aspecte privind dezvoltarea unor produse: proiectarea asistată, produse complexe, date inițiale, proiectare, simulare/ testare și concluzii.

2. Proiectarea asistată de calculator

Tehnologiile de tip CAD au din ce în ce mai multe aplicații în industria de azi, de exemplu în industria auto, industria aerospațială și sectoare navale [1]. Majoritatea companiilor care deja utilizează diverse programe CAD - CATIA V5, SOLIDWORKS, Autodesk INVENTOR, AUTOCAD Mechanical etc. - au productivitatea cantitativ și calitativ sporită comparativ cu companiile care nu au implementat utilizarea programelor de proiectare [4].

O serie de procese de proiectare și de fabricație se simulează folosind noi metodologii disponibile, incluzând metode experimentale combinate cu instrumente statistice (de exemplu: analiza de regresie, analiza variației, metodologia Taguchi etc.), analiza cu elemente finite aplicată în etapa de proiectare, instrumente de tip CAD pentru optimizarea proiectării și instrumente bazate pe CAM pentru optimizarea prelucrărilor [1].

Ca urmare a creșterii complexității produselor, a fost extinsă dezvoltarea de noi metode, instrumente și sisteme pentru proiectarea produselor complexe.

Pe lângă geometria produsului generată în CAD, proiectantul trebuie să considere și informațiile produsului care nu sunt legate de geometria lui, și anume informații despre ciclul de viață al produsului, fabricarea, precum și funcționarea/utilizarea acestuia, iar din punct de vedere al simulării/ evaluării, un

produs este evaluat cu diverse metode în diferite aspecte ale ciclului de viață al produsului, precum fabricarea și serviciile aplicate funcționalității produsului [2].

De asemenea, există multiple funcționalități ale software-ului CAD, care pornesc de la crearea modelului 3D, transpunerea în desen tehnic a acestuia, facilitarea colaborării și comunicării inginerilor din echipă (CAD cu bază de date de tip CLOUD) [4] până la simularea produsului din punct de vedere structural, termic, mecanic, dinamica computațională a fluidelor. Software-ul CAM ajută la definirea traiectoriilor sculelor CNC pentru prelucrare, a matrițelor pentru piese turnate, piese din tablă îndoite sau ștanțate. Totodată, programele CAD permit ca structura unui ansamblu să fie gestionată sub forma unui tabel *Bill of Materials* (BOM), informație utilizată ulterior în planificarea producției, achiziția de material și gestiunea inventarului de materiale. Reprezentările de tip realistice ale produsului pot fi utilizate în vânzări și în marketing, iar modelele 3D pot fi analizate fără a fi necesară instalarea altor programe particulare. Acestea pot fi utilizate, de asemenea, în realizarea ilustrațiilor tehnice pentru documentația clientului și de instrucțiuni pentru întreținere și reparații [3].

3. Produse complexe

Un produs complex se referă la un ansamblu de piese sau chiar o piesă cu geometrie complicată și care costuri ridicate de proiectare. Pentru un utilizator, produsul constituie mijlocul de satisfacere a unei necesități. Pentru o întreprindere, produsul constituie rezultatul unui proces tehnologic care implică diverse activități.

Tipologia proceselor de producție depinde de caracteristicile produsului și ale mijloacelor de producție, de modulul de organizare a acestora (Fig. 1) [5]. Astfel, se observă că evoluția proceselor de automatizare a avut ca scop creșterea productivității și a condus, astfel, la dezvoltarea sistemelor tehnologice complexe (roboți industriali, sisteme de fabricație flexibilă) și a celor software (CAD / CAM).

Etapa de proiectare conceptuală a produsului se realizează atât printr-o integrare spațială, concretizată prin activități ale specialiștilor din mai multe domenii, cât și printr-o integrare temporală, definită prin activități desfășurate în paralel.

Se prezintă, în Fig. 2, componente ale sistemului integrat CAD/ CAM, prin intermediul cărora fiecare cerință de proiectare este analizată [5].

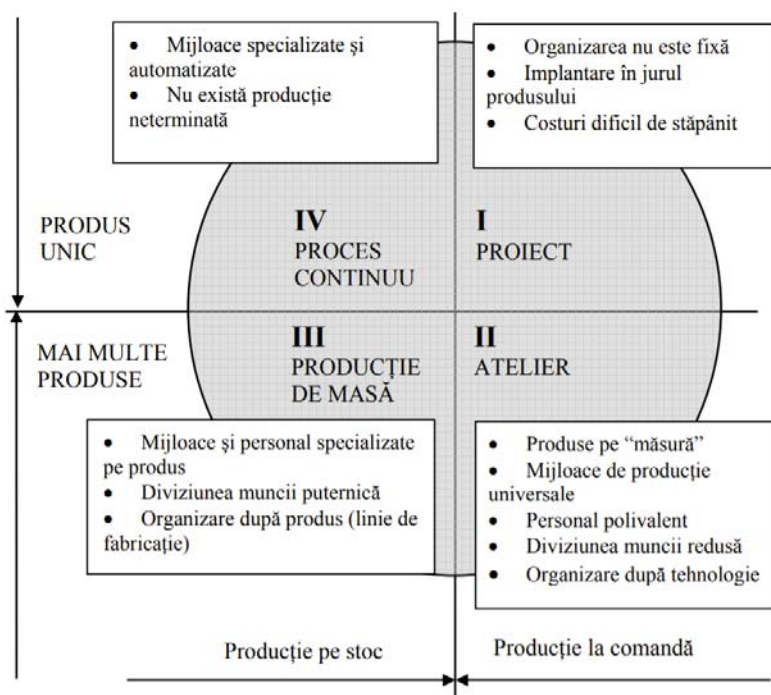


Fig. 1. Tipologie procese de producție [5]

Astfel, implementarea cu succes a oricărui sistem integrat CAD/CAM va depinde de integrarea atât a modelelor analitice de calcul, cât și a facilităților oferite de către modulele de proiectarea asistată de calculator.

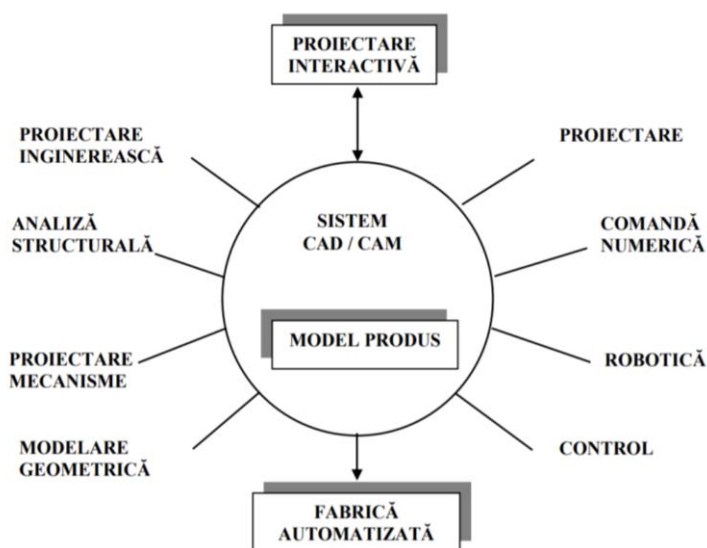


Fig. 2. Schema integrării sistemului CAD/CAM [5]

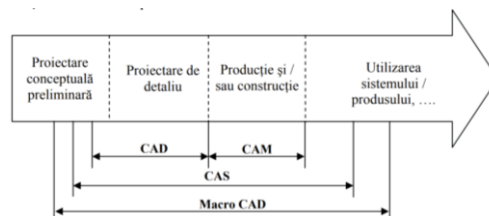


Fig. 3. Integrarea CAD/CAM în producție [5]

În mod generic, metodele de proiectare asistată de calculator sunt utilizate prin intermediul modulelor: CAD, CAED, CADD, CAM, CIM, CAS. Relația dintre metodele precizate este prezentată în Fig. 3 [5].

Proiectarea unui produs complex este complicată și necesită un sistem de triere pentru obținerea produsului optim corespunzător cu cerințele inițiale. O schemă care ilustrează procesul de optimizare al generării soluției se prezintă în Fig. 4 [2].

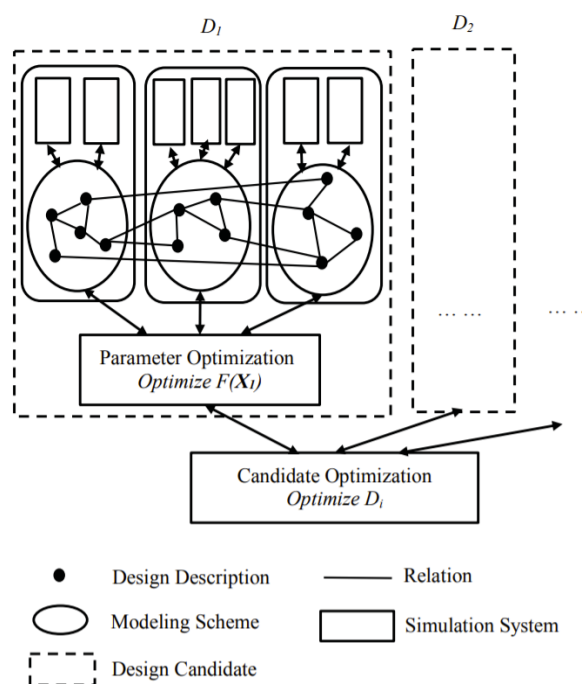


Fig. 4. Schemă pentru proiectarea unui produs complex [2]

4. Date inițiale privind proiectarea unor produse complexe

Produsul 1 selectat pentru analiză se numește Amortizor de evacuare XV.01. Se consideră două variante pentru acest produs și se realizează un studiu comparativ între cele două soluții de produs. Obiectivul este acela de a afla dacă fluxul gazelor de ardere ce trec prin produs poate fi modificat în prima cameră de amortizare. Ulterior, produsul este testat într-un soft de simulare cu element finit pentru curgerea fluidelor. Produsul (Fig. 5) are următoarele dimensiunile de gabarit de 380 x 180 x 700 mm.

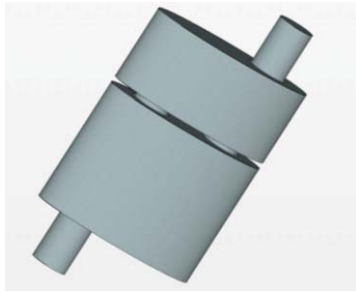


Fig. 5. Vedere 3D produs 1

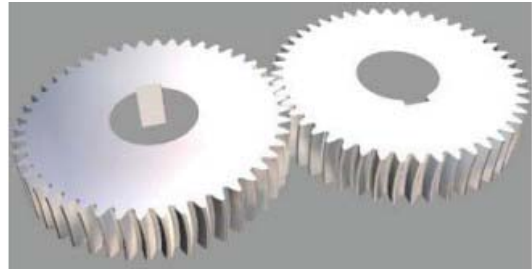


Fig. 6. Vedere 3D produs 2

Produsul 2 (Fig. 6) este reprezentat de un angrenaj cilindric cu două roți dințate. Principala caracteristică a produsului este dată de forma curbată a dinților, astfel că liniile dinților formează sectoarele unui hipociclu prelungit și scurtat. Caracteristici ale produsului sunt: $z_1 = z_2 = 47$, $m = 2.5$ mm, lățimea $b = 25$ mm, profil de referință conform STAS 821, distanța dintre axe $a = 117.5$ mm.

5. Proiectare

În cazul produsului 1, se proiectează cele două variante ale amortizorului de evacuare. Diferența dintre cele două variante nu este foarte mare, constând în îndepărtarea unei secțiuni din primul cilindru (Fig.7) [6]. Modificarea s-a realizat într-un program CAD, obținându-se o prima versiune a amortizorului de evacuare, iar pentru realizarea celei de-a doua versiuni se intervine asupra unei copii a primului fișier CAD și se realizează modificarea, timpul de reproiectare fiind astfel mai redus.

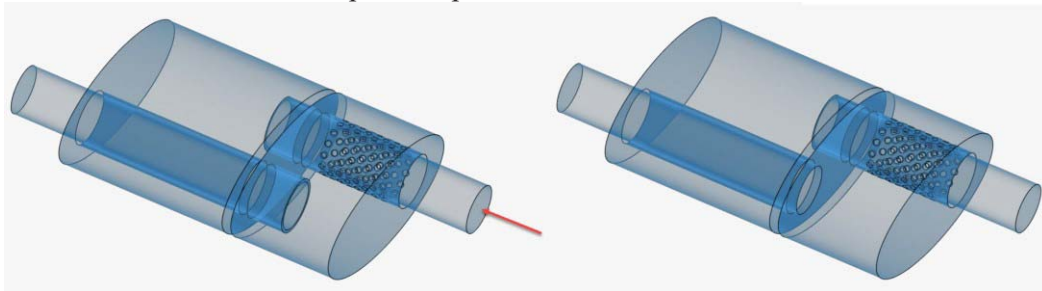


Fig. 7. Variante amortizor de evacuare

În cazul produsului 2, proiectarea se realizează folosind comanda polyline, din meniul *Draw*. Pentru realizarea flancului dintelui sunt necesare următoarele elemente: un profil involute; linie flanc interior - un hipocicloid scurtat; linie flanc exterior - un hipociclu extins. Sunt ilustrate flancul dintelui extrudat (Fig. 8) și dintelul extrudat (Fig. 9); se multiplică dintelul și, astfel, se realizează roata dințată (Fig. 10) [7].

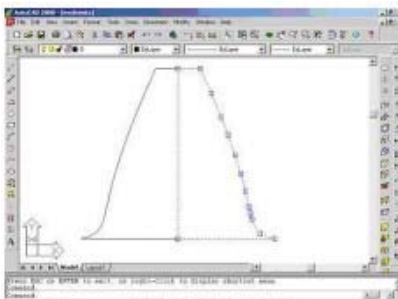


Fig. 8. Profilul dintelui

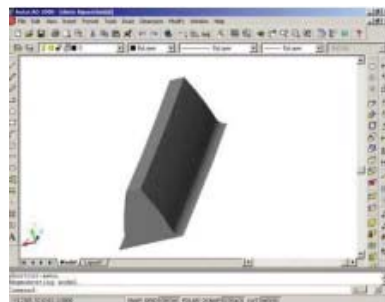


Fig. 9. Extrudare dinte

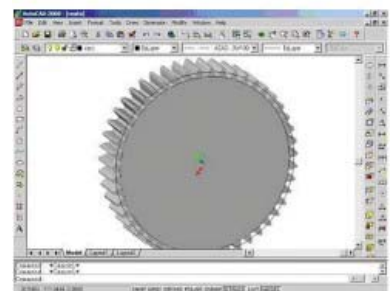


Fig. 10. Roată dințată 3D

6. Simulare și testare

În această etapă, se realizează studiul comparativ al celor două amortizoare de evacuare prin simularea lor din punct de vedere a modului de curgere a gazului de evacuare în interiorul cavității analizate.. Pentru a realiza această simulare [6] s-a utilizat aplicația SimScale (Fig. 11) care este un program pentru simularea cu element finit a curgerilor diferitelor tipuri de fluide.

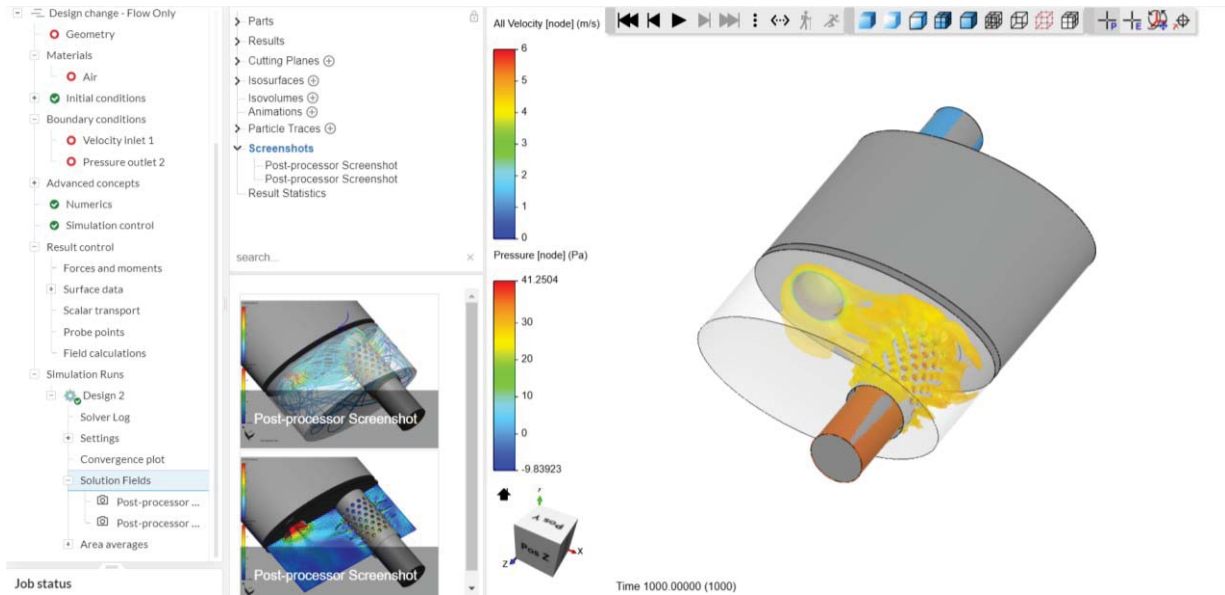


Fig. 11. Simulare amortizor de evacuare în SimScale

Pentru prima variantă a amortizorului de evacuare [6], se generează fluxul pe un plan transversal cu reprezentarea vectorilor, astfel încât direcția de curgere a gazului să fie clară (Fig. 12). Direcția de curgere are puține regiuni de recirculare a gazului, astfel încât gazele trebuie să circule înapoi pentru a se evacua pe partea stângă. Se pot observa traseele fluxului de gaze în Fig. 13. Este afișată și o suprafață ISO ce ilustrează viteza de curgere a fluxului de gaz - de 2m/s (Fig. 14). În partea de intrare este aparent că debitul nu este echilibrat 100% între găuri (Fig. 15), așa că se poate lua în considerare o posibilitate de proiectare a unei versiuni de amortizor cu găuri mai mari pe o parte.

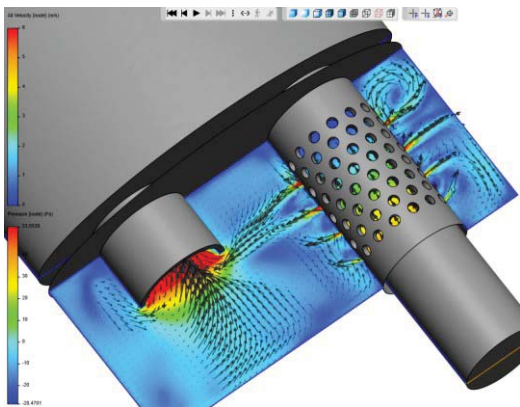


Fig. 12. Flux gaze reprez. cu vectori

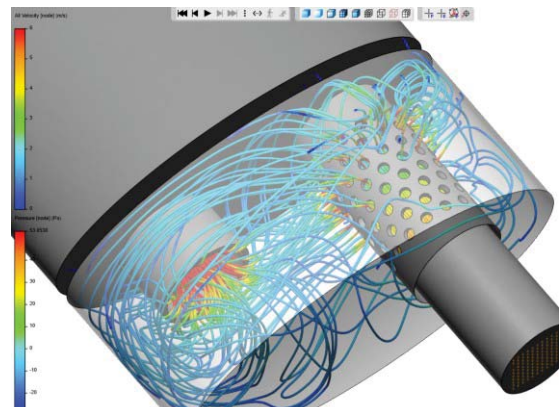


Fig. 13. Traseul fluxului de gaze

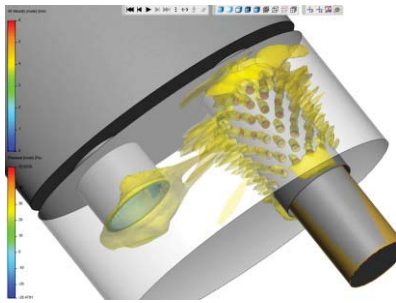


Fig. 14. Suprafață ISO



Fig. 15. Vedere intrare

Pentru a doua variantă a amortizorului de evacuare [6], este prezentat fluxul pe plan transversal cu reprezentarea vectorilor (Fig. 16), flanșa fiind îndepărtată pentru a ajuta fluxul să circule mai lin. Se observă traseele fluxului de gaze (Fig. 17), precum și o bună circulație a fluxului de gaze la ieșirea din conducta doi (Fig. 18).

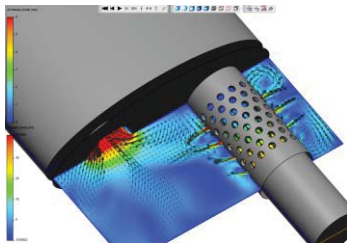


Fig. 16. Flux de gaze reprezentat cu vectori, var. 2

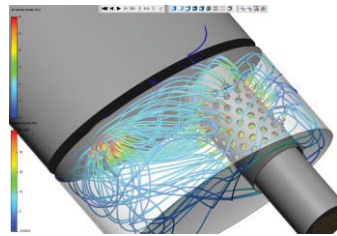


Fig. 17. Traseul fluxului de gaze, var. 2

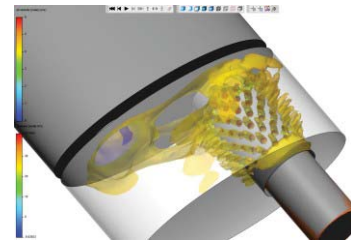


Fig. 18. Suprafață ISO, var. 2

Există mai multe variante posibile ale acestui amortizor de evacuare care pot fi testate. Un exemplu poate fi reprezentat de amortizoare cu orificii interne de ghidare a gazelor de evacuare cu forme diferite de cea rotundă sau modele radical schimbate care pot fi simulate utilizând sisteme care procesează calculele necesare în paralel sau pe cloud.

7. Concluzii

În prezent, industria se definește printr-un proces de inovare în continuă evoluție, iar metodele de proiectare trebuie să fie în concordanță cu schimbările tehnologice.

În cadrul acestei cercetări au fost prezentate două cazuri prin care software-urile CAD/CAE contribuie la procesul de proiectare.

8. Bibliografie

- [1] Panagiotis, K., Konstantinos K. și Angelos P. M., “Advances in CAD/CAM/CAE Technologies”, Machines, 2020
- [2] Xue, D. și Imaniyan, D. (2018), “A framework for optimal design of complex products”, 28th CIRP Design Conference, Nantes, France, Mai 2018
- [3] Manolache D., “Proiectare asistată de calculator 2”, Note de curs, UPB, 2018-2019
- [4] ***<https://www.cadcrowd.com/blog/the-advantages-of-cad/>
- [5] Dolga, V. , “Proiectarea Sistemelor Mecatronice”, Note de curs, UPT, 2020
- [6] *** https://www.simscale.com/projects/Jon_Wilde/flow_region_creation/
- [7] Anania D., Ghionea I., “Utilization of computer programs in CAD and 3D modelling of toothed wheels and gears ”, 2002