

COMPUTER AIDED DESIGN OF ELECTRIC MOTORS IN SOLIDWORKS

MURZAC Ion

Conducător științific: Conf. dr. ing. **Iulian TABĂRĂ**

SUMMARY:

The final project met each of the three most important objectives, which were determined by the initial analysis of the needs of colleagues, within the Research and Development Department of the company S.C. UMEB S.A. The main objective of this project is to request colleagues from the Research and Development department, the Office of Constructive Design to familiarize them with computer-aided design in 3D software applications, because they use in the design of electric motors assisted design applications 2D AutoCad type. Starting from this request, the given work was carried out, which aims to initiate in the computer aided design of 3D, electric motors using the software application SolidWorks 2014.

CUVINTE CHEIE: Proiectare asistată, Schiță, Extrude, Revolve, Chamfer, SolidWorks, CAD

1 Definiția și Avantajele Proiectării Asistate de Calculator

Proiectarea asistată de calculator sau CAD (Computer-Aided Design) are la bază folosirea unor software, create la început ca un nou instrument de desenare, menit să elimine planșeta de desenare. Pe parcurs aceste aplicații au evoluat în programe care pot ușura activitate de proiectare. De unde inițial permiteau desenare în două dimensiuni, la momentul actual se poate crea virtualizarea unui obiect real (exemplu: un arbore cotit), precum și vizualizarea unei asamblări.

Avantajele utilizării aplicațiilor de tip CAD sunt evidente: claritatea și acuratețea desenului, precizia ridicată a reprezentării, timpul de lucru redus, productivitatea mare. Desenele create cu ajutorul acestor programe, indiferent de tipul lor: dwg, dxf, sldprt, sldasm, sldwg, iges, cat etc, au marele avantaj de a putea fi „transportate” rapid și facil prin folosirea rețelelor de diferite feluri (locale, în cadrul unei instituții, metropolitane, pe raza unui oraș, globale, oriunde în lume). Dar poate cel mai important avantaj al aplicațiilor de tip CAD este acela de a putea fi integrat într-un proces de producție automatizat. Desenele astfel realizate și transformate în fișiere, pot sta la baza prelucrării pe mașinile cu comandă numerică și la baza verificării pieselor pe mașini automate de măsurare în coordonate.[3]

1.1 Domenii de utilizare

Pachetele de programe create în vederea modelării geometrice se utilizează adesea în domenii ca:

- Design Industrial,
- Inginerie Mecanică
- Industria aeronautică
- Industria de automobile
- Electronică și electrotehnică
- Arhitectură
- Construcții
- Drumuri și poduri

1.2 Elemente de bază referitoare la proiectarea asistată de calculator în SolidWorks

SolidWorks este creată și lansată cu succes de compania cu același nume. În 1998, concernul francez **Dassault Systems** a preluat-o în cadrul diviziei software pentru a o oferi ca variantă a aplicației proprii **CATIA**. Lucrează sub mediul Windows și beneficiaza de interfața grafică a acestuia.

Acest program realizează proiectul direct într-un mediu tridimensional, urmând ca desenele tehnice să fie obținute automat cu ajutorul modelului 3D.

SolidWorks este un program de modelare fundamentat pe caracteristici, care simulează mediul natural, tridimensional în care este creat și manipulat modelul fizic. Acest produs permite utilizatorului să adauge, să deformeze s-au să

elimine anumite părți din modelul vizual pentru a realiza forma impusă a piesei.[5]

Conceput pe o arhitectura extrem de simplă, fiabilă și prietenoasă, SolidWorks cuprinde toate facilitățile majore ale unui pachet de programe pentru proiectarea asistată de calculator. Dispune de un nucleu geometric propriu, având modulul de desenare integrat. Strategia de modelare are ca punct de pornire proiectarea bazată pe caracteristicile constructiv-tehnologice ale reperelor, continuând cu realizarea ansamblurilor, cotarea funcțională și generarea semi-automată a desenelor de execuție. Principalele caracteristici ale softului sunt următoarele:

- ✓ abilitatea de a identifica, modifica și comunica intenția de proiectare de-a lungul întregului proces de construcție. Acest lucru este posibil datorită modulului de modelare structurat ierarhic care înregistrează procesul de construcție într-un mod transparent și accesibil proiectantului, facilitând în orice moment modificarea dimensiunilor, relațiilor și a geometriei piesei;

- ✓ facilitățile de modelare a ansamblurilor permit stabilirea de suprafețe de referință pentru montaj, introducerea constrângerilor geometrice ca bază de poziționare a componentelor, reprezentarea desfășurată a ansamblului, detectarea zonelor de interferență între componente și modificarea pieselor în context. Ansamblurile pot fi reorganizate pe nivele de subansamble prin utilizarea modulului "Feature Manager Tree". De asemenea, sunt incluse posibilități de identificare și definire automată a relațiilor de asamblare și a suprafețelor conjugate, precum și analiza variantelor posibile de asamblare cu ajutorul modulului "Assembly Configurations";[1]


1.3 Elementele interfeței programului SolidWorks


În figura 1.1 sunt prezentate o parte din elementele de interfață a programului *SolidWorks*.

În aplicațiile SolidWorks, fiecare piesă, ansamblu sau desen este afișat în propria fereastră. Fiecare fereastră, pe lângă meniul principal și

Figura 1.1 Interfața SolidWorks.


barele cu unelte (toolbars), este împărțită în două zone principale. Zona din stânga conține:

1 - Arborele pentru managementul caracteristicilor (FeatureManager design tree, simbolizat ) – pe care îl vom numi în continuare fereastra caracteristicilor – listează denumirile tuturor elementelor componente ale piesei, ansamblului, sau desenului, în ordinea în care au fost desenate. Aceste elemente pot fi volume, suprafețe sau curbe generate, schițe, decupări, teșiri, racordări, plane și axe de referință, sisteme de coordonate, componente ale ansamblurilor, materiale asociate modelelor, ecuații de corelare a cotelor etc.

2 - Fereastra de proprietăți (PropertyManager, simbolizată ) afișează informațiile relevante pentru majoritatea caracteristicilor desenului. În exemplul din figura 1.2 sunt afișate proprietățile funcției de extrudare.

Orice fereastră de proprietăți cuprinde: *Bara de titlu*, care conține simbolul caracteristicii și denumirea acesteia (Boss - Extrude), *butoanele OK, Cancel, Preview și Help*, iar în alte cazuri apar butoanele *Păstrează vizibil, Înapoi, Înainte și Undo, Casete de grup* (Group boxes), cum ar fi casetele *Direction 1 și Selected Contours*, *Butoanele pentru deschiderea sau închiderea casetelor de grup, Casete de selecție*, afișate atunci când este necesară selectarea unor elemente ale desenului; denumirea elementelor selectate apare în caseta respectivă;

Figura 1.2

3 - Managerul de configurații (ConfigurationManager, simbolizat ) este mijlocul prin care pot fi create, selectate și vizualizate diverse configurații ale pieselor sau ansamblurilor;

4 - Diverse ferestre pentru aplicații suplimentare (numite module add – in);

5 – Zona de desenare;

6 – Bara de vizualizare standard;

7 – Butonul specific aplicației; conține comenzi pentru managerierea fișierelor;

8 – Bara standard;

9 – Tab-uri;

10 – Instrumente;

11 – Zona cu ribbonuri;

12 – Bară cu instrumente (în acest caz „Surface Toolbar”);

13 – Bara de stare




1.4 Elaborarea și manipularea schițelor


Crearea unui model începe cu o schiță. Schițele stau la baza entităților volumice, fie ele adaosuri sau decupări. De obicei, schița este un profil bidimensional. Pentru a o crea, este nevoie de un plan sau de o față plană care să o conțină. Există de asemenea și schițe tridimensionale. Toate schițele includ următoarele elemente: sistem de coordonate, plan, dimensiuni, relații.

Într-un document nou, pentru a începe o schiță, se poate proceda în unul din următoarele moduri:

1. Pe bara Command Manager se

apasă butonul Sketch , pentru a vizualiza uneltele de desenare a schiței, apoi se alege una dintre aceste unelte (linie, arc, cerc etc). Vi se cere să selectați unul din cele trei plane standard pe care să desenați schița (Top, Right, Front).

2. Se apasă butonul  de pe bara Standard. Ulterior, trebuie selectat de asemenea planul de desenare. Se alege din fereastra caracteristicilor un plan, apoi se apasă fie butonul , fie .

3. Pe bara Features (afișată în cadrul barei Command Manager), se apasă direct un buton de realizarea a unei caracteristici (de exemplu ) , după care vi se cere să selectați planul în care veți desena schița.

Indiferent de metoda abordată, după selectarea planului acesta va fi rotit automat astfel încât să devină orientat după direcția Normal To.

În alegerea planului inițial trebuie ținut cont de următoarele:

- Pentru unele modele, felul în care este selectat planul inițial afectează doar modul în care va fi vizualizat modelul în orientarea standard *Isometric*.

- În alte cazuri, utilizatorul poate fi mai eficient dacă alege corect planul inițial, cu deosebire atunci când este bine să existe o anumită corelare între planele componentelor unui ansamblu.

Totuși, se poate defini o regulă de bază: dacă schița dumneavoastră reprezintă vederea de sus a unei piese, selectați planul *Top*, dacă este o vedere din față selectați planul *Front*, iar dacă reprezintă vederea laterală - selectați planul *Right*.

O altă problemă este legată de gradul de complexitate a schiței. Unele piese extrudate pot fi realizate în două feluri: fie este extrudată o schiță a cărei formă este mai complexă, fie este extrudată o schiță simplă, după care se adaugă noi caracteristici piesei obținute, obținându-se în final același model ca și în primul caz.

În realizarea schițelor se vor avea în vedere următoarele aspecte:

- Pe parcursul dezvoltării unui model au loc numeroase regenerări ale acestuia. Se va ține cont de faptul că modelele complicate care au la bază schițe complexe se reconstruiesc mai rapid. De exemplu, razele de racordare realizate într-o schiță sunt recalculat și redesenat mai repede decât racordările 3D adăugate ulterior piesei. Pe de altă parte, schițele complexe sunt mai dificil de creat și de modificat.

- Schițele simple oferă o flexibilitate ridicată, putând fi mult mai ușor de manevrat. Deseori, modelele finale sunt supuse procesului de analiză cu elemente finite. În acest scop, trebuie îndepărtate detaliile al căror rol este pur estetic, fără a contribui la modificarea rezistenței piesei (de

exemplu, unele muchii rotunjite sau teșite). De aceea, este absolut necesar ca aceste detalii să fie create nu prin schiță, ci adăugate ulterior pe modelul 3D, aceasta fiind calea prin care pot fi suprimate temporar și cu ușurință. Un bun mijloc de ancorare a schiței "în spațiu" este dat de origine. Fiecare schiță are propria ei origine (afișată cu culoarea roșie), astfel încât o piesă cuprinde în mod normal mai multe origini. Pentru o cât mai bună claritate a coordonatelor elementelor care compun schița, este recomandat să începeți desenarea schiței chiar din propria ei origine.

2 Proiectarea Asistată De Calculator a Componentelor Motoarelor Electrice Utilizând SolidWorks

În acest capitol se vor prezenta modalitățile și posibilitățile de modelare 3D în aplicația de Proiectare asistată de calculator SolidWorks 2014, a celor mai importante componente a unui motor electric, din punct de vedere mecanic, acestea sunt: Arbore [6], Carcasa[7], Scut acționare [8], Cutie de borne [9], care se pot observa în **figura 2.1**.

Un motor electric este un dispozitiv electromecanic (mașină electrică rotativă) ce transformă energia electrică în energie mecanică.

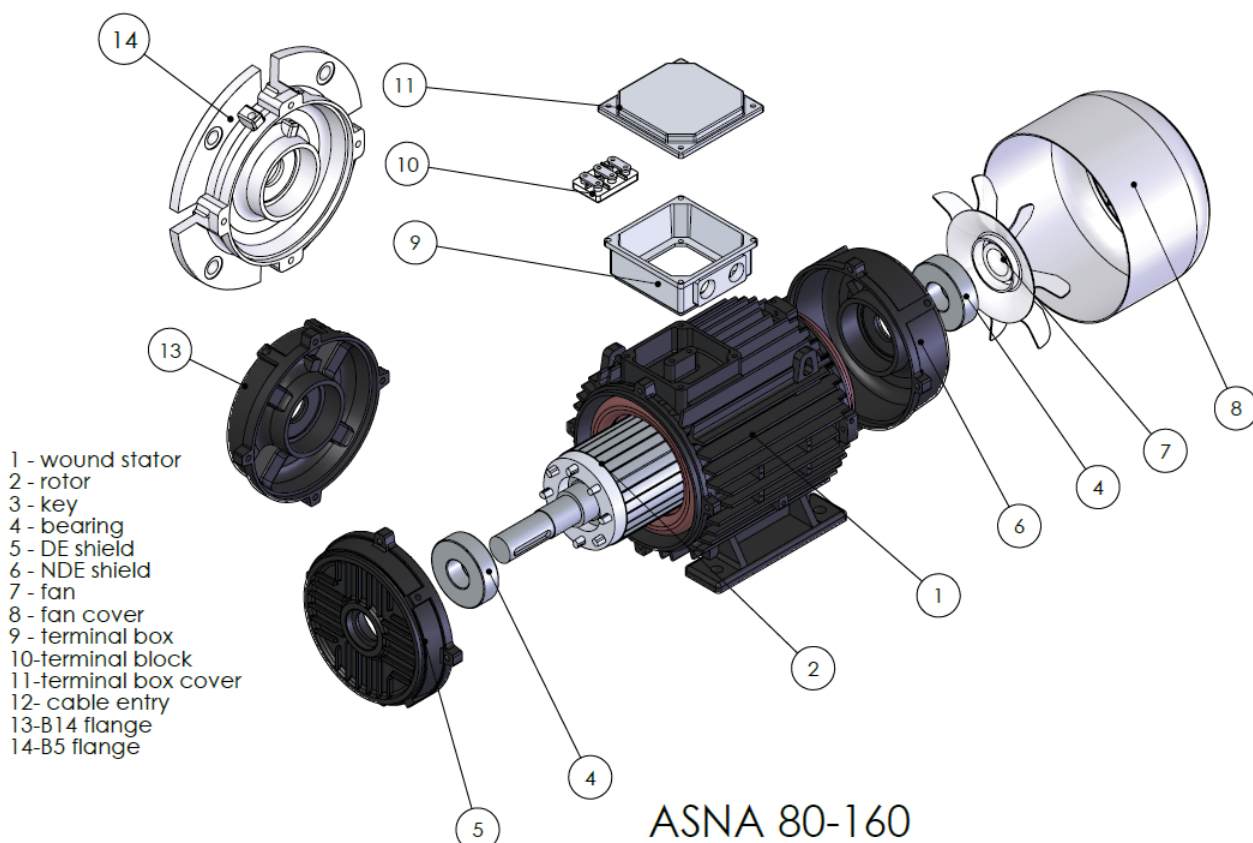


Figura 2.1 Ansamblu general al motorului electric de tip ASNA realizat în SolidWorks.

Indiferent de tipul motorului, acesta este construit din două părți componente principale și anume: Sator și Rotor. Satorul este partea fixă a motorului, iar Rotorul este partea mobilă a motorului. Majoritatea motoarelor electrice funcționează pe baza forțelor electromagnetice ce acționează asupra unui conductor parcurs de curent electric aflat în câmp magnetic.[1]

Fiind construite într-o gamă extinsă de puteri, motoarele electrice sunt folosite la foarte multe aplicații, de la motoare pentru componente electronice (hard disk, imprimanta), până la acționări electrice de puteri foarte mari (pompe, locomotive, macarale).[1]

2.1 Proiectarea unui Arbore pentru motor electric de tip ASNA 100 în SolidWorks

Arborii sunt organe de mașini care se rotesc în jurul axei lor geometrice și care transmit momente de răscuire prin intermediul altor organe pe care le susțin sau cu care sunt asamblate (role, roți dințate, biele, cuplaje).[10]

În funcție de variantele constructive, există trei tipuri de arbori: drepti, cotiți, flexibili.

Arborii drepti sunt organe de mașini care au rolul de a susține alte organe de mașini aflate în mișcare de rotație (roți dințate, roți de curea, roți de lanț și cuple, inclusive rotoarele de motoare electrice). Acestea transmit momente de torsiune organelor de mașini cu care sunt cuplate, ei fiind solicitați la încovoiere, torsiune și foarte rar la întindere și compresiune.

Arborii drepti se utilizează în construcția turbinelor cu abur și turbinelor hidraulice, a cutiilor de viteză, a reductoarelor și a transmisiilor mașinilor – unelte.[10]

În figura 2.2 sunt prezentate etapele necesare de parcurs pentru a modela un arbore al unui motor electric de tip ASNA 100 în aplicația

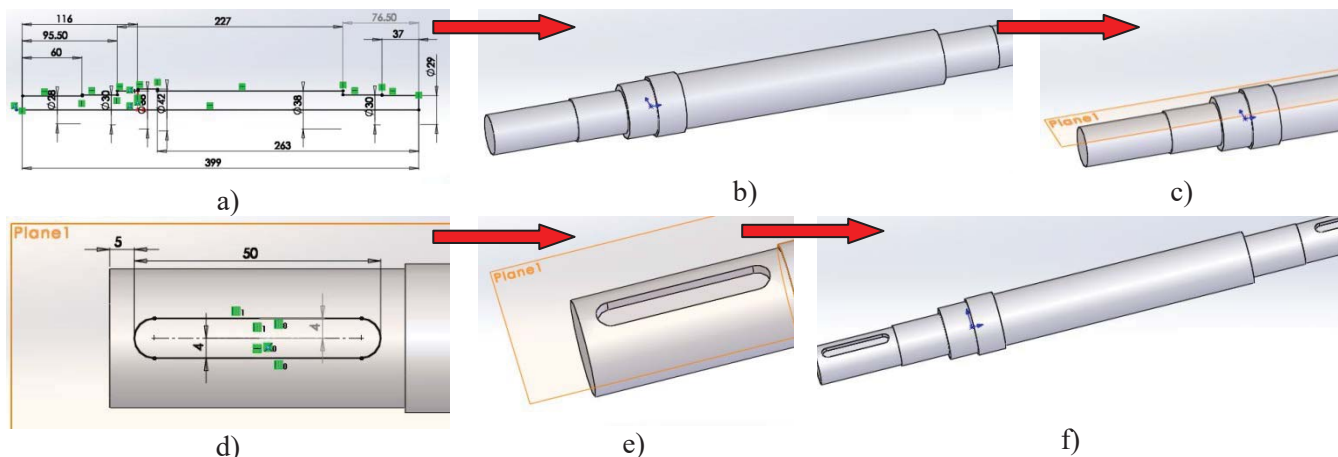


Figura. 2.2 Etapele realizării unui Arbore în SolidWorks.

de proiectare asistată de calculator SolidWorks 2014.

Pentru a începe modelarea 3D a arborelui [6] deschidem aplicația SolidWorks 2014, după din bara standard accesăm **FILE – NEW** sau folosim scurtătura CTRL+N, selectăm “create a 3D representation of a single design component-part”, cum se poate observa în figura 2.3.

Figura 2.3 Create 3D Part.

Selectăm din bara Command Manager comanda **Sketch**, selectăm planul de lucru “**Top Plane**”, trasăm în acest plan de lucru o linie orizontală care trece prin origine, după care o constrângem să fie fixă și de construcție. În acest plan de lucru se trasează schița din figura 2.2.a, după care din meniul **Features** se selectează comanda **Revolved**, selectăm conturul pe care dorim să-l rotim în jurul unei axe și axa, aceste opțiuni se pot bine observa în fereastra de interogare din figura 2.4, apăsăm tasta OK și se obține volumul din figura 2.2.b.

Pe capătul de acționare al arborelui se dorește realizarea unui canal de pană de tip A, cum se poate vedea în figurile 2.2.e și f. Pentru a realiza canalul de pană este necesar de realizat un plan de lucru la o distanță de 14 mm față de axa piesei, așa cum se poate observa în figura 2.2.c, acest plan se realizează selectând planul de lucru **Top Plane**, după accesăm din meniul **Features** comanda **Reference Geometry** și subcomanda **Plane**, apoi

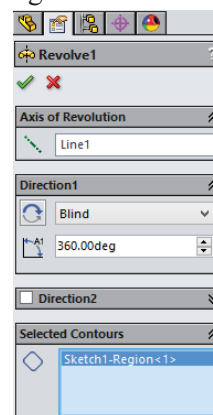


Figura 2.4

introducem distanța de 14 mm, și obținem planul din figura 2.2.c. Pe acest plan de lucru **Plane 1** realizăm schița din figura 2.2.d, după care selectăm

din meniul **Features** comanda **Extruded Cut**, selectăm conturul dorit a fi decupat din piesă și introducem distanța dorită.

La capătul opus al arborelui se va executa un canal de pană de tipul C unde se va monta ventilatorul cu o pana plan paralelă, în vederea realizării acestuia se va crea un plan de lucru nou **Plane 2** la distanța de 14,5 mm față de axa de simetrie a piesei. Pe planul de lucru Plane 2 se realizează cea de a treia schiță, care urmărește conturul penei plan paralele, acest contur se decupează cu ajutorul comenzi Extruded Cut, și se obține arborele final care se poate observa în figura 2.2.f.

2.2 Proiectarea scutului de acționare a motorului electric de tip ASNA 100 în SolidWorks

Scutul este o piesă care se încadrează în clasa carcaselor de tipul CORP, funcția principală a acestora este de a îngloba în cavitatea sa alte componente ale ansamblului în scopul de a îndeplini funcția principală a produsului.[10]

În figurile 2.5 – 2.13 sunt prezentate toate etapele intermediare necesare de parcurs pentru modelarea 3D a Scutului oală de tracțiune [8] în aplicația SolidWorks 2014, deschidem aplicația SolidWorks 2014, folosim scurtătura CTRL+N pentru a crea o reprezentare nouă 3D, selectăm “create a 3D representation of a single design component-part”, se poate observa în figura 2.3.

Selectăm din bara Command Manager comanda **Sketch**, selectăm planul de lucru “**Top Plane**”, trasăm în acest plan de lucru o linie orizontală care trece prin origine, după care o constrângem să fie fixă și de construcție. În acest plan de lucru se trasează schița din figura 2.5 , după care din

meniul **Features** se selectează comanda **Revolved**, selectăm conturul pe care dorim să-l rotim în jurul unei axe și axa, aceste opțiuni se pot bine observa în fereastra de interogare din figura 2.4, apăsăm tasta OK și se obține volumul din figura 2.6.

Figura 2.5

În continuare dorim să realizăm 4 bosaje pe circumferința exterioară, acestea au rolul de fixare a scutului de carcasă prin intermediul a unor șuruburi, pentru aceasta creem schița din figura 2.6 și apoi cu comanda Extruded Boss realizăm primul bosaj. După care se aplică razele de racordare,

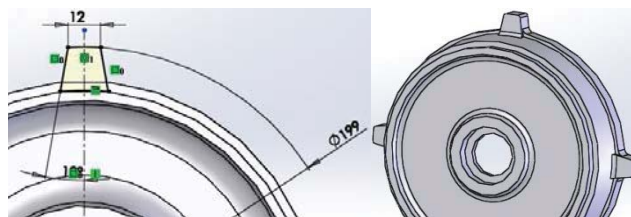


Figura 2.6

acest lucru se face accesând fereastra Features selectăm comanda Fillet și selectăm muchiile pe care dorim să le rotunjim. Acum selectăm din arborele de specificații ținând apăsat tasta CTRL bosajul extrudat și cele 3 raze de racordare, după care din fereastra Features selectăm comanda Circular Pattern, în fereastra de interogare apărută selectăm axa în jurul căreia dorim să multiplicăm componentele selectate, precum introducem și numărul de componente dorite, rezultatul final se vede în figura 2.7.

Figura 2.7

Scutul tracțiune are dispus simetric pe fața frontală 24 nervuri de răcire așa cum se poate observa și în figura 2.13. Modelarea nervurilor de răcire începe cu trasarea schiței din figura 2.8, după care se selectează comanda Rib și în fereastra de interogare se completează următoarele date: grosime nervură 3 mm, dispunere simetrică și evazare cu 2°, rezultatul obținut se poate vedea în figura 2.9.

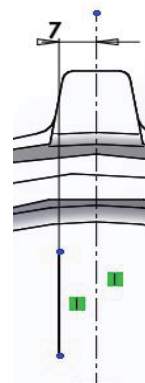


Figura 2.8

Cu ajutorul comenzii Fillet realizăm două raze de racordare de 1mm la îmbinarea între nervură și fața frontală, acum se realizează multiplicarea nervurilor, selectăm din arborele de specificații cele două raze de racordare și nervura, selectăm comanda Mirror, în fereastra de interogare la planul de oglindire se selectează Front Plane, în urma

Figura 2.9

acestei manipulari au rezultat 2 nervuri. Din nou selectăm cele două nervuri din arborele de specificații și accesăm comanda Circular Pattern, în fereastra de interogare apărută selectăm axa în jurul căreia dorim să multiplicăm componentele selectate, precum introducem și numărul de componente dorite, rezultatul final se vede în figura 2.10.

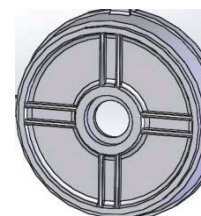


Figura 2.10

În continuare se va prezenta modul în care se poate de realizat cele 4 nervuri din colțul piesei, se pornește cu realizarea schiței din figura 2.11, după

