التحاليلات الهندسية لمحور العجلة باستخدام النمذجة (الهندسة العكسية)

أ.أحمد العجيلي أحمد، د. أحمد محمد الجدال، م. مصعب أبوقبة، أ.عبدالمنعم شعبان العجيلي، أ.حسين على اوحيدة

كلية التقنية الهندسية – جنزور ، قسم الهندسة الميكانيكية والصناعية

مقدمة

إن دراسة تحليل الاجهادات وهو أحد الاختصاصات الهندسية المهتمة بتغطية طرق تحديد الإجهادات والتشوهات التي تتعرض لها محور العجلة (Wheel Hub) عند خضوعها للإجهادات، وعند إجراء عملية تحليل الإجهادات تكون البيانات الأساسية اللازمة أو المدخلة عبارة عن الصفات التي تصف أبعاد وقياسات البنية الهندسية وخواص المادة المراد تصنيع البنية أو جزء من البنية فمنها طريقة تثبيت الأجزاء وطرق الربط والاتصال بين البنية الهندسية إضافة إلى القوى والأحمال المؤثرة على هذه البنية، في حين تكون النطتيجة هي الإجهادات المؤثرة على هذه الأجزاء والتشوهات الناتجة لخضوع البنية لقوى وأحمال خارجية.

يعتبر تحليل الإجهادات إحدى الوسائل الهندسية الهامة للوصول إلى الهدف المنشود وهو تصميم بنية هندسية ذات موثوقية وأمان عالي قادر على تحمل الشروط التصميمية الموضوعة.

يتم تحليل الإجهادات بإتباع الطرق الرياضية الكلاسيكية أو التمثيل الرياضي التحليلي أو باستخدام النمذجة والمحاكاة بواسطة الحاسب الآلي .

في هذه الدراسة تم استخدام تقنيات الحاسوب الحديثة في انجازها من خلال استخدام برنامج تحليل الاجهادات، نظرا لأن انجاز هذه الدراسة بالطرق الحسابية التقليدية يسبب كثرة المعادلات المعقدة وصعوبة حلها والزمن الذي تحتاجه لتحليل المعادلات وخصوصا عندما يكون تحليل الإجهادات في نموذج ثلاثي الأبعاد ، بينما باستخدام تقنيات الحاسوب الحديثة يوفر لنا الكثير من الوقت والجهد إضافة إلى إمكانية تحديد الاجهادات في أماكن مختلفة من محور العجمة (Wheel hub) الخاضعة لتحليل وتحديد عامل الأمان المناسب لها.

الكلمات الدالة: التحليلات–العناصر الدقيقة–المحاكاة–الشبكة–الشكل الهندسي–قوى الحمل–اقصى اجهاد–ادنى اجهاد–CNC.

Copyright © LJAST

حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

1. طريقة العناصر الدقيقة (Finite element method)

و يطلق عليها أيضاً تحليل العناصر الدقيقة هي طريقة تحليل عددي لإيجاد الحلول التقريبية للمعادلات التفاضلية الجزئية بالإضافة إلى الحلول التكاملية. يعتمد الحل إما على إلغاء المعادلات التفاضلية الجزئية نهائياً (في الحالات الساكنة) أو تقريب المعادلات التفاضلية الجزئية الي معادلات تفاضلية نظامية.

1.1- طريقة عمل العناصر الدقيقة

إن تنفيذ طريقة العناصر الدقيقة يمر بخطوات منتظمة ، ويمكن تلخيص هذه الخطوات في حالة استخدام هذه الطريقة لتحليل الاجهادات إلى ما يلي :

1. تجزئة الاتصال بتقسيم نطاق الحل إلى مجموعة من الأجزاء الصغيرة تسمى بالعناصر (element) مرتبطة في ما بينها بنقاط مشتركة تسمى العقد (nodes) .
2. اختيار دالة التقريب المناسبة لتمثيل التغير في المجال عبر العنصر والمجال المتغير قد يكون قيمة قياسية أو متجه .
3. تحديد خصائص العنصر وإيجاد معادلة التوازن لكل عنصر لكي نحصل من خلالها على مصفوفة المعادلات التي تحدد الخواص لكل عنصر .
4. تجميع المعادلات العناصر في مصفوفة تمثل خصائص النظام الكلي معبرين عن سلوك منطقة الحل الكلي للمنظومة .
5. حل معادلات المنظومة التي تم تجميعها و إيجاد الإزاحات الغير المعلومة للعقد .
6. حساب الإجهادات والانفعالات في العناصر من خلال إيجاد القيم العقدية الغير معروفة للمجال المتغير

3.3 التحليل والمحاكاة

في هذا الفصل سوف نقوم بدراسة الإجهادات على التصميم وذلك بعد معرفة الأحمال المؤثرة على محور العجلة.

تم تصميم المنتج باستخدام Solid works وذلك بعد دراسة التحاليل الهندسية على محور العجلة وحساب الإجهادات الناتجة من تأثير الحمل المسلط على القطعة.

2- مفهوم المحاكاة:

هو أداء أو تطبيق لطريقة العناصر المنتهية FEM بحيث يمكنه حل المسائل الشائعة الاستخدام في التصميم الميكانيكي مثل تحليل التشوهات والإجهادات وهذا البرنامج يخاطب احتياجات المهندس التصميمي ومن خلال هذه الدراسات تساعد الباحث على تجنب الفشل وعندما يكون عامل الأمان أقل من الواحد يشير إلى الفشل المادي بسبب الإجهادات العالية لابد ان تكون متوافقة مع برنامج Solid works بمعنى أنه يعمل داخل بيئته ويستخدمه في تحرير الأجزاء.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

3- أنواع الشبكة Mesh Types

عملية Meshing هي تقسيم النموذج الرياضي إلى مجموعة من العناصر المحددة ونوع هذه العناصر يعتمد على كل من هندسة شكل النموذج ونوع التحليل وأحيانا يعتمد على متطلباتنا من ناحية دقتها.

وهذا البرنامج يعرض نوعين من العناصر (هرم ثلاثي يكون له أربعة أوجه element Solid وهذه تستخدم للأجسام الصلبة Solid geometry والنوع الثاني عناصر قشرية shell element وهذه تستخدم مع السطوح surface geometry.

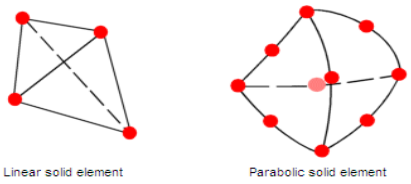
1.3. النوع الأول Solid Element

معظم هندسة الأشكال المستخدمة في البرنامج تكون solid وفي عملية التوليد الشبكي للعناصر الصلبة يقوم البرنامج أوتوماتيكيا باختيار أحد الأنواع التالية من العناصر على حسب أهمية التصميم:والفرق بينهما يتضح في الشكل (1)

- Draft quality mesh. The automatic mesh generates linear tetrahedral solid elements.
- High quality mesh. The automatic mesh generates parabolic tetrahedral solid elements.

أي بمعنى أنه في حالة اختيار جودة منخفضة يتم تعريف عنصر رباعي السطوح الخطي من قبل أربعة زوايا العقد متصلة بواسطة ست حواف مستقيمة.

وفي حالة اختيار جودة عالية يتم تعريف عنصر رباعي السطوح مكافئ من قبل عشر نقاط عقد ويبين في الشكل (1) رسومات تخطيطية للعناصر الصلبة رباعي السطوح الخطية ومكافئ .



الشكل (1) أنوع العناصر الصلبة

2.3. النوع الثاني Shell element

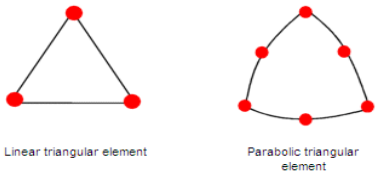
عند استخدام عناصر القشرة، البرنامج يقوم أوتوماتيكيا باختيار الأنواع التالية من العناصر اعتمادا على خيارات الشبكة النشطة للدراسة:

- Draft quality mesh. The automatic mesh generates linear triangular shell elements.
- High quality mesh. The automatic mesh generates parabolic triangular shell elements

وفي حالة اختيار جودة منخفضة يعرف عنصر القشرة الخطي من قبل ثلاثة عقد الزاوية متصلة بواسطة ثلاثة حواف مستقيمة.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

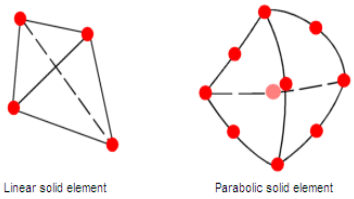
وفي حال اختيار جودة عالية يتم تعريف عنصر مكافئ من قبل ثلاث عقد الزاوية، ثلاث عقد منتصف الجانب، وثلاثة حواف مكافئ .كما المبين في الشكل :



الشكل (2) أنوع العناصر القشرة

ملاحظة:-

في هذه الدراسة استخدم النوع الأول من الشبكة Solid Element (هو هرم ثلاثي يكون له اربعة اوجه) وتم استخدام توليد شبكي عالي الجودة (high quality mesh) للحصول علي نتائج دقيقة.



شكل (3) يوضح توليد شبكي عالي الجودة

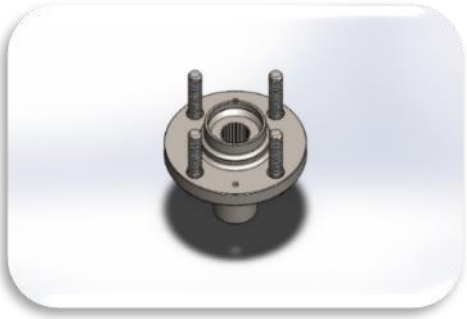
4- تحليلات (FEM) على محور العجلة (Wheel Hub):

يتم إجراء التحاليل الهندسية على محور العجلة (Wheel hub) وفق الخطوات التالية:

1.4. الشكل الهندسي Model Geometry

الشكل الهندسي الذي تم تصميمه بالمواصفات والأبعاد المحددة موضح في الشكل (4)

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية



الشكل (4) محور العجلة التي تم تصميمه

2.4. المعدن المستخدم (Metal Selected)

تم استخدام صلب متوسط الكربون المسحوب علي البارد Steel, cold Drawn C(35) وذلك نظر لمطابقته لمواصفات التصميم المعتمدة للعينة المستخدمة في الدراسة وذلك من خلال نتيجة اختبار التحليل الطيفي. وخصائصه كما موضحة في الجدول .

الجدول(1) خصائص C35 steel, cold drawn

Property	Value	Unit
Model type	Liner Elastic Isotropic	
Elastic	$2.05 * 10^{11}$	N/m^2
Poisons Ratio	0.29	/
Shear modulus	$8 * 10^{10}$	N/m^2
Mass Density	7870	Kg/m^3
Tensile Strength	$3.8 * 10^{8}$	N/m^2
Yield Strength	$3.25 * 10^{8}$	N/m^2
Thermal expansion coefficient	$1.2 * 10^{5}$	Kelvin

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

5- تسليط قوي الحمل علي العينة ودراسة الإجهادات الناتجة .

بعد الانتهاء من تصميم القطعة والوصول إلى الشكل شبه النهائي والذي قد تم تصميمه باستخدام برنامج التصميم Solid Works، يأتي الآن دور التحليل الهندسي وإجراء الدراسة على التصميم لمعرفة مدى ملائمة هذه القطعة للعمل ومدى ملائمتها للاستعمال .

وعليه كان التحليل و المحاكاة على محور العجلة (wheel hub) عن طريق استخدام برنامج Solid Works Simulation. والذي بدوره سيعرف النموذج الرياضي mathematical model على عدة خطوات :-

- ✓ إعداد الشكل الهندسي.geometry preparation
- ✓ تعريف الخامة وخصائصها.
- ✓ تطبيق القيود.restraints application
- ✓ تطبيق الحمل.load pressure

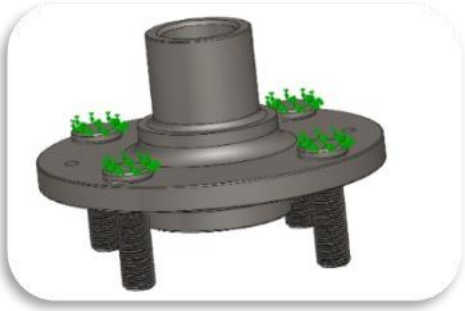
6- خطوات العمل

في الشكل قائمة أوامر Simulation

الشكل (5) أوامر قائمة Simulation

1. أولا :نقوم باختيار New Study من قائمة Study Advisor كما موضح في الشكل نحدد نوع الدراسة على النموذج ونقوم باختيار نوع الدراسة Static
2. ثانيا : نقوم بتحديد نوع المعدن من خلال النقر على Apply Material نحدد نوع مادة المعدن المستخدم لتصنيع محور العجلة (Wheel Hub)من مكتبة المواد التي يقدمها لنا البرنامج ، كما موضح في الشكل (5) .
3. ثالثا : نقوم بتحديد نوع العناصر المستخدمة في التحليل وسنقوم في هذا التحليل باستخدام Solid element واختيار العناصر الأكثر دقة في التحليلات الهندسية.
4. رابعا : نحدد مكان التثبيت وذلك من خلال الأداة fixed في الموضحة في الشكل ومن ثم نحدد مكان التثبيت والمبين بالأسهم الخضراء كما هو موضح في الشكل (6).

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

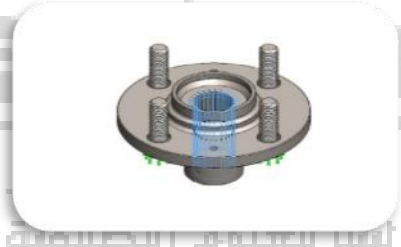


الشكل (6) موضع تثبيت القطعة

5. خامسا : نحدد موضع الحمل المسلط علي الاسطح الداخلية لأسنان التعشيق كما موضح في الشكل الحمل المبين باللون الأزرق.

وفي هذه المرحلة سيتم تسليط قوة عزم قدرها 1750 N.M والمتحصل عليها من حساب عزم الدوران للمحرك مسبقا .

مع العلم ان العزم الكلي للدوران الذي يولده المحرك هو 3500 N.M وتم تسليط نصف قيمة العزم الكلي وذلك لان العزم الكلي يتوزع عبر الاسطح الداخلية لأسنان التعشيق إلي محور العجلة الأيمن و الأيسر.



الشكل (7) يوضح العزم المسلط على اسنان التروس

1. نحدد الشبكة المستخدمة من خلال Create Mesh هنا في البرنامج خيارات التوليد إما أوتوماتيكية أو يدوية ويقصد باليدوي أن يحدد المستخدم حجم العناصر المتولدة وعددها ، أما ما تم اختياره التوليد الأوتوماتيكي ،وذلك باقتراح من البرنامج لعدد وحجم العناصر الشكل (8) يبين التوليد الشبكي على محور العجلة.

الشكل (8) التوليد الشبكي على محور العجلة

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

جدول (2) معلومات عامة عن التوليد الشبكي المستخدم **Mesh information**

Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Include Mesh Auto Loops:	Off
Jacobian points	4 Points
Element Size	5.8056 mm
Tolerance	0.29028 mm
Mesh Quality	High
Ramesh failed parts with incompatible mesh	Off

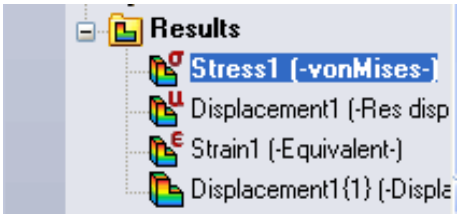
الجدول (3) معلومات دقيقة ناتجة عن التوليد الشبكيMesh Information – Details

Total Nodes	62591
Total Elements	37814
Maximum Aspect Ratio	88.901
% of elements with Aspect Ratio < 3	66
% of elements with Aspect Ratio > 10	2.2
% of distorted elements(Jacobian)	0
Time to complete mesh(hh;mm;ss):	00:04:16
Computer name:	VAIO

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

وبهذا يكون نموذج ال FEM قد انجز، وومن بعد ذلك تبدأ مرحلة تحليل نموذج FEM وذلك بالضغط على الزر (RUN).

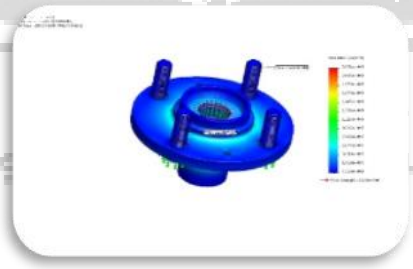
سيلاحظ ظهور مجلد جديد يسمى Results ، وداخله ثلاث مجلدات أخرى وهي مجلد الإجهاد stress ومجلد الازاحة Displacement والانفعال strain ، ولعرض أي من النتائج فإننا نضغط على الأيقونة مرتين أو بالزر الأيسر ثم نختار show كما في الشكل (9).



الشكل (9) طريقة عرض النتائج

كما في هذا الشكل يتم عرض النتائج على هيئة مخططات ملونة تبين توزيع البيانات وهذا ما يعرف contour plot بحيث تكون القيمة الصغرى باللون الأزرق والقيمة الأقصى باللون الأحمر وتتدرج باقي القيم بينهما .

عن طريق هذا الرسم يمكن معرفة الأماكن التي بها أعلى قيمة للإجهاد بحيث يتمكن الباحث من مقاربتها من قيم المسموح بها ويقوم بما يلزم لتقليل من قيمتها عن طريق تحسين التصميم أو تغير نوع المعدن.



الشكل (10) يوضح تأثير الاجهادات علي محور العجلة

وتمكننا المحاكاة (Simulation) من عرض النتائج وذلك بالنقر بالزر الأيمن على stress وتظهر لنا قائمة نختار منها edit deformation ،ومنها نستطيع تغير النظرية المستخدمة وكذلك وحدات القياس ، وكذلك عرض التوزيع على النموذج الأصلي ولم يعرضه علىmesh وأشياء كثيرة يمكن التعديل فيها ، وكذلك يوجد خيار أخر مهم جدا وهو chart options وهو سوف يعرض واجهة تمكننا من عرض تعليق لأقل وأكبر قيمة للإجهاد من حيث المكان والقيمة أما باختيارنا setting فيمكننا من عرض الشبكة مع التوزيع باختيار mesh بدل model ، ونوع التوزيع من حيث أنه مستمر أو أي طريقة أخرى . ويمكن تطبيق ذلك على كل من الازاحة والانفعال .

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

ولمعرفة قيمة الإجهادات عند أي نقطة في محور العجلة (Wheel Hub) نقوم باستخدام أحد أوامر Plot Tools ومن خلال النقر عليها تظهر لنا قائمة من الأوامر نقوم باختيار الأمرProbe كما الشكل (11) يمكننا هذا الأمر من معرفة قيمة الإجهاد عند أي نقطة من محور العجلة (Wheel Hub).

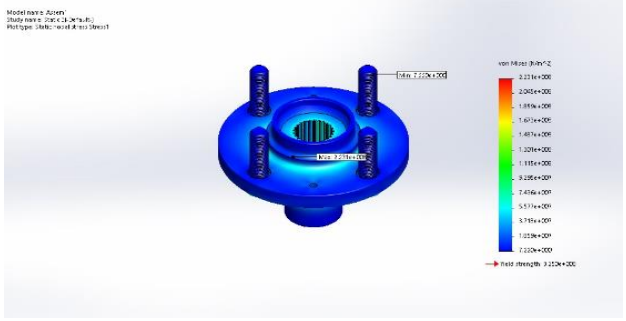
الشكل (11) استخدام أمر Probe

7-ستعراض النتائج و مناقشتها:

بناءا علي النتائج و القيم الموضحة بالشكل (12) من تأثير اجهاد الحمل علي محور العجلة يتبين ما يلي:

Study Results

Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Misses Stress	7.22037 N/m^2 Node: 45327	2.23083e+008 N/m^2 Node: 20671



Assem1-Static 3-Stress-Stress1

شكل (12) تأثير اقصي و ادني اجهاد الحمل علي محور العجلة

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

قيمة اقصي اجهاد max stress كانت عند القوس R2.5 وتساوي $2.23083 * 10^8 N/m^2$

قيمة ادني اجهاد min stress كانت عند اعلي براغي التثبيت وتساوي $7.22037\ N/m^2$

قيمة اجهاد الخضوع Yield stress وتساوي $3.250 * 10^8\ N/m^2$

معامل الامان $\mu = \frac{\sigma y}{\sigma all}$=

حيث أن

μ = معامل الأمان

σy =إجهاد الخضوع للمادة

σall = الإجهاد المسموح به

$\mu = \frac{3.250e+008}{2.23083*10^8\ N/m^2}$ =1.456

يتضح من النتائج الموضحة اعلاه ان محور العجلة (Wheel Hub) بعيد كل البعد عن الانهيار او الفشل وذلك لان قيمة اقصي اجهاد لم تتعدي قيمة اجهاد الخضوع , وكذلك معامل الامان عند اقصي اجهاد وهو النسبة بين اجهاد الخضوع والاجهاد المسموح به كانت قيمته اعلي من الواحد (1.456) الصحيح مما يعني ان التصميم الهندسي لمحور العجلة مناسب وملائم للعمل تحت الاجهادات المسلطة عليه.

8-البرنامج التشغيلي

من خلال التعاريف لبعض مصطلحات الهندسة العكسية وابتداءا من تحديد المنتج مرورا بتحليل البيانات والمعلومات واستخدامها في اعداد المخططات الهندسية واستنادا الى بيانات الإجهادات الميكانيكية التي تمت عن طريق المحاكاة لخصت البيانات في إعداد مقترح بسيط عن تنفيذ المنتج النهائي الجديد وتقديمه للسوق وكتابته على هيئة برنامج يتم ادخاله للآلة لإنتاج الشغلة (CNC) حيث ان الآلة المستخدمة في هذه الورقة هي مخرطة (CNC) ذات محورين فقط (2 AXIS).

ملحق (1) يوضح آلية البرنامج والذي من المفترض استخدامه في الالة المذكورة سابقا.

1.8. <u>المرحلة الاولي</u> :- خرط خارجي يبدا البرنامج التشغيلي للقطعة من الجهة المرفقة بالرسم من الاتجاه رقم (1).

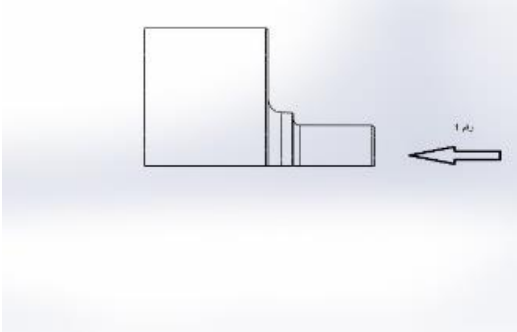
وتتم عملية التشغيل الخارجي اولا ثم اجراء عملية الثقب والخرط الداخلي حسب الرسم المرفق للقطعة، وبعد ذلك الخرط الخارجي اولا بسبب ثقل الخام ومسافة الامساك بها من جهة الغراب الثابت صغيرة ولهذا يتم تخفيف الوزن بخرط الخام خارجيا ثم الثقب والخرط الداخلي.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

O 2014*G28 U0.*

G28 W0.*

*G50 X0. Z0. S2500 T0300



G96 S350 M4 T0302*

G0 X132.*

M8*

G71 U0.5 R0.4*

G71 P10 Q20 U0.4 W0.04 F0.12*

N10 G0 X36.1.*

G1 Z0.*

G1 X38.1. Z-1.*

G1 Z-32.6.*

G2 X43.5. Z-35.3. R2.7*

G1 X49.*

G1 X50. Z-43.8.*

G1 Z-40.9.*

G2 X62. Z-46.9. R6*

G1 X123.*

N20 G1 X124. Z-47.4.*G28 U0.*

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

G28 W0.*

G50 X0. Z0. S2500 T0200*

G96 S350 M4 T0205*

G0 Z2.*

G0 X132.*

G70 P10 Q20 U0. W0. F0.1*

G28 U0. *

G28 W0.*

M01*

2.8. المرحلة الثانية :- الثقب

وتكون بقطر (20ملم) ومنها نبدأ بعملية الخرط الداخلي.(CNC)وفيها يتم استخدام اداة ثقب خاصة بالة الخراطة

G28 U0.*

G28 W0.*

G50 X0. Z0. S150 T0100*

G97 S150 M3 T0101*

G0 Z5.*

G0 X0.*

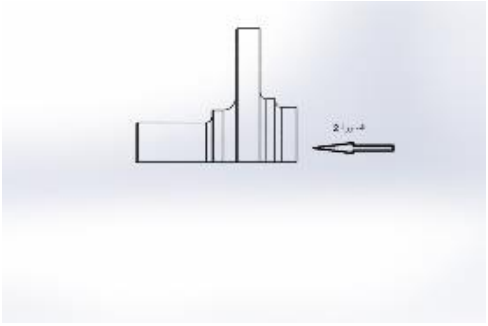
G1 Z-80. F0.012*

G0 Z5.*

G28 U0.*

G28 W0.*

M01*



Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

3.8. المرحلة الثالثة :- الخرط الداخلي

وفيها يتم خرط الشكل الداخلي للشغلة من الجهة رقم (1) كما هو مدون بالرسم.

G28 U0.*

G28 W0.*

G50 X0. Z0. S2700 T0400*

G96 S550 M3 T0404*

G0 Z2.*

G0 X19.*

G71 U0.4 R0.3*

R0.3*

G71 P15 Q25 U-0.3 W0.03 F0.11*

N15 G0 X31.1.*

G1 Z0.*

G1 X27.1. Z-2.*

G1 Z-9.*

G1 X24. Z-11.685.*

N25 G1 Z-75.*

G28 U0.*

G28 W0.*

G50 X0. Z0. S2700 T0400*

G96 S550 M3 T0404*

G0 Z2.*

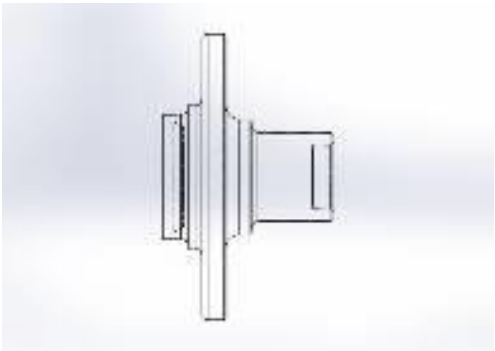
G0 X19.*

G70 P15 Q25 U0. W0. F0.1*

G28 U0.*

G28 W0.*

M30*

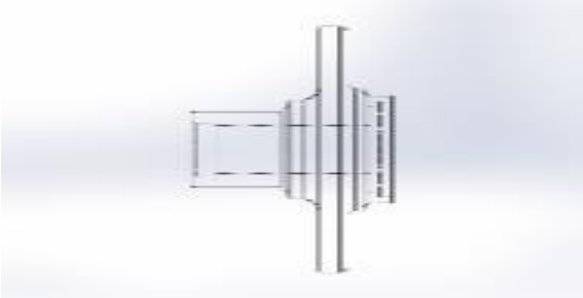


Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

4.8.المرحلة الرابعة :- خرط خارجي من الجانب المقابل

تتم عملية تشغيل القطعة من الجهة المقابلة كما بالرسم الموضح بالسهم رقم (2) تتم فيه عملية الخراطة الخارجية اولا.

ملاحظة :- تتم في هذه المرحلة خرط الواجهة الي السمك المطلوب وهو (74 ملم).



```
O2015*
G28 U0.*
G28 W0.*
G50 X0. Z0. S2500 T0300*
G96 S350 M4 T0306*
G0 Z2.*
G0 X132.*
G72 W0.5 R0.3
G72 P12 Q22 U0. W0. F0.12*
N12 G0 Z-26.*
G1 X0.*
G1 Z0.*
N22 G1 X3.*
G28 U0.*
G28 W0.*
M01*
```

5.8.المرحلة الخامسة :- الخراطة الداخلية للجهة المقابلة

وتتم في هذه المرحلة الخرط الداخلي لأنهاء التشغيل علي المشغولة وهي المرحلة النهائية.

```
G28 U0.*
G28 W0.*
G50 X0. Z0. S2500 T0300*
G96 S350 M4 T0307*
```


Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

G0 Z2.*

G0 X132.*

G71 U0.5 R0.4*

G71 P13 Q23 U0.5 W0.04 F0.12*

N13 G0 X52.9.*

G1 Z0.*

G1 X53.9. Z−0.5.*

G1 Z−7.9.*

G2 X59.9. Z10.9. R3*

G1 X60.8.*

G1 X61.8. Z−11.4.*

G1 Z−14.*

G2 X67.8. Z−17. R3*

G1 X119.*

G3 X124. Z−19.5. R2.5*

N23 G1 Z−27.5.*

G28 U0.*

G28 W0.*

G50 X0. Z0. S2500 T0300*

G96 S350 M4 T0307*

G0 Z2.*

G0 X132.*

G70 P13 Q23 U0. W0. F0.1*

G28 U0.*

G28 W0.*

M01*

G28 U0.*

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

G28 W0.*

G50 X0. Z0. S2700 T0400*

G96 S500 M3 T0409*

G0 Z2.*

G0 X23.*

G71 U0.4 R0.3*

G71 P14 Q24 U-0.3 W0.03 F0.12*

N14 G0 X50.2.*

G1 Z0.*

G1 X48.2. Z-1.*

G1 Z-5.*

G1 X43.5. Z-9.*

G1 X28.*

N24 G1 X22. Z-12.*

G28 U.*

G28 W0.*

G50 X0. Z0. S2700 T0400*

G96 S500 M3 T0408*

G0 Z2.*

G0 X23.*

G70 P14 Q24 U0. W0. F0.1*

G28 U0.*

G28 W0.*

M30

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

9-النتائج

من خلال معرفة الخواص الميكانيكية والفيزيائية والكيميائية والتي علي اساسها تم العمل علي برنامج Solid Works , حيث تم ادخال جميع البيانات المتحصل عليها في النمذجة لدراسة شكل وحالة القطعة اثناء التحميل في الحسابات الخاصة بمقاومة المواد تم التوصل الي ان المادة المستخدمة اثناء التحليل تعتبر من ضمن اشتراطات المطلوبة لمعامل الامان المسموح به في التصميم الهندسي ,ومن خلال برنامج التشغيل الذي اعد بمساعدة المركز العالي للإنتاج والتدريب بجنزور والذي كانت نتيجته اعداد البرنامج علي هيئة برنامجين تشغيلين لاتجاهين مختلفين بحيث ان برنامج يختلف عن الاخر.

10-التوصيات

من خلال ما تم عرضه في هذه الورقة فقد كانت هناك عراقيل كانت في عدم توفر المعدات والاجهزة من بينها اجهزة قياس الابعاد سواء اكانت ثنائية او ثلاثية للعينات بحيث يضمن جودة العمل، أما فيما يخص آلات الانتاجية فقد تبين انه كلما كانت هناك تقنية جديدة في الآلات التي تعمل بالنظام الالي قلصت المشاكل التي قد يواجهها الطالب بقسم الهندسة الميكانيكية، وكذلك نقص بمعدات دراسة تركيبة المعدن الداخلية والتي تزيد من مدارك الباحث في التعرف التركيب الداخلي للمعدن الذي قد يرغب في اجراء الدراسة وعليه فإن الجهاز الذي استخدم كان موجود بمكان واحد وهو مركز المتقدم للسباكة بسيدي السايح ويعتبر هذا الجهاز ضروري للدراسات الهندسة التقنية، للعلم انه قد استعين بإمكانيات المراكز البحثية الموجودة في نطاق بلدية طرابلس لإنجاز هذه الورقة.

11-المصادر والمراجع

1- التصنيع والاتمتة والتجميع . للمهندس جلال الحاج ,هذا الكتاب علي الرابط التالي:

http://www.jalalalhajabed.com/mech-design-maintenance-

2-التصميم والتصنيع بالحاسب الالي CAD/CAM، الادارة العامة لتصميم وتطوير المناهج بالمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، المملكة العربية السعودية، طبعة 1424 هـ.

3-Engineering Mechanics, W. Brocks, D. Stiglich, Faculty of Engineering in the Christian – Albrecht's University Kiel, January 2012

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية